



Federación Nacional de  
Cafeteros de Colombia

COMITE DEPARTAMENTAL  
DE CAFETEROS DEL QUINDIO



# EL CULTIVO DEL PLATANO EN EL TROPICO

16056  
2 cop.



Manual de Asistencia Técnica N° 50

16.056  
2 cop.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA  
SUBGERENCIA DE INVESTIGACION

División Producción Cultivos  
Sección Frutícolas - Plátano y Banano

CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES  
PARA EL DESARROLLO CIID (IDRC), CANADA

COMITE DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DEL QUINDIO

RED INTERNACIONAL PARA EL MEJORAMIENTO  
DEL BANANO Y EL PLATANO INIBAP - LAC

MANUAL DE ASISTENCIA TECNICA No. 50

ANALIZADO - Ref. 16556



# EL CULTIVO DEL PLATANO

(Musa AAB Simmonds)

## EN EL TROPICO

27 ABR. 1992

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA  
DE COLOMBIA



Sylvio L. Belalcázar Carvajal

## MANUAL DE ASISTENCIA TECNICA No. 50

### AUTOR - COMPILADOR:

SYLVIO L. BELALCAZAR CARVAJAL, Ph.D.

### EDITORES TECNICOS:

SYLVIO L. BELALCAZAR CARVAJAL, Ph.D.

ICA Centro Satélite Plátano y Banano  
A.A. 1069, Armenia, Colombia.

JULIO CESAR TORO MEZA, Ph.D.

ICA Sección Nacional Frutícolas  
A.A. 233, Palmira, Colombia.

RAMIRO JARAMILLO CELIS, M.Sc.

Coordinación Regional INIBAP-LAC  
A. 4824-1000 San José, Costa Rica

### DIBUJOS - FOTOGRAFIA:

SANDRA PATRICIA BELALCAZAR MAYA

SYLVIO L. BELALCAZAR CARVAJAL

### Portada:

Cultivo de plátano Clon Dominico-Hartón  
*Musa AAB Simmonds*  
5.000 plantas por hectárea,  
en el departamento del Quindío, Colombia.

### Contraportada:

Efecto de la profundidad de siembra  
sobre el desarrollo del cormo.

La mención de algunos productos comerciales en este manual no constituye una garantía del producto por parte del ICA, como tampoco implica que se excluyan otros productos de igual o mayor efectividad.

# MANUAL DE ASISTENCIA TÉCNICA No. 20

AUTOR - COMPILADOR

SYLVIO L. BELALCAZAR CARVALAJAL, FRIUTICOLAS

EDITORES TÉCNICOS

SYLVIO L. BELALCAZAR CARVALAJAL, FRI D

ICA Centro Sudeste Plátano y Banano  
A.A. 1063 Armenia, Colombia

JULIO CÉSAR TORO MEZA, FRI D

ICA Sección Nacional Frutícolas  
A.A. 2003 Panamá, Colombia

RAMIRO JARAMILLO CEJAS, FRI D

Estación Frutícola INIBAP  
A 4824-1000 San José, Costa Rica

OBJETOS - FOTOGRAFÍA

© La propiedad intelectual de este material pertenece a: Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo CIID (IDRC), Canadá, Comité Departamental de Cafeteros del Quindío y Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, INIBAP. Estas instituciones autorizan la reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite el título y la página de esta publicación y se indique que la obra se puede obtener directamente en el ICA, Apartado Aéreo 1069 y el Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, Apartado Aéreo 1063, de Armenia, Quindío, Colombia.

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARA FINES COMERCIALES.  
(Resolución No. 258 de 1976, del ICA)

Talleres gráficos de  
Impresora Feriva Ltda.  
Calle 18 N° 3-33  
Cali, Colombia

**DIRECTIVAS INSTITUCIONALES**  
**INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO**  
**ICA**

GABRIEL MONTES LLAMAS  
Gerente General

RAFAEL ESTRADA ROBLEDO  
Gerente Regional Nueve

JAIME NAVAS ALVARADO, Ph.D.  
Subgerente de Investigación.

MANUEL TORREGROZA CASTRO, Ph.D.  
Director División Producción Cultivos

**COMITE DEPARTAMENTAL**  
**CAFETEROS QUINDIO**

JORGE CARDENAS GUTIERREZ  
Gerente General FNCC.

OSCAR JARAMILLO GARCIA  
Director Ejecutivo

CESAR CORTES LOPEZ  
Jefe División Técnica

MAXIMILIANO GUZMAN ROA  
Jefe Mercadeo y Agroindustria

**CIID (IDRC), CANADA**

KEITH BECANCON, Ph.D.  
Presidente

GREG SPENDJION, Ph.D.  
Director AFNS

FERNANDO CHAPARRO, Ph.D.  
Director Regional

JUAN RISI, Ph.D.  
Oficial Regional Cultivos

**INIBAP**

HUBERT G. ZANDSTRA, Ph.D.  
Presidente Consejo Directivo.

EDMOND A.L. DE LANGHE, Ph.D.  
Director General

RAMIRO JARAMILLO CELIS, M.S.  
Coordinador Regional

HUGES TEZENAS DU MONTCEL, Ph.D.  
Coordinador Científico

## COLABORADORES

- LUISE CASTILLO Ingeniero Agrónomo, M.Sc. en Suelos. Jefe Laboratorio de Suelos, ICA. C.I. Palmira, Palmira, Valle del Cauca.
- GERARDO CAYON S. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. en Fisiología Vegetal, ICA C. I. Palmira, Palmira, Valle del Cauca.
- GERMAN FRANCO Ingeniero Agrónomo, Unidad de Apoyo a la Producción, CRECED Quindío, Armenia, Quindío.
- FULVIA GARCIA R. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. en Entomología, ICA C.I. Palmira, Palmira, Valle del Cauca.
- OSCAR JARAMILLO G. Ingeniero Agrónomo, Director Ejecutivo Comitecafé Quindío, Armenia, Quindío.
- GUILLERMO LEON M. Ingeniero Agrónomo, Entomólogo, ICA C.I. Palmira, Palmira, Valle del Cauca.
- MARTHA E. LONDOÑO Z. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. en Entomología, ICA C.I. Tulenapa, Apartadó, Antioquia.
- JESUS E. LOZADA Z. Ingeniero Agrónomo, ICA Sección Frutícolas, Especie Plátano y Banano, C.I. Palmira, Palmira, Valle del Cauca.
- VICTOR M. MERCHAN V. Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D. en Fitopatología. ICA, Centro Satélite Plátano y Banano, Manizales, Caldas.
- FERNANDO PARDO E. Ingeniero Agrónomo, M.Sc., en Divulgación Técnica, ICA, C. I. Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca.

- JAIME PULIDO F.** Ingeniero Agrónomo, Entomólogo ICA, C. I. Palmira, Palmira, Valle del Cauca.
- CARLOS A. SALAZAR M.** Ingeniero Agrónomo, M.Sc. en Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Antioquia.
- JULIO CESAR TORO M.** Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D. en Mejoramiento. Jefe Nacional Sección Frutícolas, C. I. Palmira, Palmira, Valle del Cauca.
- JORGE A. VALENCIA M.** Ingeniero Agrónomo, ICA - CIID (IDRC), C.I. El Agrado, Montenegro, Quindío.
- INGEBORG ZENNER DE P.** Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D. en Entomología, ICA, C. I. Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca.

EDUARDO GAYONS

GERMAN FRANCO

FLAVIA GARCIA

OSCAR JARAMILLO

GUILBERTO RAMOS

MARTHA ELIZABETH

JESUS LOZADA

VICTOR M. MENCHAY

FERNANDO PARDE

## CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS . . . . .	15
PRESENTACION . . . . .	17
<b>CAPITULO I</b>	
<b>ASPECTOS AGROECONOMICOS</b>	
IMPORTANCIA SOCIO-ECONOMICA . . . . .	21
DISTRIBUCION GEOGRAFICA . . . . .	23
Región Caribe . . . . .	23
Región Pacífica . . . . .	23
Región Andina . . . . .	26
Región de la Orinoquia . . . . .	26
Región Amazónica . . . . .	26
Región Interandina . . . . .	26
VARIETADES CULTIVADAS . . . . .	27
DESCRIPCION DE VARIETADES CULTIVADAS . . . . .	30
Clon Dominicó . . . . .	30
Clon Dominicó-Hartón . . . . .	34
Clon Hartón . . . . .	35
Clon Cachaco . . . . .	36
Clon Pelipita . . . . .	38
<b>CAPITULO II</b>	
<b>LA PLANTA Y EL FRUTO</b>	
HISTORIA E INTRODUCCION A AMERICA . . . . .	45
TAXONOMIA Y CLASIFICACION . . . . .	47
Taxonomía . . . . .	47
NOMENCLATURA DE LOS PLATANOS COMESTIBLES . . . . .	49
COLECCION COLOMBIANA DE MUSACEAS (CCM) . . . . .	52
MORFOFISIOLOGIA . . . . .	58
EL SISTEMA RADICULAR . . . . .	58
EL TALLO Y SUS YEMAS . . . . .	61
SISTEMA FOLIAR . . . . .	65
LA INFLORESCENCIA . . . . .	71
DESARROLLO DEL FRUTO . . . . .	75
COMPOSICION QUIMICA DEL FRUTO . . . . .	78
CICLO VEGETATIVO . . . . .	78

FASE VEGETATIVA . . . . .	83
FASE REPRODUCTIVA . . . . .	85
FASE PRODUCTIVA . . . . .	85

**CAPITULO III**  
**ECOFISIOLOGIA DEL CULTIVO** ✓

CLIMA . . . . .	93
Temperatura . . . . .	93
Altitud . . . . .	94
Radiación solar . . . . .	94
Movimientos de la atmósfera . . . . .	97
Necesidades hídricas . . . . .	97
SUELO . . . . .	99
Factores físicos . . . . .	99
Factores químicos . . . . .	102

**CAPITULO IV**  
**ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO** ✓

SELECCION DEL TERRENO . . . . .	113
PREPARACION DEL TERRENO . . . . .	114
Trazado . . . . .	115
Cálculo del número de plantas . . . . .	115
Hoyado . . . . .	116
Tamaño del hueco . . . . .	116
Profundidad de siembra . . . . .	117
SEMILLA . . . . .	121
Clases de semilla . . . . .	121
Tamaños de semilla . . . . .	122
Costos comparativos en el manejo de la semilla . . . . .	124
Producción de semilla asexual . . . . .	125
SIEMBRA . . . . .	131
Densidad de siembra . . . . .	133
Altas densidades de siembra . . . . .	135
Rendimientos económicos . . . . .	139

**CAPITULO V**  
**MANEJO DE PLANTACIONES** ✓

CUIDADO DE LA PLANTA . . . . .	149
Eliminación de colinos de deshije . . . . .	149
Eliminación de hojas . . . . .	151
Apuntalamiento . . . . .	158
Embolse . . . . .	159
Destronque . . . . .	159
MANEJO DEL MEDIO DE DESARROLLO . . . . .	161
Riego . . . . .	161
PARAMETROS BASICOS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO . . . . .	162
Textura . . . . .	162
Densidad aparente . . . . .	163
PARAMETROS BASICOS EN FUNCION DE LOS SUELOS UTILIZADOS EN COLOMBIA . . . . .	171
Lámina de agua . . . . .	171
Drenaje . . . . .	177
Estudios básicos . . . . .	178

MANEJO DE LAS MALEZAS . . . . .	195
CARACTERISTICAS DE LOS HERBICIDAS RECOMENDADOS . . . . .	211
Ametrina . . . . .	211
Dalapon . . . . .	212
Diuron . . . . .	212
Glifosato . . . . .	212
Msma . . . . .	213
Paraquat . . . . .	213
Oxyfluorfen . . . . .	214
Fluazifop-butic . . . . .	214
Fenoxaprop-etic . . . . .	214
Fertilización . . . . .	214

CAPITULO VI ✓

**CONTROL DE ENFERMEDADES**

ENFERMEDADES DE FOLLAJE . . . . .	243
Enfermedades fisiogénicas . . . . .	243
ENFERMEDADES PATOGENICAS . . . . .	245
Sigatoka Amarilla . . . . .	245
Raya Negra . . . . .	253
Control de la enfermedad . . . . .	269
Mancha Rojiza . . . . .	277
Mosaico . . . . .	278
Cogollo Blanco . . . . .	279
ENFERMEDADES DEL TALLO Y EL SEUDOTALLO . . . . .	280
Moko . . . . .	280
Pudrición acuosa del tallo . . . . .	285
Mal de Panamá . . . . .	286
Llaga Estrellada . . . . .	288
Elefantiasis . . . . .	289
Enfermedades del fruto . . . . .	290

CAPITULO VII

**MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

MUESTREO DE INSECTOS PLAGAS . . . . .	302
MUESTREO PARA BARRENADORES DEL CORMO Y SEUDOTALLO . . . . .	302
MUESTREO PARA COMEDORES DE FOLLAJE . . . . .	303
MUESTREO DE INSECTOS DEL FRUTO . . . . .	304
BARRENADORES DEL CORMO Y DEL PSEUDOTALLO . . . . .	304
MANEJO DEL PICUDO NEGRO . . . . .	306
Picudo rayado . . . . .	309
Gusano tornillo . . . . .	311
COMEDORES DE FOLLAJE . . . . .	313
Gusano peludo de las hojas . . . . .	313
Gusano canasta . . . . .	314
Cabritos . . . . .	316
Gusano monturita . . . . .	317
Gusano araña . . . . .	318
Gusano del cogollo . . . . .	319
MANEJO DE LOS COMEDORES DEL FOLLAJE . . . . .	319
OTRAS PLAGAS DEL FOLLAJE . . . . .	321
Arañitas rojas . . . . .	321
Chupadores de la hoja . . . . .	321
PLAGAS DEL FRUTO . . . . .	321
Morrocoyita del fruto . . . . .	321
Toño o mapaitero . . . . .	323

OTRAS PLAGAS DEL FRUTO . . . . .	323
Bicho de candela . . . . .	323
Afido del fruto . . . . .	323
MANEJO DE LAS PLAGAS DEL FRUTO . . . . .	324
RECOMENDACIONES FINALES . . . . .	324

CAPITULO VIII  
**CONTROL DE NEMATODOS**

RECONOCIMIENTO EN COLOMBIA . . . . .	329
ALIMENTACION Y PARASITISMO . . . . .	331
REPRODUCCION . . . . .	331
DISEMINACION . . . . .	332
DIAGNOSTICO Y EVALUACION . . . . .	332
CLASES DE DAÑOS . . . . .	332
TIPOS DE NEMATODOS . . . . .	333
Nematodo barrenador . . . . .	333
Nematodo de las lesiones . . . . .	335
Nematodo de la nubosidad radical . . . . .	336
Nematodo espiral . . . . .	337
Nematodo reniforme . . . . .	337
MANEJO Y CONTROL . . . . .	338

CAPITULO IX  
**COSECHA Y MERCADEO**

COSECHA . . . . .	345
Duración del ciclo vegetativo . . . . .	345
Llenado de los frutos . . . . .	346
Definición de la época de corte . . . . .	346
MERCADEO . . . . .	347

CAPITULO X  
**ESTRUCTURA DE COSTOS Y RENTABILIDAD**

ANALISIS DE COSTOS DE PRODUCCION . . . . .	351
Análisis de rentabilidad . . . . .	356
Alternativas para incrementar la rentabilidad . . . . .	357
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS . . . . .	359
GLOSARIO . . . . .	371

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Regiones colombianas productoras de plátano, producción y destino del producto . . . . .	<b>25</b>
Tabla 2.	Comportamiento de clones de plátano comestible bajo las condiciones de la zona central cafetera del departamento del Quindío . . . . .	<b>31</b>
Tabla 3.	Comportamiento de clones de plátano comestible en dos zonas agroecológicas . . . . .	<b>32</b>
Tabla 4.	Información general de los Centros de Investigación, dedicados a la experimentación en plátano y bananos . . . . .	<b>33</b>
Tabla 5.	Clave de las secciones de Musa . . . . .	<b>48</b>
Tabla 6.	Taxonomía, clasificación y nomenclatura de los bananos y plátanos comestibles que se cultivan en Colombia . . . . .	<b>50</b>
Tabla 7.	Clave para la clasificación de los grupos de plátanos comestibles de las series Australimusa y Eumusa . . . . .	<b>51</b>
Tabla 8.	Colección colombiana de Musáceas, CCM. Diferentes tipos de plátanos . . . . .	<b>53</b>
Tabla 9.	Colección colombiana de Musáceas, CCM. Diferentes tipos de bananos . . . . .	<b>56</b>
Tabla 10.	Distribución espacial del sistema radicular de una cepa, en relación con una cuña en ángulo de 90° . . . . .	<b>59</b>
Tabla 11.	Crecimiento y desarrollo cuantitativo de la planta hasta la fase de floración. Primer ciclo de producción . . . . .	<b>62</b>
Tabla 12.	Variación de la longitud y el ancho de las hojas . . . . .	<b>66</b>
Tabla 13.	Efecto del tamaño de la semilla sobre los componentes del desarrollo. Primer ciclo de producción . . . . .	<b>70</b>
Tabla 14.	Cronología del desarrollo y llenado de los frutos . . . . .	<b>77</b>
Tabla 15.	Fotosíntesis, máxima de cinco clones de plátano a exposición solar plena . . . . .	<b>96</b>
Tabla 16.	Fotosíntesis máxima de cuatro clones de plátano a exposición solar plena . . . . .	<b>96</b>
Tabla 17.	Escala adaptada de Beaufort, de velocidad del viento . . . . .	<b>98</b>
Tabla 18.	Capacidad de intercambio Catiónico CIC promedio de los suelos con base en la textura . . . . .	<b>103</b>

Tabla 19.	Efecto de la profundidad de siembra sobre los componentes de desarrollo y el rendimiento, para dos ciclos de producción .	<b>119</b>
Tabla 20.	Efecto de la profundidad de siembra. Primer ciclo de producción . . . . .	<b>120</b>
Tabla 21.	Efecto del tamaño de la semilla sobre los componentes del desarrollo y el rendimiento para dos ciclos de producción .	<b>123</b>
Tabla 22.	Costos de manejo de la semilla, según su tamaño, hasta el momento de la siembra . . . . .	<b>125</b>
Tabla 23.	Soluciones para la desinfestación de cormos de plátano . . .	<b>130</b>
Tabla 24.	Efecto de las densidades de siembra sobre los componentes del desarrollo y el rendimiento, para tres ciclos de producción .	<b>134</b>
Tabla 25.	Efecto de las altas densidades de siembra sobre los parámetros de crecimiento y rendimiento. . . . .	<b>136</b>
Tabla 26.	Inversiones, costos e ingresos (\$/Ha), para tres densidades de población. Precios constantes 1990. . . . .	<b>141</b>
Tabla 27.	Comparación de las tasas de rentabilidad trimestral para tres densidades de población. . . . .	<b>142</b>
Tabla 28.	Combinación de épocas y metodologías apropiadas, para la eliminación de los meristemas de crecimiento y/o colinos . . .	<b>150</b>
Tabla 29.	Efecto del número de colinos por unidad productiva, sobre los componentes del rendimiento y el desarrollo . . . . .	<b>153</b>
Tabla 30.	Efecto del número de hojas sobre los componentes del desarrollo y el rendimiento . . . . .	<b>155</b>
Tabla 31.	Efecto de la época y porcentaje de defoliación sobre los componentes de desarrollo, para dos ciclos de producción .	<b>156</b>
Tabla 32.	Efecto de la época y porcentaje de defoliación sobre los componentes del desarrollo y rendimiento, para dos ciclos de producción (C.P.) . . . . .	<b>157</b>
Tabla 33.	Efecto de la clase de destronque sobre los componentes del desarrollo y el rendimiento . . . . .	<b>160</b>
Tabla 34.	Coefficiente de cultivo (kc) . . . . .	<b>166</b>
Tabla 35.	Coefficiente de cubeta (kpan) correspondiente a una cubeta de clase A, para distintas coberturas del terreno, niveles de humedad relativa media y velocidad total del viento en 24 horas . . . . .	<b>167</b>
Tabla 36.	Duración media diaria del máximo de horas posibles de fuerte insolación (N) para distintos meses y latitudes . . . . .	<b>169</b>
Tabla 37.	Valores medios de las propiedades físicas de los suelos aptos para el cultivo del plátano . . . . .	<b>172</b>
Tabla 38.	Cuadro de producción de banano, con riego y sin riego . . . .	<b>174</b>
Tabla 39.	Valores medios de macroporosidad del suelo . . . . .	<b>180</b>
Tabla 40.	Clasificación de la conductividad hidráulica del suelo . . . .	<b>182</b>
Tabla 41.	Espesor equivalente de Hooghoudt "d" . . . . .	<b>187</b>
Tabla 42.	Profundidad requerida del nivel freático después de la recarga . . . . .	<b>190</b>
Tabla 43.	Principales malezas asociadas con el cultivo del plátano . . . . .	<b>198</b>

Tabla 44.	Efecto de la competencia de las malezas sobre el crecimiento y el tiempo transcurrido hasta la floración en dos variedades de plátano . . . . .	<b>202</b>
Tabla 45.	Efecto de la competencia de las malezas sobre la producción de dos variedades de plátano. Primer ciclo de producción . . . . .	<b>206</b>
Tabla 46.	Herbicidas recomendados para el control de malezas en los cultivos de plátano y banano . . . . .	<b>209</b>
Tabla 47.	Porcentaje de participación del control de malezas en los costos de producción del cultivo del plátano . . . . .	<b>211</b>
Tabla 48.	Análisis del suelo, correspondiente a cuatro centros de investigación agrícola en Colombia . . . . .	<b>215</b>
Tabla 49.	Respuesta a la fertilización en cuatro localidades aptas para el cultivo del plátano . . . . .	<b>217</b>
Tabla 50.	Niveles críticos y dosis de corrección para el fósforo . . . . .	<b>220</b>
Tabla 51.	Niveles críticos y dosis de corrección de potasio . . . . .	<b>222</b>
Tabla 52.	Promedios aceptables de las relaciones Ca/Mg y Ca + Mg para la mayoría de los suelos . . . . .	<b>224</b>
Tabla 53.	Límites aceptables sobre porcentaje de saturación de bases . . . . .	<b>224</b>
Tabla 54.	Concentración de cinco elementos nutritivos en los diferentes órganos que conforman la planta . . . . .	<b>229</b>
Tabla 55.	Efecto de la fertilización con NPK sobre los rendimientos y la rentabilidad en cuatro localidades . . . . .	<b>231</b>
Tabla 56.	Acumulación de biomasa fresca y seca al momento de la floración . . . . .	<b>232</b>
Tabla 57.	Cantidad de elementos nutritivos exportados a través de la fruta, en un suelo sin fertilizar y fertilizado . . . . .	<b>233</b>
Tabla 58.	Totalización y porcentualización de cantidades extraídas y recicladas por planta, para cinco elementos nutritivos . . . . .	<b>234</b>
Tabla 59.	Requerimientos nutricionales para producir 28 toneladas de fruta, bajo condiciones del C.I. El Agrado, Montenegro, Quindío . . . . .	<b>236</b>
Tabla 60.	Cálculo del potencial de rendimiento de los suelos del C.I. El Agrado, Montenegro, Quindío, con base en las unidades Baule . . . . .	<b>237</b>
Tabla 61.	Influencia del manejo de la Sigatoka Amarilla sobre las variables de producción en plátano Dominico-Hartón . . . . .	<b>252</b>
Tabla 62.	Efecto de la Raya Negra en el crecimiento y producción de banano Giant Cavendish, en Urabá . . . . .	<b>255</b>
Tabla 63.	Diferencias entre el estado conidial de <i>Mycosphaerella musicola</i> y <i>Mycosphaerella fijiensis</i> . . . . .	<b>258</b>
Tabla 64.	Concentración vertical de esporas de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> en la zona de Urabá . . . . .	<b>263</b>
Tabla 65.	Fungicidas utilizados para el control de Raya Negra . . . . .	<b>270</b>
Tabla 66.	Reacción de diferentes cultivares de banano y plátano a la Raya Negra, expresada en hoja más joven manchada y porcentaje de área foliar enferma . . . . .	<b>273</b>
Tabla 67.	Formación de estructuras conidiales de <i>M. fijiensis</i> en cultivares de plátano y banano con diferentes tipos de manchas . . . . .	<b>275</b>

Tabla 68.	Características de los cuatro "Biovars" de la Raza 2 de <i>P. solanacearum</i> . . . . .	<b>282</b>
Tabla 69.	Géneros de nematodos fitoparásitos con el cultivo del plátano en diferentes regiones de Colombia . . . . .	<b>330</b>
Tabla 70.	Peso promedio y racimos de plátano obtenidos de plantas tratadas con DBCP . . . . .	<b>340</b>
Tabla 71.	Parámetros de rendimiento de plantas de plátano tratadas con nematicidas, para controlar <i>R similis</i> . . . . .	<b>341</b>
Tabla 72.	Número y peso promedio de frutos de plátano por hectárea, obtenido en plantas tratadas con varios nematicidas . . . . .	<b>342</b>
Tabla 73.	Relación de los costos de producción de plátano Dominico-Hartón para dos etapas de producción, bajo condiciones de clima medio (1500 plantas/ha) . . . . .	<b>352</b>
Tabla 74.	Relación de los costos de producción de plátano Dominico-Hartón para dos etapas de producción en condiciones de clima cálido (1500 plantas/ha) . . . . .	<b>354</b>
Tabla 75.	Valores correspondientes a los egresos, ingresos y medida de la rentabilidad para plátano, cultivado en clima medio . . . . .	<b>357</b>
Tabla 76.	Valores correspondientes a los egresos, ingresos y medida de la rentabilidad para plátano, cultivado en clima cálido. . . . .	<b>358</b>

## AGRADECIMIENTOS

El autor del Manual sobre el Cultivo del Plátano, *Musa AAB Simmonds*, en el Trópico, desea expresar con gratitud un especial reconocimiento y agradecimiento a los doctores: Gabriel Montes Llamas, Jaime Navas Alvarado, Manuel Torregroza Castro, Rafael Estrada Robledo, Hubert Zandstra, Geoffrey Hawtin, Nicolás Mateo, Fernando Chaparro, Juan Risi, Oscar Jaramillo García, César Cortés López y Ramiro Jaramillo Celis, por el apoyo brindado a través de todo el proceso de investigación cuyos resultados son la base fundamental del presente documento, el cual en su realización también contó con su gran colaboración. Los mismos agradecimientos deseo manifestar al doctor Fernando Pardo Enciso, por sus valiosos aportes durante la revisión y corrección de esta obra.

Agradezco también la colaboración del doctor Eduardo Mejía, por haber permitido que en sus propiedades se llevaran a cabo a escala comercial, los trabajos complementarios de Ajuste y Validación de la Tecnología Generada en el Centro de Investigación El Agrado. Además, de una manera particular quiero agradecer a las firmas Basf, Bayer, Dupont, Manilit, Proficol y Rohm & Hass, por su cooperación mediante el suministro de materiales y agroquímicos especiales requeridos durante el desarrollo de los experimentos, que aportaron la información para la elaboración del presente manual.

Deseo manifestar un especial agradecimiento a mi hija Sandra Patricia por la realización de los dibujos, considerados como parte fundamental y complementaria de los textos. Presento un reconocido agradecimiento a Leyla Edeana Pachón B. por su habilidad y constancia en el trabajo de mecanografía. Quiero también agradecer a mi esposa Fanny Ana María por su paciencia y estímulo brindados durante la escritura de este libro.

Finalmente deseo agradecer a todas aquellas personas, quienes con sus consejos y estímulos me indujeron a escribir el presente Manual EL CULTIVO DEL PLATANO, *Musa AAB Simmonds*, EN EL TROPICO.

**Sylvio Belalcázar Carvajal**

## PRESENTACION

Dentro del contexto que conforman las especies vegetales que se explotan en el país, es indiscutible la importancia socio-económica que posee el cultivo del plátano. Su valor se ha ido incrementando año tras año, por considerarse que no sólo es uno de los componentes principales de la canasta familiar sino también por su contribución en la generación de fuentes de trabajo y de divisas, al igual que como materia prima en industrias procesadoras de alimentos para consumo humano y animal.

Esta importancia, que no amerita discusión alguna, implica frente al incremento de la demanda de alimentos ocasionada por el aumento constante de la población humana, la necesidad de mejorar sus rendimientos y calidad, mediante la generación y/o mejoramiento de tecnologías de producción de cultivos, que permitan un óptimo aprovechamiento tanto de los recursos económicos como de los costosos factores de producción.

El manual que se entrega, incluye toda la información técnica disponible para producir plátano de manera rentable, la cual ha sido generada en los últimos años por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, en asocio con Instituciones de carácter nacional e internacional, particularmente el Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID (IDRC), Canadá, y la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, INIBAP.

Estas Instituciones aunaron recursos técnicos y financieros para alcanzar un objetivo común, como es el establecimiento y desarrollo de proyectos de investigación, tanto en Centros Experimentales como en fincas de agricultores, que fueron encaminados a encontrar soluciones biológicas, inteligentes y económicas a cada limitante de la producción.

Las recomendaciones que se dan en este documento ayudarán a solucionar sin duda alguna la problemática que afronta el cultivo del plátano a nivel nacional y que científica y biológicamente deben funcionar en cualquier lugar del mundo, apto para cultivar plátano en forma rentable.

De manera especial, los capítulos segundo, cuarto y quinto comprenden los conocimientos sobre la morfología y estructura de la planta, al igual

que la tecnología revolucionaria en materia de establecimiento y manejo del cultivo con poblaciones altas y rentabilidad igualmente correspondiente.

Si las recomendaciones de este manual se observan juiciosa e inteligentemente, se puede pasar en Colombia de un promedio de cuatro toneladas por hectárea por año a más de 20, y como la tecnología que se entrega ofrece varias opciones al agricultor, especialmente en lo relacionado con el incremento del número de plantas por hectárea, la cifra anterior puede ser mayor aún.

Con el avance de la ciencia y los descubrimientos nuevos en el campo de la producción de plátano, este manual tendrá revisiones en la medida que sea necesario. Sin embargo, la tecnología que se presenta aquí es tan clara, objetiva, práctica y duradera, que las revisiones serán seguramente adiciones como resultado lógico del progreso que se espera.

De manera especial se extiende una invitación a los Asistentes Técnicos para que utilicen este manual como una guía útil en el proceso de Transferencia de Tecnología y aumento de la productividad.

Las instituciones comprometidas de una u otra manera con la generación y transferencia de la tecnología que aquí se presenta, se sienten supremamente orgullosas y satisfechas por la contribución al sector platanero del país. Solamente se espera una adopción y aplicación masiva de ella, para que produzca el beneficio económico y social tan necesario para la paz nacional.

**Gabriel Montes Llamas**

Gerente General ICA

## IMPORTANCIA SOCIO-ECONOMICA

### CAPITULO I

# Aspectos Agro-Económicos

Sylvio Belalcázar C.  
Oscar Jaramillo G.  
Julio César Toro

## **IMPORTANCIA SOCIO-ECONOMICA**

Entre las especies cultivadas de mayor preponderancia económica, el plátano, *Musa AAB Simmonds*, es una de las más usadas en la alimentación humana, la cual ha adquirido en las últimas décadas una gran importancia en los mercados de Europa y Norte América.

En Colombia es un cultivo que tiene no sólo una gran importancia estratégica dentro del sector rural, sino que ocupa un lugar destacado en el suministro urbano de alimentos. No obstante, es un cultivo bastante complejo especialmente en lo que a su producción se refiere, la cual está influenciada tanto por un gran número de sistemas de siembra como por una amplia gama de condiciones ecológicas. El área sembrada en Colombia es aproximadamente de 400.000 hectáreas, con una producción de 2.5 millones de toneladas anuales, destinadas en un 96% al mercado interno y el resto a la exportación.

Tanto el área cultivada como la producción obtenida hacen que dentro del contexto nacional el plátano ocupe un lugar preponderante en relación con su participación en el producto interno bruto agropecuario, que es del orden de 3.4%. Esta participación es mucho más importante si se tiene en cuenta que el total de la producción del subsector agrícola es de un 55%. La dinámica del cultivo en los últimos años ha estado asociada con dos grandes acontecimientos de la economía del país, como son: La bonanza cafetera que impulsó la siembra y explotación del plátano durante el quinquenio comprendido entre 1975-1980 y la llegada al país de problemas fitosanitarios. Estos problemas incidieron negativamente en la década del 80 sobre las siembras y su explotación. En relación con lo mencionado anteriormente las implicaciones fueron tanto de orden económico como social. Para el productor tradicional el incremento de los costos de producción redujo sensiblemente la rentabilidad del cultivo, mientras que para el consumidor se registró un encarecimiento notorio del producto.

El sistema de producción se caracteriza principalmente por ser un cultivo en asocio en un 88% o como explotación secundaria con café y cacao, entre otros. Bajo este sistema el destino principal de la producción es para el autoconsumo de la población. Bien sea que se trate de empresas pequeñas o de familias, únicamente los excedentes se dirigen hacia el mercado local o intermunicipal. El 12% restante corresponde a explotaciones empresariales bajo el sistema de monocultivo, con cuya producción se abastecen por lo general mercados internos o externos especializados, como sucede con la producción de la zona del Urabá Antioqueño.

El nivel tecnológico aplicado en los cultivos tradicionales bajo el sistema de asocio, no corresponde a las exigencias de la plantación, por cuanto la tecnología de explotación es dirigida hacia la especie principal. Esta situación, sumada al hecho de no existir mayores exigencias de los mercados en relación con la calidad del producto, dificulta la adopción de tecnología para el cultivo del plátano bajo sistemas de producción en asocio. Para la generación y transferencia de tecnología este es un escenario muy complejo, que dificulta enormemente la definición de un sendero tecnológico para el cultivo.

En cuanto al mercadeo, la demanda está caracterizada por un consumo de 160 kg/persona/año que se concentra en las zonas rurales cafeteras, en comparación con los 64 y 32 Kg/persona/año en las zonas urbana cafetera y urbana nacional, respectivamente. Los coeficientes de elasticidad para precio e ingreso muestran una gran sensibilidad de la demanda por encima de algunos sustitutos aparentes. Ello significa que un aumento en el precio al consumidor puede resultar en una estrategia poco útil para estimular la producción debido a que su demanda se deprimiría, mientras que los aumentos en el ingreso sí lo favorecerían a través de una mayor demanda.

El comportamiento de los precios en las distintas etapas de la distribución muestra, al igual que para casi todos los productos perecederos una gran inestabilidad, es así como se registran enormes diferencias entre los grandes centros de consumo y una brecha considerable entre el precio que recibe el productor y el que paga el consumidor. No obstante, este último está bastante asociado con el tipo de productor y con la distancia al mercado. Debido a que en el mercadeo de plátano la mayor parte de los productores son pequeños y muestran una gran dispersión, los intermediarios juegan un papel clave, aunque se apropian de una gran proporción del valor que se genera en el proceso.

De acuerdo con lo anterior, las circunstancias de la producción y del mercadeo no son las más propicias para una buena adopción de tecnología, máxime si ella lleva implícito un uso intensivo de insumos agrícolas y de semilla, caracterizados por un alto costo y una difícil adquisición. Sin embargo, los problemas fitosanitarios recientes y su control exigen un

mayor nivel tecnológico en las plantaciones, puesto que incrementa los costos de producción pero sin asegurar una mayor rentabilidad, dado que se trata de un mercado bastante desfavorable al productor.

Todas las consideraciones relativas a la siembra, explotación y mercado del plátano permiten y conducen a plantear como prioritarias, la realización de toda clase de acciones que propendan por una generación y transferencia de tecnología acordes con la importancia del cultivo.

## **DISTRIBUCION GEOGRAFICA**

El plátano, a diferencia de otros cultivos de importancia económica, se cultiva a todo lo largo y ancho del país bajo diferentes sistemas de producción, desde cero hasta los 2.000 msnm, dentro de un rango de temperatura comprendido entre los 17 y 35°C.

Dentro de las seis Regiones Naturales en que se ha dividido el país, se destacan en forma general las siguientes zonas productoras y cultivariedades que se explotan en cada una de ellas. (Figura1).

### **REGION CARIBE**

Está delimitada al norte por el mar Caribe, al sur por las estribaciones de las cordilleras Central y Occidental y al este por el piedemonte de la cordillera Oriental. Comprende las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, la zona bananera del Magdalena y los valles bajos de los ríos Cauca, Magdalena, San Jorge y Sinú.

En la región Caribe el clon predominante es el "Hartón" que se cultiva en los principales núcleos productores, seguido del "Cachaco" y el "Peli-pita" que ocupan un lugar destacado como cultivo de pan coger. Respecto al total nacional, esta zona ocupa el segundo lugar después de la región Andina con el 13.0% del área sembrada y el 12% de la producción. (Tabla 1).

### **REGION PACIFICA**

Comprende la franja occidental del país que va desde el Golfo de Urabá al norte, hasta el valle del río Mira en la frontera con el Ecuador al sur, el piedemonte de la cordillera Occidental al este y el Océano Pacífico al oeste. Geográficamente comprende las vegas de los ríos Atrato, San Juan, Micay, Guapí, Patía, Mira y sus respectivos afluentes.

En la costa nariñense se cultivan en orden de importancia el "Dominico", "Hartón" y "Dominico-Hartón" mientras que en la zona del bajo Calima (Buenaventura), se cultivan "Dominico-Hartón", "Hartón" y "Dominico". Esta región participa con el 5.0% del área sembrada y de la producción a nivel nacional. (Tabla 1).



**Figura 1.** Zonas productoras de plátano y regiones naturales de Colombia.



TABLA 1

**Regiones colombianas productoras de plátano, producción y destino del producto.**

<b>Región natural</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Producción (ton)</b>	<b>%</b>	<b>Mercados</b>
Caribe	49.250	13.0	293.100	12.0	Locales y exportación.
Pacífico	17.300	5.0	129.500	5.0	Locales y exportación.
Andina	280.600	71.0	1.718.660	71.0	Locales, Bogotá, Medellín y Cali.
Orinoquia	22.000	6.0	166.340	7.0	Locales y Bogotá.
Amazonia	12.000	3.0	36.400	2.0	Locales, Bogotá, Popayán, Cali y Neiva.
Interandina	7.500	2.0	42.100	3.0	Locales, Bogotá, Cali, Medellín, Popayán, Neiva y Bucaramanga.
<b>Total</b>	<b>398.650</b>	<b>100</b>	<b>2.480.700</b>	<b>100</b>	

**Fuente:** Ministerio de Agricultura. OPSA, 1986.

## **REGION ANDINA**

Abarca las tres cordilleras que cruzan el territorio colombiano, de sur a norte comprende la zona Oriental de la cordillera Occidental en el departamento de Antioquia, la zona Cafetera Central o sea las estribaciones de la cordillera Central, tanto en el norte del Valle del Cauca como en los departamentos del Quindío, Risaralda, Caldas y el sur de Antioquia, y la zona Cafetera Oriental que incluye las estribaciones de la cordillera Oriental en los departamentos del Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander.

En términos generales, las variedades más cultivadas son el "Dominico-Hartón" y "Dominico". En el contexto nacional, esta es la zona productora más importante por cuanto en ella se concentra el 71.0% del área sembrada y de la producción total, con la cual se abastecen los mercados de la mayoría de las capitales del país. (Tabla 1).

## **REGION DE LA ORINOQUIA**

Comprende las tierras planas y onduladas, situadas entre la cordillera Oriental al oeste y la región de la Amazonía al sur. Abarca una vasta zona de producción localizada en las vegas de los ríos que fluyen hacia el Orinoco.

La variedad más cultivada es el "Hartón" y en menor escala el "Dominico-Hartón" y "Cuatro Filos" o "Popocho". Esta región participa con el 6.0% del área a nivel nacional y con el 7.0% de la producción, con la cual se abastecen principalmente los mercados de Villavicencio y Bogotá. (Tabla 1).

## **REGION AMAZONICA**

Se sitúa en la parte sur-oriental del país entre la cordillera Oriental y los límites con las repúblicas del Perú y Brasil y los Llanos Orientales de Colombia al norte. La topografía es ondulada y separada por grandes corrientes fluviales que tributan sus aguas en el Amazonas. Las zonas productoras se localizan en las vegas de los ríos, afluentes del Caquetá y Putumayo.

La variedad más cultivada es el "Hartón". En la Amazonia, la producción de plátano no es muy representativa respecto al contexto nacional, por cuanto sólo alcanza el 3.0% del área y el 2% de la producción. (Tabla 1).

## **REGION INTERANDINA**

Comprende el Magdalena alto y medio, el sur y centro del valle del río Cauca y el valle alto del Patía.

La variedad que predomina en las tierras áridas y secas de las zonas cálidas es el "Cachaco" o "Popocho". No obstante, la superficie sembrada

ha decrecido notoriamente debido a las infecciones por Moko o Maduraviche, *Pseudomonas solanacearum* E.F.Sm. En las vegas del río Magdalena predominan el Hartón y "Dominico-Hartón", en el valle del río Cauca las variedades "Dominico-Hartón" y "Dominico" y el "Cachaco" en el valle del río Patía. Respecto al total del país esta es la zona de menos área sembrada en plátano, un 3.0%, aunque su producción es superior a la obtenida en la Amazonia. Esta refleja un excelente comportamiento en los rendimientos. (Tabla 1).

## VARIETADES CULTIVADAS

En Colombia se siembran diferentes clones de plátano comestible, pero de acuerdo con su uso en la alimentación humana y comercialización de la fruta, cinco son los más cultivados y explotados. De éstos, tres conocidos comúnmente como "Dominico", "Dominico-Hartón" y "Hartón", que poseen dominancia del genoma acuminata (AAB), son los más explotados tanto a escala familiar como comercial; mientras, que los dos restantes denominados como "Cachaco" o "Popocho" y "Pelipita", con dominancia del genoma balbisiana (ABB), son cultivados únicamente a nivel de núcleo familiar, principalmente en aquellas áreas ecológicas marginales para el cultivo de los tres primeros clones.

En cuanto a la distribución de estos cultivares, se podría decir que es de carácter nacional por la magnitud de su cobertura; puesto que se encuentran cultivados en pequeña o en gran escala, en todos los pisos térmicos comprendidos entre el nivel del mar y los 2.000 metros de altitud. Si se toma como base este parámetro, los diferentes clones se pueden zonificar de la siguiente manera:

### Clon "Dominico"

Se puede cultivar en todos los pisos térmicos comprendidos entre el nivel del mar y los 2.000 metros de altitud, con temperaturas promedias máximas de 29°C y mínimas de 19°C. La duración del ciclo vegetativo se incrementa en proporción directa con la altitud, varía de 10 a 12 meses a 20 msnm y alrededor de 24 y más meses a los 2.000 msnm. Por el contrario, su potencial de rendimiento está en relación inversa con la altitud, de tal manera que a mayor altitud corresponde un racimo de menor tamaño y peso.

La calidad de la pulpa se puede tornar dura o "paluda". Este fenómeno se conoce como "pasma", el cual es causado por el frío, cuando se cultiva por encima de 1.500 msnm. Por otra parte, la epidermis es más oscura y menos tersa, esta apariencia es bien conocida por los intermediarios para disminuir el precio del producto. Sin embargo, cuando no se presenta el "pasma" y se presenta la maduración normal, este cultivar recibe el nombre de plátano miel, debido a su gran contenido de azúcares.

### **Clon “Dominico-Hartón”**

Este clon se puede cultivar sin que se afecte el tamaño del racimo y la calidad de la fruta, desde el nivel del mar hasta los 1.500 metros de altura. A partir de esta altitud, su explotación afronta problemas de comercialización, relacionados con el rendimiento y la calidad de la producción. La duración del ciclo vegetativo se incrementa con la altitud de siembra en una forma directa, la cual es de 10 a 12 meses a 20 msnm y pasa de los 16 a los 18 meses a 1.350 msnm. En cuanto a su rendimiento, éste se conserva estable dentro de las altitudes de siembra especificadas.

### **Clon “Hartón”**

Este cultivar expresa su máximo potencial de rendimiento a nivel del mar pero se puede sembrar sin mayores problemas hasta los 1.000 msnm. A partir de esta altitud se presentan problemas de mercadeo, debido a que el tamaño del racimo no puede competir con los clones “Dominico” y “Dominico-Hartón”. La duración del ciclo vegetativo varía entre 10 y 12 meses a 20 msnm y de 14 a 15 meses a 1.000 msnm.

### **Clones “Cachaco” y “Pelipita”**

El comportamiento de estos clones respecto a altitudes de siembra es muy similar al que presenta el cultivar “Dominico”, de tal manera que se pueden cultivar desde el nivel del mar hasta los 2.000 msnm. Muestran un buen potencial de rendimiento hasta los 1.300 msnm, a partir de los cuales registran también una reducción en el tamaño del racimo y por ende del peso, el cual en el caso del clon “Pelipita” bajo condiciones óptimas puede superar los 50 kg. En cuanto a la duración del ciclo vegetativo, éste se puede incrementar en un mes respecto a los otros clones; sin embargo, una vez que se efectúa el corte del primer ciclo, se presenta una reducción del tiempo requerido para los ciclos sucesivos, superior a cualquier otro clon de plátano.

Respecto a la siembra y explotación de los citados cultivares, es conveniente tener en cuenta la clase de comportamiento que presentan frente a factores edafoclimáticos y problemas fitosanitarios de importancia económica.

En lo referente a los aspectos edafológicos y climáticos, si se toma en consideración únicamente la textura, la estructura, la fertilidad de los suelos y la precipitación, los cultivares “Dominico”, “Dominico-Hartón” y “Hartón”, tienen supeditado su desarrollo y producción a la calidad y cantidad de dichos factores.

Dentro de éstos tienen preponderancia la fertilidad del suelo, la precipitación y distribución del régimen de lluvias.

El efecto de los factores anteriores sobre el crecimiento, desarrollo y producción de los clones “Cachaco” y “Pelipita” no es tan marcado. Estos

clones se pueden sembrar con buenos resultados bajo condiciones de suelos poco fértiles y climas cálidos, que ordinariamente están sometidos a una distribución inadecuada de lluvias y como consecuencia a largos períodos de sequía. En estas condiciones, los tres primeros clones (Dominico, Dominico-Hartón y Hartón), no tienen ninguna oportunidad de establecerse ni competir frente al "Cachaco" y "Pelipita", los cuales bajo las condiciones anteriores son insustituibles.

En relación con su comportamiento frente a problemas fitosanitarios, se debe tener presente que sin excepción alguna los cinco materiales mencionados son susceptibles a los insectos y enfermedades que afectan el tallo, el follaje y los frutos, tales como: Picudo Negro *Cosmopolites sordidus*, Picudo Rayado *Metamasius hemipterus*, Gusano Mantequilla o Tornillo *Castniomera humboldtii*, Gusano Cabrito *Opsiphanes* spp. y Morrocoyita *Colaspis* spp. Así mismo, son susceptibles al ataque de las enfermedades conocidas comúnmente como Moko *Pseudomonas solanacearum*, pudrición acuosa del seudotallo *Erwinia carotovora* var *paradisiaca*, Sigatoka Amarilla *Mycosphaerella musicola* y Raya Negra *Mycosphaerella fijiensis*, entre otras enfermedades de importancia económica.

Respecto al Moko, *P. solanacearum*, se deben tener bien claras dos situaciones: La primera, que de acuerdo con la constitución genética, los cinco clones mencionados son susceptibles de ser atacados por la bacteria, bien sea cuando penetra por heridas naturales, o bien cuando por cualquier mecanismo artificial es introducida en los tejidos. La segunda, que de acuerdo con el hábito de crecimiento y desarrollo del clon, la persistencia o caída de las brácteas que cubren los cojines florales femeninos y masculinos, determinan una mayor o menor susceptibilidad al patógeno.

La situación planteada se puede apreciar muy bien en la Figura 2, que muestra inflorescencias con brácteas persistentes y no persistentes. La de la izquierda caracteriza a los clones "Pelipita", "Dominico", "Dominico-Hartón" y "Hartón", en los cuales la bráctea no deja herida descubierta, lo cual impide la penetración de la bacteria cuando ésta es transportada por insectos, mientras que la Figura de la derecha muestra el caso contrario, el cual corresponde al clon "Cachaco", cultivar que debido a esta característica de crecimiento de la planta, ha sido prácticamente arrasado por la citada enfermedad.

En lo concerniente a la Sigatoka Amarilla *M. musicola* y Raya Negra *M. fijiensis*, se debe tener presente que los clones "Dominico", "Dominico-Hartón" y "Hartón" son mucho más susceptibles al ataque de dichas enfermedades que los cultivares "Cachaco" y "Pelipita". Los tres primeros clones, bajo condiciones de bosque húmedo tropical, pueden manifestar los síntomas que caracterizan estas enfermedades en hojas de un mes de edad, mientras que los clones Cachaco y Pelipita lo hacen en hojas de dos meses de edad.

En el caso específico de la Sigatoka Amarilla *M. musicola*, todos los cultivares con dominancia acuminata (AAB), como "Dominico", "Dominico-Hartón" y "Hartón" presentan una reacción de tolerancia bastante significativa hasta altitudes de 1.000 metros con humedad relativa menor del 75%. Este hecho se manifiesta a través del incremento considerable en la duración del ciclo de vida de su agente causal, el cual puede alcanzar 120 días. De esta manera los síntomas característicos se podrían observar en las hojas en posición 14 a 16; mientras que a 1.350 msnm su duración se reduce a 40 días aproximadamente, con manifestación de síntomas en las hojas en posición cuarta o quinta.

En las Tablas 2 y 3 se puede apreciar la influencia de la altitud sobre el comportamiento de diferentes clones de plátano, en lo que respecta a algunos parámetros de crecimiento y producción.

## **DESCRIPCION DE VARIEDADES CULTIVADAS**

Aquí se presentan, en una forma sucinta, los aspectos morfológicos más sobresalientes que caracterizan a cada uno de los cultivares que se siembran y explotan en pequeña o en gran escala en todo el ámbito nacional. La información que se suministra a continuación corresponde a los registros de la Colección Colombiana de Musáceas (CCM), del Centro de Investigaciones del ICA en Palmira, bajo condiciones de bosque seco tropical con altura de 975 msnm, temperatura promedio de 24C, 72% de humedad relativa, 1.020 mm de lluvia, con régimen de precipitación bimodal. (Tabla 4).

### **CLON DOMINICO**

#### **Generalidades**

Pertenece al subgrupo plátano, *Musa* AAB. Su nombre vulgar más común es el de "Dominico" o plátano "French plantain". (Figura 3).

#### **Seudotallo**

Puede alcanzar 3.66 m de altura y 18.65 cm de diámetro, tomado éste último a un metro de la superficie del suelo en el momento de aparecer la inflorescencia. Presenta un fondo verde con manchas oscuras y los bordes de las vainas un tinte rosado. Sus rebrotes tienen mayor contenido de cera en las vainas y en las hojas que las plantas adultas. Los retoños de hojas anchas muestran manchas rojas que luego desaparecen.

#### **Hojas**

De color verde mate en el haz y claro en el envés con presencia de cera. La nervadura central es verde amarillenta en su parte cóncava y un tinte rosado en el lomo. Los bordes del pecíolo son púrpura y se juntan.

TABLA 2  
**Comportamiento de clones de plátano comestible  
 bajo las condiciones de la zona central cafetera del departamento  
 del Quindío. (Adaptado de Belalcázar, Baena y Valencia, 1990).**

Clones Nombre común	Ciclos de producción	Altura planta (m)	Perímetro seudotallo (cm)	Número hojas emitidas	Siembra cosecha (meses)	Peso racimo (kg)
Hondureño	1	2.2	48	36	14.7	14.2
Enano (A) <sup>1</sup>	2	3.1	64	38	22.0	15.9
	3	3.3	66	38	31.1	17.9
Hondureño	1	2.6	49	37	15.8	13.7
Enano (B) <sup>1</sup>	2	3.1	62	36	24.6	15.1
	3	3.1	62	37	33.5	16.2
Dominico- Hartón <sup>1</sup>	1	3.6	56	38	14.1	18.0
	2	5.0	73	37	22.1	21.3
	3	4.8	73	38	30.5	21.3
Dominico <sup>1</sup>	1	3.7	56	37	15.6	22.1
	2	4.9	71	37	24.9	26.8
	3	4.7	71	38	35.5	22.7
Hartón <sup>1</sup>	1	3.4	55	38	14.8	12.2
	2	4.8	68	38	21.9	14.3
	3	4.7	68	37	31.6	13.5
Pelipita <sup>2</sup>	1	3.7	58	37	19.7	26.6
	2	4.8	75	38	24.7	27.4
	3	5.0	75	37	33.5	36.1

(A) Semilla proveniente del C.I. Caribia ICA, Sevilla, Magdalena.

(B) Semilla proveniente del C.I. El Agrado, Comitecafé Quindío, Montenegro.

1 Genoma AAB

2 Genoma ABB

## Inflorescencia

Es péndula con raquis verde oscuro o verde con sectores rosados y pubescencia fina abundante. Las manos femeninas fluctúan entre siete y ocho y las masculinas son 100 en promedio. El número promedio de frutos es de 92.2. Las flores masculinas son persistentes, sus brácteas tardan en desprenderse y caen mucho después de secarse.

## Racimo

Está formado por un conjunto de frutos medianamente apretado que en relación con el eje floral, forman un ángulo agudo. Las dos filas de frutos de cada mano están casi paralelas entre sí.

TABLA 3  
Comportamiento de clones de plátano comestible en dos zonas agroecológicas.

Clon	Ciclo vegetativo (Meses)		Número manos		Número dedos		Peso racimo (kg)	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Dominico-Hartón	14.1	12.7	8.0	8.2	65.1	64.0	20.2	18.1
Dominico	15.6	13.8	8.7	7.7	120.3	98.0	23.9	18.9
Hartón	14.8	13.0	6.2	7.0	32.2	33.0	13.3	11.7
Pelipita	19.7	17.4	8.9	8.5	125.5	103.0	30.0	26.4
Cachaco	14.3	13.7	4.8	6.9	47.8	81.0	13.2	22.6

A = C.I. El Agrado, Montenegro, Quindío

B = C.I. Palmira, Valle del Cauca.

**Fuente:** Palmira, ICA, Centros Satélites de Plátano y Banano, C.I. El Agrado, Montenegro y Palmira, Palmira, 1990.

TABLA 4

**Información general de los Centros de Investigación, dedicados a la experimentación en plátano y bananos (Adaptado de Jaller, 1988).**

Centro Investigación	Area (ha)	Región Natural	Clasificación Ecológica (L.R. Holdridge)	Altura (msnm)	Precipitación (mm)	Humedad relativa %	Temperatura media (°C)	Localidades cercanas
Turipana	1.196	Caribe	bs-T	20	1.188	82	28	Montería, Cereté
Caribia	444	Caribe	bs-T	18	1.393	82	28	Santa Marta, Sevilla
Tulenapa	306	Caribe	bh-T	28	2.900	85	28	Chigorodó, Turbo
Palmira	450	Valles Interandinos	bs-T	975	1.020	72	24	Cali, Palmira
El Mira	541	Pacífica	bh-T	16	3.170	85	25	Tumaco
Nataima	283	Valles Interandinos	bs-T	431	1.375	70	27	Ibagué, Espinal
Macagual	364	Amazonia	bh-T	280	3.510	81	27	Florencia
El Zulia	23	Valles Interandinos	bh-T	90	2.400	80	28	Cúcuta, Pto. Santander
La Libertad	1.352	Orinoquia	bh-T	336	2.700	75	27	Villavicencio
El Agrado*	21	Andina	bh-PM	1.310	2.100	76	22	Armenia, Montenegro

\* Comité Departamental de Cafeteros del Quindío

## Frutos

Se curvan casi 90° en su parte basal, tienen un pedúnculo largo, delgado, bastante diferenciado y terminan en un ápice acuminado. La forma general del fruto es curvada y alcanza una longitud promedio de 26.1 cm, un diámetro mayor de 4.39 cm y un peso de 270 g. Al madurar su corteza es amarilla y su endocarpio rosado.

## Utilización

Esta variedad se utiliza ampliamente en la alimentación humana en forma de sopa llamada "sancocho". Con el fruto verde y frito se hacen los "troncos", "patacones" o "tostadas" y cuando está maduro se parte en secciones oblicuas que al freirse se conocen como "tajadas".

## CLON DOMINICO-HARTON

### Generalidades

Este clon pertenece al subgrupo plátano, Musa AAB. Su nombre vulgar en el país corresponde a "Dominico-Hartón" que en otros países de América Latina corresponde a "Macho x Hembra" "Maricongo" o "Bastard". Es un material bastante inestable, que de acuerdo con la altitud de siembra muestra el efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre el fenotipo de la planta y su racimo. Es considerado como un cultivar intermedio entre el "Dominico" y el "Hartón". (Figura 4).

### Seudotallo

Puede alcanzar 3.3 m de altura y 18 cm de diámetro, tomado a un metro del nivel del suelo en el momento de aparecer la inflorescencia. Presenta un color verde claro con manchas ligeramente oscuras y los bordes de las vainas un tinte rosado suave. Los rebrotes tienen bastante cera tanto en las vainas como en las hojas. Los rebrotes de hojas anchas presentan manchas rojas que luego desaparecen.

### Hojas

En estado adulto son de color verde mate en el haz y verde claro en el envés con presencia de cera. El peciolo es largo, de color verde amarillento con bordes rojizos convergentes que se curvan a lo largo y sobre el canal superior. La nervadura central también es de color verde amarillento.

### Inflorescencia

Es péndula, con dos brácteas previas. El primer tercio del eje es verde manchado de rojo, luego es verde mate con pubescencia corta y suave de color verde rojizo. El número promedio de manos femeninas es de 7.5 con doble fila de flores hasta la quinta mano, a partir de la cual sólo se presenta una fila. El número promedio de dedos es de 56. Las manos

masculinas (32-34), presentan una hilera de dos a cuatro flores persistentes cuyo número decrece a medida que el raquis crece. El raquis o eje produce brácteas decíduas como todas las demás, que no subtienden ninguna flor. La bellota, aovada acuminada-alargada desaparece rápidamente.

### **Racimo**

Es coniforme, con frutos más grandes que los del "Dominico", pero más pequeños que los del "Hartón". Su posición respecto al raquis es un ángulo agudo desviado por el peso de cada dedo. El eje es corrugado longitudinalmente entre las manos sucesivas y su parte final es corta y desnuda.

### **Fruto**

De pedúnculo largo y delgado, con aristas pronunciadas, engruesan y terminan suavemente en un pico de botella largo y coniforme. La forma general del fruto es curva. La sección transversal es pentagonal pero el endocarpio es cilindroide, su longitud promedio es de 30.8 cm, el diámetro mayor de 4.58 cm para un peso promedio de 295 g. Cuando madura, la epidermis se torna de color amarillo y el endocarpio rosado.

### **Utilización**

Puede considerarse como idéntica a la mencionada para el clon "Dominico".

## **CLON HARTON**

### **Generalidades**

Pertenece al subgrupo plátano, Musa AAB. Su nombre vulgar es "Hartón", que es un "falso cuerno". Genéticamente es más estable que el "Dominico- Hartón". (Figura 5).

### **Seudotallo**

Es el más alto del subgrupo plátano, alcanza una altura promedio de 3.78 m y un diámetro de 18 cm, medido a un metro de la superficie del suelo en el momento de aparecer la inflorescencia. Su color es verde claro con manchas oscuras pero sin tonalidades rojizas. Sus rebrotes no son muy numerosos y presentan bastante cera tanto en las vainas como en las hojas. Se ha observado que forman hojas funcionales a mayor altura (1.50 m) que los rebrotes de otros clones. También en hojas de rebrotes denominados como "orejones" se observan manchas rojas.

### **Hojas**

En estado adulto son de color verde mate en el haz y verde claro en el envés, con presencia de cera; la nervadura central es verde amarillenta y tiene ligeras tonalidades rosadas; el peciolo, verde amarillento, posee bordes rojizos convergentes que se cierran a lo largo y sobre el canal superior.

## **Inflorescencia**

Es péndula, con dos brácteas previas, su eje en el primer tercio es verde manchado de rojo, luego es verde mate con pubescencia corta y suave de color rojizo. El número de manos femeninas es de seis en promedio y sólo la primera presenta doble fila de flores, el número promedio de frutos es de 32. Las manos con flores masculinas, (unas 15), generalmente tienen una flor y ocasionalmente dos; las 12 primeras manos persisten y las dos o tres últimas son decíduas. Es frecuente encontrar flores con estaminodios situadas entre las femeninas y masculinas. El raquis produce brácteas decíduas, como todas las demás, que no subtienden ninguna flor. La bellota, que es alargada y de forma aovada acuminada, desaparece rápidamente.

## **Racimo**

Es coniforme, con los frutos muy grandes y distanciados entre sí; su posición respecto al raquis es un ángulo agudo desviado por el peso de cada dedo. El eje es corrugado longitudinalmente entre las manos sucesivas y su parte final es corta y desnuda semejando una cola de rata. La anastomosis frecuente en este clon se conoce popularmente como "Pacha".

## **Frutos**

Son de pedúnculo largo y delgado, con aristas pronunciadas, engruesan suavemente y terminan en un pico largo, grueso coniforme; la sección transversal es pentagonal pero el endocarpio es cilindroide, su longitud promedio es de 33.5 cm y el diámetro mayor de 4.77 cm para un peso promedio de 335 g. La forma general del fruto es curva, epidermis de color amarillo ligeramente rosado cuando madura y endocarpio rosado.

## **Utilización**

Este cultivar es muy apreciado para elaborar sopas, patacones y tajadas fritas. Se considera como el más apropiado para la fabricación de harinas destinadas a la alimentación de niños, debido a su propiedad de restaurar la flora intestinal, entre otras.

# **CLON CACHACO**

## **Generalidades**

Este clon pertenece al grupo ABB. Posee un gran número de nombres comunes como: "Cachaco", "Topocho", "Cuatrofilos", "Pacífico", entre otros. Tiene una gran distribución tanto a nivel mundial como nacional, razón por la cual es uno de los materiales más conocidos entre los que poseen el genoma ABB. Genéticamente es muy estable. (Figura 6).

## **Seudotallo**

Alcanza una altura promedio de tres metros y un diámetro de 17.1 cm, medido a un metro de la superficie del suelo en el momento de aparecer la inflorescencia. Su color es verde amarillento brillante sin máculas. Los retoños son abundantes, cerosos, sin manchas en las hojas y crecen inclinados.

## **Hojas**

En estado adulto son de color verde brillante en el haz y verde claro por el envés con ligera capa de cera. El pecíolo es delgado, largo y amarillento, de canal profundo, con sus bordes paralelos o ligeramente convergentes de bordes rojizos. Su estructura permite que la hoja aparezca suavemente péndula.

## **Inflorescencia**

Es péndula, con dos o tres brácteas previas de raquis glabro y color verde, la bellota es aovada, acuminada, morada, con cera y la punta de las brácteas amarillas. El número de manos femeninas es en promedio de 6.4 con doble hilera de flores y 73 frutos. El número de cojines florales masculinos puede ser de 150 o más.

## **Racimo**

El raquis es verde claro, liso, sin pubescencia, corrugado longitudinalmente entre manos sucesivas. Los frutos forman un conjunto no muy apretado, su posición con respecto al raquis es casi vertical y divergen entre sí unos 35-40 grados. La prolongación del eje es desnuda debido a que diariamente se abren y caen tanto las flores masculinas como las brácteas que las subtienden. Al tiempo de madurar el primer fruto la bellota está prácticamente seca.

## **Frutos**

Tienen pedúnculo largo y delgado de color verde cuando empiezan a madurar, la base es redonda, la punta se adelgaza paulatinamente y termina en un ápice achatado. El cuerpo del fruto, de mediano a grueso, es casi recto por su lado ventral y exteriormente curvado. Su sección transversal es pentagonal, más o menos redonda, las aristas no muy predominantes, cuando madura el pericarpio es amarillo sin cera y el endocarpio crema-rosado pálido. Sus dimensiones promedio son de 24.1 cm de longitud, 5.6 cm de diámetro mayor y 300 g de peso.

## **Utilización**

En las zonas donde otros clones del subgrupo "Plátano" no se adaptan muy bien, se tiene como componente importante en la alimentación popular, bien sea como fruta verde o madura, asada o frita en forma de "tajadas".

En las demás regiones se utiliza en alimentación animal, en la elaboración de harinas para coladas y en alimentación humana, aunque en menor proporción.

## **Variantes**

En Colombia se conocen tres variedades de Cachaco:

1. "Espermo" - "Rusio" - "Silver Moko". Se caracteriza porque sus frutos están fuertemente cubiertos de cera. En otros aspectos como la altura de la planta de 3.06 m en promedio, diámetro del seudotallo 16,4 cm en promedio, hojas, inflorescencia, racimo, frutos, utilización y adaptabilidad, difieren muy poco del "Cachaco".
2. "Cachaco" con inflorescencia masculina abortiva. Está en proceso de evaluación, puesto que podría ser una solución al problema del Moko.
3. "Cachaco enano". Es una mutación que presenta una reducción considerable de la altura.

## **CLON PELIPITA**

### **Generalidades**

Al igual que el anterior, este clon pertenece al grupo ABB, y es conocido comúnmente como "Pelipita", "Filipita" y "Filipinas". (Figura 7.)

### **Seudotallo**

Planta de porte alto con un seudotallo que alcanza alturas promedio de 3.36 m o más y un diámetro de 18.9 cm, medido a un metro del nivel del suelo en el momento de la aparición de la inflorescencia, su color es verde intenso brillante, sin máculas. Los retoños son abundantes, cerosos y sin manchas en las hojas.

### **Hojas**

En estado adulto son de color verde brillante en el haz y verde claro en el envés con una ligera capa de cera. El peciolo es verde y delgado de canal profundo con sus bordes ligeramente convergentes de color oscuro.

### **Inflorescencia**

Es péndula, con una o dos brácteas previas de raquis glabro y de color verde, la bellota es aovada acuminada, morada, con cera y la punta de las brácteas amarilla. Tiene un promedio de 8.8 manos femeninas y 118.4 dedos. Los cojines florales masculinos son más de 160 con 2375 flores, la mayoría de las cuales forma un ovario que persiste por un tiempo largo y otros persisten vivos hasta el momento de la cosecha.

## **Racimo**

El raquis es verde, sin pubescencia, corrugado longitudinalmente entre manos sucesivas. Los frutos forman un conjunto apretado, su posición con respecto al eje central es menor que 90. El eje masculino se prolonga indefinidamente y las brácteas no se caen aunque estén secas y separadas del raquis. Al tiempo de madurar el primer fruto, la bellota aún está activa.

## **Frutos**

Tienen un pedúnculo corto y grueso de color verde, aunque el fruto esté maduro. La base es redonda, la punta se adelgaza casi abruptamente para terminar en forma acuminada. El cuerpo del fruto de mediano a grueso es ligeramente curvo. Su sección transversal es pentagonal, más o menos redondeada y de aristas prominentes cuando está verde, las cuales se suavizan al madurar. En este estado el pericarpio es amarillo sin cera, con manchas rojizas y estrías suberizadas, el endocarpio es rosado pálido. Sus dimensiones promedias son 22.8 cm de longitud y 5.31 cm de diámetro mayor, con un peso de 260 gramos.

## **Utilización**

Las formas de consumo son idénticas a las de los demás plátanos. Es excelente para la preparación de "patacones".

## **Variantes**

En la Colección Colombiana de Musáceas existe un mutante que tiene la propiedad de producir semillas.

INSTITUTO AGROPECUARIO  
DE COLOMBIA



**Figura 2.** Inflorescencias con brácteas y flores "masculinas persistentes, del clon "Pelipita" (izquierda), y no persistentes del clon "Cachaco", (derecha).



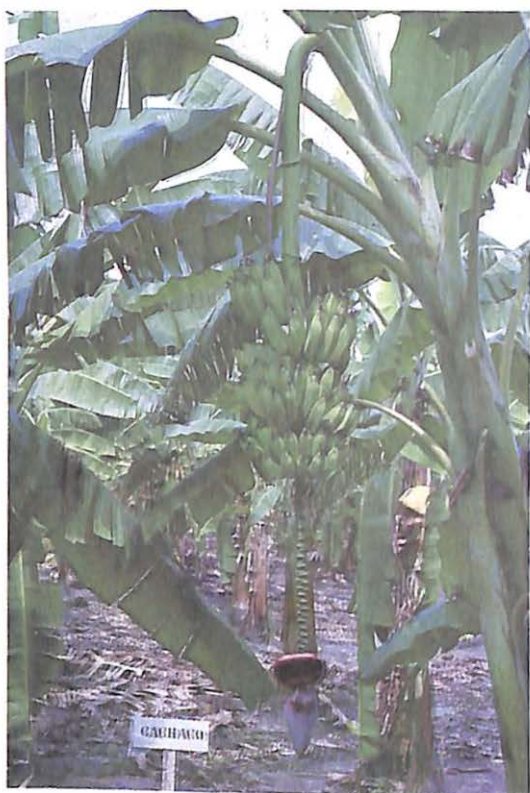
**Figura 3.** Racimo e inflorescencia del clon Dominico, Musa Grupo AAB, Subgrupo Plátano, Tipo "French".



**Figura 4.** Racimo e inflorescencia del clon Dominico-Hartón, Musa Grupo AAB, Subgrupo Plátano, Tipo "French".



**Figura 5.** Racimo e inflorescencia del clon Hartón, Musa AAB, Subgrupo Plátano, Tipo "Horn".



**Figura 6.** Racimo e inflorescencia del clon "Cachaco", Musa Grupo AAB, Subgrupo Plátano, Tipo "Bluggoe".



**Figura 7.** Racimo e inflorescencia del clon "Pelipita", Musa AAB, Subgrupo Plátano, Tipo "Bluggoe".

**CAPITULO II**

# La Planta y el Fruto

Sylvio Belalcázar C.  
Jorge A. Valencia M.  
Jesús E. Lozada Z.

## HISTORIA E INTRODUCCION A AMERICA

En el caso del origen de la planta de plátano, al igual de lo ocurrido con otras especies cultivadas, es poco lo que se conoce al respecto, de tal manera que éste continúa siendo un misterio. Se ha considerado a la península Malaya como probable centro de origen, tanto de *Musa balbiana* como de *Musa acuminata* cuyos cruzamientos dieron origen a todas las variedades comestibles conocidas en América.

Algunos clones del género *Musa* de frutos comestibles, fueron introducidos desde el Asia por pueblos invasores o comerciantes tanto a la costa oriental del Africa como al Asia Menor y a las partes más cálidas de la Cuenca Mediterránea. Quizá los primeros introductores fueron emigrantes indonesios que arribaron al continente africano vía Madagascar, a mediados del primer milenio después de Cristo. Los segundos fueron probablemente los árabes, quienes además diseminaron la caña de azúcar y los cítricos, por todo el ámbito de su dominio, tanto en el Africa como en el Asia Menor, proceso que tuvo lugar durante los siglos VIII a X de la era cristiana.

Los portugueses aparentemente llevaron clones del Africa Oriental a la Costa Occidental, aunque varios ya habían sido introducidos a través del continente por tribus nómadas. Así mismo introdujeron clones a las islas Canarias después de 1402, pero allí el clima sólo permite la producción de algunos. Desde mediados del siglo XVI, los plátanos eran conocidos y cultivados en varias islas de la costa occidental africana, especialmente del archipiélago de Cabo Verde. Los portugueses probablemente llevaron desde la India otros clones, al Africa o al Brasil.

También los árabes dispersaron algunos clones de *Musa* por el Asia Menor y España. Se ha sugerido que la introducción a América no se hizo desde las Canarias, como comúnmente se acepta, sino directamente de España. En cualquiera de los dos casos se trataría de clones adaptados a altas altitudes.

En cuanto a la introducción a América, el cronista Oviedo sostiene que el plátano fue llevado desde la gran Canaria a Santo Domingo por Fray Tomás de Berlanga en 1516; sin embargo, también se llegó a decir que *procedía de Almería, Granada*. De todas maneras sus afirmaciones no se basan en documentos sino en referencias orales. Según el mismo cronista, para el año de 1523 ya había plátanos en Santa María la Antigua del Darién, Aclá, Panamá y Natá.

En la suposición de que no se encontraron plátanos en Santa María la Antigua del Darién antes de 1524, a estos si se les conocía en San Sebastián de Urabá en el período de 1536 a 1542, en que Cieza de León estuvo en ese lugar. Es probable que el plátano fuera conocido por las tribus del Atrato desde 1535, fecha en que fue refundado San Sebastián por Alonso de Heredia. Desde esa fecha el plátano llegó al río San Juan debido a la difusión realizada por las tribus Chocoes, a través del Istmo de San Pablo. Después de 33 años, que Cieza registró su presencia en San Sebastián de Urabá, el señor Melchor Velásquez, vecino de Buga, lo encontró en ese lugar, durante una expedición al río San Juan. Sin embargo, la entrada del plátano al río San Juan también pudo presentarse por la vía de Buenaventura. Es probable que por esta vía también llegara a Cali, bien sea traído por Pascual de Andagoya, su hijo Juan, o por intermedio de su cuñado Alonso de la Peña o Sebastián de Belalcázar, a quien Arroyo y otros historiadores le atribuyen la introducción de todas las semillas foráneas. Algunos autores coloniales y republicanos han defendido el indigenismo del plátano en América y como apoyo a estas observaciones existen fósiles de plátano en Museos colombianos. Sin embargo, los primitivos cronistas que vinieron en los primeros 30 años del siglo XVI se refieren al plátano como especie introducida.

A esta apreciación, contribuyó el hecho de haberse generalizado su cultivo en forma por demás rápida en toda la América intertropical, debido a los siguientes factores: a) facilidad de propagación; b) diversas formas de consumo c) y a la aptitud para producir bebidas fermentadas a partir de la pulpa madura. Esta suma de ventajas no podía pasar inadvertida para los pueblos indígenas, los cuales se apropiaron de la planta directamente de los europeos, por cuanto vivían cerca de los pueblos fundados por estos o a través de tribus aculturadas. Lo anterior explica la presencia del plátano entre tribus selváticas, mucho antes de que llegaran los españoles.

Tan notable como la adopción del plátano, es la preponderancia que este alimento adquirió sobre las comidas nativas como el maíz, en amplias zonas de América, fenómeno llamado para algunos en forma despectiva como "Platanización". Esto es verdad en líneas generales para Colombia, pero especialmente para el Valle del Cauca y la zona de Guayaquil.

# TAXONOMIA Y CLASIFICACION

## TAXONOMIA

La planta de plátano al igual que la de banano son monocotiledóneas, que por poseer sépalos coloreados y ovario adherente ínfero, se han situado dentro del orden de las Escitamiáceas. Este orden posee seis familias, la mayoría de las cuales, con excepción de las Musáceas y las Bromeliáceas, tienen relación con plantas ornamentales de especial interés e importancia económica.

De acuerdo con lo anterior, los plátanos y los bananos comestibles hacen parte de la familia de las Musáceas, que a su vez está dividida en tres subfamilias, una de las cuales es la Musoidea, cuyos miembros poseen, entre otras características, hojas dispuestas en espiral y flores frecuentemente unisexuales.

La subfamilia Musoidea está formada por dos géneros muy conocidos y difundidos por todo el mundo, como son el *Ensete* y el *Musa*, siendo este último el de mayor interés para el hombre, ya que por su naturaleza partenocárpica incluye un gran número de especies comestibles, aunque también forman parte de él algunas especies seminíferas.

El género *Musa*, es una hierba estolonífera perenne, cuyo tallo verdadero permanece corto hasta su diferenciación floral. Sus hojas, que son grandes y oblongas, poseen pseudopetiolos largos, que se ensanchan en vainas cuyo conjunto forma el seudotallo. La inflorescencia puede ser péndula, semipéndula o erecta, con brácteas, generalmente decíduas, de superficie lisa o surcada, convoluta o más o menos imbricada en la bellota. Los cojines o nódulos florales compuestos por una o dos líneas de flores femeninas o hermafroditas en la parte basal y masculinas en la distal. El perianto está formado por dos tépalos, uno de ellos tubular con cinco lóbulos dentados en el ápice, dos de los cuales aparecen intercalados entre los otros tres y el segundo tépalo libre en forma de quilla y en posición opuesta al primero. Cinco estambres y ocasionalmente un sexto, pero de naturaleza rudimentaria. El ovario es ínfero, trilobular y multiovulado.

El fruto es carnoso, con semillas numerosas, excepción hecha de las formas partenocárpicas. Las semillas son irregularmente globosas, lenticulares o cilíndricas, con una cámara perispermática sobre el endosperma.

Este género está constituido por dos grupos con dos series o secciones cada uno, cuyas diferencias, entre otros parámetros, están basadas en el número de cromosomas, la forma y coloración de las brácteas y la forma de las semillas. Por considerarlo de interés y además para facilitar la comprensión de los aspectos que caracterizan a las series o secciones que componen este género, dentro de las cuales sobresale por su impor-

TABLA 5  
**Clave de las secciones de Musa (Cardenosa, 1954)**

- 
- A. Once pares de cromosomas somáticos. Brácteas comúnmente surcadas, con frecuencias más o menos glaucas, raramente o nunca brillantes, con volutas, o más o menos imbricadas en la yema, fuertemente recurvadas en la marchitez. Semillas ocasionalmente subglobosas, más a menudo comprimidas dorsiventralmente, algunas veces lenticulares, lisas, tuberculadas, o irregularmente anguladas, con una marcada u obsoleta protuberancia opuesta al hilo.
1. Inflorescencia péndula o semi-péndula, los frutos se vuelven hacia la base del raquis. Flores numerosas por cada bráctea, en dos series. Brácteas generalmente coloreadas de verde, parduscas, o púrpura oscuro. Seudotallos que exceden comúnmente los dos metros de altura. Eumusa.
  2. Inflorescencia recta, al menos en la base, así que los frutos no se tornan hacia la base sino que se dirigen hacia el ápice del raquis. Flores escasas para cada bráctea de color brillante, generalmente rojas. Seudotallo generalmente de menos de tres metros de altura. Rhodochlamys.
- B. Diez pares de cromosomas somáticos, Brácteas lisas, de textura firme, brillantes, raramente o nunca glaucas, fuertemente imbricadas en la yema y no o muy poco recurvadas en la marchitez.
3. Semillas subglobosas o más o menos comprimidas, dorsiventralmente lisas, estriadas, tuberculadas o irregularmente anguladas, con marcada u obsoleta protuberancia opuesta al hilo y correspondiente a una pequeña cámara perispermática dentro. Australimusa.
  4. Semillas cilíndricas, en forma de barril, o cónicas (periformes), marcadas transversalmente por una línea o surco por arriba del cual son verrugosas, tuberculadas o presentan distintas clases de relieves, y por debajo son generalmente lisas; interiormente con una bien desarrollada cámara perispermática arriba de la misma línea, cámara que queda vacía en la semilla madura. Callimusa.
-

tancia la denominada Eumusa, en la Tabla 5 se registra la clave propuesta por Cardeñosa (1954) para tal fin.

En lo concerniente a la Sección Eumusa, catalogada dentro del género como la más difundida, para varios autores está conformada por subgrupos, los cuales incluyen a su vez las especies y clones más comunes. Al respecto, alguno de ellos considera tres subgrupos, mientras que Cardeñosa (1954), incluye cinco.

Por el contrario, para otros investigadores dicha sección está formada por seis especies. Sin embargo, bien sea que la sección en cuestión esté compuesta o no por grupos, de todas maneras está conformada por especies, dentro de las cuales las denominadas como *Musa acuminata* Colla y *Musa balbisiana* Colla, son las de mayor interés y preponderancia.

Entre los diferentes investigadores, existe un consenso general en el sentido de que dichas especies son las progenitoras de la gran mayoría de los clones comestibles de plátano y banano conocidos, los cuales son el resultado de cruzamientos interespecíficos entre las citadas especies, razón por la cual dichos clones muestran características de las dos especies con diferentes grados de aporte de sus caracteres.

Con el propósito de facilitar la comprensión de lo expuesto anteriormente, se presenta la Tabla 6, que resume en una forma clara lo concerniente a la taxonomía de las musáceas.

## **NOMENCLATURA DE LOS PLATANOS COMESTIBLES**

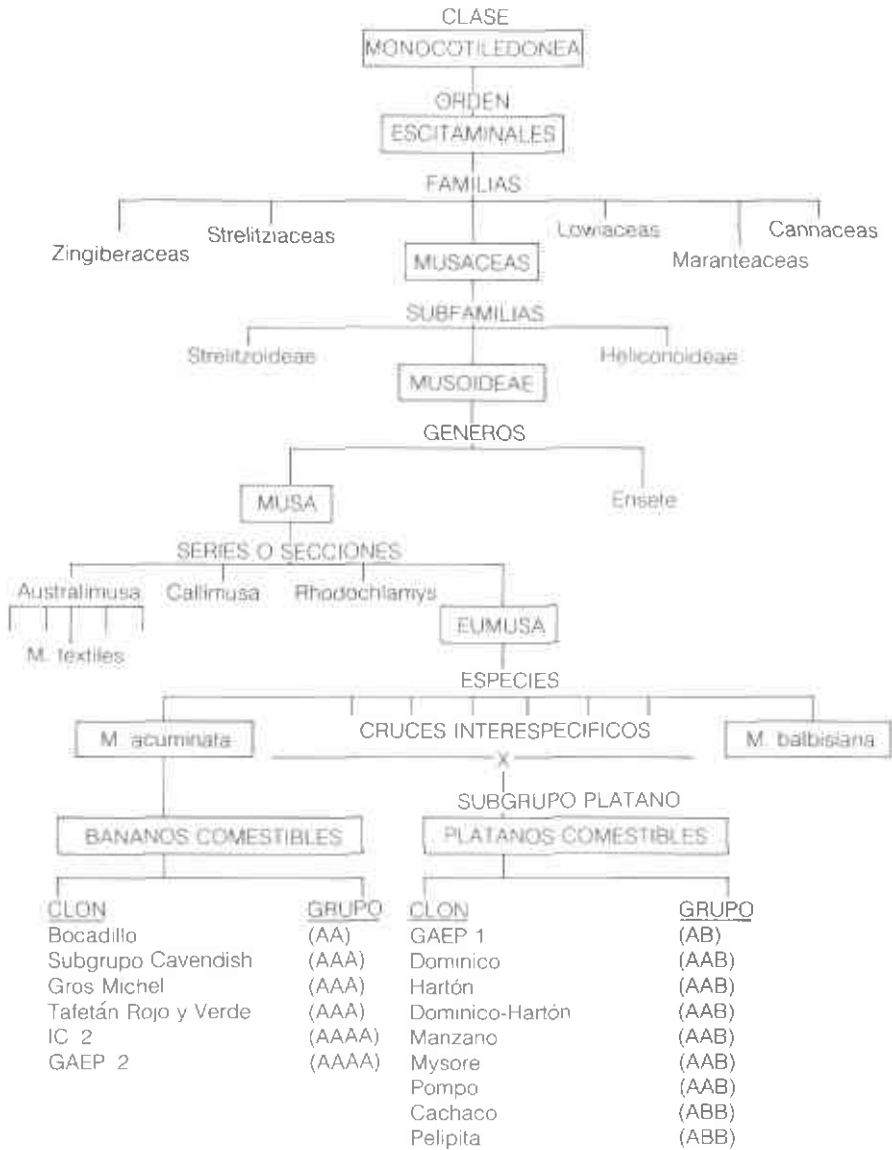
Considerando los estudios realizados por diferentes investigadores, la clasificación más apropiada de las musáceas comestibles estaría basada fundamentalmente en dos aspectos, así: El primero de ellos se relaciona con la ploidía o fórmula cromosómica de cada material. De acuerdo con esto y según el número básico de cromosomas, que para los plátanos comestibles conocidos es de 11, se podrían tener cultivares diploides (22n), triploides (33n) y tetraploides (44n).

El segundo aspecto a tener en cuenta se relaciona con el nivel o grado de aporte de caracteres de los ancestros (*M. acuminata* y *M. balbisiana*). Para cada uno de estos se han establecido 15 caracteres preponderantes, cuyos valores registran variaciones de uno a cinco. Así el uno corresponde a una característica típica de *M. acuminata* y cinco a *M. balbisiana*. Los valores intermedios o sea dos, tres y cuatro tendrían relación con características intermedias entre las dos especies progenitoras, basadas en aspectos gobernados genéticamente.

Tomando como base las anotaciones anteriores, la clasificación de las Musáceas comestibles se podría considerar de acuerdo con lo propuesto y establecido por Simmonds (1973). Este sistema de clasificación difiere del propuesto por otros investigadores, que lo fundamentan en caracterís-

TABLA 6

**Taxonomía, clasificación y nomenclatura de los bananos y plátanos comestibles que se cultivan en Colombia**



Cardenosa, 1954; Diccionario Enciclopédico Bruguera, 1980; Simmonds, 1973; Simmonds y Shepherd, 1955.

TABLA 7

**Clave para la clasificación de los grupos de plátanos comestibles de las series Australimusa y Eumusa (Simmonds, 1973)**

1. Racimos y ejes masculinos erectos, savia rosada, número básico de cromosomas N= 10	Australimusa
2. Racimos y ejes masculinos horizontales o péndulos, savia lechosa o acuosa, número básico de cromosomas N= 11	Eumusa
A. Calificación 15-23 (Cultivares acuminata):	
a. Diploide	AA
b. Triploide	AAA
c. Tetraploide	AAAA
B. Clasificación de 26 o más cultivares híbridos:	
a. Calificación 26-46, triploide	AAB
b. Calificación alrededor de 49, diploide	AB
c. Calificación 59-63, triploide	ABB
d. Calificación alrededor de 67, tetraploide	ABBB

ticas que pueden ser fácilmente influenciadas por el medio ambiente. (Tabla 7)

En lo referente a la nomenclatura o designación de un determinado material por su nombre científico se debe tener presente que en el caso de las Musáceas, a diferencia de lo que ocurre con la clasificación de otras especies cultivadas, el género *Musa* está compuesto por series o secciones, y éstas a su vez por las especies correspondientes, dos de las cuales son consideradas como las progenitoras de los clones comestibles de banano y plátano que se cultivan en el mundo. En relación con la serie Eumusa, según la Tabla 7, comprende seis grupos, cada uno de los cuales está designado por letras A para Acuminata y B para Balbisiana que indican tanto su ploidía como su composición genómica, que está determinada por el grado de aporte de cada ancestro.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, los plátanos comestibles cultivados en el país se podrían designar de la siguiente manera:

"Dominico" = *Musa* Grupo AAB, subgrupo plátano tipo "French"

"Hartón" y

"Dominico-Hartón" = *Musa* Grupo AAB, subgrupo plátano, "Hartón" tipo "Horn".

"Cachaco" = *Musa* Grupo ABB, subgrupo plátano, tipo "Bluggoe"

## COLECCION COLOMBIANA DE MUSACEAS (CCM).

La CCM está compuesta por 35 clones con genomas exclusivamente acuminatas; 35 clones con una combinación de genomas Acuminata y Balbisiana; dos clones con genomas Balbisiana únicamente y seis con un número inferior a once cromosomas básicos.

Los 35 clones con genomas combinados de Acuminata y Balbisiana constituyen los plátanos comestibles en Colombia (Tabla 8), agrupados en tipos como el "Dominico" con doce variantes del prototipo, incluyendo una forma enana, una gigante y el clon conocido como "Madre del Platanal". El "Dominico-Hartón" con cuatro variantes, entre ellas una enana; el "Hartón" con ocho variedades, una de las cuales es conocida como "birracimo" Figura 8; el "Maia Maoli" con tres variantes, una de ellas obtenida en Colombia, denominada Granja Agrícola Experimental Palmira, GAEP-2. Todos estos clones tienen dominancia de genomas Acuminata (AAB).

El grupo con dominancia del genoma Balbisiana, ABB, presenta ocho variantes incluyendo una forma enana, una sin bellota y otra con capacidad de producir semillas.

El "Maritú", "Resplendor" o "Tahití" ampliamente distribuido en el país y el GAEP-1, que es un diploide seminífero también obtenido en el C.I. Palmira son dos clones cuyo fenotipo no encaja en las agrupaciones descritas.

Los clones con genomas exclusivamente Acuminata que varían desde diploides hasta tetraploides, así: Nueve clones son diploides seminíferos, impropios para el consumo por su mínimo contenido de pulpa y cinco son diploides partenocárpicos comestibles. Los 21 clones restantes se han agrupado en bananos de tipo "Gros Michel" y "Cavendish" (Tabla 9).

El banano más cultivado en Colombia es el "Gros Michel" que por su buen sabor característico y deterioro lento al madurar, tiene mejores precios internos que los bananos tipo "Cavendish". Sin embargo, el banano de exportación es el "Gran Naine" del grupo "Cavendish", que ocupa el segundo lugar en área sembrada. Otros bananos como el "Manzano", "Guineo" o "Colicero", "Tafetán Rojo y Verde", "Poyo" y "Pigmeo" están ampliamente distribuidos en el territorio nacional pero sus poblaciones no son altas.

El "Bocadillo", banano diploide, es un cultivar importante especialmente en la zona del Pacífico y con potencial para exportación. Otros clones como el I.C. 2, "Guayabo" A y B, "Banano 2" y "Banano Chico" no han tenido buena difusión. El primero es tetraploide y los cuatro últimos pertenecen a las progenies de donde se seleccionó el I.C.2.

TABLA 8

## Colección Colombiana de Musáceas, CCM. Diferentes tipos de plátanos

Codigo Número (CCM)	Nombre común	Genoma	Ciclo vege- tativo (Meses)	Características Dedo Central							Número promedio dedos	Peso promedio racimo (Kg)		
				Peso (g)	Long (cm)	Grosor (cm)	Forma	Color	Sabor	Textura			Presencia semilla	Número promedio marcos
CCM 101	Torteltes	Australimusa	No florace	10.4	6.0	7.4	Recto	Rojo	-	Dura	100%	3.4	13	0.200
CCM 102	Vendula	Rodochlamys	7.6	17.9	9.6	6.7	Recto	Amarillo	-	Dura	100%	3.5	18	0.430
CCM 103	Omata	Rodochlamys	8.0	8.2	5.9	5.4	Recto	Amarillo	-	Dura	100%	4.9	13	0.252
CCM 104	Rocasa	Rodochlamys	12.3	17.9	8.7	6.9	Curvado	Amarillo	-	Dura	100%	4.5	48	1.094
CCM 105	Latentia	Rodochlamys	20.1	13.0	12.0	7.0	Cónico	Gris	-	Dura	100%	3.0	31	0.725
CCM 106	Itonears	Rodochlamys	20.1	60.0	14.3	11.5	Recto	Amarillo	-	Dura	100%	14.3	223	10.833
CCM 107	Batavians	BB	21.7	59.1	12.8	12.8	Recto	Amarillo	-	Dura	100%	12.8	212	12.250
CCM 108	Cevan	BB	12.3	71.2	16.9	10.4	Recto	Amarillo	Agrid.	Suave	40%	7.1	80	5.506
PDC 802	G.A.E.P.1	AAB	14.6	17.2	12.6	5.9	Curvado	Amarillo	-	-	SS	9.1	119	2.438
PTD 012	Madre del Plátano	AAB	13.8	214.0	26.8	14.1	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.7	98	18.932
PTD 001	Dominico Común	AAB	13.2	221.1	28.4	13.1	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.3	93	16.661
PTD 002	Dominico Rojo	AAB	13.6	232.9	28.0	13.9	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.7	96	20.378
PTD 003	Dominico Seudotallo morado	AAB	14.7	234.6	31.3	13.7	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	9.0	89	18.130
PTD 013	Dominico Liberal	AAB	12.8	209.3	24.4	13.6	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.8	96	17.362
PTD 004	Dominico Marqués	AAB	17.0	264.2	31.4	14.7	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	10.8	175	38.985
PTD 005	Dominico Gigante	AAB	14.4	175.0	23.0	13.0	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.0	96	14.800
PTD 006	Dominico Rojo 2	AAB	12.6	167.5	21.9	12.6	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	6.9	86	12.810
PTD 007	Dominico Mocho	AAB												

TABLA 8 (Continuación)

Código Número (CCM)	Nombre común	Genoma	Ciclo vege- lativo (Meses)	Características Dedo Central							Peso promedio racimo (kg)			
				Peso (g)	Long (cm)	Grosor (cm)	Forma	Color	Sabor	Textura		Presencia semilla	Número promedio manos	Número promedio dedos
PTD 008	Dominico Racimo Caoba	AAB	16.0	131.2	22.5	11.8	Curvado	Caoba	Dulce	Dura	SS	6.8	7.9	9.443
PTD 009	Dominico Ancoyano	AAB	14.6	220.0	26.1	13.1	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.0	82	14.790
PTD 010	Dominico Guacoso	AAB	14.9	256.8	27.8	14.2	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	6.8	87	17.327
PTD 011	Dominico Tajo	AAB	15.3	227.7	27.5	13.9	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.8	106	20.797
PTDH 401	Dominico Hartón Común	AAB	12.7	311.8	32.5	15.8	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	8.2	64	18.127
PTDH 402	Dominico Hartón Rojo	AAB	13.2	285.0	29.8	14.6	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.4	53	14.992
PTDH 403	Dominico Hartón Enano	AAB	14.4	221.1	25.9	13.4	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	6.7	40	8.492
PTDH 404	Dominico Hartón Verde	AAB	15.3	131.0	19.8	12.0	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.2	45	6.025
PTH 201	Hartón Común	AAB	13.0	340.0	33.1	15.5	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.0	33	11.660
PTH 202	Hartón Tigre	AAB	13.1	291.0	31.0	14.8	Curvado	Pintado	Dulce	Suave	SS	7.0	31	9.671
PTH 203	Hartón Habano	AAB	13.4	275.0	30.6	14.0	Curvado	Habano	Dulce	Suave	SS	6.6	32	9.660
PTH 204	Hartón Birracino	AAB	13.0	301.6	31.1	14.7	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.4	32	10.650
PTH 205	Hartón Rojo	AAB	13.8	283.3	30.8	13.9	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	6.3	34	9.716
PTH 206	Hartón Cubano	AAB	13.5	181.5	23.1	12.6	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.3	50	8.908
PTH 207	Hartón Maqueño	AAB	14.8	206.5	24.7	14.5	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.1	27	6.450

TABLA 8 (Continuación)

Código Número (CCM)	Nombre común	Genoma	Ciclo vege- tativo (Meses)	Características Dedo Central							Peso promedio racimo (Kg)			
				Peso (g)	Long (cm)	Grosor (cm)	Forma	Color	Sabor	Textura		Presencia semilla	Número promedio manos	Número promedio dedos
PDC 801	Mantillo Resplandor Resplandor	AAB	9,7	202,0	22,4	16,6	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	8,0	105	17,333
PTMM 701	Poponoyo	AAB	14,7	238,2	18,7	17,9	Recto	Amarillo	Dulce	SS	7,7	95	18,592	
PTMM 702	Pompo de Camino	AAB	16,4	350,8	26,4	17,0	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	10,3	135	36,755
PTMM 703	G.A.F.P. 2	AAB	17,2	146,8	19,1	14,1	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7,6	99	16,400
PTB 801	Cachaco Carmín	ABB	13,7	294,5	23,6	18,2	Recto	Amarillo	Agrid.	Suave	SS	6,9	81	22,585
PTB 802	Cachaco Erano	ABB	14,3	182,5	16,6	14,8	Recto	Amarillo	Agrid.	Suave	SS	4,5	55	8,596
PTB 603	Cachaco Espermo	ABB	14,0	271,6	24,2	17,7	Recto	Cris.	Agrid.	Suave	SS	6,3	75	16,220
PTB 604	Pelipila	ABB	17,4	277,7	23,1	17,3	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	8,5	103	26,966
PTB 605	Milari-Palmira	ABB	15,3	149,2	17,3	18,1	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	9,5	159	20,808
PTB 606	Saba	ABO	16,5	211,2	19,7	17,7	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	Ocasional	7,2	82	15,937
PTB 607	Cachaco sin belleta	ABB	19,1	200,0	20,0	16,2	Recto	Amarillo	Agrid.	Suave	SS	9,0	94	18,950
PTB 608	Pelipila semitriforo	ABB	21,4	147,0	16,5	15,1	Recto	Amarillo	Dulce	Dura	Abundante	6,8	79	10,795
PDC 803	Manzano	AAB	14,9	140,5	19,0	13,3	Recto	Amarillo	Agrid.	Dura	SS	7,1	98	13,707

SS = Sin Semilla

PTDH = Plátano Tipo Domingo Harón

PTB = Plátano Tipo Babalazara

PDC = Plátano Diferentes Cones

PTMM = Plátano Tipo Mas Mado

PTD = Plátano Tipo Domingo

PTH = Plátano Tipo Harón

Fuente: ICA, Sección Frutícolas Plátano y Banano, 1989

TABLA 9  
**Colección Colombiana de Musáceas, CCM Diferentes tipos de bananos**

Código Número (CCM)	Nombre común	Genoma	Características Dedo Central												
			Ciclo vege- tativo (Meses)	Peso (g)	Long (cm)	Grosor (CM)	Forma	Color	Sabor	Textura	Presencia semilla	Número promedio manos	Número promedio dedos	Peso promedio rachino (kg)	
CCM 301	Annam	AA	12.6	12.0	7.3	6.4	Curvado	Amarillo	-	-	-	100%	6.5	9.6	1.565
CCM 302	Malaccensis	AA	14.3	11.0	8.3	6.4	Curvado	Amarillo	-	-	-	100%	5.0	4.0	0.400
CCM 303	Pecíolos Oscuro	AA	12.3	15.1	12.1	5.6	Curvado	Amarillo	-	-	-	100%	4.4	4.8	0.938
CCM 304	Siam	AA	12.3	7.5	7.5	5.0	Curvado	Amarillo	-	-	-	100%	5.9	7.9	0.790
CCM 305	Zebraína	AA	12.6	12.1	10.3	6.3	Curvado	Amarillo	-	-	-	100%	6.6	9.9	1.760
CCM 306	Selangor 1	AA	12.3	8.9	8.2	5.1	Curvado	Amarillo	-	-	-	100%	4.6	5.6	0.552
CCM 307	Selangor 2	AA	12.3	15.8	10.5	5.9	Curvado	Amarillo	-	-	-	100%	5.0	6.1	1.446
CCM 308	Long Tavoy	AA	13.5	19.4	12.6	8.1	Curvado	Pintado	-	-	-	100%	6.2	8.0	1.985
CCM 309	Basjoo	AA	15.1	25.2	8.6	9.0	Recto	Grís	-	-	-	100%	4.4	6.1	1.360
BDC 401	Tongat	AA	15.8	76.0	15.2	10.2	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	-	SS	16.6	31.9	23.326
BDC 402	Palembang	AA	13.8	77.5	15.0	10.0	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	-	SS	7.2	10.7	7.084
BDC 403	Pisan Lilin	AA	12.3	57.3	16.0	9.0	Recto	Amarillo	Agrid.	Suave	-	SS	5.2	7.1	4.339
BDC 404	Bocadillo	AA	14.6	41.0	11.6	10.0	Recto	Amarillo	Dulce	Dura	-	SS	6.8	11.1	5.745
BDC 405	Bocadillo Alto	AA	11.1	50.9	11.3	9.8	Recto	Amarillo	Dulce	Dura	-	SS	6.8	12.2	5.755
BDC 406	Bocadillo Chileno	AAA	18.4	120.0	16.2	12.6	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	-	SS	6.4	8.7	9.937
BDC 407	Yangambi 3	AAA	13.7	86.5	14.2	11.4	Recto	Amarillo	Agrid.	Dura	-	SS	8.9	12.0	11.568
BDC 408	Yangambi 5	AAA	14.8	115.3	16.1	11.8	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	-	SS	7.7	15.5	18.180

**Características Dedo Central**

Código Número (CCM)	Nombre común	Genoma	Ciclo vege- tativo (meses)	Peso (g)	Long (cm)	Grosor (CM)	Forma	Color	Sabor	Textura	Presencia semilla	Numero promedio manos	Numero promedio dedos	Peso promedio racimo (kg)
BTC	Guineo-Colicero	AAA	14.4	152.2	17.8	13.8	Recto	Amarillo	Agrid.	Suave	SS	7.7	108	14.547
BDC	Tafetán Rojo	AAA	16.4	291.5	22.0	17.9	Recto	Rojo	Dulce	Suave	SS	5.9	85	25.115
BDC	Tafetán Verde	AAA	16.9	281.5	21.1	17.5	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	5.6	83	22.079
BTC	Lacatán	AAA	14.9	255.0	26.0	14.1	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.8	119	26.230
BTC	Mysore	AAA	15.8	247.9	25.6	13.9	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	9.0	146	31.250
BTGM	Guayabo A	AAA	17.8	192.4	19.1	15.9	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	4.8	64	14.300
BTGM	Guayabo B	AAA	17.3	232.6	22.8	14.7	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.6	126	26.225
BTGM	Banano-2	AAA	16.8	223.7	20.6	14.0	Recto	Amarillo	Dulce	Suave	SS	7.6	120	25.312
BTGM	Banano Chico	AAA	16.3	211.5	23.8	14.4	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	8.3	120	24.936
BTGM	IC-2	AAAA	15.9	243.0	24.2	14.6	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	9.1	138	29.938
BTGM	Gros Michel	AAA	14.8	266.6	24.8	14.7	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	9.2	146	34.425
BTC	Seda o Manipora	AAA	12.5	141.6	20.3	12.6	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	6.6	118	15.583
BTGM.002	Gros Michel Enano	AAA	16.0	208.3	24.6	13.8	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	10.3	161	29.688
BTC	Poyo	AAA	15.4	223.3	24.9	13.8	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	8.3	135	26.736
BTC	Mulant Seredow	AA	14.2	209.7	24.2	13.5	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	9.5	148	29.522
BTC	Gran Naine	AAA	14.7	231.7	25.7	14.0	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	9.6	145	30.887
BTC	Pigmeo Indio	AAA	14.6	200.2	25.2	13.6	Curvado	Amarillo	Dulce	Suave	SS	9.6	172	30.305

BDC = Banano Diferentes Cones      BTC = Banano Tipo Cavendish      BTGM = Banano Tipo Gros Michel

BTC = Banano Tipo Cavendish

Fuente: ICA, Sección Frutícolas, Palatano y Banano, 1989

## MORFOFISIOLOGIA

Los conocimientos relacionados con la morfología y la estructura de la planta, revisten un interés muy especial, por cuanto marcan las pautas a seguir durante las fases de establecimiento y explotación del cultivo. Esto permite comprender mucho mejor no sólo los diferentes procesos fisiológicos sino también las relaciones e interacciones existentes entre la planta y los componentes del medio ambiente en el cual se desarrolla, como el suelo, el agua, los nutrimentos, las malas hierbas, las enfermedades y las plagas, entre otros.

En líneas generales una planta de plátano está formada por el sistema radicular, el tallo y sus yemas, el sistema foliar y la inflorescencia que da origen al racimo.

Las descripciones y mediciones que a continuación se registran, corresponden por lo general a plantas del clon Dominico-Hartón, cultivadas bajo condiciones del C. I. El Agrado (Tabla 4). Cuando se presentan algunas dimensiones ellas provienen de promedios de un número determinado de plantas observadas.

## EL SISTEMA RADICULAR

Teniendo en cuenta que la propagación es asexual, el sistema radical está conformado por raíces de carácter netamente adventicio, fasciculadas y fibrosas. Estas se originan a nivel de la capa de Mangín, atraviesan la zona cortical y emergen a través de los nudos y espacios internodales subterráneos del cormo. Su emergencia sobre la superficie del cormo no se ajusta a ningún patrón espacial de distribución y lo hacen bien en forma individual o en grupos compuestos por dos, tres y hasta cuatro elementos, (Figuras 9 y 10 (e<sub>1</sub>)). Estas raíces denominadas como primarias, posteriormente dan origen a raíces laterales secundarias y terciarias, cuyo número y desarrollo es mucho mayor en los puntos en los cuales la raíz primaria ha sufrido un daño de carácter parcial o total (Figura 10 (e<sub>2</sub>)). El desarrollo de esta clase de raíces se observa comúnmente en los cormos empleados como semilla asexual cuyas raíces han sido cortadas a ras de la zona cortical durante la etapa de preparación para su siembra (Figura 10 (e<sub>3</sub>)).

Su color, que depende de la edad y etapa de desarrollo, puede variar de blanco cremoso a pardo amarillento hasta tomar, en una edad avanzada, una coloración castaño oscura. Respecto a su consistencia se puede decir que a edad temprana son bastante frágiles, principalmente su ápice el cual está protegido por la cofia; sin embargo, con el tiempo se tornan más resistentes pero continúan siendo flexibles.

En cuanto a la longitud, sus dimensiones están influenciadas por la textura y estructura del suelo, los valores mayores corresponden a suelos livianos, franco-arenosos y los menores a suelos pesados, franco- arcillo-

En los primeros su longitud puede alcanzar y sobrepasar los 3.0 m; en cambio, en los segundos dicho valor difícilmente alcanza a los dos metros.

En lo concerniente al diámetro se registra una situación contraria, puesto que en el punto de unión con el rizoma puede variar de 0.4 a 1.00 cm en suelos livianos, mientras que en suelos pesados es de 0.6 a 1.3 cm. El grosor de la raíz no es constante y por lo tanto en ambos casos se registra una disminución gradual del valor correspondiente, a medida que se aleja del punto de inserción con el cormo.

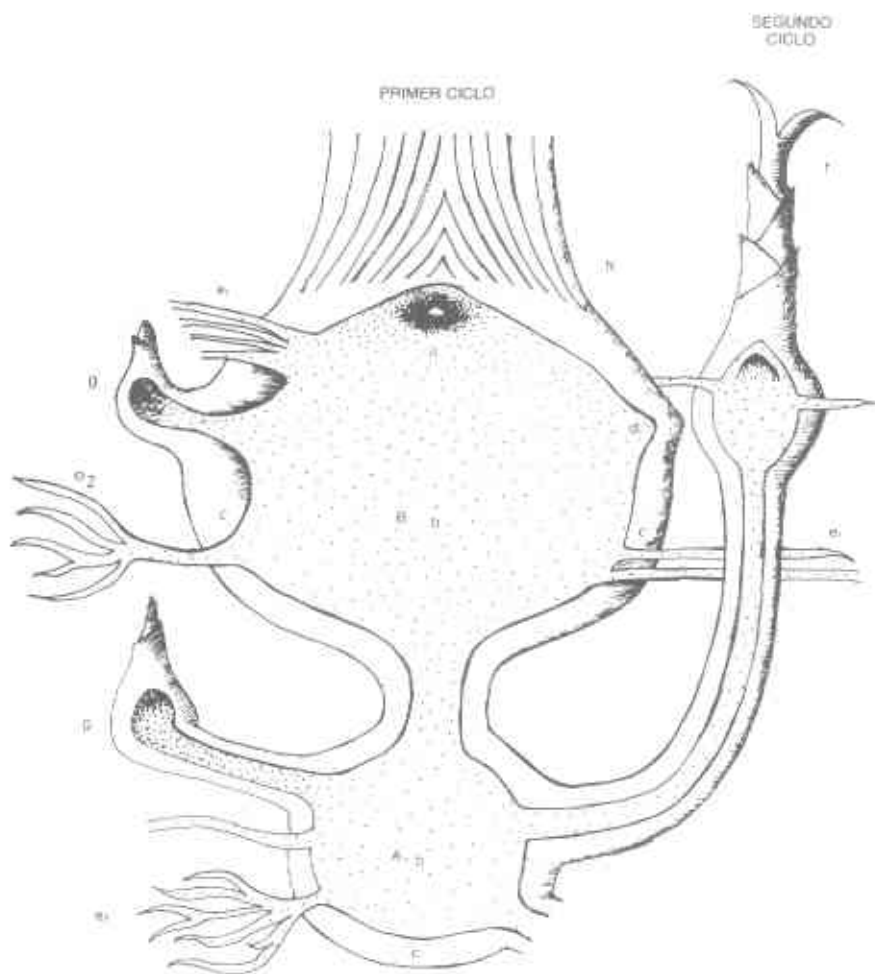
La mayoría de las raíces se desarrollan en los primeros 20 a 40 cm de la superficie del suelo, con una distribución espacial de carácter radial-horizontal. Dicho valor está influenciado entre otros aspectos por la profundidad de siembra, la edad de la planta, el número de ciclos cosechados, el nivel freático y el contenido de materia orgánica. (Tabla 10).

TABLA 10  
Distribución espacial del sistema radicular de una cepa, en relación con una cuña en ángulo de 90°

		Distancia horizontal a partir del centro de la cepa (cm)					
		0	20	40	60	80	100
Profundidad a partir de la superficie del suelo (cm)	0	105*	74	63	33	22	
	20	27	24	21	19	8	
	40	18	13	8	6	6	
	60	11	10	7	5	0	
	80	2	0	0	0	0	
100							

\* Número de raíces por cada estrato muestreado

Fuente: ICA, Centro Satélite de Plátano y Banano, C.I. El Agrado, Comitecalé Quindío y CIID (IDRC), Canadá, 1990



**Figura 10.** Corte longitudinal del tallo subterráneo del clon Dominico-Hartón. Cormo sembrado (A) y corno formado (B), correspondiente a la planta que dará origen al primer ciclo de producción.

En relación con el número de raíces, cada planta puede producir durante su ciclo vegetativo, dependiendo de la edad y las condiciones edafoclimáticas, alrededor de 270 raíces, cuyos contenidos de agua y materia seca son del orden de 91 y 9%, respectivamente. (Tabla 11)

## EL TALLO Y SUS YEMAS

Desde el punto de vista técnico, en la planta de plátano el tallo corresponde a un cormo subterráneo erecto con ramificación monopódica. En el ápice se encuentra anidado el punto vegetativo o meristemo apical, rodeado por las bases de las hojas diferenciadas, las cuales forman una especie de bóveda. (Figura 10 (a)).

La forma del cormo, que también es influenciada por la textura y la estructura del suelo, puede variar desde cónica en suelos pesados a cilíndrica achatada para suelos livianos. El diámetro, tanto en sentido horizontal como vertical, no excede por lo general de los 30 cm. La consistencia suele ser carnososa debido a su alto contenido de parénquima de naturaleza amilácea.

En la Figura 10 se esquematiza un corte longitudinal de un cormo del cion Dominico-hartón en el cual se pueden diferenciar en una forma clara dos zonas: Una externa que ejerce una función de protección denominada como cortical (c), constituida por la epidermis y exodermis, que están conformadas por capas de células quitinizadas y suberizadas. La segunda zona o interna, denominada como cilindro central (b), corresponde a la mesodermis, que abarca la endodermis y el tejido del cambium. La importancia de esta última zona estriba en el hecho de que es allí en donde tienen su origen los sistemas radicular y foliar, al igual que las yemas vegetativas, "colinos" o "hijuelos".

Sobre la superficie del cormo se pueden apreciar además los nudos y entrenudos. Morfológicamente los primeros comprenden la región localizada por debajo del punto de inserción de la vaina de la hoja. Los entrenudos en la porción basal o subterránea son sumamente cortos y por ende escasamente diferenciados. Lo contrario sucede en la porción aérea en la cual, según quince plantas disectadas al momento de la cosecha, mostraron que éstos pueden alcanzar longitudes promedias de hasta 80 cm. (Figura 11). En la base de cada entrenudo se encuentran insertas las yemas en forma opuesta no axilar, de las cuales por el hábito de crecimiento de la planta, sólo las localizadas cerca a la superficie del suelo, alrededor de diez, tienen posibilidades de continuar su desarrollo. Sin embargo y desde un punto de vista teórico, una planta puede producir tantas yemas

TABLA 11

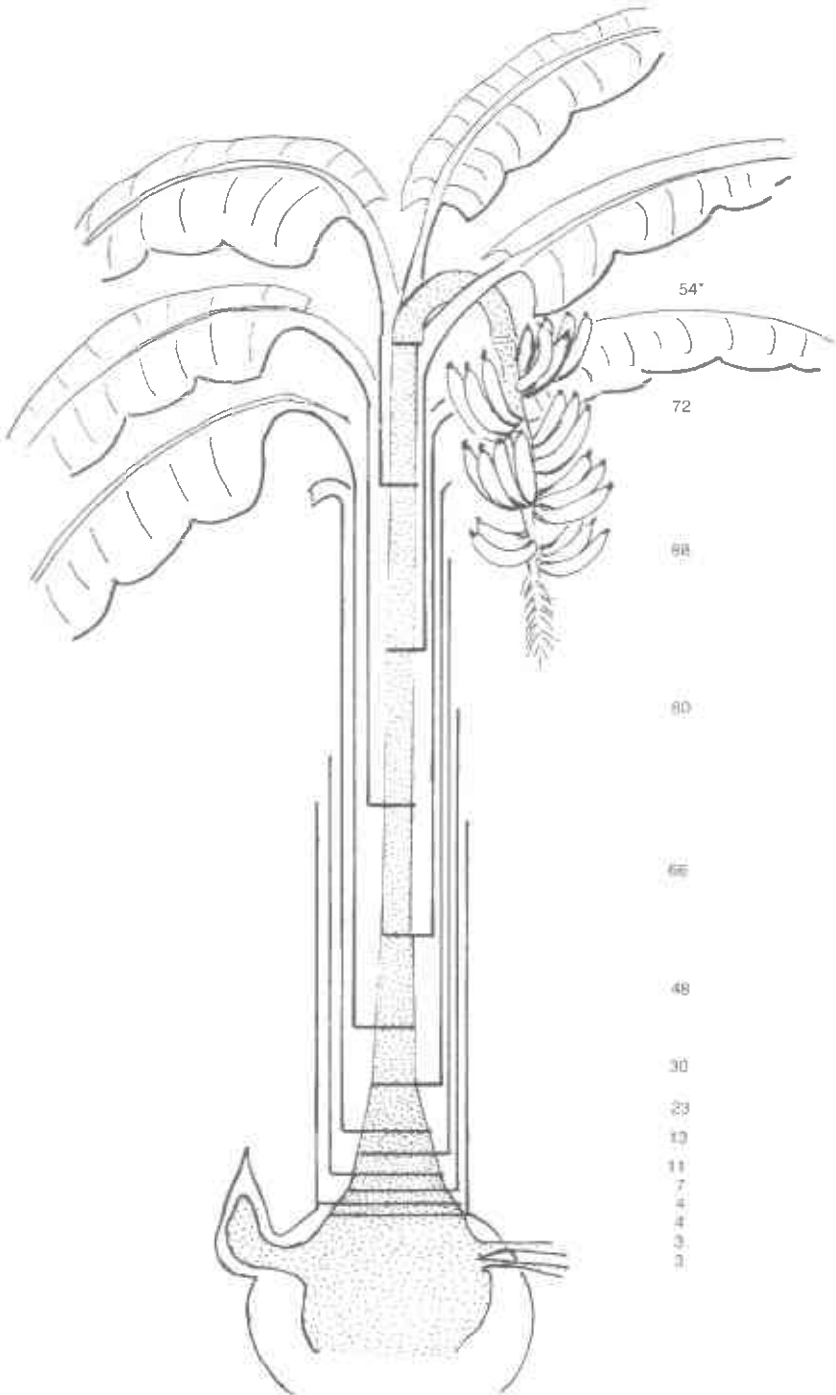
**Crecimiento y desarrollo cuantitativo de la planta hasta la fase de floración. Primer ciclo de producción (Belaicázar, Baena y Valencia, 1990).**

Tiempo cronológico (meses)	Crecimientoseudotallo		Numero hojas emitidas	Raíces emitidas		Colinos producidos	
	Altura (m)	Perímetro <sup>1</sup> (cm)		Cormo sembrado	Cormo planta madre	Cormo sembrado	Cormo planta madre
1	0.2 <sup>2/</sup>	-	2.0	28	-	-	-
2	0.3	15	4.5	33	23	4.0	-
4	0.8	26	14.0	60	64	7.5	-
6	2.0	62	22.5	102	173	11.5	5
8	2.6	92	28.5	80	237	9.5	9
10	3.7	101	34.5	75	267	8.0	10
12 <sup>3/</sup>	4.1	107	38.5	37	241	6.0	10

1/ A nivel del suelo.

2/ Promedio de 20 plantas

3/ Floración



**Figura 11.** Corte longitudinal de la parte aérea del tallo. Distribución de nudos y entrenudos e inserción de las vainas o yaguas.

como hojas posea, que para el caso del clon "Dominico-Hartón" sería del orden de  $38 \pm 2$  yemas.

### Las yemas

Como se anotó anteriormente, las yemas que dan origen a los "colinos", Figura 10 (g-f), tienen su origen en la zona interna o central y emergen a la superficie del corno por la base del entrenudo. De acuerdo con lo anterior su posición guarda una relación muy estrecha con la distribución de las hojas sobre el tallo. En otras palabras, con el patrón filotáxico que varía con la edad desde  $1/3$  para plantas jóvenes, pasa por  $2/5$  y  $3/7$  hasta  $4/9$  en las plantas adultas.

En un principio el crecimiento y desarrollo de las yemas respecto al eje del tallo es perpendicular, pero luego se torna paralelo a éste. Su emergencia sobre la superficie del suelo está condicionada principalmente por la densidad poblacional y la edad del tallo principal cuando se trata de plantaciones establecidas y en siembras nuevas por el tamaño del corno empleado como semilla. La textura y estructura del suelo afectan dicho proceso sólo cuando se trata de suelos pesados pero no así con los livianos. La magnitud del efecto está condicionada por la profundidad de siembra.

En suelos livianos y a profundidades de siembra comprendidas entre 30 y 40 cm, la emergencia del ápice de los brotes sobre la superficie del suelo se lleva a cabo entre los cuatro y cinco meses después de la siembra. Su forma cónica se conserva hasta la emisión de la primera hoja, lo cual se presenta entre los cuatro y cinco meses de su brotación. Durante esta etapa los "colinos", que poseen un tallo pequeño y sistema radicular propio producen únicamente vainas foliares. La duración de este estado de desarrollo está aparentemente controlada por uno o varios de los reguladores de crecimiento que posee la planta madre, denominado como "Efecto de la dominancia apical", el cual cesa al momento de producirse el corte o cosecha de la planta madre. A partir de este instante, los colinos existentes empiezan a emitir hojas con limbos anchos, los cuales previamente a este hecho no pasan de un centímetro; así, en forma paulatina y estrechamente relacionada con el desarrollo del sistema foliar, el "colino" empieza a independizarse nutricionalmente de la planta madre.

Respecto al proceso de independencia del "colino" de la planta madre, cabe anotar que cuando se presenta a edad temprana, éste, para sobrevivir emite también hojas romboides con limbos anchos. Esta clase de "colinos" conocidos comúnmente como "colinos bandera" u "orejones", no prosperan en su desarrollo y generalmente se eliminan durante las podas de selección. Sin embargo, si se separan de la planta madre y se siembran en un sitio independiente, dan origen a plantas que crecen, se desarrollan normalmente y producen un racimo de óptima calidad.

## SISTEMA FOLIAR

Para una mejor comprensión de este sistema, se debe recordar que la hoja está conformada por cuatro partes que desde el ápice son: Apéndice, limbo, seudopetalo y vaina o yagua.

### Apéndice

Es un órgano foliar temporal, cuya estructura da la apariencia de ser una prolongación del ápice de la hoja. Su base posee una forma más o menos cilíndrica, pero su ápice se estrecha hasta terminar en un filamento que puede alcanzar una longitud de 6.5 a 8.5 cm. Su función es la de dirigir la hoja a través y hasta el ápice del seudotallo. Una vez que la hoja alcanza su desarrollo completo se seca y desprende. (Figura 12).

### Limbo

La lámina foliar está compuesta por los dos semilimbos, la nervadura central, nervaduras laterales y finalmente las bandas denominadas como pulvinares.

En líneas generales, la lámina foliar posee una forma ovalada, con su extremo apical romo o cónico y el basal auriculado. Aquí cabe anotar que el desarrollo de los lóbulos en la parte basal de cada semilimbo es simétrico hasta el momento en que se presenta la diferenciación floral, pero de allí en adelante es asimétrico hasta el punto de que uno de ellos puede ser más redondeado que el otro. (Figura 13).

El color, el cual depende del estado nutricional, bajo condiciones normales es verde oscuro en el haz y verde claro en el envés, en donde también se registra el mayor número de estomas, cuya densidad comparada con la del haz está en proporción aproximada de 4:1 por  $\text{mm}^2$ . El grosor es más reducido en los bordes o márgenes, principalmente en los apicales, pero se va incrementando paulatinamente hasta el punto de unión con las bandas pulvinares y la nervadura central. Por el contrario, en sentido longitudinal, con referencia a la base y el ápice de la hoja, el mayor grosor se registra en su parte media.

En relación con el tamaño de las hojas, que está dado por el índice foliar, la longitud y el ancho en la parte media, dichas dimensiones, longitud y ancho, pueden variar de un mínimo de 21.3 x 1.6 cm para la hoja número uno a un máximo de 258.8 x 87.8 cm para la hoja número 32. (Tabla 12, Figura 14).

La hoja adquiere su tamaño y forma antes de emerger del seudotallo, pero cuando se presenta lo hace de manera enrollada, asumiendo la forma de un "cigarro", con el semilimbo derecho enrollado sobre sí mismo y el izquierdo enrollado tanto sobre el semilimbo derecho como sobre la nervadura central. El desdoblamiento se inicia por el extremo apical correspondiente al semilimbo izquierdo y avanza hacia abajo en la medida en

TABLA 12  
**Variación de la longitud y el ancho de las hojas**  
**(Belalcázar, Baena y Valencia, 1990)**

Hoja Nº	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area foliar (L x A x IF*) (cm²)
1	21.27	1.59	27.14
2	26.82	3.18	68.44
3	32.29	5.49	142.25
4	39.58	9.29	295.06
5	47.08	12.45	470.36
6	54.94	16.94	746.83
7	64.77	22.00	1143.46
8	75.00	26.72	1608.13
9	84.07	35.58	2130.48
10	93.44	35.88	2690.35
11	101.59	40.39	3292.67
12	111.00	44.60	3972.66
13	120.20	49.15	4740.80
14	130.24	53.05	5544.38
15	143.94	57.50	6641.60
16	151.33	60.53	7350.53
17	159.67	63.20	8097.74
18	166.67	65.42	8749.66
19	181.29	60.85	10016.16
20	192.62	70.92	11189.73
21	206.73	72.87	12088.59
22	213.44	74.56	12770.42
23	214.06	72.81	12506.91
24	219.93	77.50	13677.59
25	230.00	78.11	14416.43
26	233.47	77.89	14592.72
27	240.47	81.06	15641.95
28	242.92	80.17	15627.83
29	245.67	84.17	15593.30
30	257.00	84.78	17484.37
31	258.75	85.75	18220.10
32	258.75	87.75	18220.10
33	257.50	87.50	18080.43
34	231.40	87.40	16229.24
35	214.40	84.00	14451.98
36	174.00	74.00	10332.47
37	147.86	66.51	7891.53

\* IF = 0.80246

327294 08

X 8845 79

que la base va saliendo del seudotallo como consecuencia del crecimiento de la vaina que soporta la hoja.

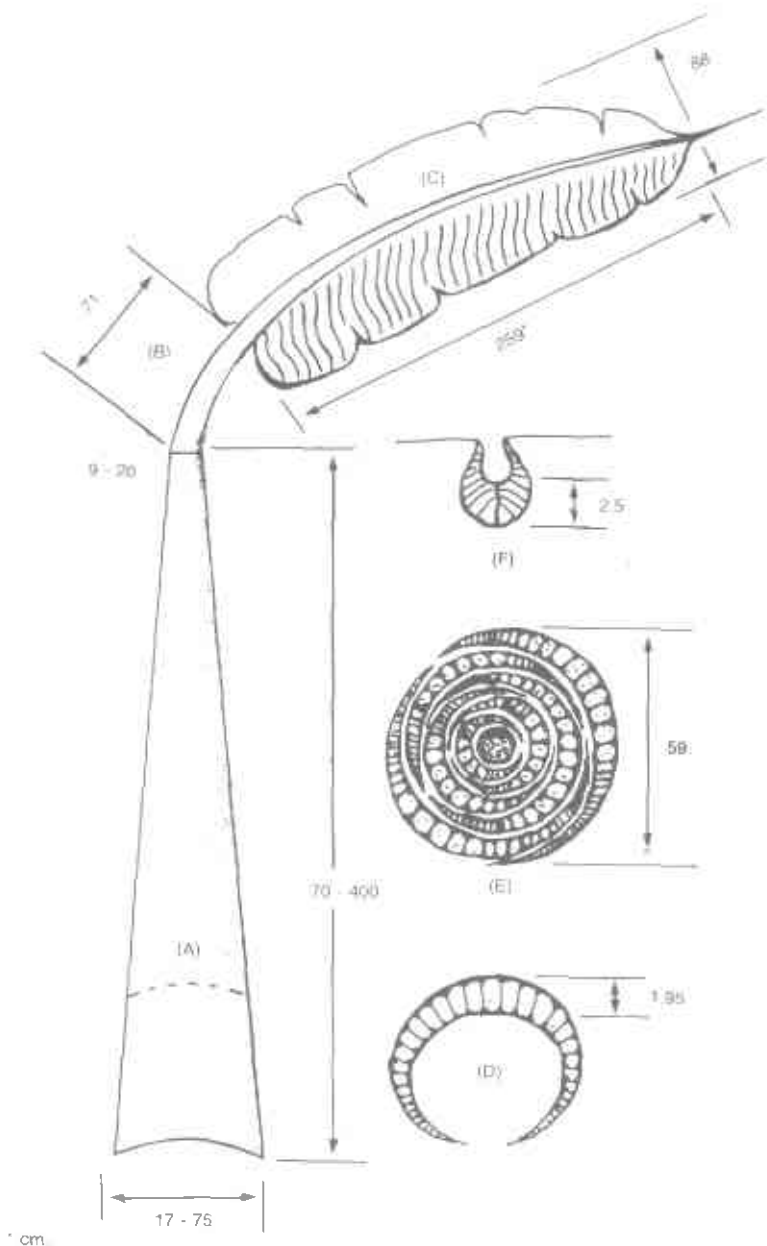
La duración del proceso anterior está estrechamente relacionada con las condiciones ambientales, pero generalmente puede durar en promedio unos nueve días. Aparentemente el tiempo requerido está en función de la edad, la posición y el tamaño de las hojas, o en otras palabras, éste se va incrementando a medida que se realiza la emergencia de cada hoja. Uno de los factores ambientales que más influye sobre su duración son los períodos largos de sequía, los cuales pueden incrementarlo hasta en 15 y más días. En la Figura 15, se esquematiza todo el proceso de emergencia y desdoblamiento de la hoja.

En cuanto a la nervadura central, cuya función además de transportar los fotoasimilados es la de dar soporte a los dos semilimbos, presenta una forma acanalada en su haz y sobresalientemente redondeada en el envés. Sobre ésta confluyen en forma paralela las nervaduras secundarias, las cuales dan la apariencia de ser rectas pero en realidad muestran la forma de una *ese* (S) bastante suave. La inserción de éstas con la nervadura principal no es en sentido perpendicular sino que lo hacen en forma de ángulo obtuso ( $\pm 100^\circ$ ) en la parte basal de la lámina foliar, recto ( $90^\circ$ ) en la parte media y agudo ( $\pm 60^\circ$ ) en la porción apical. Las nervaduras secundarias, que no son ramificadas, pueden ser de naturaleza prominente o no sobre el haz y visibles a simple vista. Entre éstas existen además una serie de nervaduras pequeñas difícilmente visibles, las cuales pueden terminar o no en el borde de la hoja.

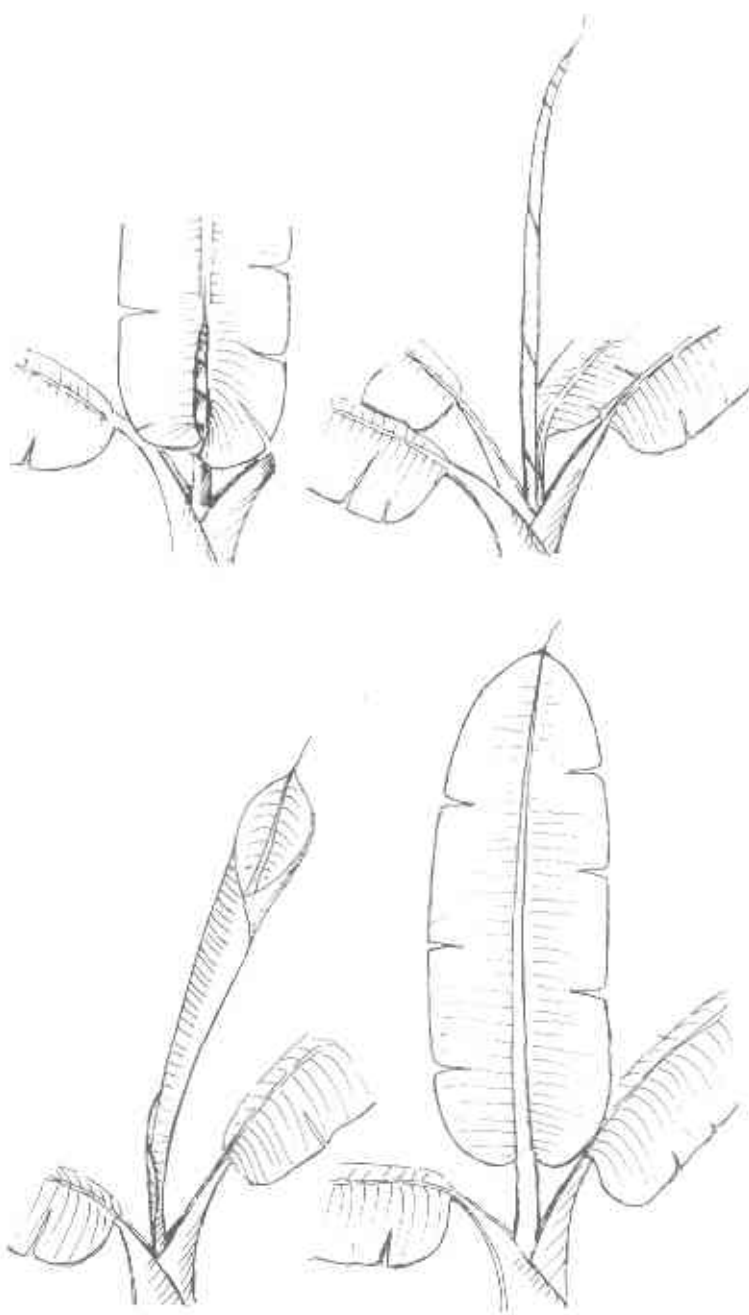
En lo referente al número de hojas que puede emitir la planta durante su ciclo vegetativo, éste puede ser del orden de  $38 \pm 2$ , Tabla 12. Estas se diferencian en un lapso de 5.5 a 6.1 meses, o sea cuando han sido emitidas el 50% del total de las hojas diferenciadas. Teniendo en cuenta la tasa de emisión foliar promedio (REFX), de 9.12 días/hoja, la duración de la fase de emisión foliar variaría entre 10.9 y 12.2 meses.

El número diferente de hojas emitidas tiene relación estrecha e inversa con el tamaño y peso del rizoma sembrado, de tal manera que a un menor peso corresponde un mayor número de hojas y viceversa. Se toma como ejemplo ilustrativo el caso de cormos con pesos de 0.67 y 6.3 kg, cuyas plantas emitieron 41 y 37 hojas, respectivamente (Tabla 13). La duración promedio de la hoja, registrada desde su expansión completa hasta que se produce su doblamiento es de 115 días aproximadamente.

Las bandas pulvinares, localizadas en el punto de unión de los limbos con la nervadura central, son estructuras sólidas estrechas, fácilmente diferenciables por su color verde amarillento. Dentro de todo el contexto de tejidos estas bandas poseen una gran importancia por cuanto son las responsables de los movimientos de los semilimbos frente a condiciones externas favorables o desfavorables. Bajo condiciones favorables de pre-



**Figura 14.** Diagrama de vaina (A), pseudopeciolo (B) y limbo (C). Cortes transversales de vaina (D), pseudotallo (E) y pseudopeciolo (F), punto de unión con semilimbos



**Figura 15.** Proceso de emergencia y expansión de la hoja.

TABLA 13

**Efecto del tamaño de la semilla sobre los componentes del desarrollo.  
Primer ciclo de producción (Herrera, Belalcázar, Valencia  
y Baena, 1990)**

Tratamiento (Clase de semilla)		Componentes del desarrollo			
Altura colino (m)	Peso cormo (Kg)	Altura de la planta (cm)	Perímetro del seudotallo (cm)	Número de hojas	
				Epoca de floración	Total emitidas
0.25	0.66	4.01	59.5	10.9	40.7
0.50	1.00	3.94	58.5	11.2	40.1
0.75	1.66	3.95	58.8	11.5	40.1
1.00	2.13	3.95	59.5	11.3	39.5
1.25	2.54	3.94	59.4	11.3	39.0
1.27	3.25 <sup>1/</sup>	3.88	59.2	10.9	38.2
1.51	4.13 <sup>1/</sup>	3.95	59.6	11.4	38.2
1.95	6.29 <sup>1/</sup>	3.81	57.2	11.4	36.9
1.28 (Orejón)	1.83	3.92	59.7	11.1	39.6
1.27	5.60 <sup>2/</sup>	4.04	60.1	11.5	38.1

1/ 1,5 y 10 hojas, respectivamente

2/ Incluye el peso de los 50 cm deseudotallo

cipitación, luz y temperatura, los semilimbos permanecen abiertos, pero si se registra una etapa de sequía o días con una excesiva radiación solar y temperatura alta, los semilimbos se pliegan hacia la parte inferior reduciendo parcialmente la transpiración. En otras palabras, el modo de acción de estas bandas es similar al que desempeñan las bisagras.

### **Seudopeciolo**

Es la porción de la hoja que une la vaina con la nervadura central, formada aparentemente por una contracción gradual de la porción superior de la vaina. Esto explica el hecho de que dicha estructura sea redondeada por debajo y acanalada o cuneiforme por encima para cumplir con su función, como es la de soportar y permitir la divergencia de las láminas foliares. Posee tejidos epidérmicos ricos en celulosa, hipodérmicos lignificados y alta concentración de haces vasculares hacia la superficie externa de la porción redondeada inferior.

### **Vaina**

Esta estructura foliar tiene su origen en la túnica meristemática apical del tallo subterráneo, al cual posteriormente lo rodean tanto en los nudos de su porción subterránea como de la aérea, Figuras 10 (h) y 11. Presentan

superficies internas y externas completamente lisas y brillantes. Respecto a su forma ésta se puede relacionar con la de un trapecio regular, cuya altura y ancho de las bases inferior y superior, varían de acuerdo con la edad y el estado nutricional de la planta. En plantas recién cosechadas esta estructura en las últimas 15 hojas emitidas, registró en promedio las siguientes dimensiones: La altura o longitud puede variar de 0.7 a 4 m y el ancho superior e inferior de 9.4 a 17.0 cm y de 20.4 a 74.5 cm, respectivamente. En la Figura 14 se pueden apreciar las diferencias correspondientes a los parámetros anteriores.

Al hacer un corte transversal delseudotallo a un metro sobre la superficie del suelo, se puede apreciar que cada vaina, en cuanto a su grosor, posee la forma de media luna o sea que sus bordes son bastante delgados y su centro de mayor espesor alcanza un grosor promedio de 1.95 cm. La mayor parte de esta área corresponde a espacios aeríferos, formados por canales longitudinales separados por tabiques parenquimatosos y aerénquimatosos, en los cuales se encuentran incluidos los haces vasculares.

En la parte superior y como consecuencia de una fuerte imbricación, las vainas dan origen a una estructura erecta de forma cilíndrica denominadaseudotallo, cuya función tiene relación con el soporte del sistema foliar, el tallo aéreo y la inflorescencia. La altura que puede alcanzar al igual que su perímetro están en función de la densidad poblacional, el estado nutricional y otros factores edafoclimáticos.

Al hacer un corte transversal delseudotallo se aprecia que las vainas circundan al tallo en pares opuestos. Sin embargo, de éstas sólo los extremos del primer par presentan superposición; a partir del segundo par sólo uno de los extremos puede superponerse al otro. De acuerdo con esto, el eje de cada par se desplaza en relación con el anterior en sentido opuesto a las manecillas del reloj, así da origen a una distribución helicoidal del sistema foliar.

## **LA INFLORESCENCIA**

Esta estructura, que conduce después de determinados procesos fisiológicos a la formación del racimo, se origina a partir del ápice vegetativo, localizado en el centro de la superficie superior del tallo subterráneo. Dicho ápice, que posee la forma de una cúpula achatada, está compuesto por dos zonas meristemáticas. Una de ellas que se denomina como la túnica, constituida por una capa delgada de células superficiales mantenidas por divisiones periclinales y la segunda conocida como cuerpo, localizada debajo de la túnica, está mantenida por divisiones celulares realizadas en cualquier plano. Todo este conjunto está protegido por los primordios foliares previamente diferenciados, los cuales aparecen imbricados y en posición opuesta respecto al anterior. La diferenciación de nuevos primordios foliares cesa en el momento en que ocurre la transición de la fase vegetativa a la floral.

El tiempo que transcurre entre la siembra o la aparición del ápice de la yema vegetativa sobre la superficie del suelo y el momento en que ocurre la diferenciación floral, varía primordialmente con las condiciones edafoclimáticas y ciertas propiedades intrínsecas a la misma planta, como edad y estado nutricional, principalmente.

Sin embargo, en líneas generales se puede anotar que el momento en que sucede el proceso de diferenciación, está relacionado con la emisión de cierto número de hojas y con cambios morfológicos que experimentan las mismas durante dicho proceso. Lo anterior se comprueba mediante la realización de observaciones micro y macroscópicas secuenciales correlacionadas con el número de hojas emitidas. Estas muestran que cuando se puede apreciar a nivel microscópico la inflorescencia, la planta ha emitido el 50% ( $19 \pm 2$ ) del total de hojas ( $38 \pm 2$ ), que produce a través de su ciclo vegetativo y, que además, las hojas sufren ciertos cambios de carácter morfológico, de la siguiente manera: Hasta la emisión de la hoja  $17 \pm 1$ , la inserción de los semilimbos con la nervadura central es bastante simétrica y en consecuencia su ángulo de inserción es agudo. Por el contrario, en las hojas emitidas posteriormente, el ángulo de inserción se vuelve más obtuso con cada hoja emitida, de tal manera que la inserción de los dos semilimbos es más asimétrica, hasta el punto que uno de los dos lóbulos puede ser más redondeado e inclusive más grande que el otro. Dicha situación es más visible y marcada a partir de la hoja 22. Estas situaciones se pueden apreciar en la Figura 13.

Una vez que se ha producido la fase de diferenciación floral, se inicia el proceso de ensanchamiento y elongación de la superficie superior del tallo subterráneo. De esta manera se convierte en un tallo aéreo en cuyo ápice se encuentra la inflorescencia, que es transportada por el centro delseudotallo hacia la parte superior de la planta, formada en el vértice por las dos últimas hojas. El tiempo requerido para tal efecto es equivalente al tiempo que necesita la misma planta para emitir el 50% de las hojas restantes, diferenciadas previamente a la elongación del tallo. Su duración por lo general también tiene relación con factores edafoclimáticos. Entre estos juega un papel muy importante la precipitación y duración de los periodos de sequía.

### **Desarrollo de la inflorescencia**

A partir del momento en que se presenta la diferenciación hasta que emerge la inflorescencia en el ápice de la planta, ésta ha experimentado un aumento considerable en su tamaño, que alcanza en promedio 60 cm de longitud y 35 cm de perímetro en la zona de mayor espesor. Dicha inflorescencia, conocida comúnmente como bellota o bacota, de forma ovoide y coloración violácea, está conformada de afuera hacia adentro, por las brácteas las cuales en forma alternada cubren seis a siete nódulos de flores femeninas, pistiladas y un número variable de nódulos de flores

masculinas, estaminadas. Tanto las brácteas como las flores se encuentran insertas en forma independiente sobre una prominencia o excrecencia del eje floral.

Las brácteas, que son de forma espadiciforme u ovoide con ápice acuminado, coloración violácea y recubiertas externamente por una capa delgada de cera, aparentemente corresponden a vainas transformadas (Figura 16), dispuestas, al igual que las hojas, en forma helicoidal. En general y con excepción de la primera o las dos primeras brácteas, cada una de las subsiguientes cubre un nódulo de flores femeninas (Figura 17). El cubrimiento o función de protección dura hasta que se inicia el llenado de los ovarios femeninos, "frutos", momento en el cual y después de que su ápice ha mostrado o no un doblamiento hacia atrás, se secan y a continuación se desprenden.

Las flores femeninas están dispuestas en fascículos nodales o manos. En cuanto a los nódulos su disposición es biseriada o sea en dos líneas, con un promedio de siete a nueve flores para la línea superior o interna y dos a tres para la inferior o externa. Además, se debe tener presente que únicamente los nódulos o manos basales poseen flores femeninas, pistiladas, cuyos ovarios se transforman en frutos partenocárpicos. Las manos que se siguen desarrollando a continuación, o sea las denominadas como distales, corresponden a flores masculinas, cuyos estambres son bastante desarrollados pero cuyo ovario de tamaño reducido equivalente a 1/6 del tamaño del ovario de la flor femenina. Este, a diferencia del femenino, no muestran ningún proceso de llenado. (Figura 18).

### **Piezas florales**

Las flores que son de naturaleza bastante irregular, están constituidas por tres grupos de piezas florales, que se insertan en círculos concéntricos o verticilos, en el punto de unión del estilo con el ovario, se denominan como: Perianto, androceo y gineceo (Figura 20).

El perianto, caracterizado por no tener diferenciadas las estructuras que conforman el cáliz y la corola, está compuesto por lo general por dos verticilos, así: El verticilo exterior, que consta de un tépalo bien desarrollado de color crema con máculas violáceas, en cuyo borde superior tiene proyectados cinco lóbulos de forma cónica y coloración anaranjada. De éstos, tres se podrían considerar, por su posición, como externos ( $L_1$ ,  $L_3$ ,  $L_5$ ) y los dos restantes ( $L_2$  y  $L_4$ ), que emergen por la cara interior del tepalo hacia las bases de los lóbulos  $L_1$ -  $L_3$  y  $L_3$ - $L_5$ , como internos. En la cara exterior del tépalo también se pueden apreciar, a manera de nervaduras bien pronunciadas, las proyecciones de las aristas del ovario. En el caso del verticilo interior, éste al igual que el exterior, está formado también por un solo tépalo en forma de quilla, que además de ser sentado es libre.

El androceo, que corresponde a las estructuras masculinas, estambres y anteras, está constituido por un verticilo de cinco o seis estambres. El

sexto se puede o no generar, pero si lo hace sigue conservando su apariencia estaminoidal, pero a diferencia de los anteriores se seca y desprende rápidamente.

El gineceo o pistilo, que abarca el conjunto de órganos femeninos, consta, de arriba hacia abajo, de estigma, estilo y ovario. El estigma, que es esferoide y de gran tamaño, muestra en su superficie seis lóbulos. Por su parte el estilo, que es de forma cilíndrica, muestra hacia su base un ensanchamiento a manera de bulbo, sobre el cual también aparecen bien diferenciados los seis lóbulos que se aprecian sobre el estigma.

En cuanto al ovario, componente del pistilo que da origen al fruto, es una estructura tricarpelar de posición ínfera y forma alargada, con su lado interno cóncavo y el externo convexo. Un corte transversal en la parte media muestra que su forma, si se consideran los cortes en elementos independientes, puede variar de triangular a pentagonal, con lados cuyas dimensiones son bastante irregulares. El ovario es un elemento trilocular, con dos óvulos por lóbulo, dispuestos en forma de filas longitudinales.

De acuerdo con lo anterior y, de una manera muy específica, las flores de naturaleza femenina y masculina difieren entre sí en los siguientes aspectos: Las femeninas poseen un ovario de mayor tamaño cuya longitud excede a la del perianto, que es de 4.7 cm, en 11.4 cm. Su estilo es bien desarrollado y masivo, pero sus estambres, que carecen de anteras, están reducidos a simples estaminodios. Por el contrario, en el caso de las flores masculinas, el ovario es pequeño y puede alcanzar una longitud de 5.3 cm, excede al perianto que mide 4.9 cm, sólo en 0.4 cm. Por otra parte el estigma es pequeño y el estilo delgado, pero sus anteras son bien desarrolladas, aunque aparentemente no producen polen.

Con base en las consideraciones expuestas, la flor de la planta de plátano tipo "Dominico-hartón" mostraría el diagrama de la Figura 19, y su fórmula respecto a los elementos que conforman el perianto, el androceo y el gineceo, quedaría conformada así:

Clon "Dominico-Hartón", Musa grupo AAB, subgrupo Plátano, tipo "French" =  $P[(3)+(2)] + (1) + A(5+1) + G[(3)]$

En donde, las letras P, A y G, corresponden a: Perianto, Androceo y Gineceo, respectivamente. Además, las estructuras que registran fusión de sus componentes aparecen encerradas entre corchetes [ ] y los elementos comunes a cada verticilo entre paréntesis ( ).

### **Posición y organización del racimo**

Una vez que el ápice de la inflorescencia aparece en la parte superior de la planta, ésta se continúa desarrollando verticalmente hasta su completa emergencia del seudotallo. A continuación toma una posición horizontal, para luego tornarse péndula, por cuanto se dirige hacia abajo conservando una posición paralela al seudotallo.

El proceso anterior dura alrededor de 12 a 15 días, al cabo de los cuales las brácteas se empiezan a levantar secuencialmente y por ende a dejar descubiertas las manos compuestas por flores femeninas que cubren cada una de ellas. Al momento de levantar una bráctea los frutos que conforman cada mano se presentan *insertos al eje floral en un ángulo muy agudo*, de tal manera que su ápice aparece dirigido hacia la porción terminal de la inflorescencia. Sin embargo, dicha posición cambia con el transcurso del tiempo, tomando primero una posición horizontal o sea que en esta etapa los frutos se ubican en sentido perpendicular al eje floral, para luego dirigirse hacia arriba y asumir finalmente una posición paralela respecto al eje floral. (Figura 20).

Los cambios anteriores de posición, que se realizan por medio del doblamiento de los pedúnculos, hacen que se lleven a cabo cambios en la posición de las filas de frutos que integran cada mano, de modo que las filas que en un comienzo aparecían como internas pasan al final a ser externas y viceversa. A partir de este momento el racimo va adquiriendo su conformación definitiva, la cual pasa por la de un cilindro, llega finalmente a tomar la de un cono invertido, cuya base corresponde a la primera mano y el vértice a la sexta o séptima mano.

## DESARROLLO DEL FRUTO

En los frutos partenocárpicos su desarrollo está condicionado única y exclusivamente por la acumulación de la pulpa en la cavidad formada por las paredes internas del pericarpio. La característica anterior hace además que los lóbulos se atrofién y aparezcan inmersos en la pulpa de frutos *desarrollados a manera de diminutos puntos de color negro o pardo oscuro*.

En relación con este proceso, se debe tener presente que el desarrollo alcanzado está en función del tamaño y de la cantidad de pulpa acumulada. El tamaño del fruto empieza a incrementarse a *partir del momento* en que se levanta la bráctea y alcanza su máximo valor, tanto en longitudes externa (32.5 cm) como interna (25 cm) y perímetro (17.3 cm), entre los 4 y 4.5 meses de iniciado el proceso (Tabla 14). Se ha observado que los valores finales de la longitud y el grosor, sólo se incrementan hasta en 37 y 33%, respectivamente, en cuanto a los valores iniciales.

La cantidad de *pulpa acumulada*, según los valores consignados en la Tabla 14, se incrementa paulatinamente tanto en peso fresco como en seco, hasta alcanzar valores respectivos de 240.9 y 114.1 g. Estos valores comparados con el valor inicial registran un incremento de 18.5 y 69.2 veces, respectivamente; que en términos porcentuales equivaldrían a 1.853 y 6.915%. Sin embargo, en el caso del pericarpio no sucede lo mismo, por cuanto éste sólo registra incrementos moderados del orden de 2.2 veces para peso fresco y 5.7 veces para peso seco, que equivaldrían a 222 y 547%, respectivamente.



**Figura 20.** Emisión de la inflorescencia y proceso de orientación de las manos y frutos que conforman el racimo (ICA, C.I. El Agrado, Comitecalé Quindío y CIID (IDRC) Canadá, 1990)

TABLA 14  
**Cronología del desarrollo y llenado de los frutos (Belalcazar, Baena y Valencia, 1990)**

Días	Longitud			Peso fresco			Peso seco		
	Externa	Interna	Perímetro	Pericarpio	Pulpa	Total	Pericarpio	Pulpa	Total
	0*	19.5	16.3	11.0	55.85	13.00	68.85	4.75	1.65
15	21.8	16.5	11.5	60.05	17.50	77.55	5.75	2.35	8.10
30	23.3	18.0	12.0	72.25	25.65	97.90	8.70	4.75	13.45
45	29.0	22.0	13.3	101.20	62.35	163.55	16.95	18.70	35.65
60	27.0	20.8	14.5	103.05	112.75	215.80	18.60	41.30	59.90
75	31.0	24.5	14.9	126.35	119.65	246.00	20.65	46.40	67.05
90	30.5	25.3	16.8	145.05	172.30	218.35	23.20	74.20	97.40
105	30.3	25.3	16.8	145.60	167.20	312.80	22.65	71.30	93.95
120	32.5	23.5	16.8	123.90	241.10	365.00	25.65	91.40	117.05
135	32.0	25.0	17.3	138.85	293.65	432.50	24.15	99.90	123.35
150	31.0	22.5	16.5	124.10	240.90	365.00	27.25	114.10	141.35

\* Al levantar la bractea que cubre la primera mano

## COMPOSICION QUIMICA DEL FRUTO

Al momento de la cosecha, aproximadamente cinco meses después de la floración, 100 g de pulpa pueden estar conformados en su mayor parte por agua (66.2%) y otros componentes químicos de naturaleza orgánica e inorgánica, como hidratos de carbono (30.7%), proteínas (1.3%), grasas (0.3%), fibra (1.1%), vitaminas y ceniza (0.8%). El número de calorías alcanza un valor de 122.

Dentro de los hidratos de carbono, priman por su contenido los polisacáridos y disacáridos, cuya cantidad está relacionada directamente con los procesos de llenado y madurez fisiológica. Tocante a los polisacáridos se encuentran principalmente los almidones (23%) y la celulosa (11%), y entre los disacáridos la sacarosa (0.2 - 4.2%) y la glucosa (4%).

En lo referente a los contenidos de vitaminas, podrían considerarse frente a otros frutos comestibles como bajos a moderados, sobresaliendo entre otras el retinol (58 mcg), el ácido ascórbico (20 mg), la tiamina (0.06 mg), la riboflavina (0.04 mg) y la niacina (0.6 mg).

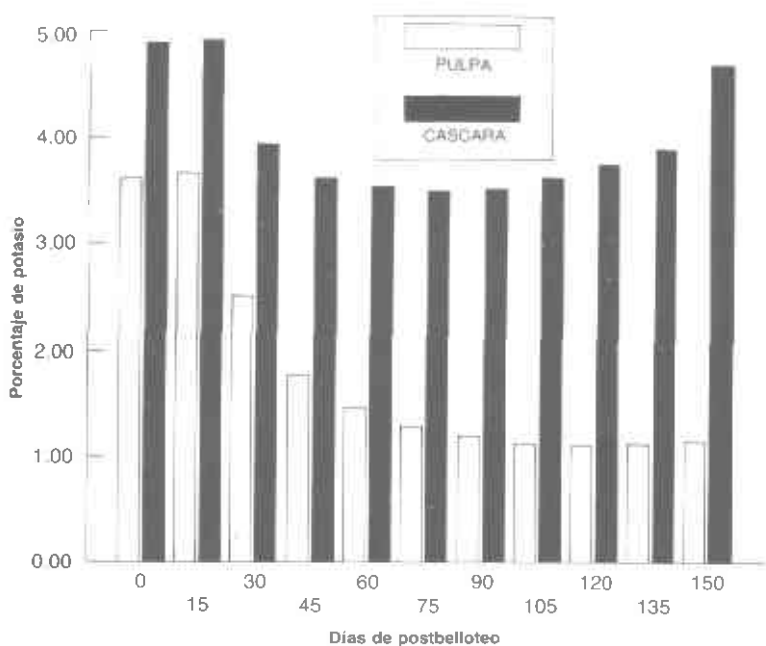
En cuanto a los componentes químicos de naturaleza inorgánica, el análisis de la ceniza muestra que el fruto contiene diferentes elementos, cuyos contenidos, al igual que en el caso de los carbohidratos, varían en una forma acorde con el proceso de llenado. Dicho análisis registra la presencia de los siguientes elementos: Azufre (0.23 - 0.04 ppm), boro (30 - 5 ppm), calcio (0.18 - 0.06%), cobre (10 - 2.4 ppm), fósforo (0.4 - 0.07%), hierro (54 - 46 ppm), magnesio (0.35 - 0.12), manganeso (3.1 - 3.5 ppm), nitrógeno (1.8 - 0.28%), potasio (3.6 - 1.1%), y zinc (40 - 2.5 ppm).

En las Figuras 21 al 26, se muestran los contenidos de seis elementos a través del proceso de llenado del fruto. En éstas también se puede apreciar que en plátano, al igual que sucede con tubérculos y cereales, el pericarpio (cáscara), registra por lo general los mayores contenidos de cada uno de los elementos considerados, el que por su escaso uso o aprovechamiento conlleva a la pérdida total de dichos nutrimentos.

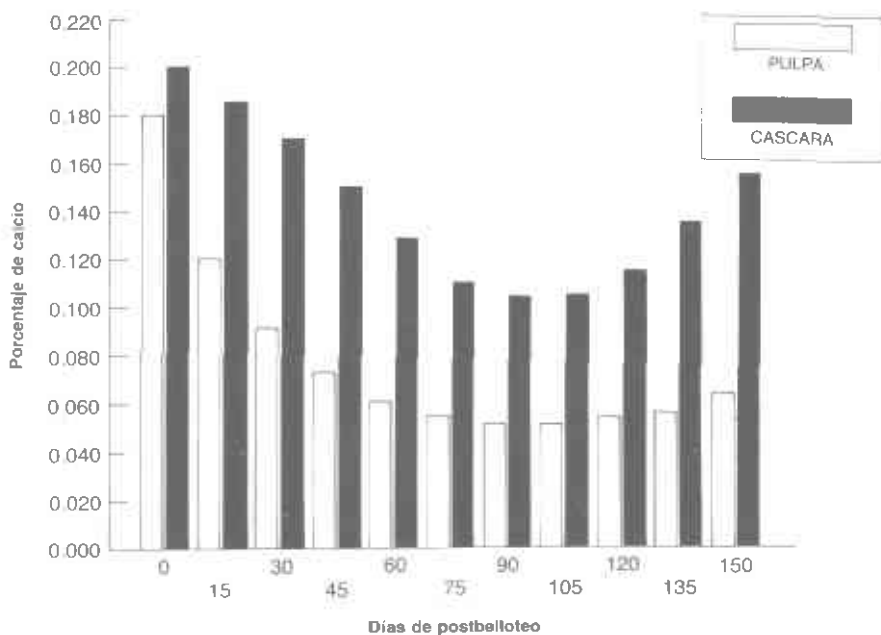
De manera particular vale la pena mencionar el hierro, ya que es práctica común en las regiones plataneras alimentar a los niños con preparaciones a base de plátano verde (viche). Según la Figura 26, la época de cosecha más apropiada para cumplir con dicho propósito sería aproximadamente a los 45 días de iniciado el llenado. En este período la pulpa presenta una buena concentración de elementos nutritivos, especialmente en hierro.

## CICLO VEGETATIVO

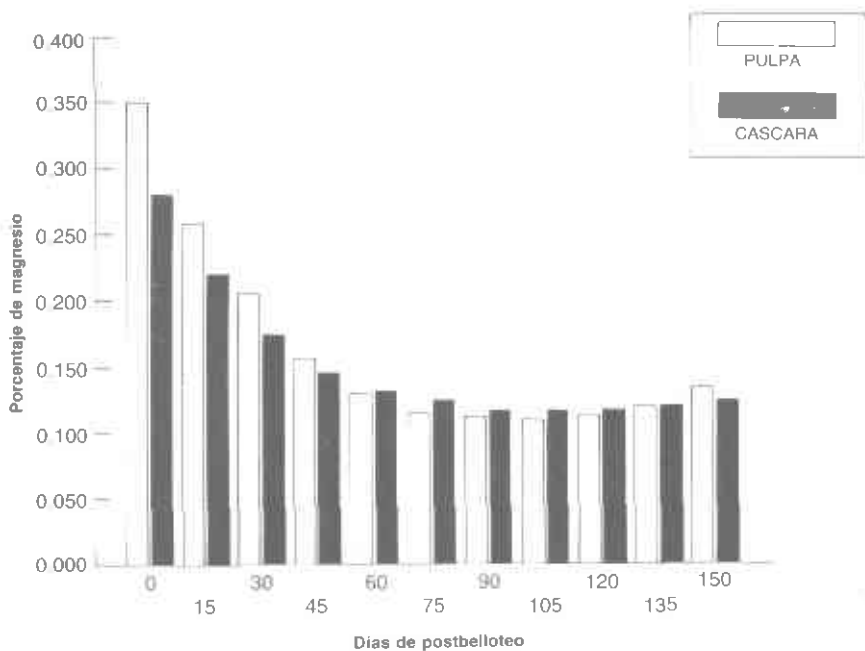
De acuerdo con las observaciones realizadas a nivel de campo, bajo las condiciones del C.I. El Agrado, Tabla 4, en el ciclo vegetativo del clon Dominico-Hartón se pueden establecer las siguientes fases: Vegetativa, reproductiva y productiva. (Figura 27).



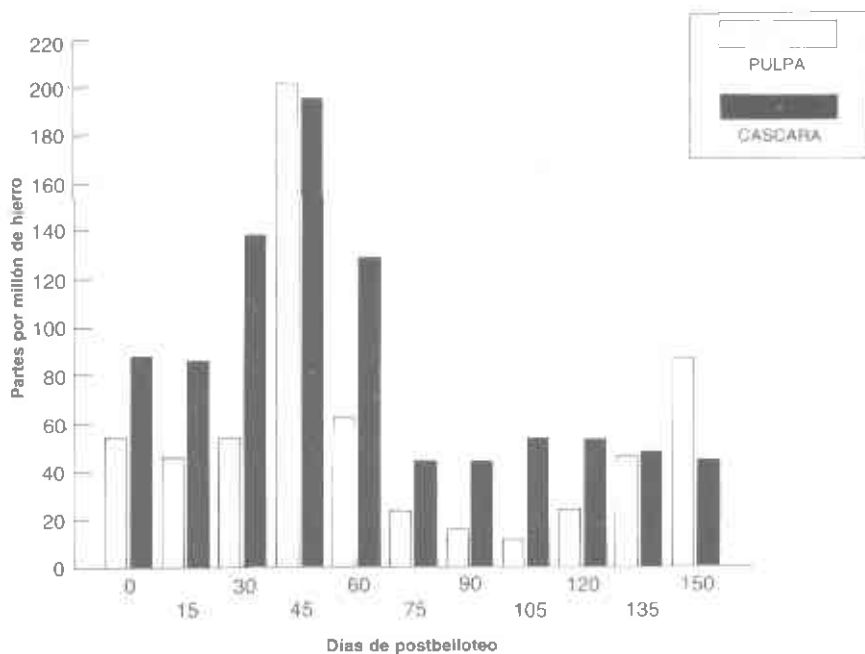
**Figura 23.** Variación del contenido de potasio durante el proceso de llenado del fruto.



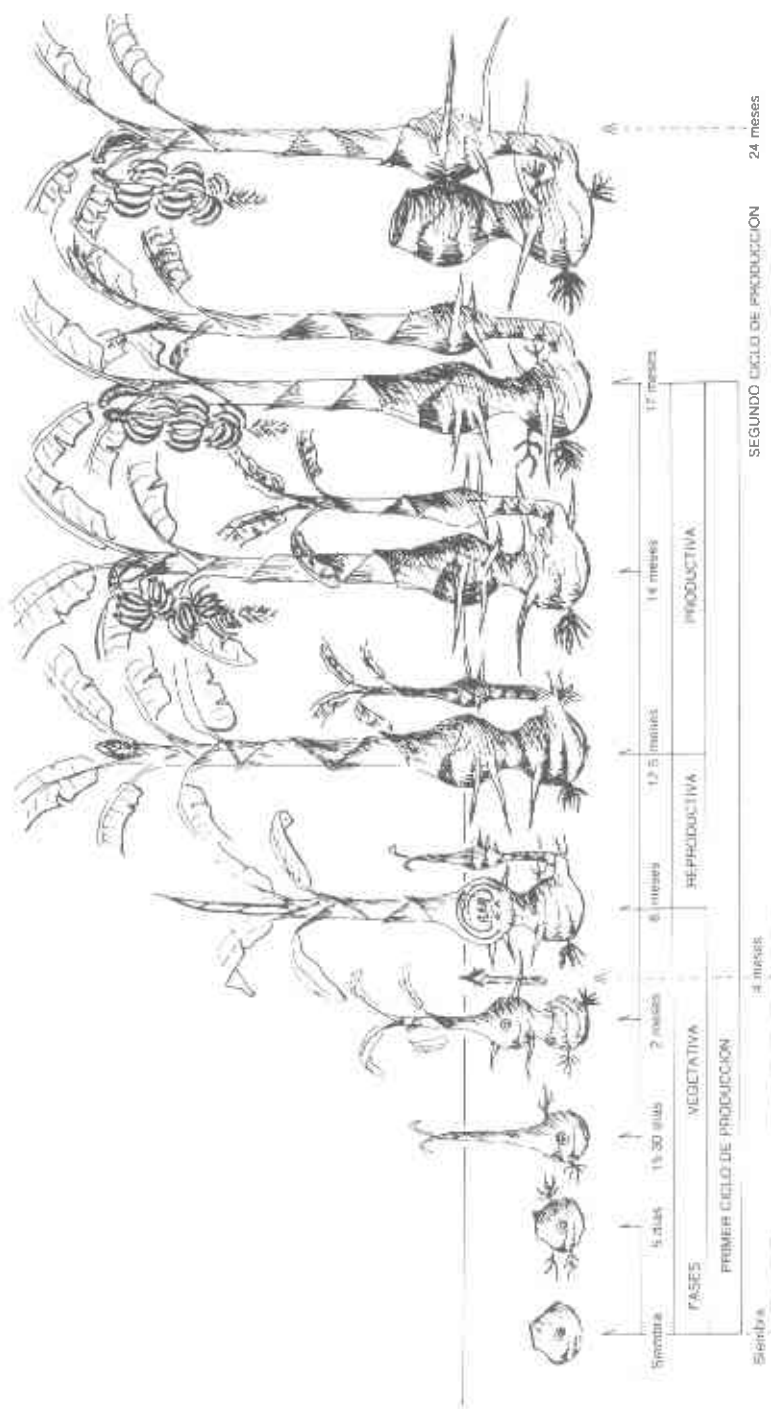
**Figura 24.** Variación del contenido de calcio durante el proceso de llenado del fruto.



**Figura 25.** Variación del contenido de magnesio durante el proceso de llenado del fruto.



**Figura 26.** Variación del contenido de hierro durante el proceso de llenado del fruto.



**Figura 27.** Diagrama del ciclo vegetativo del cion Dominican-Hartón, bajo condiciones de clima medio. (Primer y segundo ciclos de producción. (ICA, C.I. El Agrado, Comitecáf Quindío y CIID (IDRC) Canadá, 1988))

## FASE VEGETATIVA

Comprende desde el momento de la siembra hasta que se lleva a cabo la diferenciación floral. Su duración puede ser del orden de seis a siete meses aproximadamente. Para una mejor comprensión de esta fase, ella se ha dividido en tres etapas, así: Brotación, organogénesis y diferenciación floral.

### **Brotación**

Abarca desde la siembra del cormo hasta la aparición de la primera hoja sobre la superficie del suelo. Cronológicamente y dependiendo de la textura y estructura del suelo pueden transcurrir de 15 a 30 días.

### **Organogénesis**

Esta etapa tiene que ver principalmente con los parámetros de desarrollo, como: Formación del cormo superior o de la planta madre, crecimiento delseudotallo y producción de raíces y colinos.

### **Formación del cormo superior**

El cormo sembrado da origen a una planta cuyoseudotallo en un principio es de forma cilíndrica. Sin embargo, cuando han transcurrido alrededor de dos meses de la siembra, la porción superior, comprendida entre el borde superior del cormo sembrado y la superficie del suelo, empieza a ensancharse hasta tomar con el tiempo una forma redondeada. Las yaguas, como consecuencia del proceso de expansión, muestran cuarteamientos longitudinales, a través de los cuales emergen comúnmente las raíces de tipo primario.

La profundidad a la cual se inicia su formación y localización temporal del ápice vegetativo o meristemo, está gobernada aparentemente por una determinada longitud de onda de carácter lumínico o calórico. Aquí cabe suponer que una vez completado el proceso de desarrollo del cormo superior, migra hacia éste el meristemo, localizado en un principio en la zona apical del cormo sembrado.

Este hábito de crecimiento y consecuente formación del cormo superior se registra en todo tipo de suelo y a cualquier profundidad de siembra. Esta última únicamente afecta la longitud de la porción del "tallo rizomático" que une al cormo inferior con el desarrollo en la porción superior. Aquí es importante aclarar que el cormo sembrado originalmente permanece activo hasta mucho después de la cosecha de la planta a la cual dio origen.

### **Emisión de raíces**

Los estudios realizados muestran que este proceso es sumamente activo, por cuanto a los 5, 10 y 15 días de la siembra, el cormo había emitido 5, 15 y 24 raíces, respectivamente. La longitud promedia de estas últimas era de 24 cm.

Al respecto es importante aclarar, que la emisión de raíces se presenta tanto en el corno inferior como en el superior. Sin embargo, su número es menor en el corno sembrado o inferior, el cual a los seis meses alcanza a emitir un total de 102 raíces, o sea las que se habían diferenciado antes de su corte, preparación y siembra, mientras que en el superior a los diez meses de la siembra, dos meses antes de la floración, su número alcanza un valor de 267 raíces. (Tabla 10)

### **Desarrollo de colinos**

Estos, al igual que las raíces se producen también tanto en el corno inferior como en el superior. Según la Tabla 10, el mayor número de colinos desarrollados en cada uno de los cormos, inferior y superior, se registra a los 6 y 10 ó 12 meses de la siembra, respectivamente, con un valor aproximado de 10 colinos por cada uno de ellos. De acuerdo con esto, cada unidad o sitio de producción podría alcanzar durante el primer ciclo, una potencialidad productiva de aproximadamente 20 colinos.

### **Crecimiento del seudotallo**

Para el caso presente, éste registró al momento de la floración una altura de 3.67 m, con una tasa de crecimiento de 1.11 cm/día; mientras que su perímetro a un metro sobre el nivel del suelo midió 59 cm. Debe señalarse que esta información corresponde única y exclusivamente al primer ciclo de producción, ya que para ciclos subsecuentes estos valores pueden ser afectados, fuera de las condiciones ecológicas, por la densidad de siembra, principalmente. En el caso de la altura dicho valor puede incrementarse hasta en un metro y respecto al perímetro hasta en nueve centímetros.

### **Emisión de hojas**

De acuerdo con lo planteado anteriormente, la planta puede emitir durante su ciclo vegetativo alrededor de  $38 \pm 2$  hojas, las cuales son emitidas a un ritmo promedio de 9.12 días/hoja. Asumiendo una emisión de 37 hojas con un Índice Foliar (IF), de 0.80246, sus áreas foliares total y promedio serían del orden de 32.73 y 0.88 m<sup>2</sup>, respectivamente.

### **Diferenciación floral**

Esta etapa, considerada como una de las más importantes del ciclo, se realiza alrededor de los cinco a seis meses de iniciado el proceso de emisión de hojas, o sea cuando se ha emitido aproximadamente el 50% de su total,  $38 \pm 2$ . Hasta este momento el meristemo o ápice vegetativo que ha permanecido en la parte superior del corno o tallo subterráneo, recubierto o protegido por el total de hojas diferenciadas, inicia su proceso fisiológico de diferenciación, que en esencia consiste en su transformación en una yema floral, la cual dará origen posteriormente a la inflorescencia y racimo correspondiente.

Este proceso a nivel visual no sólo guarda relación con un determinado porcentaje de hojas emitidas, sino también y como ya se anotó, con los cambios morfológicos que registran los dos semilimbos de la hoja en su parte basal. (Figura 13).

### **FASE REPRODUCTIVA**

Esta fase puede ser considerada como de singular importancia, por cuanto de su correcta evolución va a depender el rendimiento, el cual está relacionado directamente con el tamaño del racimo. Está caracterizada fundamentalmente por la diferenciación y formación de flores femeninas y masculinas, las primeras de las cuales darán origen a los frutos que conformarán en primera instancia las manos y un conjunto de ellas el racimo.

Partiendo del hecho que el tamaño y la forma del racimo son factores condicionados genéticamente, el número de manos y frutos típicamente partenocárpicos oscilan para el clon Dominico-Hartón alrededor de  $7 \pm 1$  y  $50 \pm 5$ , respectivamente. Aparentemente dichos valores pueden ser influenciados por condiciones ambientales adversas y daños ocasionados a la planta en épocas críticas, como severas defoliaciones, entre otros.

### **FASE PRODUCTIVA**

Esta fase hace referencia principalmente a los parámetros de rendimiento y calidad de la producción. Se inicia al finalizar el proceso de diferenciación floral, continúa con el ascenso de esta yema hacia el ápice del seudotallo y posterior organización de la inflorescencia y llenado de los frutos que conforman el racimo, hasta finalizar con su cosecha. Todo este proceso, que también es influenciado por el medio ambiente, puede durar alrededor de diez meses.

#### **Duración del ciclo vegetativo**

Con base en la información registrada, la duración del ciclo vegetativo para un primer ciclo de producción podría ser de 16 meses aproximadamente. Sin embargo, para el segundo ciclo su duración puede incrementarse hasta en 45 meses, los cuales corresponden al período transcurrido entre la aparición del colino respectivo sobre la superficie del suelo y la emisión de una hoja cuyo limbo posea de 1.5 a 2.0 cm de ancho en su parte media. Por lo tanto, la duración del segundo ciclo y sucesivos podría ser del orden aproximado de los 21 meses.

En lo concerniente al ciclo vegetativo se debe tener presente que su duración, bien sea que se trate de un primer o segundo ciclo, puede ser influenciada por las condiciones ecológicas imperantes, las cuales pueden acelerar o retardar los procesos fisiológicos de la planta. Al respecto y para el caso del C.I. El Agrado, la duración del primer ciclo durante cinco años de observaciones ha variado entre 14.6 y 18.4 meses.



**Figura 8.** "Hartón Birracimo", variante del cjon Hartón. Característica de producción no estable.



**Figura 9.** Raíces desarrolladas a los quince días de la siembra, por un cormo de aproximadamente 4.0 kg, proveniente de una planta de 1.5 m de altura.



**Figura 12.** El apéndice, órgano foliar temporal. Es una prolongación de la nervadura central.

Hoja 10



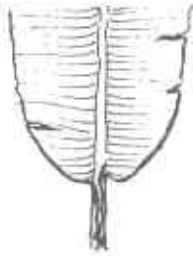
Hoja 12



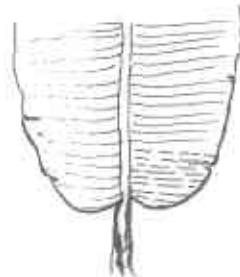
Hoja 17



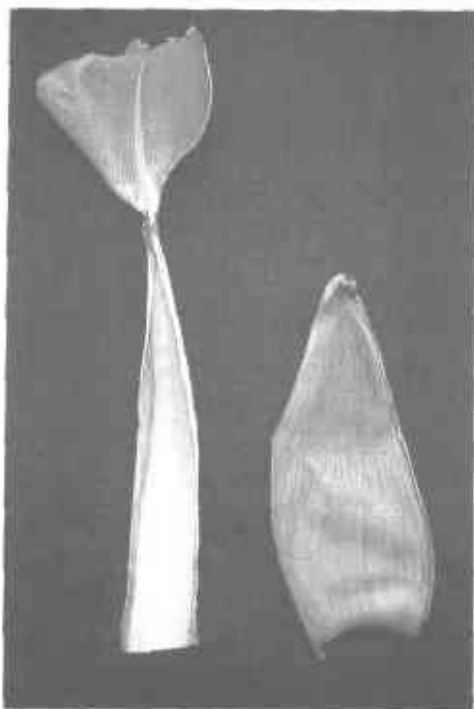
Hoja 20



Hoja 23



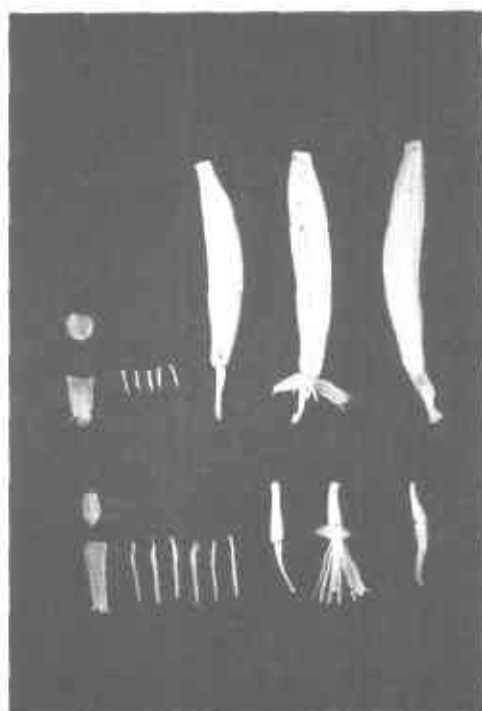
**Figura 13.** Relación entre la morfología de la hoja y el proceso de diferenciación floral.



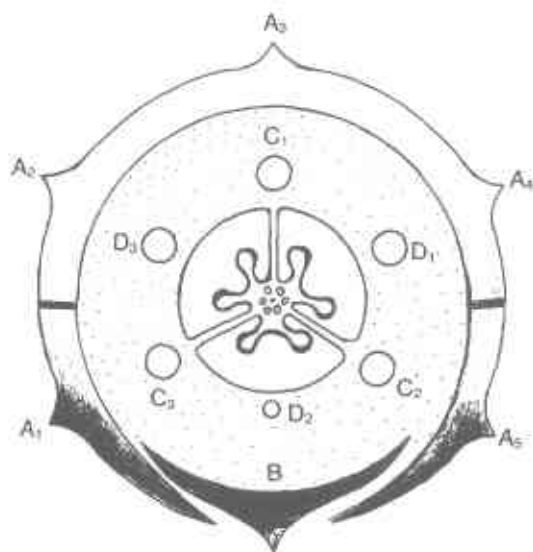
**Figura 16.** De izquierda a derecha: yagua con lámina foliar vestigial, espata que no subtiende ninguna mano y bráctea, que cubre las flores "femeninas", las cuales darán origen a los frutos.



**Figura 17.** Inflorescencia a los quince días de su emergencia, en el ápice de la planta, donde se puede observar que la primera bráctea o espata no subtiende ninguna mano.



**Figura 18.** Flores "femeninas" (inferior), y "masculinas" (superior), mostrando los diferentes órganos que las conforman.



**Figura 19.** Diagrama floral del clon *Dominico-Hartón*, con ovario infero tricarpelar. Lóbulos mayores ( $A_1$ , 3 y 5), menores ( $A_2$  y 4) y libre (B), del tépalo compuesto. Estambres de los verticilos externo ( $C_1$ , 2 y 3), interno ( $D_1$  y 3) y estaminodio ( $D_2$ ).

**CAPITULO III**

# Ecofisiología del cultivo

Sylvio Belalcázar C.  
Gerardo Cayón S..  
Jesús E. Lozada Z.

En líneas generales, el plátano se puede cultivar en todas aquellas áreas geográficas localizadas a 30° de latitud norte y sur, que reúnan las condiciones de clima y suelo favorables para su explotación. Sin embargo, para que la planta proporcione los beneficios esperados se debe tener presente que tanto el rendimiento como la calidad del mismo, no dependen únicamente de la latitud de la siembra y de las características genotípicas de una variedad o clon determinado, sino también de las interacciones entre el clon y los componentes del medio en el cual se desarrolla. De acuerdo con lo anterior, la potencialidad productiva de un cultivar está en función del clima y el suelo, que son en suma los componentes fundamentales de la ecología.

## **CLIMA**

Los factores climáticos, que a diferencia de los edáficos son inmodificables, delimitan directa o indirectamente las zonas aptas para el cultivo, puesto que sus componentes, como lo son la temperatura, la precipitación, la humedad ambiental y el brillo solar permiten el establecimiento y desarrollo del cultivo o bien afectan la incidencia o severidad del ataque de una enfermedad o plaga determinada.

## **TEMPERATURA**

Este factor, que está correlacionado con la altitud, la radiación solar y los movimientos de la atmósfera, reviste un gran interés porque influye directamente sobre los procesos respiratorios y fotosintéticos de la planta, al igual que sobre la duración de su ciclo vegetativo.

La temperatura permite establecer a escala nacional, cinco pisos térmicos, entre los cuales los denominados como medio y cálido, con temperaturas que varían de 18 a 22°C y de 22 a 38°C, respectivamente, son considerados como los mejores para la siembra de los cinco clones de plátano más conocidos. Sin embargo, desde un punto de vista de comercialización y temperatura óptima requerida, dichos clones podrían zonifi-

carse así: "Dominico" y "Dominico-Hartón" para clima medio con temperatura promedio de 22°C y "Hartón" para clima cálido con temperatura promedio de 29°C. Los clones "Cachaco" y "Pelipita", cuya utilización primordial es la de subsistencia se pueden cultivar sin problema alguno en cualquiera de los climas considerados.

### **ALTITUD**

Siempre y cuando esté comprendida entre 0 y 2000 msnm, no excluye la siembra de ninguno de los clones de plátano comestibles conocidos. Pero sí se consideran los factores relativos a producción y calidad de la cosecha, estos aspectos podrían estratificar o zonificar indirectamente su siembra, por el simple hecho de que los rendimientos se reducen con el incremento en la altitud de la siembra, a la vez que el ciclo vegetativo se prolonga. Un ejemplo lo constituye el clon "Dominico", cuyo peso promedio por racimo pasa de 35 a 10 Kg, con el aumento de la altitud de siembra de 20 a 1990 msnm, mientras que el ciclo vegetativo se incrementa de 10 a 24 meses. El fenotipo de la planta también registra alteraciones, es así como la apariencia del racimo, que a nivel del mar es de forma cilíndrica y con manos compactas, pasa a una forma de cono-truncado con manos más distanciadas entre sí y separadas del raquis.

Las consideraciones anteriores permiten establecer que, desde un punto de vista económico, todos los clones comestibles de plátano, se pueden sembrar y explotar desde el nivel del mar hasta los 1350 msnm, a excepción del "Hartón" cuyo cultivo sería hasta los 800 msnm y desde un punto de vista social, como fuente de alimento, sin ninguna excepción hasta los 2000 msnm.

### **RADIACION SOLAR**

La energía electromagnética contenida en la radiación solar es fundamental tanto para las plantas como para los demás seres vivos, pues su conversión en energía química a través de la fotosíntesis permite la producción y almacenamiento de carbohidratos para el mantenimiento de la vida en la tierra. Además, la luz ejerce influencia directa e indirecta sobre varios procesos de crecimiento y desarrollo de los vegetales, por cuanto es un hecho bien establecido que la luz controla el desarrollo de una planta independientemente de la fotosíntesis. Esta regulación luminosa del desarrollo de las plantas no depende únicamente de la presencia o ausencia de luz, sino también de la calidad de ella.

La intensidad de la luz es importante en la conversión de la energía química durante el proceso fotosintético, para algunos efectos de fotomorfogénesis y para determinar la distribución geográfica de las especies.

La calidad espectral de la luz regula el fototropismo y controla procesos cruciales como la germinación y la floración. La duración de la luz es

importante para los efectos fotoperiódicos que controlan los patrones de desarrollo de las plantas, lo cual les permite hacer uso de condiciones climáticas favorables y evitar o resistir las adversas.

Para que haya fotosíntesis es esencial la absorción de la radiación por los cloroplastos. El grado en que la radiación es utilizada depende de la concentración de la clorofila y de otros pigmentos fotosintéticamente activos. Este factor, probablemente, es el que limite el proceso fotoquímico de las hojas bajo condiciones de luz solar intensa, pues la deficiencia de clorofila siempre reduce considerablemente la tasa fotosintética.

En comunidades de plantas, la fotosíntesis se lleva a cabo en estratos acumulados de hojas que se superponen sombreándose unas a otras. De esta manera, la luz incidente es absorbida a medida que atraviesa las capas de hojas, aprovechando la mayor parte de ella. Esta situación es particularmente importante en aquellos cultivos permanentes, como en el caso del plátano, en donde las hojas inferiores, que están menos expuestas a la radiación solar, deben realizar la fotosíntesis a una tasa menor que las hojas superiores.

Las musáceas crecen y se desarrollan satisfactoriamente en condiciones de semipenumbra, lo cual las protege de algunos problemas fitosanitarios como la Sigatoka Amarilla, *M. musicola*, al prolongar el ciclo de vida del agente causal, de tal forma que los síntomas de la enfermedad sólo aparecen cuando la hoja entra en senescencia.

Las siembras comerciales de plátano a libre exposición solar y altas densidades, alteraron las condiciones naturales de la especie, aumentando los riesgos fitosanitarios y las medidas de combate necesarias para la supervivencia de las plantaciones. Un ejemplo de esto es la enfermedad denominada Raya Negra, *M. fijensis*, que ha eliminado el cultivo en diferentes áreas del país. Otro caso similar se presentó con el clon Cachaco frente a la enfermedad del "Moko", *P. solanacearum*.

En un estudio realizado por el ICA para determinar la actividad fotosintética diaria en hojas de varios clones de plátano en el Valle del Cauca y en el Quindío, se encontró que la tasa fotosintética máxima de los materiales fluctuó entre 10.06 y 26.05 mg CO<sub>2</sub> dm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> para las condiciones del C. I. Palmira, Palmira, donde la radiación fotosintéticamente activa fluctuó entre 87.65 y 355.44 W.m<sup>-2</sup>. La máxima tasa de fotosíntesis, entre los clones que recibieron exposición solar plena, correspondió al "Maritú". El "Pelipita" mostró una tasa de 10.06 mg CO<sub>2</sub> dm<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup> debido a que las plantas se encontraban en condiciones de semipenumbra, 87.65 W.m<sup>-2</sup>. (Tabla 15)

En el C.I. El Agrado, Armenia, donde los clones estaban expuestos a igual nivel de radiación solar, se observaron diferencias en la tasa fotosintética de las hojas de acuerdo con la edad, puesto que la hoja más joven

TABLA 15  
**Fotosíntesis máxima de cinco clones de plátano  
a exposición solar plena en el C.I. Palmira, Palmira.**

Clon	Hoja Nº	Tasa fotosintética (mg CO <sup>2</sup> . dm <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> )	RFA* (W.m <sup>-2</sup> )
Dominico	2	20.47	263.04
Dominico-Hartón	2	19.90	290.00
Hartón	2	21.89	301.52
Maritú	2	26.05	355.44
Pelipita	6	10.06	87.65

\* Radiación fotosintéticamente activa

**Fuente:** ICA, Secciones Investigación Básica Agrícola y Frutícolas C.I. Palmira, 1990

TABLA 16  
**Fotosíntesis máxima de cuatro clones de plátano  
a exposición solar plena en el C.I. El Agrado, Montenegro.**

Clon	RFA* (W.m <sup>-2</sup> )	Tasa fotosintética (mg CO <sup>2</sup> . dm <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup> )	
		Hoja 1	Hoja 2
Dominico	360.65	15.30	25.03
Dominico-Hartón	407.18	12.39	20.07
Pelipita	342.61	18.90	25.52
Cachaco	397.83	17.11	34.34

\* Radiación fotosintéticamente activa

**Fuente:** ICA Secciones Investigación Básica Agrícola y Frutícolas C.I. Palmira y El Agrado, 1990

completamente expandida era la menos eficiente en todos los cultivares estudiados. La mayor actividad fotosintética en la hoja uno correspondió al "Pelipita" y en la hoja tres al "Cachaco". El clon de mayor eficiencia fotosintética en esta localidad fue el "Cachaco" (Tabla 16).

En el cultivo del plátano se ha observado que las plantas que crecen en condiciones de menor intensidad de luz, no sólo prolongan su período vegetativo sino que son más altas y desarrollan mayor área foliar. Para el clon Dominico-Hartón se encontró que cuando las plantas estuvieron expuestas a radiación solar insuficiente crecieron 70 cm más, en promedio, que aquellas expuestas a radiación más intensa; así mismo la floración de esas plantas se retrasó tres meses, sin afectar significativamente los rendimientos.

## MOVIMIENTOS DE LA ATMOSFERA

Están relacionados principalmente con movimientos de masas de aire de temperaturas diferentes, que prevalecen cerca de las masas acuosas o montañosas. Su efecto se puede apreciar generalmente en las áreas de influencia del piedemonte, las cuales presentan microclimas especiales que pueden o no favorecer a la planta. Un efecto adverso a la planta pero favorable a la Sigatoka Amarilla, *M. musicola*, se registra en las vegas del río Ariari, Granada, localizadas a 500 msnm, donde las plantas cultivadas presentan los síntomas de la enfermedad en la hoja ocho o nueve, cuando normalmente a esta altitud se deberían encontrar en la hoja 15 ó 16. En estas circunstancias la producción y calidad se disminuyen por reducción del área foliar.

El viento es otro factor atmosférico de mucha importancia por sus efectos sobre el crecimiento y desarrollo de la planta. Cuando es favorable puede modificar la temperatura y distribución de las lluvias, en caso contrario su efecto adverso se relaciona principalmente con los daños que puede ocasionarle a la planta, dependiendo de su intensidad y duración.

En todas las regiones productoras uno de los daños más comunes y generalizados, es el desflecamiento o desgarre de los semilimbos, ocasionado por vientos que poseen una intensidad, según la escala de Beaufort, Tabla 17, de cuatro o más grados, equivalente a una velocidad del viento de 28.4 o más Km/h. A partir de este grado, hasta una intensidad de 6 a 49.7 Km/h, el daño, además del desgarre severo del follaje, puede conducir a la pérdida de semilimbos y doblamiento de las hojas por el seudopeciolo. (Figura 28)

De acuerdo con lo anterior, los daños ocasionados por vientos de intensidad entre cuatro y seis, se podrían considerar como parciales, puesto que afectan el área foliar, que incide directamente en el peso de los racimos y la calidad de los mismos, para cuyo llenado se requiere un nivel apropiado de superficie foliar activa entre siete y ocho metros cuadrados.

Las pérdidas catalogadas como totales que corresponden por una parte, a la pérdida de la unidad productiva por el doblamiento o resquebrajamiento del seudotallo y por otro lado, a la eliminación total de la cepa por el desenraizamiento de la misma. Estas son ocasionadas por vientos con intensidades iguales o superiores a siete grados, que equivalen a velocidades de 50 hasta 117.7 Km/h (Figura 29).

## NECESIDADES HIDRICAS

Los requerimientos hídricos dependen del clon, de la radiación solar diaria, de la densidad poblacional, de la edad del cultivo y de la superficie foliar transpirante. Por la morfología e hidratación de sus tejidos, la planta de plátano requiere suficiente cantidad de agua disponible en el suelo para el crecimiento y desarrollo normales.

TABLA 17  
Escala adaptada de Beaufort, de velocidad del viento.

Grados Beaufort	Nomenclatura	Efectos en tierra	Velocidad en km/h
0	Calm	El humo sube verticalmente	0.0-0.7
1	Ventolina	El humo se inclina	1.1-5.4
2	Flojito	Se nota el viento en la cara	5.8-11.9
3	Flojo	Se mueven las hojas de los árboles	12.2-19.4
4	Bonancible	Se levantan polvo y hojas	19.8-28.4
5	Fresquito	Se mueven las ramas pequeñas de los árboles	28.8-38.5
6	Fresco	Movimiento de las ramas grandes. Silbidos	38.9-49.7
7	Frescachón	Dificulta el andar a un peatón. Agita los árboles.	50.0-61.6
8	Duro	Desgajamiento de ramas	61.9-74.5
9	Muy duro	Daños estructurales en chimeneas y tejados	74.9-87.8
10	Temporal	Artanca árboles enteros. Graves daños estructurales	88.2-102.2
11	Borrasca	Exiguas devastaciones	102.6-117.4
12	Huracán	Efectos catastróficos	> 117.7

Fuente: Diccionario Enciclopédico Bruguera (1980)

El consumo elevado de agua del cultivo se debe a que la planta tiene una gran superficie foliar transpirante. De acuerdo con estudios adelantados en el Brasil se encontró que la transpiración a exposición solar plena es del orden de  $40 - 50 \text{ mg dm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ , debido a que los estomas están completamente abiertos. Sin embargo, la pérdida de agua es menor en las hojas inferiores que se encuentran parcialmente sombreadas. Con base en los cálculos anteriores y considerando un área foliar permanente de  $14 \text{ m}^2/\text{planta}$  en el clon Dominico-Hartón, se estima que el consumo diario sería de 26 litros si el día es soleado, 17 litros en días semicubiertos y 10 litros con días completamente nublados. En un cultivo comercial con 1500 plantas/ha y un índice de área foliar (IAF), de 2.1, los requerimientos hídricos mensuales serían del orden de 1,170, 765 y  $450 \text{ m}^3$  para días soleados, semicubiertos y nublados, respectivamente. En la práctica, alrededor de 150 mm mensuales de precipitación son suficientes para llenar las necesidades hídricas del clon mencionado.

La demanda de agua por la planta es muy variable debido a que la radiación solar y el área foliar no permanecen constantes, pues no todos los días son soleados ni la planta presenta la misma superficie foliar transpirante por períodos superiores a 7 o 10 días.

## SUELO

Si bien es cierto que por su poder de adaptación el plátano se cultiva en una gran variedad de suelos, al igual de lo que sucede con el clima, lo anterior no significa que todos los suelos sean aptos para su explotación, puesto que para que éste sea rentable y económico, el suelo como parte integral de todo ecosistema debe cumplir además de su función de apoyo y de proveer espacio vital, con determinados requisitos de carácter físico-químico indispensables para un crecimiento y desarrollo normal de la planta.

De acuerdo con esto, antes de la siembra se deben analizar dichos factores, con el fin de poder establecer si el suelo de la zona a sembrar cumple o no con los requerimientos o exigencias de la planta, en lo referente a su composición orgánica y mineral, condiciones de fertilidad, características físicas y en especial aquellas que se relacionan con el contenido, retención y movimiento del agua y del aire.

## FACTORES FISICOS

Las propiedades físicas, caracterizadas por su difícil modificación, revisten un interés muy especial por cuanto involucran aspectos que condicionan la siembra y explotación rentable de una especie vegetal determinada. Para la planta tienen una gran importancia dichas propiedades al igual que el estado físico y las proporciones de sus tres componentes,

sólidos, líquidos y gaseosos, de los cuales depende en gran parte su supervivencia y productividad.

### **Porosidad**

Es tan importante como el suelo mismo, por cuanto en los espacios existentes entre las partículas sólidas que conforman el suelo, se encuentran en estado sólido, líquido o gaseoso todas aquellas sustancias indispensables para la nutrición de la planta. Además, únicamente dichos espacios hacen posible que las raíces penetren en el suelo y extraigan los elementos indispensables para los procesos fisiológicos de la planta.

Respecto a esta propiedad, también se debe tener presente que un espacio de poro muy grande, como los de la arena gruesa, no es más apropiado para el desarrollo de una planta que un espacio de poro muy pequeño como los de la arcilla pesada. Esto se debe al hecho de que el tamaño es factor condicionante de la capilaridad del agua del suelo.

### **Capilaridad**

Este término se refiere al comportamiento de los líquidos en los espacios porosos, los cuales pueden ascender en contra de la acción de la gravedad por el efecto de la tensión superficial. En relación con este aspecto se ha determinado que entre más fino sea el espacio del poro, tanto mayor será la altura que alcance el líquido así como el poder de retención. Lo anterior comprueba que suelos arcillosos, con espacios muy pequeños, retienen más agua que los arenosos, cuyos espacios de poro son más grandes y permiten por lo tanto un escurrimiento más rápido.

Para las plantas, este fenómeno tiene una importancia considerable, por el hecho de que al impedir el escurrimiento del agua hacia la capa freática se está evitando no sólo la pérdida del agua sino también de los nutrientes disueltos en ella. Otra de sus grandes ventajas es la de mantener al suelo permanentemente escurrido y por lo tanto más fácil de cultivar.

### **Textura y estructura**

Estas propiedades, que como se anotó son de difícil modificación, están dadas por el tamaño y la forma de agregación o granulación de las partículas individuales que conforman el suelo. Tal vez pueden ser consideradas como las características físicas esenciales para el establecimiento y desarrollo de la planta, ya que de ellas depende el intercambio de iones y libre movimiento del agua y el aire por los espacios de poro.

Teniendo en cuenta que, tanto por el hábito de crecimiento del tallo como por la emisión y desarrollo de su sistema radicular, la mayor concentración y cantidad de raíces se presenta en los primeros 20 a 40 cm de profundidad, la cual puede abarcar o no los horizontes A y B. Es necesario

que la textura del suelo que conforma dicha capa corresponda preferiblemente a un tipo franco, en el que se conjuguen, casi en iguales proporciones, las propiedades ligeras y pesadas de las arenas, el limo y las arcillas. En este sentido las combinaciones más apropiadas podrían estar relacionadas con las siguientes texturas: Franco-arenosa muy fina y fina, franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa, franco-arcillo-arenosa y franco-limosa. Estas texturas generalmente se caracterizan porque facilitan la penetración y desarrollo del sistema radical, tienen buena aireación y contenido de materiales y además buena infiltración y retención del agua.

En el caso de los suelos con textura arenosa o arcillosa, se tiene el inconveniente de que en los arenosos, por su naturaleza de partículas más gruesas, se afecta severamente la retención de agua y se acelera la deficiencia de dicho elemento, al igual que la pérdida de sustancias nutritivas por efecto del lavado. En esta clase de suelos, el desarrollo de las raíces no se afecta, lo cual sí ocurre en los de textura arcillosa, que aunque no registran el fenómeno de lavado sí presentan el problema de la destrucción del sistema radical por un efecto indirecto de la humedad excesiva, lo cual ocasiona la pérdida de la permeabilidad selectiva de las paredes celulares de la raíz.

En lo concerniente a la estructura requerida, el suelo, que constituye la capa superficial (A) y subsuelo superior (B) debe corresponder preferiblemente a un tipo esferoidal, bien granular o bien migajoso con un grado de intensidad de agregación bastante fuerte y estable, para afrontar la acción de las lluvias excesivas o ante su carencia, para evitar el secamiento rápido de su superficie.

De acuerdo con lo anterior, esa capa, caracterizada por una gran actividad radical, debe carecer de estratos endurecidos, piedras grandes o gravas que impidan el desarrollo normal y exploración de la misma por las raíces, las cuales son bastante sensibles a la presencia de cualquier clase de obstáculo.

Otros factores físicos, como el nivel freático, arcillas impermeables o capas de arena, que alteran la profundidad efectiva y la permeabilidad, deben estar ausentes en los primeros 150 cm del perfil del suelo, para facilitar el desarrollo normal de la planta.

La permeabilidad está relacionada con la textura y estructura y debe ser de tendencia media, de tal manera que el valor de penetración del frente húmedo sea de un orden aproximado de los 20 cm/h. Si la permeabilidad es relativamente alta, son mayores en consecuencia los requerimientos de agua, lo cual ocasiona una pérdida excesiva de nutrimentos por efecto de lixiviación. En caso contrario, si ésta es demasiado baja, se pueden presentar daños en el sistema radicular por asfixia cuya magnitud depende del tiempo que dure el suelo bajo condiciones de saturación excesiva o bien sometido a inundación.

## FACTORES QUIMICOS

Las características químicas de un suelo hacen referencia primordialmente a la clase de reacción o pH, a su capacidad de intercambio catiónico (CIC) y por último al contenido y disponibilidad de elementos nutritivos, los cuales en forma integral determinan el estado de su fertilidad.

### Reacción del suelo (pH)

La importancia de este factor, está asociado con la presencia de hidrógeno y aluminio en formas intercambiables y solubles. La magnitud de sus efectos directos e indirectos sobre los procesos metabólicos de la planta dependen del valor de su reacción, la cual influye, entre otros aspectos, sobre la mineralización de la materia orgánica, la solubilidad y disponibilidad de nutrientes asimilables, concentración de iones y la capacidad de intercambio de cationes entre el suelo y las raíces.

La intensidad de la acidez o de la alcalinidad del suelo se expresa en términos de pH. Para fines prácticos, suelos con pH menor a 5.6, se consideran ácidos; suelos con pH entre 5.6 y 7.3, se consideran neutros y suelos con pH superior a 7.3, son alcalinos.

Al respecto, tanto los suelos ácidos como los alcalinos presentan problemas para el agricultor, ya que si no registran deficiencias de algún elemento, pueden presentar toxicidad por otro elemento. En líneas generales los suelos neutros, pH entre 5.6 y 7.3 son ideales para la mayoría de los cultivos, debido a que estos no presentan condiciones extremas que afecten la aprovechabilidad de los nutrientes. En general en estos suelos las deficiencias más comunes son las de nitrógeno y potasio.

En cuanto a este importante factor químico, la planta de plátano muestra un rango de adaptación bastante amplio, razón por la cual se puede cultivar tanto en suelos muy ácidos con pH de 4.0, como en alcalinos 8.0. Sin embargo, su mejor comportamiento productivo se registra en pH de 6.0 a 7.0, debido a que en este rango es donde se muestra el mejor equilibrio entre los agentes químicos y biológicos, y se presenta además la máxima disponibilidad y aprovechabilidad de los nutrimentos.

Las siembras realizadas en suelos ácidos presentan problemas ocasionados por deficiencia en fósforo, magnesio, boro, calcio, e inclusive molibdeno, fuera de toxicidad por manganeso, hierro y aluminio. Cuando se trata de siembras en suelos alcalinos, se afrontan problemas relacionados con deficiencias de zinc, hierro, manganeso, boro, formación de fosfatos insolubles no aprovechables para la planta y posible exceso de sodio.

### Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Esta propiedad tiene relación estrecha con la capacidad de retención de nutrientes por el suelo y el equilibrio químico de los nutrimentos en

solución. La fracción coloidal del suelo representada por la materia orgánica junto con el contenido y tipo de arcilla, son los constituyentes responsables de la CIC. En general a mayor contenido de arcilla y materia orgánica mayor es el valor del CIC. Entre los minerales arcillosos existen diferencias en su CIC, siendo los de relación 2:1 los que mayores valores registran. En la Tabla 18 se muestra una escala de CIC basada en la textura.

TABLA 18  
**Capacidad de Intercambio Catiónico CIC  
promedia de los suelos con base en la textura.**

Textura	Límites meq/100 g
Pesados (arcillosos)	25-50
Medianos (francos y limosos)	10-30
Livianos (arenosos)	5-15
Suelos orgánicos (>20% M.O.)	50

**Fuente** ICA, Programa Suelos, Seminario Taller sobre Suelos, 1987.

## Fertilidad

Para el crecimiento y desarrollo normal de la planta de plátano, al igual que para otras especies cultivadas, se necesita que el suelo que las soporta posea ciertas sustancias nutritivas cuyos elementos integrantes, además de estar disponibles oportunamente en cantidades óptimas, debén estar bien balanceados para obtener los rendimientos máximos.

Considerando que la productividad de una explotación guarda una estrecha relación con la fertilidad del suelo, éste no sólo debe estar en capacidad de cubrir las exigencias del cultivo, sino que debe poseer además la capacidad de reposición que le permita restituir en una forma parcial no sólo las cantidades extraídas por la planta, sino también las pérdidas por efecto de lixiviación o lavado. Dicha restitución se lleva a efecto en la medida en que el suelo posea entre sus componentes minerales y orgánicos, fuentes de reserva portadoras de nutrimentos, las cuales por acción de agentes químicos, físicos y biológicos sean liberadas a formas aprovechables para los cultivos. Si ésto no se presenta naturalmente, se deben suministrar a la planta los nutrimentos requeridos a partir de fuentes artificiales químicas y orgánicas.

De manera general, cualquier clase de planta de importancia económica necesita 16 elementos nutritivos, los cuales, con base en las cantidades requeridas, se han catalogado como elementos mayores: nitrógeno, fósforo, potasio, carbono, oxígeno e hidrógeno; menores boro, cobre, hierro, magnesio, zinc, molibdeno y cloro, y secundarios calcio, manganeso y

azufre. Su contenido en las diferentes regiones agroecológicas del país es variable, acorde con la heterogeneidad de suelos y climas de las zonas en donde se cultiva el plátano.

Por considerarlo de especial interés, a continuación se exponen algunas generalidades sobre su naturaleza, acción en el suelo y factores relacionados con su aprovechamiento.

### **Carbono**

Su fuente es el anhídrido carbónico del aire del cual las plantas lo asimilan a través de sus hojas. En consecuencia su cantidad es ilimitada.

### **Oxígeno**

Las plantas toman del aire sólo una pequeña porción, debido a que la mayor cantidad proviene del agua de donde es extraído por el sistema radicular.

### **Hidrógeno**

La planta lo obtiene directamente del agua.

### **Nitrógeno**

Este elemento, junto con el fósforo y el potasio, ocupan un lugar muy especial en lo relativo a la fertilidad del suelo. Estos son los "tres grandes" elementos de la nutrición vegetal.

Respecto al nitrógeno se puede decir que en general la mayoría de las áreas cultivadas con plátano, muestran contenidos bastante pobres de materia orgánica. Por lo general, estos suelos reflejan contenidos bajos de nitrógeno, por lo tanto se hace indispensable su corrección mediante la adición periódica de fuentes nitrogenadas de carácter mineral u orgánico.

La materia orgánica del suelo es la fuente principal del nitrógeno del suelo; aproximadamente el 85% del nitrógeno total proviene de este componente. Sin embargo, sólo del 5 al 10% del nitrógeno total se encuentra en formas inorgánicas de amonio, nitrato o nitrito, que son las asimilables por los cultivos.

La concentración de las formas inorgánicas en el suelo, depende en gran parte de la intensidad de mineralización de la materia orgánica. Este proceso bioquímico es más activo en climas cálidos que en los fríos, dado que existe una relación inversa entre la mineralización de la materia orgánica y la temperatura. La temperatura es uno de los factores que determinan la conservación de la materia orgánica en pisos térmicos fríos y consecuentemente la mayor acumulación de nitrógeno orgánico en el suelo. Al res-

pecto, el contenido de nitrógeno total aumenta de dos a tres veces por cada 10°C de descenso en la temperatura media anual.

Las pérdidas de nitrógeno inorgánico, bajo condiciones de campo se pueden atribuir principalmente al proceso de extracción natural (1.5 al 5%) y al lavado. En un menor grado a los efectos de fijación, volatilización y utilización por microorganismos.

## **Fósforo**

El contenido de este elemento, en las diferentes áreas cultivadas con plátano, puede variar de 10 a 40 ppm. Esto se debe al hecho de ser extraído en cantidades pequeñas y además por su baja movilidad hacia horizontes más profundos, lo cual permite hacer un buen uso de sus reservas. Sin embargo, en suelos de origen volcánico como los de la zona central cafetera y en suelos muy evolucionados de los órdenes Ultisol y Oxisol como las de Orinoquia y Amazonia, existen problemas críticos de baja disponibilidad de fósforo debido al fenómeno de fijación y formación de componentes insolubles con materiales alofánicos y sesquióxidos de hierro y aluminio.

Debido a las consideraciones anteriores y a la baja movilidad del fósforo en el suelo, su pérdida por lavado o lixiviación tiene poca importancia. Por lo tanto, las pérdidas mayores corresponden por una parte al proceso de extracción natural y por otra, tal vez la más perjudicial, al fenómeno de erosión de las capas superficiales del suelo.

## **Potasio**

Tocante a este elemento su contenido varía en cada región geográfica y en cada una de ellas según el suelo, se pueden encontrar contenidos desde 0.2 meq/100 g o menos de suelo, Orinoquia y Amazonia, hasta 1.0 o más meq/100 g de suelo, zona central cafetera.

Este macronutriente requiere un buen balance, principalmente con el nitrógeno, el fósforo y el magnesio, puesto que en exceso puede bloquear o inhibir la acción de dichos elementos. En la mayoría de los suelos de la zona cafetera, que por lo general registran altos contenidos de potasio, es factible que el exceso de este nutriente inhiba la absorción del magnesio, principalmente en situaciones de baja disponibilidad de este elemento.

La fracción aprovechable de potasio para las plantas, está constituida por la que esté presente en la fase intercambiable y en la solución del suelo. Estas dos formas representan entre 1 y 2% del potasio total del suelo. La baja proporción del potasio aprovechable respecto al potasio total implica que para una adecuada disponibilidad permanente de este nutriente es fundamental que en el suelo se efectúen procesos de resti-

tución y conversión de potasio no aprovechable a formas disponibles y utilizables por los cultivos.

El proceso de restitución de potasio aprovechable es importante considerarlo en suelos que presentan minerales ricos en potasio, como los denominados de cenizas volcánicas, zona cafetera, mientras que en suelos muy evolucionados, Orinoquia y Amazonia, que son pobres en minerales portadores de potasio es prácticamente insignificante.

Este elemento, al igual que el nitrógeno en su forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), puede ser fijado entre láminas de algunas arcillas en relación de 2:1, volviéndose no disponible temporalmente. Sin embargo, este fenómeno se debe considerar como un "atrapamiento" de protección del potasio contra posibles pérdidas por lixiviación y aun de protección temporal contra la remoción por el cultivo.

Los agentes principales de agotamiento del potasio del suelo son la remoción por los cultivos, la erosión y lavado. Este último proceso es más intenso en regiones con alto régimen de lluvias, cuyos suelos además de ser ácidos poseen una baja capacidad de intercambio catiónico.

## **Calcio**

El contenido total puede oscilar entre 0,1 y 2% para suelos no calcáreos y en caso contrario hasta un 25%. La aprovechabilidad de este elemento por las plantas está afectada, entre otros aspectos, por el pH del suelo, la saturación de calcio respecto a la CIC y su cantidad como elemento intercambiable. En tal sentido, las formas aprovechables por las plantas corresponden tanto al calcio activo e inactivo como a los estados solubles e intercambiables. Las cantidades de esta última forma pueden oscilar entre 1.0 y 50 meq/100 g de suelo.

Usualmente la adición de enmiendas de carácter básico que contengan calcio, como cal agrícola, cal viva, cal apagada y dolomítica, están orientadas a corregir problemas de acidez, neutralizar excesos de aluminio y suministrar calcio como elemento.

Las pérdidas de calcio, además de la relacionada con la extracción de la planta, corresponden al lavado y a la erosión del suelo.

## **Magnesio**

En cuanto a este nutrimento, la fracción aprovechable para los cultivos proviene de las fases de solución e intercambiable del suelo. Los bajos contenidos de magnesio aprovechable, al igual que el calcio y el potasio son característicos de suelos altamente meteorizados como los Oxisoles y Ultisoles, suelos arenosos ácidos de regiones húmedas y suelos orgánicos fuertemente ácidos. Además es corriente encontrar deficiencias de calcio y magnesio en suelos derivados de materiales parentales pobres

en minerales ferromagnesianos y en suelos derivados de ceniza volcánica con baja saturación de bases, Dystrandep. Sin embargo, la mayoría de los suelos aptos para el cultivo del plátano en Colombia, poseen contenidos de magnesio aprovechable para obtener como mínimo una cosecha

Algunas prácticas de manejo que pueden agravar o alterar la deficiencia de magnesio son:

- La fertilización intensiva y continua con potasio, la cual genera o agrava la deficiencia de magnesio al desbalancear la relación Mg/K y en consecuencia inhibir la absorción del magnesio.
- La presencia de concentraciones altas de hidrógeno cambiante y en la solución del suelo, pH muy ácido, agrava la deficiencia de magnesio.
- El sobreencalamiento puede provocar o agravar la deficiencia de magnesio al desbalancear la relación Ca/Mg. Este efecto se puede suprimir fertilizando simultáneamente con magnesio.

Una buena relación Ca/Mg debe registrar una saturación del 65% de calcio y del 10% de magnesio, respecto a la CIC. Conceptualmente se ha considerado que una relación ideal Ca:Mg:K debe registrar contenidos respectivos de 2-3:1:0.25. Sin embargo, es de esperarse que cada especie vegetal, dependiendo de sus requerimientos en nutrición, tenga exigencias específicas respecto al balance que debe existir en el suelo para estos tres elementos mayores.

Las pérdidas de magnesio, fuera de las relacionadas con la extracción por las plantas, son debidas en su mayor parte a su alta solubilidad, a la lixiviación o lavado, principalmente en suelos arenosos con precipitaciones altas.

Entre los elementos nutritivos restantes se anotan algunos aspectos relacionados con el azufre, el boro y el zinc.

## **Azufre**

Es un elemento de naturaleza tanto orgánica como mineral. En suelos de la zona templada la mayor parte del azufre se encuentra en formas orgánicas, lo cual no se presenta en suelos tropicales en donde el azufre-orgánico puede representar entre 5 y 8% del azufre-total. El azufre mineral se encuentra principalmente como sulfuros y sulfatos y las formas orgánicas son sulfoproteínas, metionina, péptidos y tiocianatos.

La planta absorbe la mayoría del azufre en forma de sulfato ( $\text{SO}_4$ ), que proviene de la mineralización de la materia orgánica o de la oxidación de minerales en forma de sulfuros y de anhídrido sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ) de la atmósfera. Por lo general los sulfatos representan menos del 10% del azufre-total del suelo y pueden estar en la solución, o ser absorbidos por la superficie de ciertos minerales arcillosos tales como la caolinita, los óxidos de hierro

y aluminio, y la alofana. La absorción de sulfatos tiene más interés en suelos de pH inferior a 5.5 y una importancia doble para la planta, puesto que es fuente de azufre-disponible y además retarda o disminuye la pérdida de azufre por lixiviación.

Las deficiencias de azufre se presentan generalmente en suelos tropicales con muy bajos contenidos de materia orgánica o aun en suelos con contenido adecuado de materia orgánica pero con procesos de mineralización restringidos. Esta es la causa de las deficiencias frecuentes de este elemento en suelos derivados de ceniza volcánica, en los que la materia orgánica forma complejos muy estables con la alofana, lo cual se manifiesta por un retraso en la mineralización de materiales orgánicos, entre ellos el azufre orgánico.

También ha contribuido a incrementar su deficiencia el uso de fertilizantes nitrogenados y fosforados, que tienen bajos contenidos de azufre, así como la incorporación de materiales orgánicos con bajo contenido de azufre-orgánico y ricos en carbono, lo cual contribuye a acentuar el proceso de inmovilización de los sulfatos generados. Además de lo anterior, en muchas áreas del trópico se pueden generar deficiencias del azufre luego de un intenso período de explotación. Los factores que contribuyen a que esto se presente, son: remoción por cosechas y pérdidas por volatilización, erosión, lavado, uso y manejo de los fertilizantes.

## **Boro**

El contenido de este elemento oscila, en la mayoría de los suelos, entre 4 y 100 ppm. En el suelo se encuentra combinado con el oxígeno formando el anión borato, el cual presenta una alta movilidad que evita su pérdida por lixiviación.

Las dos fuentes importantes de boro del suelo son los minerales de estructura cristalina, entre ellos la turmalina y la materia orgánica. En la medida en que estén ausentes estos dos componentes, es probable que se acentúe la deficiencia de este nutriente para los cultivos. Aparte de estos factores, la deficiencia de boro se presenta o agrava en suelos con alto contenido de calcio o de potasio, en suelos arenosos y en suelos con habilidad para fijar, como los muy ácidos con hidróxido y óxidos de hierro y aluminio alto y los que presentan arcillas con estructura micácea. También el secamiento del suelo durante períodos prolongados de sequía aumenta la deficiencia de boro.

## **Zinc**

En relación con el zinc, su contenido total en el suelo puede variar de 10 a 300 ppm. Sin embargo, su disponibilidad puede ser afectada en forma sensible, por un pH de carácter básico, altos contenidos de fósforo

y materia orgánica y también por el hecho de que es absorbido y retenido por las arcillas.

Las investigaciones realizadas en el país sobre elementos menores han demostrado que la mayoría de los suelos de diferentes zonas agroecológicas tienden a presentar niveles bajos de boro y zinc disponibles



**Figura 28.** Planta que presenta en sus hojas el daño ('desllecamiento') ocasionado por el viento



**Figura 29.** Volcamiento de plantas producido por vientos "huracanados"

**CAPITULO IV**

# Establecimiento del cultivo

Sylvio Belalcázar C.  
Jorge A. Valencia M.  
Jesús E. Lozada Z.  
Julio César Toro

Para que la explotación del cultivo sea lo más rentable posible, se deben en primera instancia considerar, analizar y finalmente programar una serie de labores. Entre éstas las relacionadas con el clima y el suelo, como temperatura, precipitación, textura, estructura, entre otras, que son inmodificables y por lo tanto carentes de cualquier clase de control humano; mientras que otras como la selección de la variedad, el sistema junto con la época y densidad de siembra y la realización de determinadas prácticas de manejo, como fertilización, eliminación de colinos y hojas secas, destronque, control de malezas, plagas y enfermedades, son controlables y por consiguiente susceptibles a programación, lo cual posibilita que una plantación brinde los mayores beneficios económicos.

De acuerdo con lo anterior y por la preponderancia que tiene el manejo de los diferentes factores de producción sobre la productividad y rentabilidad del cultivo, se analizará en el presente capítulo el papel que desempeñan sus efectos individuales o su combinación, en asocio con sus interacciones sobre los rendimientos y la calidad de la producción.

## **SELECCION DEL TERRENO**

Este factor, considerado sin duda alguna como uno de los más importantes generalmente recibe poca atención, lo cual no concuerda con su importancia ni con el hecho de que el plátano es considerado comúnmente como un cultivo de naturaleza perenne, lo que implica que además de requerir grandes inversiones iniciales, hace que su modalidad de explotación dificulte, en grado sumo, corregir cualquier error cometido durante el proceso de la siembra. Es en el aspecto relativo a la selección del terreno en donde se cometen los errores más comunes.

Por la importancia que amerita la selección del terreno, éste se debe considerar y analizar tanto por sus características edáficas como por su topografía. El primer aspecto guarda una relación muy estrecha con la producción y la calidad de la misma, pero principalmente con la vida útil

de las plantaciones, mientras que el segundo factor tiene una relación primordial con la mecanización de ciertas prácticas de manejo, el control de problemas fitosanitarios y la prevención de la erosión del suelo.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores y en lo que a la topografía se refiere, lo ideal sería que las explotaciones se pudiesen establecer preferiblemente en terrenos planos, o en su defecto, en aquellos con pendientes no mayores del 4%.

## PREPARACION DEL TERRENO

En el caso del cultivo del plátano, a diferencia de lo que se presenta en cultivos de carácter semestral o anual, la clase y la programación de labores a ejecutar guardan una relación muy estrecha no sólo con la topografía del terreno sino también con su estado actual y el sistema de explotación planificado.

La situación topográfica junto con ciertas propiedades físicas del suelo, como textura y estructura, condicionan el empleo de la maquinaria agrícola. Si los suelos son de textura liviana y a la vez con pendientes superiores al 4%, su uso se debe reducir al mínimo y si es posible no recurrir a su empleo, sino a labranzas mínimas indispensables, utilizando para ello herramientas manuales que ocasionen al suelo el menor daño posible. El uso de maquinaria en terrenos bastante inclinados acelera, según su pendiente, el proceso de erosión del suelo.

Otro factor que condiciona la clase e intensidad de la labor a realizar es el estado del terreno, si éste corresponde a un suelo acabado de explotar o sea en barbecho, o si por el contrario corresponde a suelos sembrados con pastos o bosques naturales. En el caso de barbechos y pastos, la preparación debe reducirse, si es necesario, a una labranza mínima, pero lo más aconsejable es proceder a su destrucción mediante métodos manuales o químicos.

Cuando se trata de bosques, aspecto bastante común en zonas de colonización, la labor de preparación se reduce a la tala y quema del bosque. La siembra se practica antes o después de una cosecha de maíz. A pesar de que esta es una práctica comúnmente empleada por los colonizadores, carece de toda técnica y por tanto no es recomendable desde ningún punto de vista, pues atenta no sólo contra el equilibrio ecológico de una región geográfica en particular sino del país en general.

En relación con el sistema de explotación a llevar a efecto, la magnitud de las labores de preparación depende de si la explotación corresponde al sistema de monocultivo o bien al de siembra en asocio con especies de ciclo vegetativo corto, como maíz, frijol, yuca o tomate. Para el primer caso, o sea como monocultivo, dichas labores deben ser mínimas o sea

semejantes al caso de barbechos o rastrojos, mientras que para el caso de asociados dichas labores deben corresponder, en lo posible, a labranzas mínimas acordes con el cultivo o especie en asocio. El empleo de una preparación convencional consistente en una arada, dos rastrilladas y una nivelada es lo recomendado.

## TRAZADO

Esta labor consiste en marcar los sitios que serán ocupados por las respectivas unidades de producción. Teniendo en cuenta que éstas permanecen durante varios años sin la oportunidad de hacer correcciones, es necesario que esta labor se programe, analice y ejecute con la mayor precisión posible.

Existen varios trazados o sistemas de siembra, los cuales en líneas generales corresponden a: Cuadro, rectángulo, triángulo y líneas paralelas simples o dobles.

El trazado en cuadro es un sistema que visto técnicamente, sólo se puede utilizar en terrenos planos o con pendientes no superiores al 4%. Este es un método que no ayuda a proteger el terreno de la erosión, debido a que el agua lluvia puede correr sin obstáculo alguno por entre las calles, arrastrando consigo la capa vegetal. Este además, no favorece la implantación de prácticas de conservación del suelo, debido a que las plantas quedan unas debajo de otras, siguiendo la dirección de la pendiente.

A diferencia del método anterior, los sistemas de trazado en triángulo y curvas de nivel, son los más indicados para realizar siembras en terrenos con pendientes mayores al 4%. Estos permiten la aplicación de un gran número de prácticas de conservación, como establecimiento de barreras vivas y construcción tanto de fajas de contención como de acequias.

Bajo cualquiera de estos dos sistemas, las plantas, en el caso de provenir de multiplicación *in vitro*, o semillas o cormos se disponen en hileras a través de la pendiente, de tal manera que ellas mismas forman barreras que impiden que el agua lluvia corra libremente, disminuyendo por consiguiente su velocidad y capacidad de arrastre.

Finalmente, la labor de trazado está supeditada, de una parte por la proyección comercial del cultivo respecto al tiempo de explotación y al asocio con otros cultivos, y por otra a las vías de acceso de personal y maquinaria, al igual que a la distribución de los canales de riego y drenaje, cuando ellos sean necesarios.

## CALCULO DEL NUMERO DE PLANTAS

Existen varias fórmulas para calcular el número de semillas o plántulas requeridas para sembrar en una superficie determinada. Sin embargo, de

ellas se seleccionaron las dos más comunes, que implican el conocimiento previo del sistema de trazado a emplear y la magnitud del área a sembrar, así:

$$\begin{aligned} \text{Trazado en Cuadro: } N &= \frac{AT}{d^2} \\ \text{Trazado en Triángulo: } N &= \frac{AT}{d^2} \times k \\ &= \frac{AT}{d^2} \times 1,154 \end{aligned}$$

Las letras utilizadas en estas fórmulas, tienen las siguientes equivalencias:

- N = Número de plantas
- AT = Area total
- d = Distancia entre plantas
- k = 1,154 (Constante)

### HOYADO

En líneas generales, la apertura y preparación de los sitios que ocuparán las semillas se pueden hacer en forma manual, mediante el empleo de palas o barretones, o bien mecánicamente, utilizando un barreno accionado por un tractor. Este último método es sumamente eficiente y apropiado en áreas con déficit de mano de obra y en suelos pesados o compactos (Figura 30)

En algunas áreas se practica la siembra en zanjas hechas con una zanjadora. Sin embargo, las plantaciones establecidas por este método pueden registrar el problema de volcamiento, como consecuencia de un anclaje deficiente.

### TAMAÑO DEL HUECO

El tamaño del hueco depende del volumen y el número de cormos a utilizar como semilla, al igual que de la clase de suelo. Respecto al tamaño del cormo, la dimensión del hueco, sin considerar su profundidad, puede variar desde 30 x 30 hasta 40 x 40 cm, para cormos cuyos pesos oscilen entre 0.5 a 1.0 y 1.0 a 1.5 kg, respectivamente. (Figura 31)

En cuanto a la clase de suelo, considerando especialmente la textura, el tamaño del hueco desempeña un papel muy importante en el caso de

suelos pesados o compactados. De su dimensión depende el grado de remoción o aflojamiento del suelo, con lo cual se va a facilitar la colonización del mismo por el sistema radicular, cuyo desarrollo y capacidad extractora también se va a favorecer.

## PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

La profundidad de siembra-junto con la textura y la estructura del suelo, son considerados, entre otros aspectos, como los factores que tienen una gran injerencia sobre los procesos de "germinación", brotación, desarrollo y producción de la planta.

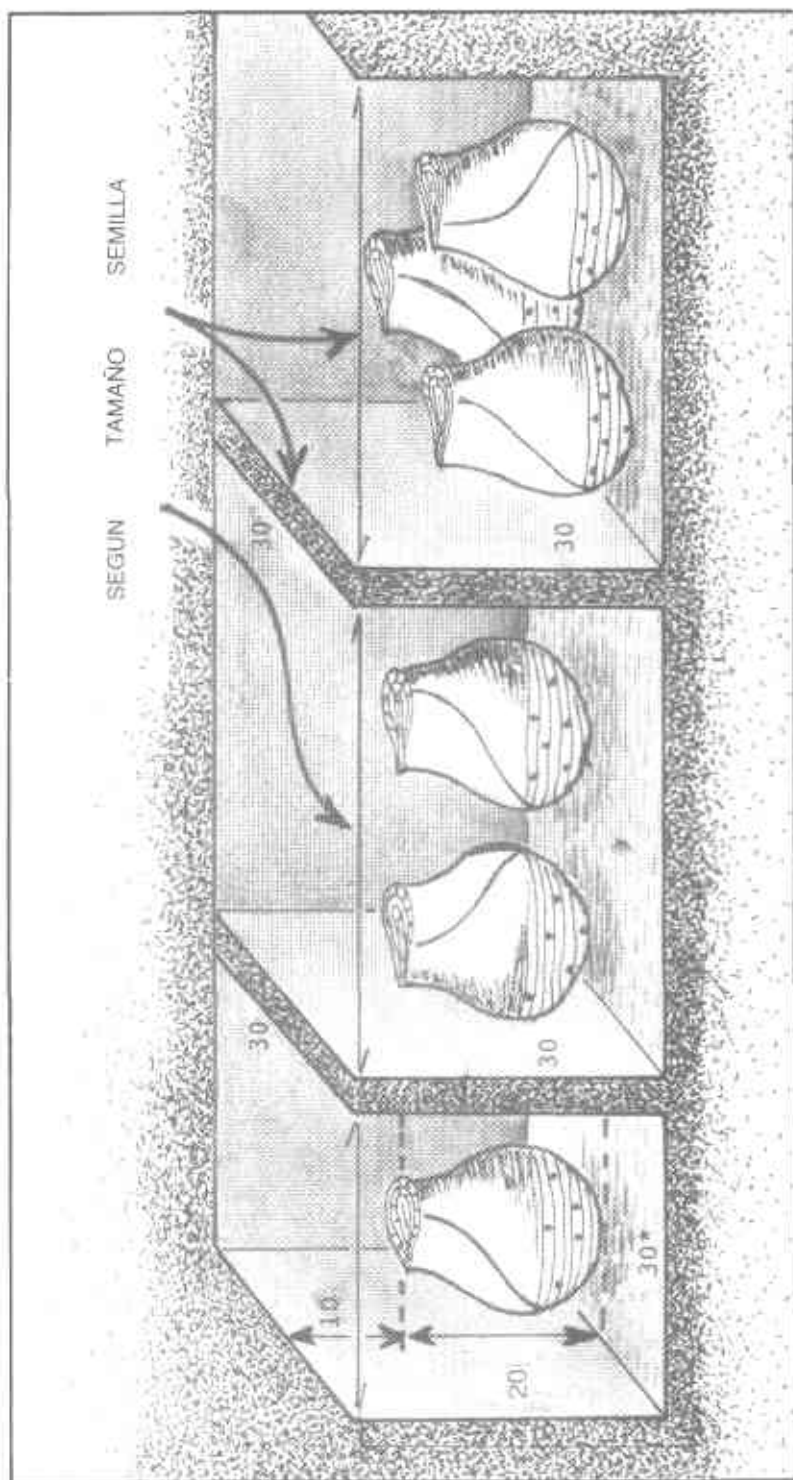
A pesar de su importancia, este factor depende de si al cormo se le deja o no un pedazo de seudotallo. En caso afirmativo, la profundidad empleada oscila entre los 30 y 40 cm, mientras que en caso negativo dicho valor se ha correlacionado con el tamaño del cormo, el cual se recomienda cubrir con una capa de suelo de 5 a 10 cm de espesor.

Por otra parte también se ha creído que para evitar el fenómeno del "embalconamiento" se debían utilizar profundidades de siembra mayores. Sin embargo, los estudios realizados en diferentes estratos ecológicos, en suelos con textura liviana y pesada, para evaluar el efecto de profundidades de siembra de 20 a 60 cm sobre el "embalconamiento" y otros procesos vitales, muestran que dicho fenómeno no guarda ninguna relación con la profundidad de siembra. El embalconamiento corresponde a un hábito de crecimiento de la planta, que no se puede modificar.

*En relación con este tema, sea cual fuere la profundidad de siembra, la planta forma siempre un segundo cormo, el cual en un principio y por efecto de una cierta longitud de onda lumínica o calórica, se localiza a una determinada profundidad, a partir de la cual empieza a crecer hasta aflorar sobre la superficie del suelo, cuando ha transcurrido aproximadamente la mitad del ciclo vegetativo de la planta. Aquí cabe anotar que tanto el cormo sembrado como el generado por la planta, permanecen unidos por una elongación que forma el cormo original, cuya longitud guarda una relación directa con la profundidad de siembra. (Figuras 32 y 33).*

En cuanto a los efectos de las diferentes profundidades evaluadas sobre los parámetros de desarrollo y producción, los resultados indican que en condiciones de suelos con textura liviana, franco-arenosa, estos no son influenciados por profundidades de siembra comprendidas entre 20 y 60 centímetros (Tabla 19).

Las diferencias que se registran en algunas variables como altura de la planta, perímetro del seudotallo y duración del ciclo vegetativo, las cuales desde un punto de vista práctico carecen de importancia y se podrían atribuir a factores intrínsecos de la planta o a una interacción de



**Figura 31.** Tamaño del hoyo y distribución de las semillas para cultivos perennes y anuales con altas densidades de siembra

TABLE 1B

Efecto de la profundidad de siembra sobre los componentes de desarrollo y el rendimiento, para dos ciclos de producción. (Adaptado de Belalcázar, Valencia y Baena, 1990).

Profundidad de siembra (cm)	Ciclos de producción	Altura planta (m)	Perimetro pseudotallo* (cm)	Número hojas emitidas	Duración del ciclo vegetativo (Meses)				Peso racimo (kg)
					Siembra floración	Floración cosecha	Siembra cosecha		
20	1	3.8	57.2	37.9	10.7	4.7	15.4	15.7	
	2	4.7	67.0	37.7	18.2	4.7	22.9	20.0	
30	1	3.9	58.7	37.6	10.3	4.8	15.2	17.1	
	2	4.7	66.6	35.5	17.7	4.8	22.4	19.2	
40	1	3.8	57.2	37.5	10.5	4.8	15.3	16.1	
	2	4.6	65.3	37.3	17.5	4.6	22.1	19.2	
50	1	3.9	56.2	37.4	10.5	4.9	15.4	17.3	
	2	4.6	66.0	38.2	17.1	4.6	21.7	19.3	
60	1	3.9	57.5	37.3	10.3	4.7	10.1	17.2	
	2	4.7	66.4	38.3	17.5	4.7	22.2	20.3	

\* A 100 cm sobre el nivel del suelo

estos con el medio ambiente en el cual se desarrolla la planta. En realidad, si las profundidades de siembra consideradas tuviesen alguna influencia sobre dichos parámetros de crecimiento, los valores correspondientes a cada variable deberían registrar en su efecto un cierto gradiente, lo cual no ocurre puesto que las diferencias registradas se presentan entre profundidades de siembra que no obedecen a ninguna clase de ordenamiento.

En cuanto a los componentes de la producción y en lo que a peso del racimo se refiere, el menor valor, para el caso del primer ciclo, corresponde a la profundidad de siembra de 20 cm. Ello posiblemente es debido a que la siembra superficial induce a que el cormo se desarrolle durante una gran parte de su ciclo vegetativo en condiciones de libre exposición, lo cual afecta su potencialidad para la diferenciación y emisión de raíces, que a su vez influye marcadamente en la absorción de agua y nutrimentos, con los efectos consecuentes sobre el rendimiento.

En el caso de suelos con textura pesada, el primer ciclo de producción muestra que a diferentes profundidades de siembra no se presentan diferencias de importancia respecto a parámetros de desarrollo y producción. En este tipo de suelo el único componente afectado es la duración del ciclo vegetativo, el cual se incrementa con la profundidad. En el segundo ciclo de producción se alarga el tiempo empleado para su recolección, que al igual que en el caso anterior es directamente proporcional a la profundidad de siembra empleada. (Tabla 20)

TABLA 20  
Efecto de la profundidad de siembra. Primer ciclo de producción.

Profundidad de siembra (cm)	Ciclo vegetativo (Meses)		Número dedos por racimo	Peso racimo (kg)
	Siembra a floración	Siembra a cosecha		
20	9.6	13.0	60.8	15.9
30	9.5	13.0	60.0	16.2
40	9.8	13.1	57.8	14.1
50	10.3	13.6	57.0	14.1
60	10.0	13.5	56.0	14.0

Fuente: ICA, Sección Frutícolas, Plátano y banano, 1990

De acuerdo con las observaciones y los resultados de las investigaciones realizadas al respecto, una profundidad de siembra comprendida entre los 30 y 40 cm sería la más apropiada y económica para la siembra del cultivo, tanto en suelos livianos, franco-arenosos, como en los pesados, franco-arcillosos.

## SEMILLA

El plátano se ha sembrado y reproducido tradicionalmente por medio de material vegetativo o asexual. Esta forma de reproducción relativamente fácil ofrece la ventaja de que se puede disponer de ellas en todo momento por parte del agricultor. Sin embargo, este método ha sido el mejor vehículo para diseminar enfermedades y plagas de gran importancia económica. Esta situación también ha contribuido al empleo de semilla muy heterogénea en tamaño y calidad.

### CLASES DE SEMILLA

En líneas generales se podría decir que cualquier yema vegetativa individual o corno con su punto de crecimiento diferenciado o no, se puede emplear como semilla. Al respecto, los siguientes son los tipos de semilla que han sido tradicionalmente utilizados por los agricultores en el establecimiento de plantaciones nuevas.

#### Cepa

Esta puede provenir de plantas cosechadas, como también de aquellas que aún no han producido su racimo. Como ventaja se anota la de que se puede fraccionar según el número de yemas que posea, pero las semillas resultantes son bastante desuniformes tanto en tamaño como en peso.

La cepa presenta unas desventajas que la tornan antieconómica, como el exceso de mano de obra para su extracción, preparación, tratamiento y siembra. Además, cuando no se recurre a su fraccionamiento, a los problemas anteriores se suman los mayores costos por transporte y hechura de huecos de mayor tamaño. Por otra parte en el proceso de extracción se causan daños en el anclaje y sistema radical de la planta madre.

#### Colino "Aguja" o Puyón

Esta semilla corresponde a plantas con hojas estrechas. Su seudotallo cónico está formado por las vainas de hojas que carecen de limbo, aunque presentan peciolos y nervadura central. Su altura oscila entre 0.20 y 1.20 metros, con un peso que varía de 0.5 a 4 Kg.

Este tipo de semilla tiene la ventaja de que demanda pocos jornales para su extracción, preparación, transporte y siembra. Es fácil de manipular y además posee un ciclo vegetativo corto. La única desventaja es su escasa disponibilidad, principalmente en plantaciones tecnificadas. Por todas estas razones ha sido la más usada.

#### Colino "Orejón" o Bandera

Esta semilla posee hojas anchas, seudotallo de forma cilíndrica y ciclo

vegetativo un poco más largo, aunque la producción y calidad del racimo es similar a la obtenida con otras semillas.

Este tipo de semilla es igual a la obtenida *in vitro* o por el sistema de propagación rápida en invernaderos. En líneas generales corresponde a la que se ha denominado como **“La semilla del futuro”**.

### TAMAÑOS DE SEMILLA

En relación con el tamaño, el agricultor ha empleado tradicionalmente cormos cuyo peso, 10 - 20 kg y edad fisiológica, 8 - 10 meses, no son los más apropiados ni económicos para el establecimiento de plantaciones nuevas. (Figura 34.) Estos cormos, por su tamaño y peso requieren una mayor cantidad de mano de obra para su extracción, transporte, preparación, tratamiento y siembra. Fuera de esta situación también presentan la problemática de afectar el anclaje u ocasionar daños bastante severos al sistema radicular de la planta madre, durante la labor de separación y extracción.

Por otra parte y en cuanto a semillas se refiere, los agricultores han despreciado sistemáticamente los cormos o rizomas provenientes de colinos denominados como “Orejones” o “Bandera”.

Por la importancia práctica y económica que reviste el tamaño de la semilla, se evaluaron diez tamaños de semilla, cormo o rizoma, cuyos pesos variaron de 0.7 a 6.3 kg. (Figuras 35 y 36). Los resultados correspondientes al primero y segundo ciclo de producción, Tabla 21, indican que con semillas pequeñas, menor peso, el período de siembra a floración es más largo pero el de floración a cosecha se reduce. Esto es debido fundamentalmente a la emisión de un mayor número de hojas, cuyo máximo valor fue de 41 hojas.

Los resultados también muestran que el tamaño de la semilla no guarda ninguna clase de correlación con la altura de la planta, el perímetro del pseudotallo, el número de hojas existentes al momento de la floración, el número de frutos que conforman el racimo y lo que es más importante, con el peso y calidad del racimo.

La información registrada muestra además que el peso y la calidad del racimo no dependen de la clase de semilla, sino aparentemente de factores genéticos y de las prácticas de manejo.

En el caso del segundo ciclo de producción, el tamaño de la semilla influye únicamente sobre el tiempo que tarda en producirse la cosecha de dicho ciclo, pero no tiene ninguna influencia sobre otros parámetros de desarrollo y rendimiento, como el peso y la calidad del racimo. Esto es debido a que las semillas de mayor peso y por consiguiente de mayor edad, ya poseen al momento de su siembra una o más yemas visibles

TABLA 21

Efecto del tamaño de la semilla sobre los componentes del desarrollo y el rendimiento para dos ciclos de producción. (Adaptado de Herrera, Betalázar, Valencia y Baena, 1990).

Altura colino (m)	Peso corno (kg)	Ciclos producción	Altura planta (m)	Perímetro pseudotallo (cm)	Número hojas ermitidas	Duración del ciclo vegetativo		Peso racimo (kg)
						Siembra floración	Floración cosecha	
0.25	0.66	1	4.0	59.5	40.7	12.6	4.4	16.9
		2	4.7	65.1	38.3	21.5	4.4	25.5
0.50	1.00	1	3.9	58.5	40.1	12.2	4.5	16.7
		2	4.5	62.8	37.8	21.0	4.5	25.5
0.75	1.66	1	4.0	58.8	40.1	12.0	4.6	16.7
		2	4.6	64.2	38.3	19.2	4.2	24.1
1.00	2.13	1	4.0	59.5	38.5	11.5	4.9	16.4
		2	4.7	63.5	38.1	19.1	4.4	23.5
1.25	2.54	1	3.9	59.2	38.2	11.0	4.7	15.7
		2	4.7	63.5	38.1	18.7	4.4	23.1
1.27	3.25 <sup>1</sup>	1	3.9	59.2	38.2	11.0	4.7	15.7
		2	4.8	66.8	38.4	18.5	4.5	22.9
1.51	4.13 <sup>1</sup>	1	4.0	59.6	38.2	10.9	4.9	15.8
		2	4.8	67.7	38.0	18.7	4.4	24.1
1.95	6.29 <sup>1</sup>	1	3.8	57.2	36.9	10.3	5.2	15.4
		2	4.7	65.8	37.5	17.6	4.5	22.1
1.28 (Orejón)	1.83	1	3.9	59.7	39.6	10.3	5.2	15.4
		2	4.6	62.4	38.0	18.4	4.6	23.0
1.27	5.60 <sup>2</sup>	1	4.0	60.1	38.1	10.8	4.9	15.7
		2	4.9	68.8	38.1	19.0	4.4	23.4

1/ 1 y 10 hojas respectivamente

2/ Incluye el peso de 50 cm de pseudotallo

sobre su superficie, una de las cuales da origen al segundo ciclo de producción, mientras que en los cormos de menor peso y edad las yemas aún no son visibles a simple vista.

Con el empleo de colinos denominados como "orejones", "bandera" o "de agua", se pueden obtener también racimos cuyo peso y calidad son iguales o superiores a los que se consiguen con semillas de 10 a 20 kg de peso.

Tomando como base las observaciones anteriores se podría establecer que para la siembra y explotación de un cultivo se puede recurrir al empleo de cualquier clase de yema vegetativa. Sin embargo, desde un punto de vista práctico y económico, se deben preferir los colinos con un metro de altura, cuyo corno pese aproximadamente un kilogramo. (Figura 37).

### **COSTOS COMPARATIVOS EN EL MANEJO DE LA SEMILLA**

Una vez analizados los pros y los contras de las diferentes clases de semilla, junto con los efectos de su tamaño sobre los parámetros de crecimiento, desarrollo y rendimiento, es conveniente considerar el aspecto relacionado con los costos que implica el manejo hasta el momento de su siembra. Estos, como es lógico suponer, guardan una relación muy estrecha con su tamaño.

Al respecto, en la Tabla 22, se registran los valores correspondientes a las labores realizadas sobre su manejo, entre la selección y el momento de la siembra. A manera de ejemplo, se consideran 1666 semillas, suficientes para sembrar una hectárea, empleando una distancia de siembra de 3.0 x 2.0 m. De acuerdo con los resultados, los costos se incrementan en relación con el tamaño, en una forma directa, correspondiendo el menor valor a la semilla de menor peso, cuyos costos ascienden a la suma de \$11 395.

Al considerar los costos en forma porcentual, en la misma Tabla se puede observar que entre las semillas de menor y mayor peso, existe una diferencia del 60.2%, lo que equivale a un ahorro de \$17 193, el cual va disminuyendo a medida que aumenta el tamaño de la semilla.

Los anteriores valores rigen exclusivamente para el movimiento y siembra dentro de una finca con una superficie aproximada de 20 hectáreas; por lo tanto, si la semilla debe ser transportada a otras fincas o localidades, dichos costos sufren un incremento considerable por concepto de transporte. Sin embargo, ellos continúan siendo bajos para la semilla de tamaño más pequeño, 0,66 kg, puesto que la cantidad requerida de ésta para sembrar una hectárea puede ser transportada en un vehículo pequeño, mientras que para la semilla de mayor tamaño, 7 kg, se necesitaría de vehículos de gran tonelaje. (Figura 38).

TABLA 22  
**Costos de manejo de la semilla, según su tamaño,  
 hasta el momento de la siembra. (Para cálculo se asumen 1.666  
 semillas)**

Material		Número de jornales	Costo total (\$)	Costo respecto testigo (%)	Ahorro respecto testigo (%)	Ahorro en pesos
Altura colino (m)	Peso cormo (kg)					
0.25	0.66	9.5	11.395	39.8	60.2	17.193
0.50	1.00	10.2	12.195	42.6	57.4	16.393
0.75	1.66	10.8	12.994	45.4	54.6	15.594
1.00	2.13	13.8	16.593	58.0	42.0	11.995
1.25	2.54	14.8	17.792	62.2	37.8	10.796
1 hoja	3.25	16.2	19.392	67.8	32.2	9.196
5 hojas	4.13	18.5	22.391	78.3	21.7	6.197
10 hojas (testigo)	6.92	23.8	28.588	100.0	—	

**Fuente:** ICA, Centro Satélite de Palano y Banano, C. I. F. Agrado, Comitecale Quindío y CIID (IDRC),  
 Canadá, 1990

### PRODUCCION DE SEMILLA ASEXUAL

Teóricamente la capacidad potencial de una planta para producir yemas vegetativas es igual al número de hojas emitidas, lo cual puede ser del orden de  $38 \pm 2$  hojas. Sin embargo, tanto por el hábito de crecimiento del cormo como por las condiciones de explotación, en cuanto a sistemas y densidades de siembra y fertilidad del suelo se refiere, dicho potencial se reduce aproximadamente a un 25%.

Con el fin de aprovechar al máximo la potencialidad de la familia de las musáceas para producir yemas vegetativas, se han aplicado metodologías diferentes, cuyo principio fundamental es el de inducir su brotación y acelerar su proceso de desarrollo.

Ante esta situación y para buscar una solución a dicha problemática, se han planteado y desarrollado ciertas técnicas, que se pueden aplicar tanto en condiciones de laboratorio e invernadero como de campo.

En el primer caso se trata del sistema de multiplicación *in vitro*, cuyo potencial de producción de plántulas es infinito. Su proceso se describe en la Figura 39. Esta técnica requiere una infraestructura especializada y personal capacitado, lo cual encarece el costo de cada planta producida. Por otra parte, se puede presentar el problema de ocasionar cierto grado de variabilidad, como consecuencia de un manejo inapropiado de la técnica.

Se ha sugerido que este método podría ser, en alguna de sus etapas, una valiosa herramienta para llevar a cabo evaluaciones tempranas de resistencia a problemas fitosanitarios de importancia económica. Sin embargo, si se tiene en cuenta, por una parte, que la resistencia o susceptibilidad pueden manifestarse en cualquiera de las fases del ciclo vegetativo, y por otra parte, que la planta bajo condiciones de laboratorio y proceso de adaptación climática o "endurecimiento", no tiene aún bien definidos o desarrollados los mecanismos naturales de defensa, ello podría ser bastante relativo y no recomendable, por cuanto se estaría corriendo el riesgo de descartar materiales valiosos, por evaluación en épocas inapropiadas.

Para la producción de semilla asexual bajo condiciones de campo se puede recurrir a las metodologías que a continuación se describen, las cuales al ser evaluadas bajo las condiciones del C.I. El Agrado, Montenegro, mostraron los siguientes resultados:

### **Exposición y aporque de las yemas**

Esta técnica propuesta por Barker (1959), tiene como base la remoción de las "Yaguas" o aporque de las yemas vegetativas descubiertas, para acelerar su proceso de brotación y desarrollo. A través de esta técnica se pueden obtener aproximadamente trece semillas o colinos por planta.

### **Inducción de brotación y desarrollo de yemas mediante la eliminación de la dominancia apical**

Es una modificación a la metodología propuesta por Hamilton (1965). Consiste en eliminar la dominancia apical mediante la remoción de la planta madre seis meses después de la siembra. Por medio de este sistema se pueden obtener hasta 16 semillas por unidad productiva.

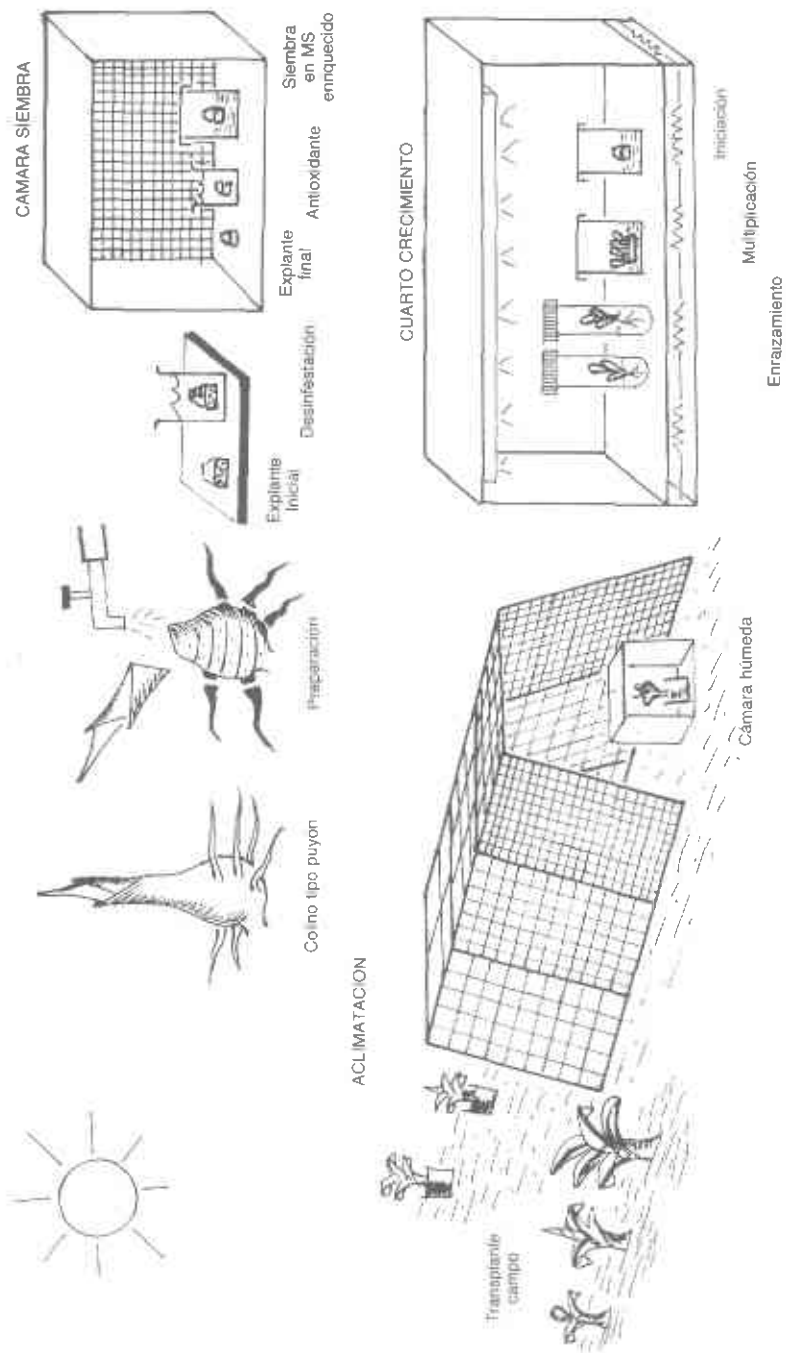
### **Fertilización nitrogenada**

A través de este sistema se trata de aprovechar el efecto del nitrógeno para estimular la brotación e incrementar el desarrollo vegetativo de las plantas. Para evaluar su efecto se utilizaron como fuentes de dicho nutriente urea del 46% y gallinaza, en las dosis de 0.25 y 2.0 kg por planta. El número de semillas obtenidas fue de 14 y 13, respectivamente.

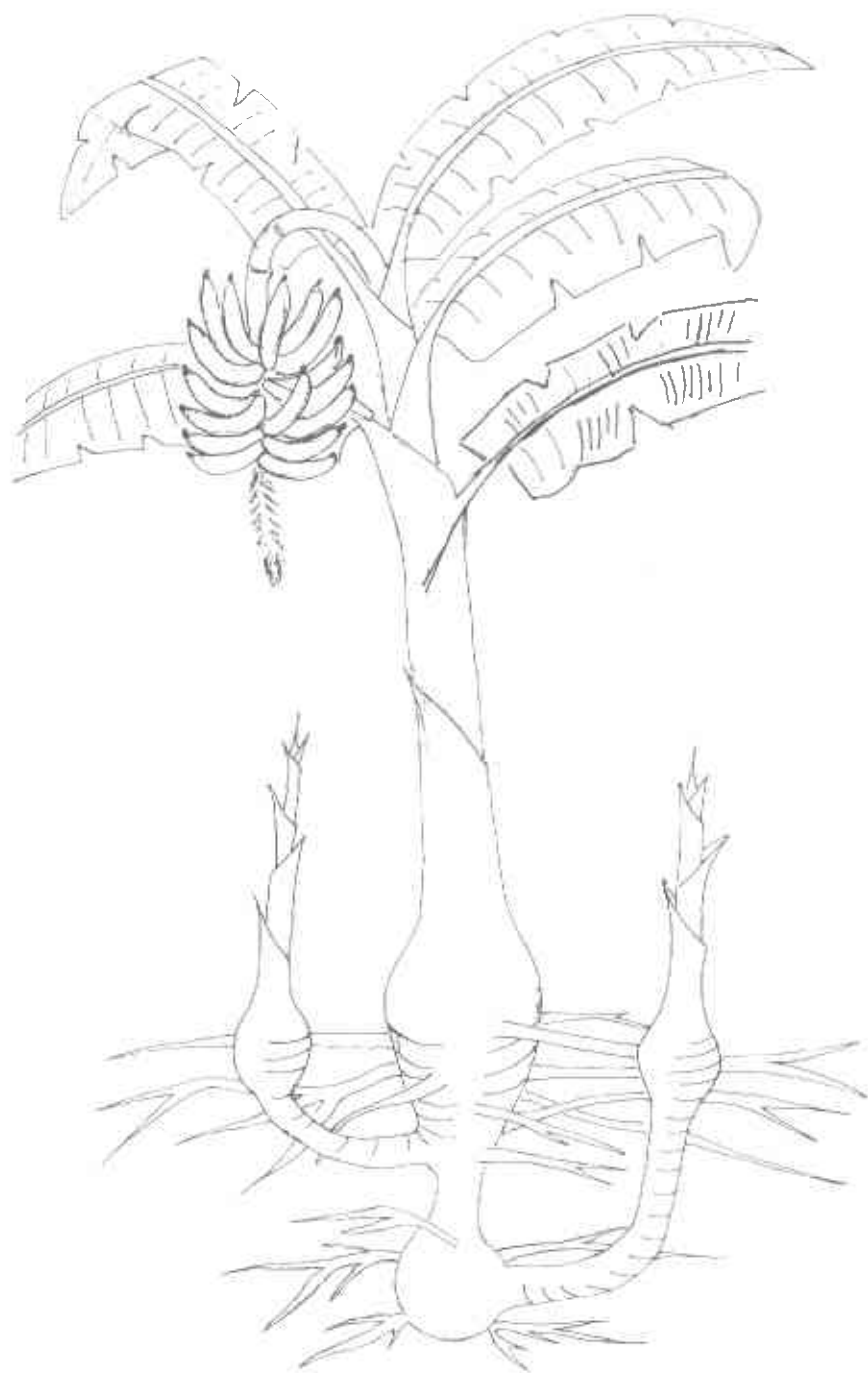
### **Selección y preparación**

El plátano, al igual que otras especies cultivadas, es afectado por enfermedades y plagas de gran importancia económica como lo son el "Moko", *P. solanacearum*, picudos negro y rayado, *C. sordidus* y *M. hemipterus*, gusano "tornillo", *C. humboldti*, en asocio con diferentes géneros de nematodos, las cuales pueden ser diseminadas a través de la semilla.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto y partiendo del principio de que el éxito de una explotación depende de la clase y calidad de la semilla



**Figura 39.** Esquema sobre la multiplicación *in vitro* y aclimatación (endurecimiento)



**Figura 40.** Anclaje de la planta madre en relación con la posición de los colinos

utilizada, ésta debe provenir de plantaciones que, además de ser bien manejadas deben estar libres de problemas fitosanitarios de cualquier naturaleza.

Una vez determinada la finca que suministrará la semilla, se debe proceder a seleccionar y marcar los colinos, cuya clase ha sido previamente definida. Esta labor se ejecuta preferiblemente en las unidades productivas más vigorosas, no por el hecho de que este aspecto guarde alguna clase de relación con la producción del colino seleccionado, sino por la simple asunción o posibilidad de que su corno registre buena sanidad, tamaño y peso, lo cual influye únicamente sobre el proceso de brotación y duración del ciclo vegetativo.

Un aspecto muy importante de tener en cuenta durante la realización de esta labor, es no seleccionar colinos que ocupen una posición opuesta a la del racimo. Si ello se llegara a presentar, dichas plantas quedan con un alto porcentaje de probabilidad de volcarse, como consecuencia del desbalance en su anclaje, por el daño ocasionado en su sistema radicular. En consecuencia, para evitar el problema anterior, los colinos seleccionados deben corresponder preferiblemente a los localizados debajo del racimo. (Figura 40).

Una vez efectuadas las labores de selección e identificación, se procede a la separación y extracción de los colinos. Estas actividades son de vital importancia, por cuanto de la época y forma en que ellas se realicen depende el anclaje y la continuidad en el desarrollo de la planta madre. En cuanto a la época, ésta guarda una relación de correspondencia con la humedad del suelo. Por lo tanto, si los suelos conservan buena humedad, como consecuencia de su textura y buen contenido de materia orgánica, cualquier época sería apropiada para esta tarea. En caso contrario, lo más conveniente sería al inicio de la estación lluviosa o durante la misma, si la siembra lo permite.

En cuanto a la preparación de la semilla, esta labor es común a cualquier clase de semilla bien sea que se trate de cepas o de colinos tipos puyón o bandera. La actividad se reduce al corte de las raíces, que por lo general están afectadas por nematodos, y se deben cortar preferiblemente en su punto de unión con el corno. Durante ésta se debe tener la precaución de no ocasionar ninguna clase de daño a las yemas que emergen sobre su superficie, por cuanto las mismas se continúan desarrollando sin problema alguno y posteriormente dan origen al segundo ciclo de cosecha.

Respecto al corte del seudotallo, existen discrepancias en cuanto a la longitud de la porción que se debe dejar. Para algunos éste puede tener de 30 a 50 cm de longitud, mientras que para otros son suficientes cinco centímetros. En el primer caso, que corresponde al uso tradicionalmente, la única ventaja está relacionada con la facilidad que ofrece dicha

porción para el manipuleo durante la siembra. Sin embargo, afronta serios inconvenientes prácticos y económicos para su tratamiento y transporte. Además, bajo condiciones de sequía, se seca rápidamente y puede impedir la salida de las hojas y, en casos extremos, la muerte del meristemo o ápice vegetativo. (Figura 41).

Los problemas anteriores no se presentan cuando se usan cormos con cinco centímetros de seudotallo, cuya única función es proteger al ápice vegetativo durante el proceso de siembra, brotación y emisión de las primeras hojas. El porcentaje de unidades productivas perdidas por el problema mencionado anteriormente, durante la fase de establecimiento del cultivo se reduce a cero.

Una vez eliminadas las raíces y el seudotallo, se deben eliminar las dos vainas más externas que cubren al cormo, ya que éstas pueden actuar como reservorio para las posturas del Picudo Negro, *C. sordidus*, el cual oviposita dentro de los tejidos de dichas estructuras foliares.

Esta labor también se puede aprovechar para efectuar un agrupamiento de las semillas de acuerdo con su tamaño. Lo anterior permite la siembra de bloques de plantas cuyo desarrollo es más homogéneo, principalmente en lo referente a la duración de su ciclo vegetativo.

Finalmente y como un paso previo indispensable a la siembra, los cormos se deben someter a un proceso de desinfestación, el cual se puede hacer con cualquiera de las soluciones indicadas en la Tabla 23.

El tratamiento de las semillas con una de las soluciones propuestas se puede hacer por inmersión o bien por aspersión a granel o en forma individual. El método de inmersión consiste en colocar las semillas en un saco ralo y sumergirlas durante diez minutos, en un recipiente que contenga la solución seleccionada. Esta técnica es dispendiosa y costosa, tanto por el excesivo manipuleo de la semilla, como por el peligro a que están

TABLA 23  
Soluciones para la desinfestación de cormos de plátano

Productos químicos	Tipos de solución / Dosis	
	A	B
Vitavax	2.5 g	
Dithane M.45	—	5.0 g
Manzate 200	—	5.0 g
Furadan 75%	2.5 cc	2.5 cc
Benlate	1.0 g	1.0 g
Agral 90	5.0 cc	5.0 cc
Agua	10 litros	10 litros

FUENTE: ICA Centro Satélite de Plátano y Banano, C I El Agrado Comitecafé Quindío, 1990

expuestos los operarios por el contacto directo con los productos químicos que componen la solución. Dependiendo del volumen de semillas a tratar, la solución se debe renovar por pérdida de la misma y por degradación de los componentes.

La aspersión a granel consiste en aplicar la solución a las semillas dispuestas en capas. Con este método se reduce en parte el manipuleo, pero al igual que en el caso anterior, se siguen exponiendo los operarios a los efectos nocivos de los productos durante el proceso de transporte de los cormos al campo y la distribución para la siembra.

En cuanto a términos de eficiencia y seguridad para el operario, el tratamiento directo de la semilla en el hueco sería el más apropiado y económico desde todo punto de vista. Con este procedimiento no sólo se está evitando el contacto directo de los operarios con las semillas una vez tratadas, sino que tiene la ventaja doble de desinfectar la semilla al tiempo que se está tratando parcialmente el hueco. En otras palabras, la acción de los diferentes componentes químicos de la solución se está aprovechando en un ciento por ciento.

Una vez que la semilla o corno se ha preparado y protegido químicamente contra el ataque de plagas y enfermedades, se procede a su siembra en forma inmediata, pero si ello no es posible, se pueden almacenar en lugares sombreados. El tiempo de permanencia en estas condiciones depende, entre otros factores, del tamaño del corno, siendo de 30 días aproximadamente para semillas cuyos pesos oscilen entre cuatro y cinco kilogramos.

## SIEMBRA

Esta labor, de la cual depende finalmente el éxito de todas las actividades ejecutadas previamente, está condicionada principalmente por la época en la cual se realice. Por otra parte también se le ha asignado un cierto grado de importancia a la colocación y orientación de la semilla.

En lo concerniente a la época de siembra ésta no sólo depende de la distribución del régimen de lluvias sino también de la textura y estructura de los suelos a cultivar. Así, en aquellas áreas geográficas con períodos lluviosos y secos definidos, cuyos suelos bien sea se trate de livianos o pesados pero con un buen sistema de drenaje, la siembra se puede hacer desde el inicio hasta el final de la estación lluviosa. En caso contrario esta labor se debe practicar en la época menos lluviosa, con el propósito de evitar la pudrición de la semilla como una consecuencia de los encharcamientos.

En aquellas áreas con lluvias bien distribuidas a través de todo el año y además en suelos cuyas texturas y estructuras sean apropiadas para

la explotación del cultivo, como es el caso de muchas zonas cafeteras, la siembra se puede hacer en cualquier época del año.

Entre las especies cultivadas, con carácter de cultivo perenne, el plátano es quizá una de las pocas excepciones a la posición de permanencia absoluta en un sitio determinado, por cuanto todo el conjunto de plantas que conforman una explotación se pueden mover a través de los diferentes ciclos de cosecha en una dirección determinada. Esta propiedad, la cual permite sin duda alguna un mejor aprovechamiento de los nutrimentos del suelo, está relacionada con la orientación que se le dé al corno al momento de su siembra.

La orientación, en caso de recurrirse a esta práctica, tiene como base la posición de la yema más desarrollada o en su defecto el principio de axialidad. Cuando se utiliza la yema como punto de referencia, ésta debe quedar orientada hacia el punto o sitio hacia donde se quiere dirigir la plantación. En caso contrario, o sea cuando el corno no posee yemas sobre su superficie externa, se debe recurrir al concepto de axialidad, el cual se relaciona con el hecho de que la primera yema diferenciada aparece en el lado opuesto al sitio de unión del colino con la planta madre.

Respecto al concepto anterior, las observaciones realizadas bajo las condiciones de los C.I. El Agrado (Montenegro), el Zulia (Cúcuta), Macagual (Florencia) y Tulenapa (Apartadó), muestran que dicho principio es influenciado por las propiedades físicas del suelo, principalmente por la textura, de tal manera que en suelos con textura liviana se puede cumplir en un 80% de las unidades productivas, mientras que en suelos pesados sólo se cumple en un 20%.

En este último caso, la herida que se ocasiona en el sitio de unión del colino con la planta madre es la que sirve como punto de referencia para orientar la disposición de la semilla dentro del hueco, la cual irá junto a la pared del hueco opuesta a la dirección en que se pretende trasladar la plantación. Este método además favorece simultáneamente el desarrollo del sistema radicular y el rebrote axial, los cuales quedan en contacto con un mayor volumen de suelo removido.

Una vez determinada la dirección de siembra, que guarda una estrecha relación con el proceso de traslado, se procede a la colocación de la semilla dentro del hueco, en cuyo fondo se ha depositado previamente suelo correspondiente a la capa superficial, que posee por lo general un mayor volumen de materia orgánica. A continuación, se procede a la operación de tapado utilizando el resto del suelo correspondiente a la capa más superficial. Aquí se debe tener cuidado para que la porción superior de la "semilla" quede cubierta con una capa de suelo cuyo espesor no sea inferior a 10 cm ni superior a 20 cm. El suelo de relleno se debe apisonar para eliminar espacios vacíos, evitando así la penetración de

agua y consiguientes encharcamientos subterráneos que van a ocasionar la pudrición de la semilla. Con esa misma finalidad se recomienda adicionar un poco más de suelo a la superficie del hueco, con el propósito de que ésta quede un poco más alta respecto al nivel normal del suelo.

## DENSIDAD DE SIEMBRA

Uno de los factores que influyen sobre los rendimientos y la calidad de la producción, al igual que sobre la secuencia de las cosechas y vida útil de las plantaciones, es la densidad.

Los resultados de los estudios conducidos al respecto, Tabla 24, muestran que la densidad poblacional está condicionada tanto por la distancia de siembra como por el número de plantas cultivadas por cada unidad productiva, pudiendo influenciar positiva o negativamente los componentes del desarrollo y el rendimiento.

El parámetro de desarrollo más influenciado por la densidad es la duración del ciclo vegetativo, principalmente cuando se cultivan más de dos plantas por sitio. Su incremento respecto a un colino por sitio es del orden del 21%.

En el caso de los parámetros de rendimiento y más específicamente respecto al peso del racimo, éste se incrementa de un ciclo a otro cuando se cultiva una sola planta por sitio, sucediendo lo contrario cuando se incrementa dicho número a dos o tres colinos por unidad productiva.

La información obtenida también muestra que a medida que se incrementa la densidad poblacional se reduce, en una forma bastante marcada, la vida útil de las plantaciones junto con sus rendimientos. Así dicho efecto es inversamente proporcional a la densidad.

Tomando como base las observaciones anteriores, junto con los resultados correspondientes a las investigaciones adelantadas en el C. I. El Agrado, se pueden establecer, con respecto a este parámetro, las siguientes consideraciones:

1. El número de plantas por hectárea está en función de la clase de explotación que se pretende establecer, bien sea que se trate de una plantación con carácter permanente, transitorio, como monocultivo o en asocio.

2. Para el cultivo permanente se podría utilizar como índice poblaciones que no excedan las 1.500 plantas por hectárea; las cuales para que éstas sean rentables no deben durar más de tres o cuatro ciclos en producción.

3. Para el cultivo transitorio, la densidad a emplear está en función de la clase de mercadeo y el cultivo en asocio. Cuando el sistema de ventas se basa en el peso del racimo, las densidades no deben superar las 3.000 plantas/ha. Sin embargo, cuando ésta corresponde al racimo como unidad

TABLA 24

Efecto de las densidades de siembra sobre los componentes del desarrollo y el rendimiento, para tres ciclos de producción. (Adaptado de Belalcázar, Valencia, Baena y Martínez, 1990)

Tratamientos	Número plantas/ha	Ciclos de producción	Altura planta (m)	Perímetroseudotallo* (cm)	Duración del ciclo vegetativo (Meses)	Peso racimo (kg)	Porcentaje racimos cosechados	Rendimiento calculado (Ton/ha)
3.3 x 2.0 m (Un colino)	1.500	1	3.6	58.0	16.2	16.4	90	22.4
		2	4.8	69.2	26.2	20.1	63	19.2
		3	5.0	70.2	37.5	19.4	60	17.6
3.3 x 2.0 m (Dos colinos)	3.000	1	3.9	60.6	18.3	15.7	85	40.5
		2	5.0	60.5	34.7	14.8	55	24.7
		3	5.1	61.4	48.2	14.1	41	17.6
5.0 x 2.0 m (Un colino)	1.000	1	3.4	56.5	16.0	16.5	91	15.0
		2	4.7	72.5	24.7	20.5	84	17.2
		3	4.9	71.6	35.0	20.3	62	12.6
5.0 x 2.0 m (Dos colinos)	2.000	1	3.7	59.1	17.6	16.0	84	26.8
		2	4.9	66.8	30.8	19.3	81	23.3
		3	5.1	68.0	44.6	16.7	66	22.1
5.0 x 4.0 m (Dos colinos)	1.000	1	3.5	58.6	17.2	16.3	100	16.3
		2	4.7	71.4	26.8	20.2	97	19.5
		3	4.9	68.9	37.0	20.7	66	13.7
5.0 x 4.0 m (Tres colinos)	1.500	1	3.7	60.9	18.4	17.8	93	24.8
		2	4.9	69.1	30.4	21.5	80	25.8
		3	5.0	73.2	42.8	18.5	66	18.8

\* A 1.00 m sobre el nivel del suelo

de venta, la densidad a emplear podría ser superior a las 2.000 plantas/ha. Para ambos casos la distancia más aconsejable sería la de 3,3 x 2,0 m, con dos y tres plantas por unidad productiva.

4. Siempre que se trate de explotaciones transitorias, que obedecen a siembras de relevo, la distancia de siembra está en función del asocio principal, el cual puede ser entre otros café o cacao. Para esos casos la densidad no debe superar las 1 500 plantas/ha. En estas condiciones el número máximo de plantas cultivadas por unidad productiva no debe ser superior a tres ni inferior a dos.

### **ALTAS DENSIDADES DE SIEMBRA**

Para hacer un uso más apropiado de la tierra y aumentar la rentabilidad de un cultivo, se ha recurrido comúnmente a la utilización de ciertas prácticas agronómicas junto con el empleo de clones o variedades altamente rendidoras, sembradas bien bajo el sistema de monocultivo o en su defecto en asocio con otras especies. En el caso del cultivo del plátano, su explotación se ha realizado a través de cualquiera de estas modalidades, según el área agroecológica y el destino de la producción.

#### **Nueva alternativa**

La tecnología generada para la explotación del cultivo del plátano muestra, entre otros resultados favorables para el cultivador, una alternativa bastante rentable, la cual está relacionada con la siembra de altas densidades. Esta nueva modalidad de siembra induce a considerar o a mirar a la planta, no como una especie perenne sino como una planta anual. En otras palabras, su manejo en tal sentido guardaría una relación de comparación con el que reciben especies tales como algodón o sorgo, puesto que una vez efectuada la recolección de la cosecha, se procedería a eliminar totalmente la plantación.

Los estudios realizados a escala semicomercial, concuerdan con los resultados aportados por la investigación básica, los cuales, como se anotó anteriormente, muestran que el incremento de las densidades influye en una forma directa sobre los parámetros de crecimiento e inversamente en cuanto a los componentes del rendimiento. (Tabla 25)

Al analizar dichos incrementos o reducciones, se puede apreciar que éstos, principalmente los relacionados con la duración del ciclo vegetativo, son bastante relativos por cuanto son contrarrestados por una mayor producción. Al respecto, la misma Tabla muestra que para el productor valdría la pena esperar o programar tres a cinco meses más la cosecha, para beneficiarse de los rendimientos por hectárea de 40.5 y 51.8 toneladas, mediante la siembra de poblaciones de 3332 y 5000 plantas/ha, respectivamente; en comparación con poblaciones de 1666 plantas/ha, que alcanzan un rendimiento de 23.2 Ton/ha.

TABLA 25  
**Efecto de las altas densidades de siembra sobre los parámetros de crecimiento y rendimiento.**  
 (Adaptado de Cardona, Franco, Mejía, Belalcázar, Merchán y Baena, 1990)

Distancia siembra (m) plantas por sitio	Crecimiento					Rendimiento		
	Número plantas por hectárea	Altura (m)	Perímetro pseudotallo (cm)	Duración ciclo vegetativo (meses)	Peso promedio racimo (kg)	Rendimiento calculado (ton/ha)	Plantas cosechadas (%)	
3.0 x 2.0 (Una)	1666	3.5	49	15.5	15.0	23.2	93	
3.0 x 2.0 (Dos)	3332	4.2	50	18.0	14.3	40.5	85	
3.0 x 2.0 (Tres)	4998	4.3	51	20.0	13.3	51.8	78	

En lo referente a la disminución del porcentaje de plantas cosechadas, su valor según la Tabla 25 muestra que guarda una relación inversa y a la vez de proporcionalidad frente al incremento de la densidad. Esta situación, que comúnmente es una consecuencia del ataque de plagas y enfermedades, en este caso puede corresponder además, a plantas con problemas en su proceso de crecimiento y desarrollo, caracterizados por un aumento en la duración de su ciclo vegetativo; razón por la cual dichas plantas, que forman parte de la denominada "Cosecha Residual", por lo general es conveniente eliminarlas, con el fin de dar curso a una nueva siembra. Su eliminación debe hacerse preferiblemente al momento de iniciarse la parición o floración de las primeras plantas del cultivo, para así evitar su competencia con las plantas de desarrollo normal por luz, agua y nutrientes.

A pesar del citado problema, la producción de cultivos con altas densidades, dos y tres plantas por sitio, respecto a siembras con una sola planta por sitio, siguen siendo superiores. Estas, como ya se anotó, pueden registrar incrementos hasta de un 100%. Sin embargo, y para tratar de obviar en parte esta situación y mejorar por consiguiente el porcentaje de plantas a cosechar, se deben seguir las instrucciones que se dan posteriormente para la siembra y el manejo de las altas densidades.

### **Ventajas económicas**

De acuerdo con lo anterior, el sistema de altas densidades obtenidas mediante distancias de siembra de 3.0 x 2.0 m, plantando dos y tres semillas por sitio, con manejo de las unidades productivas a un solo ciclo de producción, podría constituirse en una alternativa bastante rentable, por cuanto representa para el agricultor las siguientes ventajas:

1. Obtención de una mayor rentabilidad por hectárea, como resultado del incremento de los rendimientos, que pueden ser, según la población, hasta de un 100%.

2. Eficiencia y ahorro de medios de producción como tierra, trabajo y capital. Los dos primeros medios se relacionan, por una parte, con el uso más eficiente del recurso tierra, catalogado como uno de los más costosos, y por otra parte, con la reducción del factor mano de obra, principalmente durante la fase de establecimiento del cultivo.

En cuanto al capital, ello hace referencia al ahorro de determinados factores de producción como pesticidas y herbicidas. Al respecto y en lo que al control de la Sigatoka Amarilla se refiere, la utilización de fungicidas para su control se reduce considerablemente, como consecuencia del alargamiento de su ciclo de vida, al igual que por su baja incidencia y severidad.

Otro factor que registra bajas apreciables en su uso, como resultado del sombreadamiento, son los herbicidas. Dicho sombreadamiento, no sólo afecta el desarrollo de las malezas sino también la brotación y crecimiento de los retoños o colinos, hasta el punto de llegar a obviar la práctica denominada "descoline", con lo cual se reduce aún más el empleo de mano de obra.

Finalmente, también se debe considerar la reducción del empleo de insecticidas para el control de las plagas del cormo o tallo, como Picudo Negro, el cual no ofrece por lo general ningún problema para el primer ciclo de producción.

3. Incremento extra de la rentabilidad, mediante la programación de siembras para ser recolectadas en épocas en que el producto, con base en registros históricos, presenta a nivel de los principales centros de consumo, precios mucho más favorables para el productor.

### **Requisitos tecnológicos**

La utilización de este sistema está supeditada al empleo de un paquete tecnológico, que incluye entre otros aspectos, los siguientes:

1. **Tamaño de semilla.** Es uno de los factores que revisten una consideración muy especial, ya que de su correcto uso depende el éxito del sistema. Lo más importante a tener en cuenta es el hecho de que las semillas a sembrar por sitio deben ser, en cuanto a su tamaño, lo más uniformes posible. Con ésto se va a reducir considerablemente la pérdida de unidades productivas por diferencia en su vigor de crecimiento y desarrollo.

La clasificación de la semilla por tamaño debe hacerse preferiblemente al momento de su preparación, en donde se pueden establecer los grupos que se consideren necesarios; posteriormente, con cada grupo se sembrará un área determinada. Esta labor, además de permitir la obtención de bloques lo más uniformes posibles en cuanto a crecimiento y desarrollo, va a estratificar en función del tamaño las épocas de recolección, de tal manera que el primer bloque a cosechar corresponderá al de mayor tamaño de semilla y así sucesivamente.

2. **Poda de emparejamiento.** A pesar de que cada uno de los sitios se siembra con semillas de tamaño uniforme, es muy común observar entre las plantas que conforman cada unidad productiva, que una o dos de ellas en relación con una tercera, pueden presentar diferencias bastante marcadas en su altura y perímetro o grosor del seudotallo, situación que aparentemente está relacionada con la edad fisiológica de la semilla.

La experiencia que se tiene en tal sentido muestra que si no se controla dicha diferencia, se corre el riesgo de perder la producción correspondiente a las plantas menos desarrolladas. Por lo tanto y para tratar de corregir

este problema, se debe recurrir a lo que se ha denominado como "Poda de emparejamiento". Esta labor, según la conveniencia del caso, puede consistir bien en la eliminación parcial o total de las hojas emitidas o bien en una poda total de la(s) planta(s) más desarrollada(s), mediante un corte del seudotallo practicado a 10 cm sobre la superficie del suelo. (Figuras 42 y 43)

La ejecución de la citada labor va a favorecer el desarrollo de la(s) planta(s) más pequeña(s), sin efecto adverso alguno sobre la planta "podada", la cual en poco tiempo igualará a la(s) menos desarrollada(s) y luego, como una consecuencia favorable de esta práctica, todo el conjunto de plantas continuará desarrollándose en una forma bastante uniforme.

En cuanto a la época más apropiada para ejecutar esta labor, ella corresponde al momento en el cual las plantas que deben ser sometidas a la práctica de "poda", hayan emitido cinco hojas, lo cual para condiciones de clima cálido y medio está sucediendo alrededor de mes a mes y medio de la aparición o emisión de la primera hoja. Esta época tiene como fundamento el hecho de que las diez primeras hojas emitidas no ejercen ningún efecto desfavorable sobre los parámetros de crecimiento y rendimiento.

## **RENDIMIENTOS ECONOMICOS**

En la Tabla 26 se presenta el resumen de las inversiones, costos e ingresos en pesos por hectárea para las densidades de población de 1666, 3332 y 5000 plantas/ha, observándose al respecto que en la etapa de instalación del cultivo la mayor proporción de los costos corresponde al rubro "Costos Variables", conformado por la preparación del suelo, trazado, hoyado, siembra y resiembra del colino, fertilización, control de malezas e insumos, los cuales alcanzan más del 66% del costo total para las tres alternativas. En la etapa de producción el porcentaje de participación de estos costos se incrementa hasta el 80%.

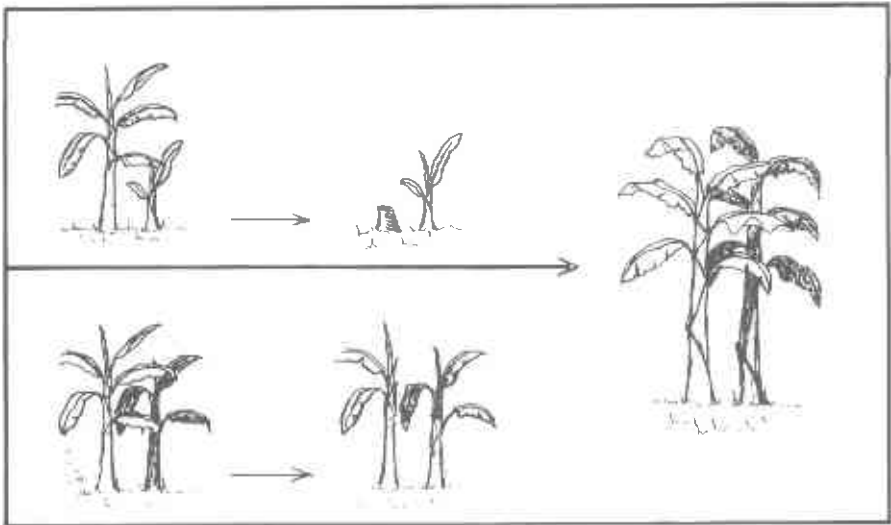
En lo referente a la mano de obra utilizada durante todo el ciclo del cultivo ésta asciende a 135, 187 y 237 jornales para las mismas densidades en su orden. Sin embargo, el costo unitario del control de malezas se reduce a medida que aumenta la densidad de población con valores, precio de 1990, de \$81,46, \$39,36 y \$26,78, para cada una de las densidades consideradas.

En cuanto a la producción se refiere, la Tabla 25 indica que según el porcentaje de plantas cosechadas, ésta fue en su orden de 1542, 2832 y 3900 racimos, pudiéndose apreciar diferencias de 1290 racimos entre la densidad de 1666 y 3332 plantas/ha y de 2358 racimos entre la densidad de 1666 y 5000 plantas/ha. Este hecho representa para el sistema de comercialización por racimo, precio de 1990, ingresos adicionales, frente a la densidad de 1666 plantas/ha, de \$694,200 para las siembras con

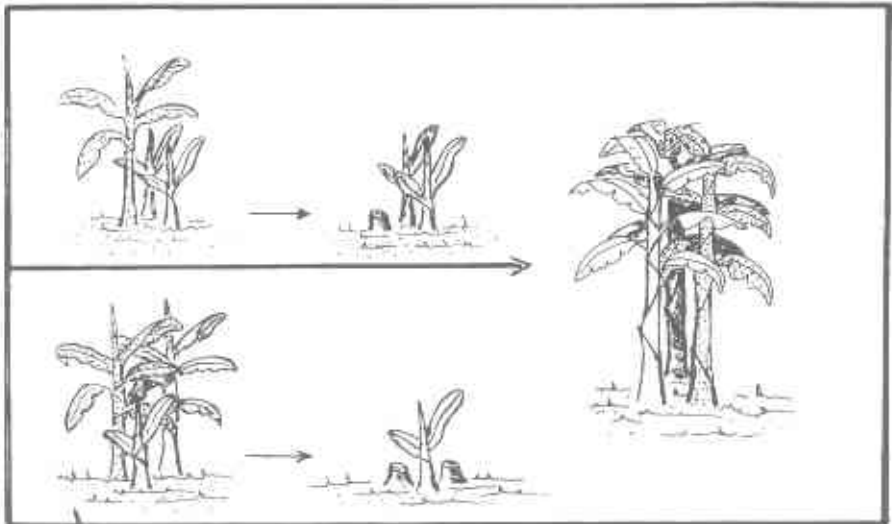
TABLA 26

**Inversiones, costos e ingresos (\$/ha), para tres densidades de población.  
Precios constantes 1990. (Adaptado de Cardona, Franco, Belalcázar, Giraldo, 1991).**

Rubro	Meses									
	3	6	9	12	15	18	21			
Densidad (1666 plantas/ha)										
Inversiones	104000	0	0	0	0	0	0			
Costos variables	342122	102771	120109	53003	38839	0	0			
Costos fijos	68329	15628	18497	8162	5981	0	0			
Total costos de operación	410451	118599	138606	61165	44820	0	0			
Total inversiones y costos	514451	118599	138606	61165	44820	0	0			
Total ingresos	0	0	0	0	1002300	0	0			
Densidad (3332 plantas/ha)										
Inversiones	0	104000	0	0	0	0	0			
Costos variables	0	640905	0	109334	0	155415	0			
Costos fijos	0	176699	0	26022	0	36989	0			
Total costos de operación	0	817604	0	135356	0	192406	0			
Total inversiones y costos	0	921604	0	135356	0	192404	0			
Total ingresos	0	0	0	0	0	1840800	0			
Densidad (5000 plantas/ha)										
Inversiones	104000	0	0	0	0	0	0			
Costos variables	734117	122515	122891	18287	68780	88134	38839			
Costos fijos	128697	18867	18926	2816	10591	13572	5982			
Total costos de operación	862814	141382	141817	21103	79371	101706	4821			
Total inversiones y costos	966814	141382	141817	21103	79371	101706	4821			
Total ingresos	0	0	0	0	430950	1267500	836550			



**Figura 42.** Altas densidades de siembra. Poda de "emparejamiento" mediante el corte de la planta más desarrollada o a través de la eliminación parcial del follaje.



**Figura 43.** Altas densidades de siembra. Poda de "emparejamiento" mediante el corte de la(s) planta(s) más desarrollada(s).

3332 plantas y de \$1 532 700 para las siembras con 5000 plantas. Al comercializarse la producción con base en su peso, los beneficios económicos son aún mayores.

La Tabla 27 registra la comparación de los valores de la tasa interna de retorno (TIR), calculada trimestralmente. De acuerdo con ésta, la mejor opción la presenta la densidad de población de 5000 plantas/ha, con una

rentabilidad trimestral efectiva de 3.86 y 15.33% en la vida útil del proyecto tanto para los inversionistas que tengan que comprar la tierra como para los que ya la posean, respectivamente.

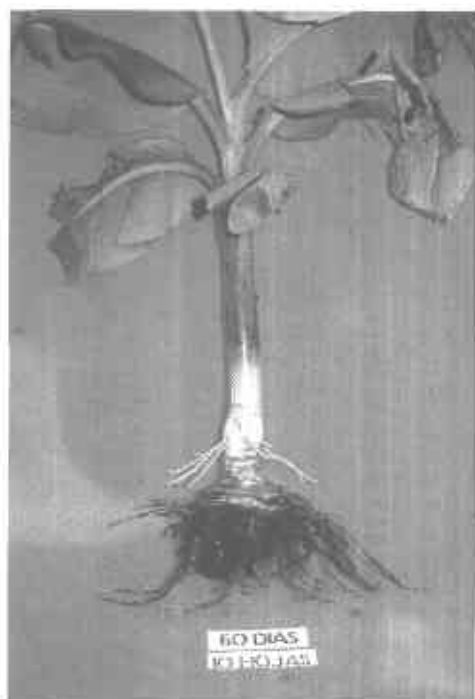
TABLA 27

**Comparación de las tasas de rentabilidad trimestral para tres densidades de población.**  
**(Adaptado de Cardona, Franco, Belalcázar, Giraldo, 1991)**

Densidad de población (Plantas/ha)	Tasas Internas de Retorno (TIR) (%)		
	Duración del proyecto (Meses)	Incluyendo el valor de la tierra	Sin incluir el valor de la tierra
1.666	15	1.05	7.06
3.332	18	3.21	17.63
5.000	21	3.86	15.33



**Figura 30.** El hoyador mecánico, herramienta indispensable en zonas con déficit de mano de obra y suelos demasiado compactos y secos.



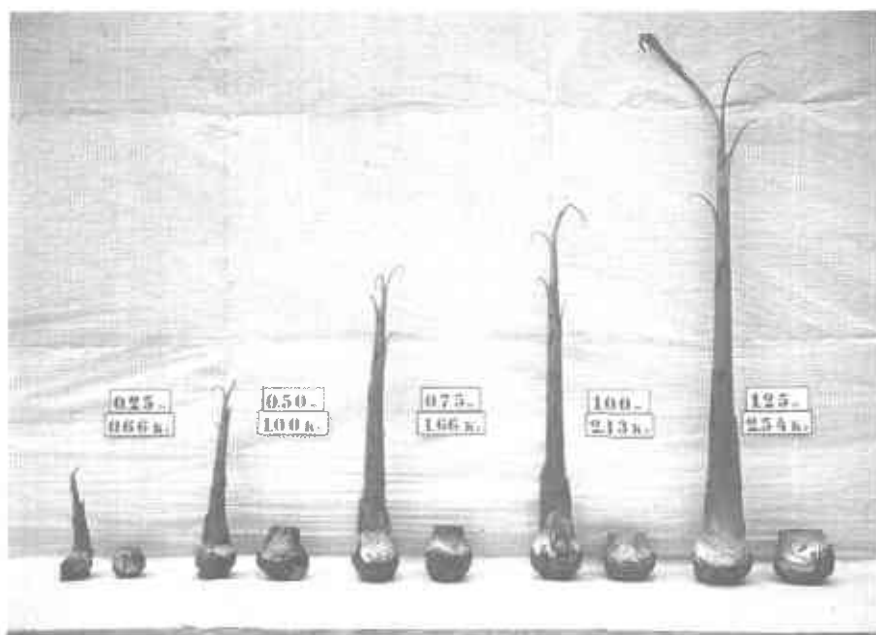
**Figura 32.** Inicio del proceso de formación del segundo corno o superior, a los dos meses de la siembra.



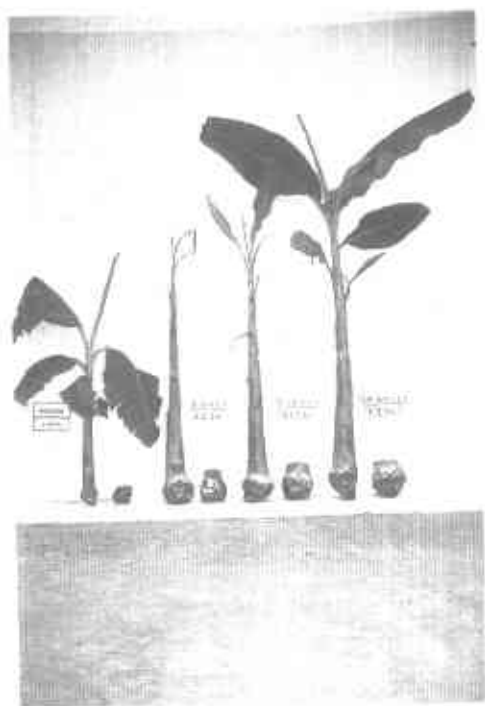
**Figura 33.** Corno superior (formado) e inferior (sembrado), a una profundidad de siembra de 60 cm.



**Figura 34.** Tamaño de los cormos utilizados comúnmente como semilla por el agricultor, 15 a 20 kg., provenientes por lo general de plantas que han desarrollado el 50% de su ciclo vegetativo.



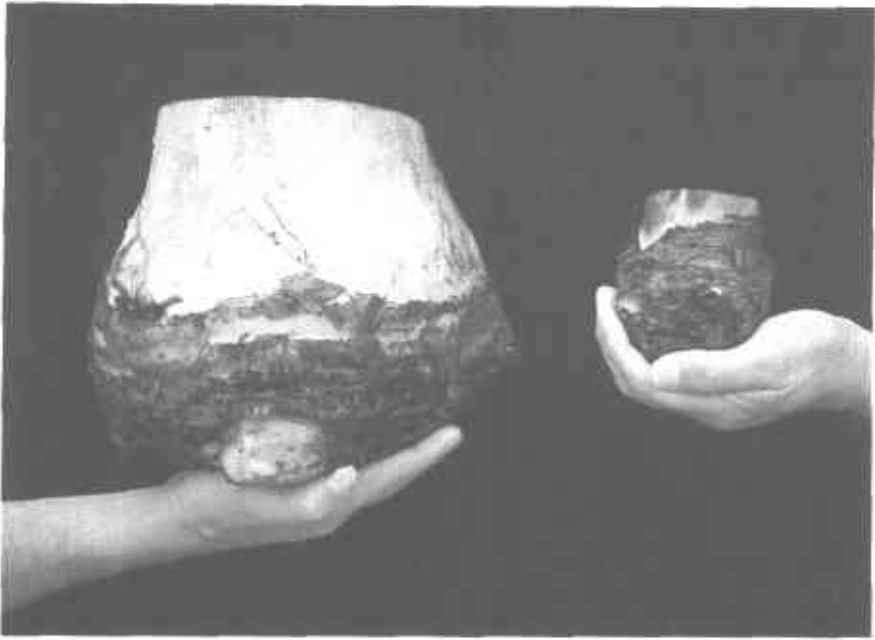
**Figura 35.** Clases de plantas y peso de los cormos empleados en el estudio sobre tamaños de semilla. Colinos tipo "Puyón".



**Figura 36.** Clase de planta y peso de los cormos utilizados en el estudio sobre tamaños de semilla. Plantas con diferente número de hojas.



**Figura 37.** Cormo proveniente de plantas denominadas como "colinos de agua", "orejones" o "bandera"



**Figura 38.** Diferencias de tamaño entre cormos provenientes de colinos "orejones" (izquierda) y plantas que habían emitido diez hojas (derecha).



**Figura 41.** Daño ocasionado por sequía en cormos sembrados con un pedazo deseudotallo. Obsérvese el secamiento de la porción superior delseudotallo y como consecuencia brotación de la planta en su base.

**CAPITULO V**

# Manejo de Plantaciones

Sylvio Belalcázar C.  
Carlos A. Salazar M.  
Gerardo Cayón S.  
Jesús E. Lozada Z.  
Luis E. Castillo  
Jorge A. Valencia M.

El éxito de cualquier clase de explotación agrícola depende fundamentalmente de dos situaciones. Por una parte, la tecnología empleada en la fase de su establecimiento y por la otra, la clase, bondad y época en la cual se realicen las prácticas culturales.

Para el cultivo del plátano, las prácticas a ejecutar pueden estar dirigidas tanto a la planta en sí como al medio en el cual ella se desarrolla, de esta manera, de la acción directa o indirecta de una combinación posible de sus efectos, va a depender en esencia no sólo la producción y rentabilidad del cultivo, sino también la vida útil de las plantaciones.

## **CUIDADO DE LA PLANTA**

### **ELIMINACION DE COLINOS O DESHIJE**

Como se anotó en el aparte sobre morfología, la planta está en capacidad de producir un número variable de colinos, cuya función es conservar la especie. Sin embargo, una vez sometida a un proceso de explotación, su función es proveer la producción en forma secuencial, cuya calidad depende, entre otros aspectos, del número de colinos que se desarrollen en cada unidad productiva. Este hecho, por lo tanto, induce a regular dicha población para obtener los mejores beneficios por conceptos de rendimientos y calidad.

Esta práctica consiste en la eliminación de todos aquellos colinos o brotes que no son necesarios para mantener una población constante ni para conservar una adecuada secuencia de producción en cada unidad productiva. Aunque aparentemente es una labor fácil de poner en práctica, en la realidad esto no ocurre, por cuanto la mayoría de los agricultores se han acostumbrado, ante la carencia de normas de calidad para su mercadeo, a la obtención de una producción casi continua que muy rara vez guarda relación con su programación de podas.

El deshije, que juega un papel de vital importancia respecto a la producción y vida útil de las plantaciones, está condicionado fundamentalmente

por la época y la metodología utilizadas para la eliminación de los colinos indeseables. Aquí es conveniente tener presente que tanto la época como la metodología guardan entre sí un fuerte grado de dependencia, razón por la cual no se deben considerar en forma aislada sino conjuntamente. De acuerdo con esto y para lograr los efectos benéficos de esta práctica, la cual ha sido considerada como todo un "arte", es necesario tener claro el principio de que a una época apropiada debe corresponder igualmente una metodología apropiada. Para facilitar la comprensión de esta correlación, se plantean en la Tabla 28 todas las situaciones que se podrían presentar respecto a épocas y metodologías, apropiadas e inapropiadas.

TABLA 28  
**Combinación de épocas y metodologías apropiadas,  
 para la eliminación de los meristemas de crecimiento y/o colinos.**

		EPOCAS	
		Apropiada	Inapropiada
METODOLOGIAS	Apropiada	Eliminación de meristemas en colinos pequeños con barreno-saca bocado.	Eliminación de meristemas en colinos grandes o en plantas adultas con barreno sacabocado.
	Inapropiada	Eliminación de colinos pequeños con palas o barretones manuales.	Eliminación de colinos grandes o plantas adultas con barretones manuales.

**Fuente:** ICA, Centro Satelital de Plátano y Banano. C. I. El Agrado, Comitecalco Quindío y CIID (IDRC), Canadá. 1990

En relación con metodologías inapropiadas, se debe aclarar que se hace hincapié en la clase de herramienta utilizada, que en este caso se refiere al empleo del barretón normal. Esta herramienta, además de destruir el sistema radicular, puede afectar la estabilidad de la planta madre hasta el punto de facilitar u ocasionar su volcamiento.

Cuando se eliminan colinos o plantas en un estado avanzado de desarrollo, ellos ya han ocasionado daños fisiológicos a la planta madre por su competencia por luz, agua, nutrientes y espacio vital. Esto se puede denominar como una práctica inapropiada por la época en que se hace.

Los métodos y herramientas utilizados para realizar esta labor son variados, pero convergen hacia un mismo fin como es la destrucción del meristemo o ápice de crecimiento *in situ* o bien la separación total del brote de la planta madre.

En el primer caso se corta el colino a una altura aproximada de cinco centímetros sobre la superficie del suelo y luego con un barreno sacabocado (Figura 44), se elimina el punto vegetativo sin ocasionar ninguna clase de daño ni afectar el anclaje de la planta madre (Figura 45). Si es posible sobre la superficie del corte, se puede aplicar una mezcla de insecticida más fungicida o en su defecto aceite quemado o petróleo. En el segundo caso, la separación total del brote, que depende de su tamaño, se puede hacer con machete, barretón, pala o cualquier implemento que cumpla con la misma finalidad. El daño ocasionado depende de la herramienta utilizada y del tamaño del colino eliminado.

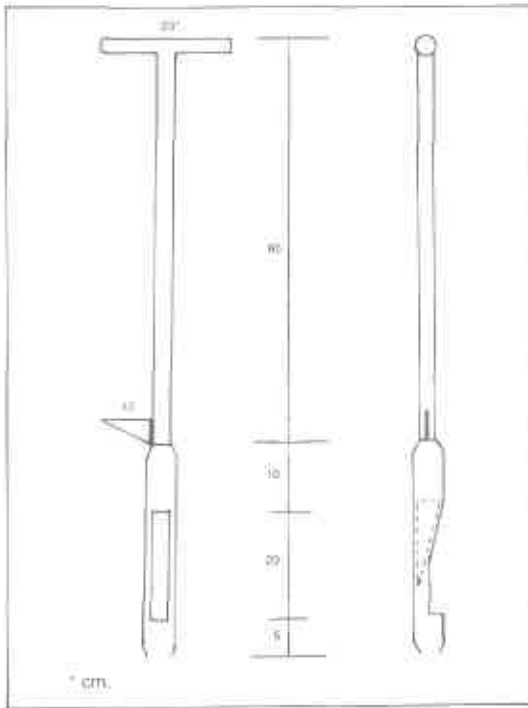
En lo concerniente al tamaño de la unidad productiva, no se puede hablar de una recomendación generalizada sobre el número más apropiado de colinos a dejar por cepa. Para cada departamento, cada municipio, cada platanal y cada planta es un problema particular, cuyo sistema de explotación está gobernado por factores inherentes al medio en el cual se desarrolla y mercede su producción la planta.

Los estudios realizados sobre este tópico (Tabla 29), muestran que al dejar uno, dos o más colinos por unidad productiva, pueden influenciar los valores correspondientes a altura de la planta, perímetro del seudotallo y duración de su ciclo vegetativo, cuyo efecto y magnitud pueden carecer o no de importancia práctica. Sin embargo, en cuanto a parámetros de producción se refiere, se registran diferencias respecto al número de dedos o frutos por racimo y peso del mismo. El efecto puede ser considerado como favorable o desfavorable según el sistema imperante de mercede, bien sea que se trate de comercialización por racimos individuales o con base en el peso de los frutos, caso en el cual y a diferencia del anterior juega un papel importante el factor calidad.

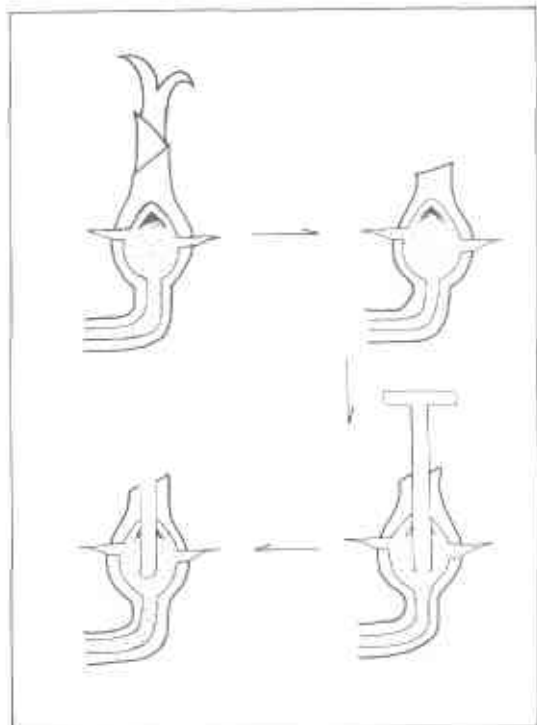
En la misma Tabla se puede apreciar la información correspondiente a la producción real de campo. Ella está basada en el porcentaje de plantas cosechadas, la cual, según el decrecimiento de la producción de un ciclo a otro, estaría indicando la conveniencia de no mantener explotaciones con dos o tres unidades productivas por más de tres ciclos de cosecha. De acuerdo con dicha información el manejo de una unidad productiva por sitio no sólo presenta la menor reducción de su producción a través de los tres ciclos considerados sino que desde un punto de vista económico puede incrementar la vida útil de las plantaciones hasta los cinco ciclos de cosecha.

## **ELIMINACION DE HOJAS**

En regiones con condiciones desfavorables al ataque de enfermedades foliares, la planta puede poseer en un momento determinado hasta 16 hojas verdes sin doblar. Lo anterior sucede en el C.I. Palmira, y equivale a una duración promedio de 130 días de ciclo de vida, aproximadamente.



**Figura 44.** Vista frontal y lateral del "barreno sacabocado".



**Figura 45.** Proceso de eliminación del ápice vegetativo con "barreno sacabocado".

TABLA 29

Efecto del número de colinos por unidad productiva, sobre los componentes del rendimiento y el desarrollo. (Belalcázar, Baena y Martínez, 1990).

Componentes de desarrollo y producción	Ciclos								
	Primero			Segundo			Tercero		
	Número de colinos			Número de colinos			Número de colinos		
	uno	dos	tres	uno	dos	tres	uno	dos	tres
Altura de la planta (m)	3.40	3.39	3.46	4.50	4.66	4.72	4.74	4.85	5.02
Perímetro del pseudotallo (m)	59.70	61.60	60.60	73.50	73.30	73.80	72.00	65.00	62.50
Duración de siembra a cosecha (Meses)	16.04	15.97	15.92	22.80	24.66	25.46	32.55	37.29	38.98
Número de manos/racimo	7.22	7.11	7.13	7.07	7.05	7.09	7.60	7.35	7.15
Número de dedos/racimo	52.90	53.20	53.80	51.40	49.40	48.00	54.30	48.90	46.90
Peso del racimo (kg)	15.96	15.51	15.27	16.89	15.43	14.77	18.66	16.42	15.13
Producción real de campo (ton/ha)	19.04	18.10	17.37	18.27	26.24	26.77	17.63	20.63	20.08

Este hecho puede servir de base a varios planteamientos técnicos, relacionados con el número de hojas requerido por una planta para producir un racimo de buena calidad

Los estudios realizados respecto a dichos requerimientos han mostrado que una planta necesita de un mínimo de ocho hojas durante todo su ciclo de vida. Se ha encontrado además que la planta puede soportar pérdidas hasta de un 50% de su follaje en cualquier época de su desarrollo vegetativo, sin que por ello se afecten sus componentes del desarrollo y calidad de la producción. (Tablas 30, 31 y 32).

Los resultados anteriores, fuera de indicar algunas pautas en cuanto a requerimientos de área foliar para producir un buen racimo, también están mostrando la posibilidad de manipular el follaje en pro de los procesos fisiológicos de la misma planta y el control de enfermedades foliares. Esto podría explicarse de la siguiente forma: Si para fines comerciales una planta requiere un mínimo de ocho hojas y ella bajo condiciones favorables puede conservar 16 o sea el doble de las hojas requeridas, ¿cuál sería entonces la razón para conservarlas? Aparentemente ninguna, por cuanto se ha demostrado que con su conservación no se está favoreciendo el fin primordial como es incrementar la producción. Además, en un momento crucial, por ejemplo en una época de sequía, su presencia sería desfavorable por cuanto estaría contribuyendo a la pérdida de agua a través de su proceso de transpiración.

Tomando como base los resultados de los estudios realizados sobre los requerimientos foliares, cuya efectividad ha sido comprobada en la siembra y manejo de altas densidades poblacionales, se podría establecer desde un punto de vista técnico y práctico, que la labor de eliminación de hojas secas no sólo debe estar dirigida a éstas, sino que también se podría extender a todas aquellas hojas verdes sin doblar, que excedan al número mínimo requerido, con lo cual se incrementaría la bondad de esta práctica respecto a sus objetivos: así:

1. Fortalecer los diferentes procesos fisiológicos de la planta para incrementar su capacidad productiva.
2. Liberar a la planta de aquellas hojas cuya actividad fotosintética no corresponda a sus requerimientos fisiológicos.
3. Eliminar barreras que impidan una mayor penetración y acción de los rayos solares sobre la brotación y desarrollo de los colinos.
4. Permitir una mejor circulación de aire dentro de la plantación, con una consecuente reducción de la humedad relativa al rededor de la corona, que a su vez disminuye la incidencia y severidad del ataque de plagas y enfermedades.

TABLA 30

**Efecto del número de hojas sobre los componentes del desarrollo y el rendimiento.**  
(Betalcázar, Baena y Martínez, 1990).

Componentes de desarrollo y producción	Ciclos/Número de hojas											
	Primero				Segundo				Tercero			
	seis	ocho	diez	testigo	seis	ocho	diez	testigo	seis	ocho	diez	testigo
Altura de la planta (m)	3.85	3.30	3.46	3.45	4.54	4.61	4.69	4.66	4.84	4.88	4.88	4.88
Perímetro delseudotallo (m)	38.90	60.60	61.60	61.50	72.80	73.90	73.90	73.80	65.50	67.00	67.70	67.70
Duración de siembra a cosecha. (Meses)	16.28	15.85	15.95	15.81	24.19	24.17	24.32	24.55	36.07	36.16	36.37	36.49
Número de rianos por racimo	7.05	7.26	7.15	7.03	7.08	7.08	7.08	7.09	7.30	7.43	7.46	7.29
Número de dedos por racimo	50.40	54.40	54.10	54.40	49.50	50.20	49.40	49.40	48.30	50.20	50.80	50.80
Peso del racimo (kg)	13.63	15.72	16.33	16.65	14.61	15.93	16.28	15.97	15.30	17.48	17.19	16.98
Producción real de campo. (ton/ha)	16.19	17.94	18.80	19.75	21.46	24.89	24.85	23.83	18.07	20.60	21.61	17.50

TABLA 31

Efecto de la época y porcentaje de defoliación sobre los componentes de desarrollo, para dos ciclos de producción (C.P.). (Bealcazar, Merchán, Baena y Valencia, 1990).

Epocas de defoliación según hojas emitidas	C.P.	Altura de la planta (m)					Número de hojas emitidas				
		Porcentaje de defoliación					Porcentaje de defoliación				
		0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
4	1	3.6	3.8	3.6	3.7	3.6	36.9	37.5	37.3	37.2	37.3
	2	4.9	5.1	4.7	4.9	4.9	37.5	38.6	38.7	38.4	38.7
8	1	3.8	3.7	3.6	3.7	3.8	38.6	38.0	37.9	38.8	38.6
	2	5.0	5.1	4.9	4.9	4.9	39.1	38.8	39.4	38.1	39.3
12	1	3.6	3.7	3.6	3.7	3.8	37.7	37.7	37.1	38.1	39.6
	2	4.5	4.8	4.9	4.8	4.8	36.5	38.8	39.4	38.1	39.3
16	1	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	37.3	36.8	37.3	38.0	39.1
	2	5.0	5.2	4.9	4.9	4.4	38.0	38.0	38.6	38.6	38.8
20	1	3.7	3.7	3.6	3.5	3.4	37.8	37.9	38.0	38.2	37.8
	2	5.0	5.2	4.9	4.8	4.7	38.5	38.2	39.4	38.7	38.6
24	1	3.7	3.7	3.7	3.6	3.4	37.8	37.9	38.0	38.2	37.8
	2	5.0	4.9	5.0	4.7	4.6	38.5	38.0	38.6	37.3	37.7
28	1	3.5	3.7	3.4	3.5	3.3	37.7	37.7	37.3	37.3	37.6
	2	4.4	4.7	4.6	4.5	4.4	38.4	38.7	37.2	36.6	37.4
32	1	3.7	3.6	3.6	3.6	3.5	37.8	37.3	38.3	37.5	37.0
	2	4.6	4.5	4.7	4.7	4.4	36.9	37.3	37.9	36.9	37.1

TABLA 32

**Efecto de la época y porcentaje de defoliación sobre los componentes del desarrollo y rendimiento, para dos ciclos de producción (C.P.). (Belalcázar, Merchán, Baena y Valencia, 1990).**

Epocas de defoliación según hojas emitidas	C.P.	Duración ciclo vegetativo (meses)					Número de hojas emitidas				
		Porcentaje de defoliación					Porcentaje de defoliación				
		0	25	50	75	100	0	25	50	75	100
4	1	14.7	14.6	14.8	14.6	14.8	19.4	19.8	20.1	20.6	19.5
	2	23.4	23.7	23.6	22.9	27.7	18.1	18.1	17.1	18.1	20.9
8	1	15.2	14.7	15.0	15.1	15.2	18.8	19.8	20.4	19.1	19.4
	2	23.9	24.4	22.9	24.1	23.7	18.8	18.9	20.6	19.1	16.7
12	1	15.0	15.3	14.7	15.0	15.7	19.6	19.0	20.0	19.2	18.3
	2	23.3	23.4	23.6	24.4	23.4	18.5	20.5	19.2	16.9	18.3
16	1	14.7	14.7	14.6	14.8	15.6	20.6	20.3	19.8	19.7	17.6
	2	23.7	22.8	24.1	22.6	23.8	21.4	18.0	19.1	18.3	18.8
20	1	15.0	15.0	14.6	14.8	15.6	20.6	20.3	19.8	19.7	17.6
	2	23.6	23.8	22.5	23.2	23.0	19.3	19.7	20.1	19.1	17.6
24	1	14.7	14.8	14.9	15.1	14.8	18.4	19.5	18.9	17.3	13.7
	2	22.8	23.4	24.4	22.8	21.7	20.3	19.5	18.1	18.1	16.2
28	1	14.9	15.2	14.9	15.1	15.0	18.6	19.6	19.0	18.4	12.8
	2	23.6	22.6	23.9	22.3	23.1	17.8	20.3	16.0	19.0	16.0
32	1	14.8	14.7	15.1	14.9	15.1	19.9	19.1	18.8	18.3	11.0
	2	24.0	23.6	23.6	22.0	22.1	19.5	18.3	18.0	19.1	13.6

5. Controlar ciertas plagas y enfermedades que utilizan o requieren de las hojas como refugios o fuentes potenciales de inóculo; así mismo, se reduce la cantidad de inóculo de manera constante.

6. Acelerar el proceso de mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, mediante la incorporación de una mayor cantidad de materia orgánica.

En lo referente a la ejecución de esta labor, ella se puede hacer conjuntamente con la práctica de deshije y eliminación de yaguas secas; se deben usar herramientas desinfectadas con Creolina, Sanivet, Vanodine o Bradofen al 5% del producto comercial.

La desinfección se debe practicar al pasar de una planta a otra. Se puede hacer sumergiendo las herramientas en la solución por espacio de treinta segundos. Sin embargo, para obviar el control del tiempo, que de todas maneras es dispendioso y ocasiona pérdidas de tiempo innecesarias, se recomienda recurrir al uso alternado de dos herramientas, con lo cual se favorece la efectividad del tratamiento de desinfección, por el simple hecho de que mientras se está trabajando con una de ellas, la otra permanece inmersa en la solución por un tiempo mucho mayor.

En cuanto al corte, es bastante práctico y aconsejable que éste se realice de abajo hacia arriba, con lo cual se evitan las desgarraduras de las yaguas. Además, éste no se debe practicar a ras del seudotallo o sea en el punto de unión del pecíolo con las yaguas, sino preferiblemente en la parte media del pecíolo.

## APUNTALAMIENTO

Esta práctica está encaminada fundamentalmente a prevenir la pérdida de unidades productivas por volcamiento. Este es un problema bastante serio que se puede deber al efecto combinado de vientos fuertes con peso del racimo y altura de la planta o mal anclaje de la misma. Este último aspecto puede estar relacionado principalmente con daños en el sistema radicular, como resultado del ataque de nematodos o picudos, y aplicación de prácticas inapropiadas de manejo, como un deshije severo. Esta labor está dirigida a minimizar las pérdidas mediante el empleo de un sistema de apuntalamiento oportuno, eficaz y permanente. En la práctica se puede recurrir a dos sistemas para apuntalar que se han denominado comúnmente como tijera y amarre.

El sistema de tijera gira en torno a la edad y altura de la planta. Para tal propósito se recurre al empleo de tocónes de caña brava, bambú y guadua, y cuerda de polipropileno, entre otros materiales. Esta labor se debe realizar semanalmente; la época más oportuna es cuando la inflorescencia se torna péndula.

En cuanto a la técnica de amarre se pueden utilizar las siguientes modalidades: Planta a planta y planta a estaca clavada en el suelo; se puede emplear para tal fin cuerda de polipropileno. De estos sistemas el primero es el más eficiente y económico, sobre todo en aquellas regiones con régimen de lluvia moderado y bajas poblaciones de nematodos. En zonas húmedas los dos últimos sistemas son los que se deben practicar, principalmente bajo condiciones de grandes explotaciones, en las cuales el empleo de cualquier tipo de madera resulta demasiado costoso.

### EMBOLSE

Aunque esta práctica no es de uso común en el país, salvo en las explotaciones con destino a la exportación, es interesante anotar sus ventajas. Esta labor aumenta la velocidad de crecimiento de los frutos, al mantener a su alrededor una temperatura más alta y con cierto grado de constancia. Esta situación permite a los frutos, principalmente los de la primera mano, alcanzar mayor longitud, diámetro y peso. De igual manera se mejora ostensiblemente la calidad general de la fruta, al reducir los daños relacionados con raspones, quemaduras en el pericarpio por el roce con hojas dobladas, puntales y proceso de corte y acarreo. Además, lo que es un punto de gran importancia, la bolsa puede disminuir considerablemente el ataque de ciertas plagas, como *Colaspis* spp., *Trigona* sp. y *Thrips* spp.

### DESTRONQUE

Es una de las prácticas de manejo que ha suscitado grandes controversias respecto a su efecto y época más apropiada para la ejecución. Una de las razones que abogan porque ésta se realice en forma gradual, es la de que los trozos de seudotallo que quedan una vez se efectúa la cosecha del racimo, pueden servir como reservas o fuentes de agua y minerales para los colinos en proceso de desarrollo. Sin embargo, a pesar de que existen las evidencias de la translocación de agua y minerales de dicho seudotallo hacia los colinos, los resultados de las investigaciones adelantadas bajo condición de bosque seco tropical, bosque húmedo tropical y bosque húmedo premontano bajo, han mostrado que destronques practicados en forma gradual o inmediata a la cosecha, no ejercen influencia significativa sobre los parámetros de crecimiento y rendimiento del ciclo siguiente. (Tabla 33).

De acuerdo con dichos resultados, la época y forma para la ejecución de esta labor sería indiferente, por cuanto no tiene ningún efecto sobre el incremento de la productividad. No obstante, desde un punto de vista práctico y económico lo más aconsejable sería que la citada labor se ejecutase inmediatamente se coseche el racimo, con lo cual se evitaría que el seudotallo sirviese como una fuente o reservorio de inóculo de problemas fitosanitarios de importancia económica, como producción

TABLA 33  
**Efecto de la clase de destronque sobre los componentes del desarrollo y el rendimiento.**  
**(Belalcázar, Baena y Martínez, 1990).**

Componentes del desarrollo y producción	Ciclos / Clase de destronque								
	Primero			Segundo			Tercero		
	Inmediato	Gradual		Inmediato	Gradual		Inmediato	Gradual	
Altura de la planta (m)	3.44	3.40		4.65	4.60		4.87	4.87	
Perímetro del pseudotallo (cm)	59.90	61.40		73.50	73.60		66.50	66.40	
Duración de siembra a cosecha (Meses)	15.94	16.00		24.26	24.36		36.12	36.43	
Número de manos/racimo	7.14	7.17		7.05	7.08		7.41	7.33	
Número de dedos/racimo	53.50	53.20		49.50	49.70		50.40	49.70	
Peso del racimo	15.58	15.58		15.49	15.90		16.70	16.76	
Producción real de campo (ton/ha)	17.80	18.54		24.12	23.39		19.76	19.13	

acuosa del seudotallo, *E. chrisantemi*, y Picudos Negro y Rayado, *C. sordidus* y *M. hemipterus*, entre otras. En el caso de las plagas citadas, éstas son atraídas por el "olor característico" que emiten los seudotallos al descomponerse.

Otra ventaja del destronque inmediato es la relacionada con la aceleración del mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, mediante una rápida incorporación y mejor distribución de los residuos de la cosecha. Esto no es posible con el destronque gradual.

En cuanto a aspectos económicos, fuera del correspondiente a la producción y control de plagas y enfermedades, está el relacionado con los costos que demanda su ejecución. Para el caso de la forma gradual requiere como mínimo de la práctica de dos a tres cortes antes de proceder al destronque total, lo cual se obvia con el destronque inmediato.

En relación con la forma, bien sea que se trate de gradual o inmediata, se reduce a cortar con herramientas desinfectadas el seudotallo cosechado, el cual se picará lo más finamente posible para propiciar su rápido secamiento y descomposición e incorporación al suelo como materia orgánica.

En cuanto al destronque inmediato, se debe hacer a ras del suelo con cierta inclinación. Se procede a continuación a cubrir la herida correspondiente con insecticida o tierra para evitar la atracción y ataque de plagas que afectan al cormo.

## **MANEJO DEL MEDIO DE DESARROLLO**

Es un hecho bastante claro que la producción y su calidad no dependen únicamente de la potencialidad productiva de la planta, sino también del grado de integración alcanzado con los componentes del medio en el cual ella se desarrolla, o sea el clima y el suelo.

Asumiendo hipotéticamente que la planta y el clima son apropiados, la producción por consiguiente quedaría supeditada a los efectos determinantes del suelo. Sin embargo, aquí también se debe tener presente que la obtención de buenas cosechas no sólo depende de sus propiedades físicas y químicas sino también del manejo de algunos factores directa o indirectamente relacionados con el medio de desarrollo, como el riego, los drenajes, el manejo de las malezas y la fertilización.

### **RIEGO**

De manera general se puede decir que en Colombia, el cultivo de plátano no se riega artificialmente. La razón principal es que en muchas de las regiones donde se siembra esta especie caen más de 1300 mm de lluvia al año. Al respecto, en la región de Urabá, las lluvias alcanzan promedios superiores a los 2500 mm y en la zona cafetera central de 1800 mm.

Sin embargo, cuando se habla de un cultivo tecnificado de plátano, hay que pensar en riego suplementario durante los períodos secos y en la fase inicial de desarrollo.

En este Manual se tratarán todos los conceptos elementales del riego artificial, a fin de que los Asistentes Técnicos y los productores los tengan en cuenta para las siembras en terreno plano.

La implementación de cualquier tipo de tecnología debe contar con un conocimiento pleno de las personas a las cuales estará dirigido. Por lo tanto, cuando se habla de sistema de riego para un cultivo específico se debe conocer su distribución geográfica, ciclo de vida e importancia económica del cultivo.

Como es bien sabido, el plátano se ha utilizado en Colombia en la zona cafetera como cultivo protector para sombrero del café, por lo tanto se cultiva en laderas con pendientes relativamente altas. La zona de Urabá en Antioquia, Sevilla y Riofrío en el Magdalena y algunas zonas del Quindío, poseen grandes extensiones en terrenos planos.

Desde el punto de vista técnico, el riego se justifica para cualquier cultivo o zona cuando "el requerimiento de agua del cultivo no es llenado por el suministro hídrico". En términos generales, cuando la evaporación de un lugar es mayor que la precipitación, todos los cultivos necesitan riego.

## **PARAMETROS BASICOS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE RIEGO**

Estos parámetros son aplicables a cualquier zona y cultivo y se deben determinar para lograr un diseño técnico acorde con cada situación.

### **TEXTURA**

Normalmente el análisis de caracterización que realizan los laboratorios del ICA, Universidad Nacional, CVC y otros, determinan la textura del suelo. La prueba de campo para caracterización de la textura del suelo exige cierto grado de experiencia, pero es valiosa en el sentido de determinar con cierta facilidad las texturas gruesas y finas. Dicha prueba consiste en tomar una porción del suelo húmedo entre las manos y analizar su plasticidad que se basa en la facilidad para dejarse moldear, la consistencia, la rugosidad y su fluidez. Ejemplo:

- Suelo Arcilloso: Al moldearlo con la mano forma bola fácilmente, con superficies lisas de buena consistencia. Si la humedad es alta tiende a brotar entre los dedos.
- Suelo Arenoso: No forma bola, es rugoso al tacto y cuando la humedad es alta forma bola de poca consistencia.

## DENSIDAD APARENTE

Conocida la textura se puede hallar la densidad aparente utilizando el valor medio obtenido en tablas. La prueba de campo consiste en extraer una muestra de suelo de volumen conocido, la cual se pesa, se coloca al horno a 105°C durante 24 horas y luego se vuelve a pesar. Se relacionan el peso del suelo seco y el peso de un volumen de agua igual al volumen de la muestra extraída.

### Capacidad de retención del agua

Es quizá el parámetro más importante a tener en cuenta en los estudios de riego, puesto que determina la capacidad del suelo para almacenar agua y al mismo tiempo la disponibilidad de ésta. Debe obtenerse una curva de retención de humedad, realizada por un laboratorio especializado. Las tensiones normales de análisis varían entre 0.1, 0.33, 1, 3 y 5 atmósferas, valores mayores de cinco atmósferas no tienen mucha aplicación práctica. (Figura 46).

### Infiltración

Determina la velocidad con que el agua penetra en el suelo. Este parámetro condiciona no sólo el método de riego sino también los equipos a utilizar y el tiempo de riego requerido.

La prueba de campo registra datos de lámina infiltrada vs. tiempo y normalmente se considera que alcanza un valor constante de infiltración o infiltración básica, cuando el cambio en la velocidad de infiltración para un período estándar es del 10%. Desde el punto de vista práctico es recomendable utilizar el valor de velocidad de infiltración para el cual la curva se hace asintótica. (Figura 47).

### Uso consuntivo

También conocido como demanda de agua, es el valor más importante en el diseño de sistemas de riego; es también desafortunadamente el más difícil de estimar con precisión. La literatura es amplia en metodologías, pero la selección de un método dado depende en gran parte de la disponibilidad de información climática con que se cuente. Afortunadamente existen fórmulas que presentan resultados aceptables. Algunas de las más comunes son:

#### 1. CHRISTIANSE - GRASSI (1964):

$$Et = 0.95 Wc CT CVc F \text{ (mm/día)}$$

Donde:	CT	=	0.020 T°C
	CVc	=	0.0942 + 0.02774 Vc - 0.0002116 Vc <sup>2</sup>
	F	=	Factor del Cultivo
	Wc	=	Evaporación del tanque clase A
	T	=	Temperatura media en °C

## 2. GARCIA Y LOPEZ:

$$ETP = 1.21 \times 10^n (1 - 0.01 HR) + 0.21 T - 2.30$$

Donde: ETP = Evapotranspiración potencial (mm/día).  
n =  $7.45 T (234.7 + T)$   
T = Temperatura media en °C  
HR = Humedad relativa media de las horas diurnas. Promedio entre las medidas a las 8 y a las 14.

## 3. BLANEY - CRIDDLE:

$$UC = K \times P (8.12 + 0.457 t)$$

Donde: UC = Uso consuntivo (mm/mes)  
K = Coeficiente empírico del cultivo, varía entre 0.8 y 1.0.  
P = Porcentaje de horas sol mensual con respecto al total anual.  
t = Temperatura media mensual.

## 4. PAPADAKIS:

$$ETP = 5.625 (ema - Ed)$$

Donde: ETP = Evapotranspiración potencial (mm/mes)  
ema = Tensión de vapor de saturación a la máxima temperatura.  
Ed = Tensión de vapor a la temperatura y humedad actuales.

## 5. TANQUE DE EVAPORACION (Evaporímetro clase A):

$$ET_o = K_p \times E_v \quad ET = ET_o \times K_c$$

Donde: ET<sub>o</sub> = Evapotranspiración potencial  
ET = Evapotranspiración  
E<sub>v</sub> = Evaporación del tanque clase A en mm/día  
K<sub>c</sub> = Coeficiente de cultivo, Tabla 34  
K<sub>p</sub> = Coeficiente del tanque evaporímetro, Tabla 35.

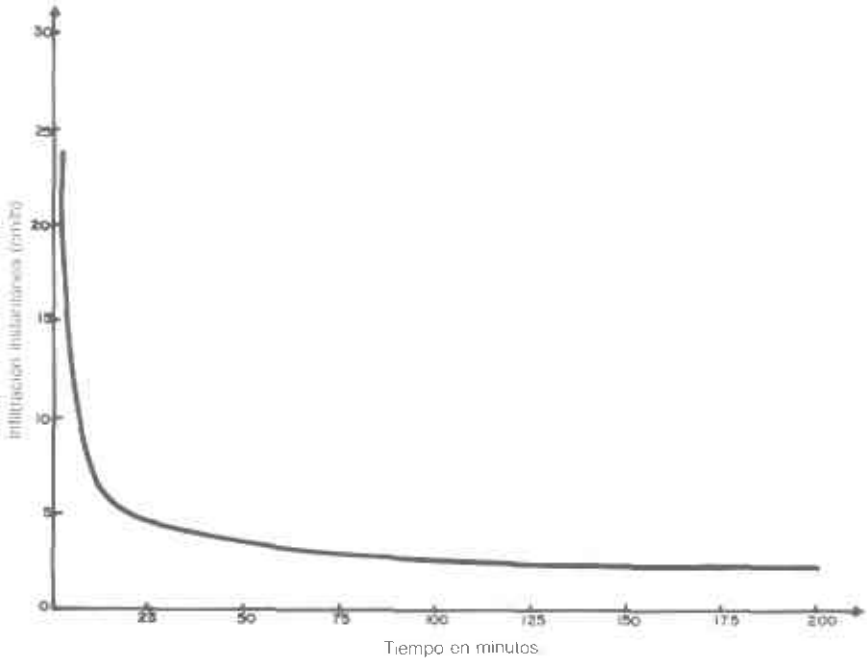


Figura 46. Curva de infiltração

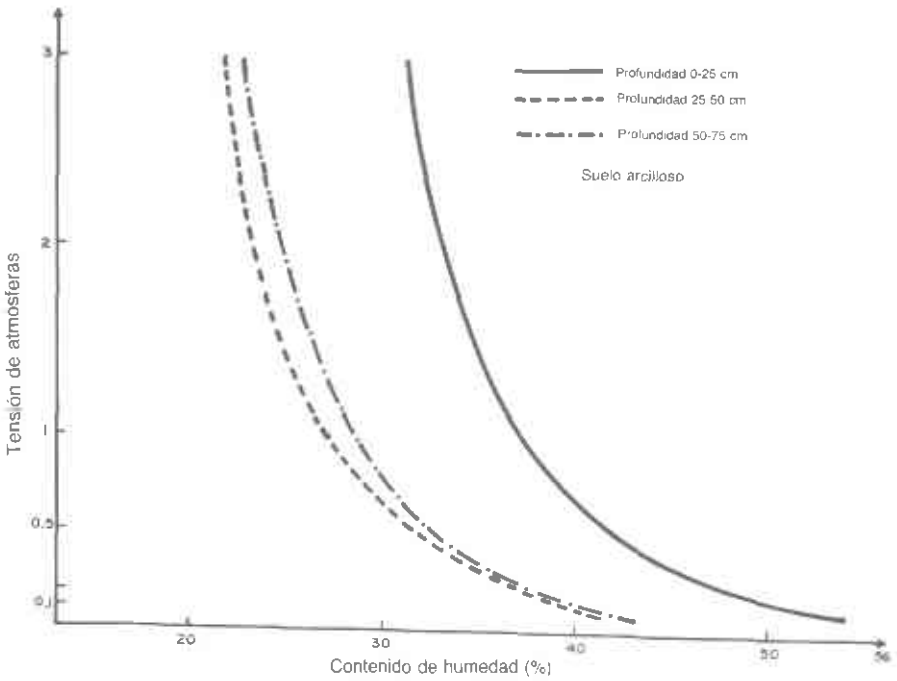


Figura 47. Curvas de retenção de umidade

TABLA 34

## Coeficiente de cultivo (kc). (Salazar, 1987)

Cultivo	Fases de desarrollo del cultivo						Período vegetativo total
	Inicial	Desarrollo del cultivo	Mediados del período	Finales del período	Recolección		
Banana tropical	0.4 -0.5	0.7 -0.85	1.0 -1.1	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.7 -0.8	
subtropical	0.5 -0.65	0.8 -0.9	1.0 -1.2	1.0 -1.15	1.0 -1.15	0.85-0.95	
Frijol verde	0.3 -0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9 -0.95	0.85-0.95	0.85-0.9	
saco	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7 -0.8	
Algodón	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.9	0.65-0.7	0.8 -0.9	
Vid	0.35-0.55	0.6 -0.8	0.7 -0.9	0.6 -0.8	0.55-0.6	0.55-0.75	
Maíz dulce	0.3 -0.5	0.7 -0.9	1.05-1.2	1.0 -1.15	0.95-1.1	0.8 -0.95	
grano	0.3 -0.5	0.7 -0.85	1.05-1.2	0.8 -0.95	0.55-0.6	0.75-0.9	
Arroz	1.1 -1.15	1.1 -1.5	1.1 -1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2	
Sorgo	0.3 -0.4	0.7 -0.75	1.0 -1.15	0.75-0.8	0.5 -0.55	0.75-0.8	
Soya	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.15	0.7 -0.8	0.4 -0.5	0.75-0.9	
Caña de azúcar	0.4 -0.5	0.7 -1.0	1.0 -1.3	0.75-0.8	0.5 -0.6	0.85-1.05	
Tabaco	0.3 -0.4	0.7 -0.8	1.0 -1.2	0.9 -1.0	0.75-0.85	0.85-0.95	
Tomate	0.4 -0.5	0.7 -0.8	1.05-1.25	0.8 -0.95	0.6 -0.65	0.75-0.9	
Citricos							
desverte total						0.65-0.75	
sin control de malezas						0.85-0.9	

TABLA 35

**Coefficiente de cubeta (kpan) correspondiente a una cubeta de clase A, para distintas coberturas del terreno, niveles de humedad relativa media y velocidad total de viento en 24 horas. (Salazar, 1987).**

RH/media %	Cubeta colocada en superficie cultivada, de forraje verde y de poca altura			Cubeta colocada en zona de barbecho seco		
	bajo 40	medio 40-70	alto 70	bajo 40	medio 40-70	alto 70
<b>Viento km/día</b>	Distancia por el lado de barlovento, del cultivo de forraje verde, m.			Distancia por el lado de barlovento del barbecho seco.		
Ligero	1	0.55	0.75	1	0.7	0.85
75	10	0.65	0.75	10	0.6	0.7
	100	0.7	0.8	100	0.55	0.65
	1000	0.75	0.85	1000	0.5	0.6
Moderado	1	0.5	0.6	1	0.65	0.75
175-425	10	0.6	0.7	10	0.55	0.65
	100	0.65	0.75	100	0.5	0.6
	1000	0.7	0.8	1000	0.45	0.55
Fuerte	1	0.45	0.5	1	0.6	0.65
425-700	10	0.55	0.6	10	0.5	0.55
	100	0.6	0.65	100	0.45	0.5
	1000	0.65	0.7	1000	0.4	0.45
Muy fuerte	1	0.4	0.45	1	0.5	0.6
700	10	0.45	0.55	10	0.45	0.5
	100	0.5	0.6	100	0.4	0.45
	1000	0.55	0.6	1000	0.35	0.4

## 6. JENSEN - HAISE (Método de radiación):

$$E_{tr} = LT (T - T_x) R_s$$

Donde:	LT	=	$1 / (C1 + 7.3 LH)$
	LH	=	$\frac{50 mb}{e_2 - e_1}$
	e <sub>2</sub>	=	Presión de vapor a la temperatura máxima media del mes más caliente.
	e <sub>1</sub>	=	Presión de saturación de vapor de agua en mb para la temperatura mínima promedia del mes más caliente.
	C1	=	$38 - \frac{2E}{305}$
	E	=	Elevación en m.s.n.m
	T <sub>x</sub>	=	$-2.5 - 0.14 (e_2 - e_1) - E/550$
	R <sub>s</sub>	=	Radiación solar, Tabla 36
	T	=	Temperatura media

## 7. FAO (Variación del método de Blaney - Criddle):

$$E_{To} = d_4 + b_4 f \quad f = p (0.46T + 8)$$

Donde:	E <sub>To</sub>	=	Evapotranspiración en mm/día
	P	=	Porcentaje de horas de sol comparado con el total del año.
	T	=	Temperatura media mensual
	d <sub>4</sub> y b <sub>4</sub>	=	Representan el intercepto y la pendiente de la línea recta que relaciona E <sub>To</sub> y F x E <sub>To</sub> clasificados de acuerdo con la velocidad del viento, humedad relativa mínima y porcentaje de horas sol. (Figura 48).

## LAMINA DE RIEGO

Una vez definido el valor de uso consuntivo del cultivo, se procede a determinar el rango del contenido de humedad para el cual el cultivo en particular representa el desarrollo óptimo. En función de ese rango de humedad se puede entonces definir la lámina de riego.

Técnicamente el rango óptimo de humedad se puede definir en función del potencial del trabajo del cultivo, tensión de succión a la cual el cultivo es capaz de trabajar.

Este valor desafortunadamente es poco conocido y difícilmente cuantificable. Por lo tanto se debe depender más de la experiencia y del conocimiento que se tenga del cultivo. En la práctica, el aspecto económico es el que determina el rango de humedad aprovechable por la planta.

TABLA 36

Duración media diaria del máximo de horas posibles de fuerte insolación (N) para distintos meses y latitudes.  
(Salazar, 1987).

Latitudes meridionales australes	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agt.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Jul.	Agt.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
40	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3
35	10.6	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8
30	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	20.2
25	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9
15	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2
10	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5
5	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8
0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0

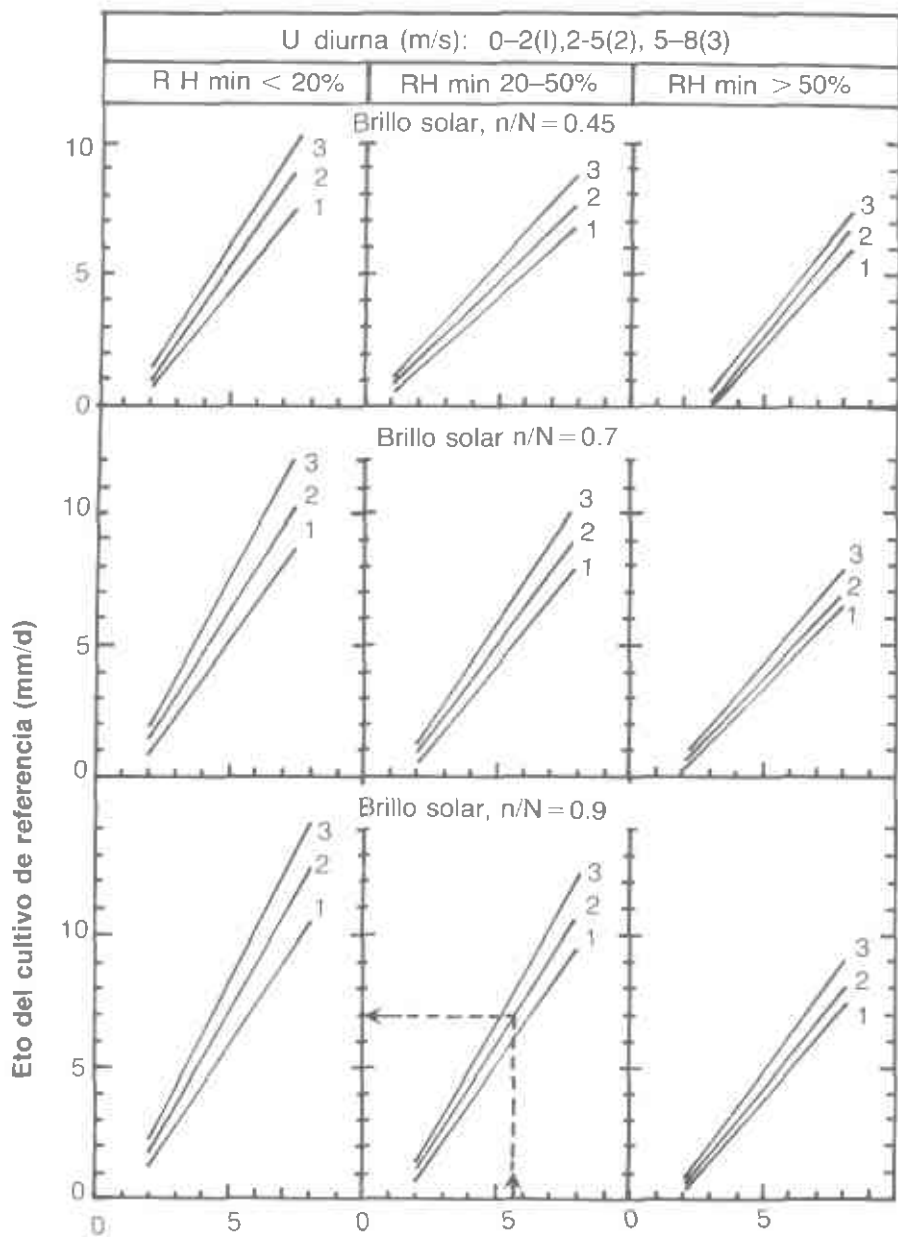


Figura 48. Blaney-Criddle Factor "f"(mm) ,  $f = p(0.46T + 8)$

Cuando se dispone de un equipo de riego que cubre toda el área sembrada y cantidad suficiente de agua, se puede reducir al máximo la variación en el contenido de humedad del suelo, reduciendo al mínimo el estrés de la planta.

Por el contrario, cuando el agua es escasa y el equipo de riego se debe rotar para cubrir toda el área, se debe permitir que la planta consuma hasta el 50% del agua disponible en el suelo. A mayor rango de humedad menor es el costo del equipo de riego requerido.

La lámina de riego necesaria para mantener el contenido de humedad en ese rango óptimo se define como:

$$dr = \frac{P_w \times A_s \times D}{100}$$

Donde: dr = Lámina de riego que se debe adicionar al suelo, para llevarlo desde un valor de humedad previamente escogido hasta capacidad de campo.

As = Densidad aparente del suelo.

D = Espesor del perfil del suelo.

Pw = Diferencia entre capacidad de campo y el valor de humedad escogido.

### Frecuencia de riego

Teóricamente la frecuencia de riego se define en función de la lámina de riego dr y el uso consuntivo Uc.

$$Fr = dr/Uc$$

Desde el punto de vista práctico depende en gran parte de la disponibilidad económica o sea de la capacidad del equipo de riego. En el caso específico del plátano y teniendo en cuenta su sistema radical, es aconsejable utilizar frecuencias cortas para mantener el 80% de las raíces a una humedad cercana a la óptima.

## PARAMETROS BASICOS EN FUNCION DE LOS SUELOS UTILIZADOS EN COLOMBIA

Por ser un cultivo sensible tanto a déficit como al exceso de humedad, requiere suelos de textura media a fina, de buena estructura, bien drenados, profundos y de alta capacidad de retención. (Tabla 37)

### LAMINA DE AGUA

Muchos experimentos han mostrado lo crítico que es definir una lámina de riego adecuada, puesto que cualquier exceso repercute inmediatamente

TABLA 37

Valores medios de las propiedades físicas de los suelos aptos para el cultivo del plátano. (Salazar, 1987).

Textura	Densidad aparente	Porosidad (%)	Infiltración (cm/hr)	Retención humedad*	Humedad aprovechable (%)
Franco-arenosa	1-40	43	2.50	14-22	11
Franca	1-35	47	1.30	20-30	13
Franco-arcillosa	1-30	49	0.80	24-36	15
Arcillo-arenosa	1-20	51	0.25	26-40	17
Arcillosa	1-15	53	0.05	26-42	18

te en el rendimiento, aumentando además en el caso del plátano el número de racimos dañados por plagas.

Estudios realizados en Honduras con banano tipo Valery, Musa AAA, se encontraron valores de 44 mm/semana, reportando además una buena correlación entre la evaporación a nivel de la copa de las plantas, 4.57 m de altura y el nivel del suelo, con la evapotranspiración mensual de los lisímetros, cuando la unidad variaba entre 30 y 40 centibares. Un bar es igual a 1014 atmósferas.

$$ET = -0.10 + 1.081 Epc \quad R = 0.970$$

$$ET = 0.70 + 1.2 EPs \quad R = 0.930$$

Donde: ET = Evapotranspiración mensual de los lisímetros en pulgadas

Epc = Evaporación del tanque a nivel de las copas de las plantas de banano

Eps = Evaporación mensual del tanque a nivel del suelo

R = Coeficiente de correlación

En estudios realizados por la United Fruit Co., en Honduras se encontraron variaciones entre 7 y 0.2 mm/día para la época seca y 3.9 mm para la época húmeda.

La evapotranspiración potencial, Etp, para el banano, calculada por varios métodos, Thornthwaite, Blaney - Criddle, Papadakis y García y López, varió en la zona de Urabá, Antioquia, entre 117.1 y 152.3 mm/mes.

Actualmente algunos agricultores programan la lámina de riego en función de la lectura del tanque evaporímetro, utilizando un coeficiente  $K = 1$ , cultivo denso plenamente desarrollado. Los resultados obtenidos en los rendimientos se pueden observar en la Tabla 38.

### **Frecuencia del riego**

De acuerdo con la distribución de raíces en el caso del plátano son más recomendables las frecuencias cortas, lógicamente dependiendo de la capacidad de retención del suelo. En la zona de Urabá existen cultivos de banano que son regados diariamente bajo sistemas de goteo y microaspersión, con excelentes resultados.

Experimentos realizados al respecto, muestran un fortalecimiento en el enraizamiento superficial y en lixiviación de nitratos en riegos efectuados con cinco pulsaciones diarias comparados con riegos cada tres días, que no presentaron diferencias en rendimiento. Es importante anotar que a pesar de utilizar frecuencias de riego amplias, en sistemas de aspersión con cañón móvil; el solo hecho de mantener el mismo promedio de producción en la época de verano, comparado con la producción de invierno justifica la inversión del sistema de riego tanto para banano como para plátano.

### **Sistema de riego**

La selección del sistema óptimo de riego no ha seguido en Colombia parámetros propiamente técnicos. Ha tenido más influencia el propio mercadeo de los equipos que la selección de un sistema adecuado a las condiciones de cada zona. Al seleccionar un sistema de riego es conveniente tener en cuenta no sólo los aspectos técnicos, sino también las condiciones sociales y culturales de la zona. A manera de ejemplo se pueden citar los problemas de riego por goteo superficial en la zona de Urabá, el cual exige un mantenimiento permanente debido a los daños que causan los trabajadores en las labores normales de campo y a veces por simple resentimiento o inconformidad con los patrones.

Desde el punto de vista del cultivo del plátano propiamente dicho, el sistema de riego que se escoja debe cumplir los siguientes requisitos mínimos:

1. Distribución uniforme del agua.
2. Mantenimiento estable de la humedad relativa del microclima en el interior del cultivo.
3. Dosificación del riego con la mayor frecuencia posible.
4. En las zonas con problemas fitosanitarios, el sistema de riego no debe mojar el follaje para evitar el lavado de los protectantes químicos.

TABLA 38.  
Cuadro de producción de banano, con riego y sin riego. (Salazar, 1987).

Periodo	Embolse Rac/ha-Sem.		Peso Rac. (kg)		De recobro		Racimos rechazados/ha		Producción 1 = 1.000	
	Con Riego	Sin Riego	Con Riego	Sin Riego	Con Riego	Sin Riego	Con Riego	Sin Riego	Con Riego	Sin Riego
1	44.04	39.28	33.32	33.49	99.58	99.78	0.19	0.32	1.000	1.000
2	46.20	39.48	32.24	32.34	97.67	95.63	0.20	0.39	0.964	0.876
3	46.06	34.63	32.30	31.09	95.06	85.55	0.49	1.23	1.037	0.830
4	45.94	32.16	30.82	23.40	90.40	69.85	0.62	2.71	1.092	0.637
5	47.80	36.00	30.78	27.84	93.14	73.28	0.71	4.01	0.993	0.626
6	50.46	42.37	30.73	25.87	94.55	82.56	0.89	5.36	1.050	0.566
7	55.04	48.61	30.00	24.33	95.17	89.74	0.71	8.07	0.983	0.524
8	51.94	56.19	32.90	24.63	91.33	90.16	0.26	2.37	1.072	0.597
9	44.79	58.29	31.18	24.61	96.71	94.00	0.46	2.46	1.140	0.732
10	38.72	50.73	30.59	25.67	95.30	98.42	0.61	1.70	1.203	0.917
11	39.73	43.29	32.08	29.37	94.57	96.74	0.37	0.67	1.181	1.192
12	47.95	45.26	30.23	29.33	89.55	85.91	0.61	0.86	0.909	1.097
13	51.78	46.30	31.95	31.31	91.53	86.28	0.09	0.18	0.851	1.023

Nota: L128 de mayo se corto fruta regada con un rendimiento de 1.38 cajas/racimo L131 de mayo se corto fruta no regada con un rendimiento de 0.73 cajas/racimo

Al analizar cada sistema de riego se deben anotar sus ventajas y desventajas.

### **Riego por gravedad**

- Requiere gran volumen de agua.
- Requiere suelos con buena permeabilidad y adecuación previa a la siembra.
- Exige recava y limpieza de los surcos.
- El desplazamiento de la planta reduce la eficiencia del sistema, puede ser aplicado más fácilmente al sistema de doble surco.
- Exige más mano de obra que los demás sistemas.
- No produce incrementos considerables en la humedad relativa.

### **Riego por aspersión**

Se deben considerar diversos sistemas a saber:

- Cuando la aspersión es por encima del follaje.
- Aspersión por debajo del follaje.
- Microaspersión por encima o por debajo del follaje.

En sentido general la aspersión posee las siguientes características:

- Control más exacto de la lámina de riego.
- Posibilidades de fertilización y aplicación de insecticidas y fungicidas.
- Menos mano de obra.
- Afecta la humedad relativa.
- Es considerablemente más económico, comparado con el riego por goteo.
- Requiere bombas de gran capacidad (HP).
- El equipo es duradero y de mantenimiento sencillo.

El sistema por encima del follaje posee algunas desventajas de consideración:

- Moja el follaje.
- La uniformidad de la distribución del agua es muy deficiente.
- Lo afecta en mayor grado la evaporación.
- En el sistema con cañones móviles y torres fijas, es demasiado engorrosa la operación.

En la *aspersión subfoliar*:

- Mejora la uniformidad de la distribución del agua.
- El mantenimiento y la reparación son fáciles.
- No moja el follaje, con excepción de los colinos tipo puyón y “orejón” más pequeños y con hojas diferenciadas a edad temprana.
- Crea un microclima húmedo propicio al desarrollo de hongos.

Los sistemas de *microaspersión subfoliar*:

- Mejoran en mayor grado la uniformidad de distribución del agua.
- Son más exigentes en el sistema de filtrado, por lo tanto más caros que los sistemas de *aspersión normales*.
- Más frágiles, susceptibles a daños.
- Permite dosificar la lámina.
- Requiere cobertura total del área.
- Puede ser automatizado.

El sistema de *microaspersión* por encima del follaje, implica una infraestructura bastante costosa de soporte, aunque ésta se use a la vez para amarre de las plantas.

- El mantenimiento es más complicado, y la red de tuberías que se debe elevar requiere protección para evitar su destrucción.
- Es más costoso que el sistema *subfoliar*, con igual beneficio.

## **Riego por goteo**

Este sistema se ha venido extendiendo más rápidamente que los demás, *pero no propiamente por sus ventajas técnicas sino por el empuje de sus promotores.*

El principal inconveniente del sistema es el costo, que actualmente alcanza rangos entre 890.000 a 1.000.000 pesos/ha, cuyo elemento más costoso es el sistema de filtrado. Además, cuando las aguas presentan problemas de hierro, se deben adicionar los dosificadores para el control de dicho elemento. Por otra parte, cuando el sistema es superficial se hace excesivo el gasto por reparación o cambio de goteros.

En suelos pesados de buena permeabilidad, la distribución del agua es altamente eficiente y ha mostrado rendimientos favorables en el número de cajas por racimo y por hectárea, además mantiene la capa de la rizosfera con un contenido óptimo de humedad, y lógicamente permite realizar una dosificación exacta de la lámina de riego.

Su completa automatización, en lo relacionado con el control de lámina, fertilizante, insecticidas y fungicidas, es una de las mayores ventajas. Al respecto los sistemas más complejos pueden funcionar automáticamente recibiendo señales de temperatura, humedad del suelo, humedad relativa y otros factores.

## DRENAJE

Es la remoción del exceso de agua. Cuando es sobre el suelo se habla de drenaje superficial y cuando es interno se habla de drenaje subsuperficial.

Como se expresó anteriormente, el plátano es un cultivo exigente desde el punto de vista de riego y drenaje. La planta, con base en su desarrollo radical y en las necesidades de sostén del racimo, exige un drenaje tal que le permita un desarrollo normal del 100% de las raíces.

El requerimiento de drenaje sólo se puede establecer con base en la sensibilidad del cultivo a los excesos de humedad, a las condiciones climáticas y de suelos locales. El cultivo plantea las exigencias de drenaje, el suelo interpone sus limitaciones de acuerdo con sus características propias y el hombre decide sobre la conveniencia o no de instalar el sistema.

La primera inquietud que se le crea al agricultor es el saber si el cultivo requiere o no drenaje. Cuando el problema de drenaje se manifiesta por encharcamiento y posterior marchitamiento de las plantas, la decisión es obvia. El dilema se crea cuando el nivel freático no aflora, puesto que la respuesta de las plantas al exceso de humedad tiende a confundirse con deficiencias nutricionales mostradas en la coloración de las hojas por amarillamiento o pérdida de color.

La forma práctica de verificar si un cultivo necesita o no drenaje, es mediante la construcción de un pozo en medio del cultivo, examinando la profundidad del nivel freático y midiendo la velocidad de descenso, posterior a un aguacero que satura el suelo en mm/día.

La velocidad de descenso del nivel freático se debe comparar con la velocidad de descenso exigida por el cultivo, la cual se da en función del tiempo máximo que el cultivo resista la inundación, uno a tres días, sin sufrir pérdidas considerables y del nivel de protección establecido para el cultivo de acuerdo con la profundidad radical. Ejemplo: Para el cultivo del plátano se estima el tiempo máximo de drenaje en tres días, si el N.F. se encuentra a 1.7 metros y asciende a 0.80 metros; el nivel de protección está dado entonces en función de la profundidad radical.

Profundidad radical del plátano	1.20 m.
Nivel de protección: $C = PR \times 1.2$	= 1.44 m.
Profundidad del drene: $Pd = C \times 1.2$	= 1.72 m.

La velocidad de descenso del nivel freático requerida por el cultivo será:

$$C - 0.8 = 1.44 - 0.8 = 0.64 \text{ m}$$
$$0.64 \text{ m en tres días} = 0.21 \text{ m/día}$$

Si la velocidad real de descenso medida en el pozo de inspección es menor, se deben construir drenes que la aumenten, si es mayor no requerirá drenaje.

## ESTUDIOS BASICOS

Cuando se pretende instalar un sistema de drenaje, se debe contar con estudios básicos, los cuales comprenden:

### Estudios Topográficos

Además de contar con un croquis del área y la ubicación de los drenes naturales, es indispensable elaborar un plano de curvas de nivel máximo cada 0.5 m.

### Análisis del perfil del suelo

En los estudios de drenaje es básico construir calicatas que permitan analizar las variaciones de nivel freático y los cambios de textura en la profundidad del perfil, sobre todo localizar estratos arcillosos de baja permeabilidad y la profundidad de la barrera impermeable.

### Conductividad hidráulica

Este parámetro define la capacidad del suelo para permitir el paso del agua a través de él. Condiciona por lo tanto la mayor o menor permeabilidad del suelo, de allí la importancia de su determinación en estudios de drenaje.

El método convencional del pozo barrenado es el más utilizado, por la facilidad de su realización. Dicho método consiste en construir un pozo hasta unos 50 o 60 cm por debajo del nivel freático, extraer el agua bajando el N.F. hasta una profundidad dada y luego medir su recuperación en función del tiempo. (Figura 49).

Cuando no se encuentra el nivel freático se utiliza el método inverso al pozo barrenado, el cual consiste en construir el pozo y adicionar agua, midiendo posteriormente su descenso en función del tiempo. (Figura 50).

### Calidad de agua

Aunque no siempre es necesario es recomendable analizar el agua freática, estableciendo las posibilidades de salinización y sodificación por efecto de ascenso de nivel freático.

### Estudios hidrológicos

Se requieren para determinar las lluvias críticas, que producen un incremento máximo en la elevación del nivel freático.

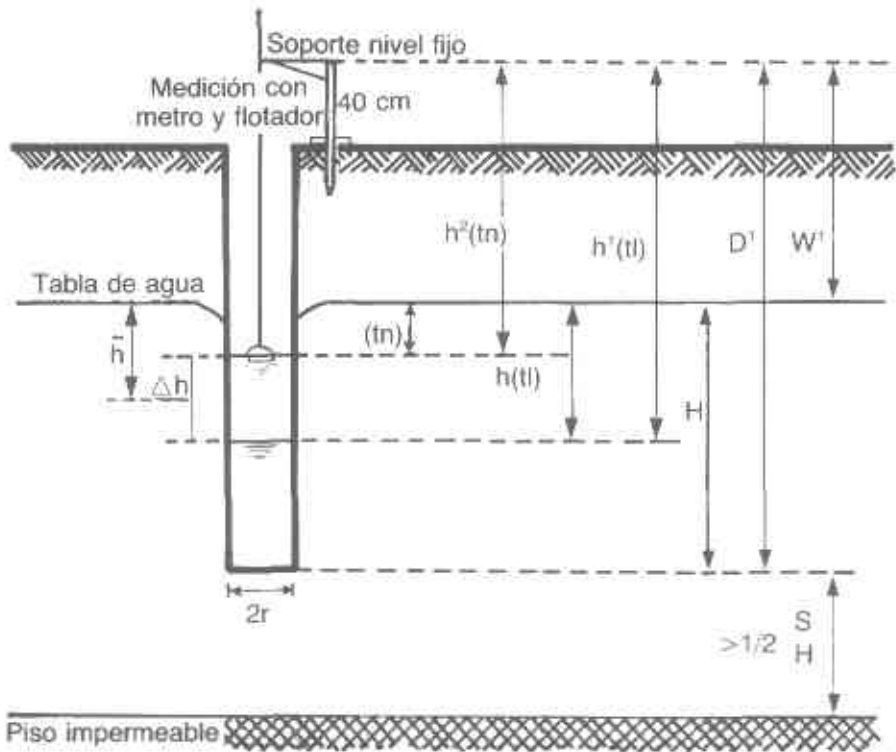


Figura 49. Método del pozo barrenado.

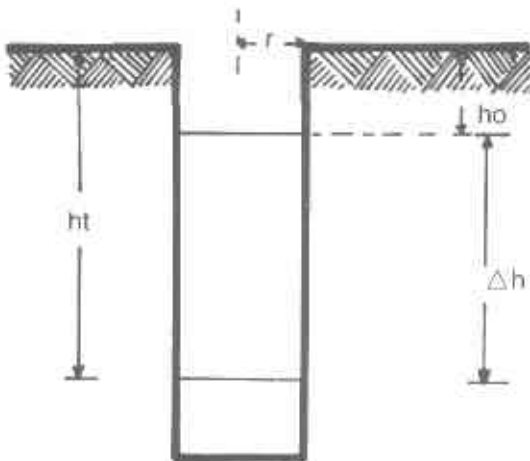


Figura 50. Método inverso al pozo barrenado

Dado que la precipitación es altamente variable en el tiempo y en el espacio, se debe contar con un número suficiente de datos y preferiblemente de varias estaciones, para lograr un buen grado de probabilidad en los estimativos de los elementos críticos. Lo que se desea alcanzar en última instancia, es la lluvia crítica que produce la descarga máxima.

### Propiedades físicas de los suelos

Un conocimiento de las propiedades físicas de los suelos permite estudiar su comportamiento en relación con los problemas de drenaje. Los valores de densidad aparente, porosidad, macroporosidad, tienen gran importancia en el drenaje, especialmente la macroporosidad o porosidad drenable (Tabla 39). Este parámetro se define en función del porcentaje de humedad del suelo o capacidad del campo y de la porosidad total.

$$M = E - cc$$

Donde M = Macroporosidad, porcentaje  
 E = Porosidad total  
 cc = Humedad volumétrica del suelo o capacidad de campo.

TABLA 39  
**Valores medios de macroporosidad del suelo**  
 (Johnson, 1966).

Material	Límites	Media
Arcilla	0.15	0.02
Limo	0.03-0.19	0.08
Arcillo-arenoso	0.03-0.12	0.07
Arena fina	0.10-0.32	0.21
Arena media	0.15-0.32	0.26
Arena gruesa	0.20-0.35	0.27

### La Macroporosidad

Representa el porcentaje de poros que ocupa el agua gravitacional o agua de drenaje. Esta definición es básica, puesto que sólo cuando el suelo está por encima de capacidad de campo se podrá presentar flujo por gravedad; además, por más profundo que sea el drenaje sólo se puede bajar el contenido de agua del suelo hasta capacidad de campo. (Figura 51). Esto refuta lo que afirman algunos investigadores: que el suelo está "sobredrenado".

El drenaje sólo aumenta la velocidad de salida del agua gravitacional, de allí en adelante opera la evapotranspiración. Por esta razón, en el

estudio de las propiedades del suelo se deben incluir las curvas de retención de humedad.

### **Estudios freaticos**

Es uno de los estudios que más elementos de juicio puede aportar, a la solución de un problema específico de drenaje. Desafortunadamente exige una duración mínima de dos periodos de lluvia, para que incluya toda la distribución de las lluvias en la zona tropical, conformada por dos periodos secos y dos húmedos.

El estudio consiste en la instalación organizada de una serie de pozos de observación del nivel freático. La distribución de estos pozos debe ser en tal forma que se pueda analizar el sentido del flujo del nivel freático. Normalmente se instalan en cuadrícula y paralelos al drenaje natural de la zona. Se construyen con una profundidad de hasta tres metros, con diámetros entre 0.05 y 0.15 m rellenos con gravilla o arena. (Figura 52).

Se toman registros periódicos de la máxima altura del nivel freático, durante las épocas de lluvias y se grafican los valores críticos, elaborando un plano a curvas del nivel freático. (Figura 53).

### **Diseño del sistema**

La disyuntiva que se plantea en el diseño de un sistema de drenaje, es la alternativa de drenaje entubado o por zanjas. Lógicamente la selección se deberá ajustar a un análisis económico, proyectado a la vida útil de cada sistema. Se deben por lo tanto considerar dos aspectos, el económico y el técnico.

La inversión inicial es actualmente mucho mayor en los sistemas entubados, \$693.000/ha, pero el área que permite utilizar, comparándolo con el sistema de zanjas, alcanza en algunos cultivos el 100% del área total.

Esto equivale a decir que si en zanjas se siembran 100 hectáreas, sólo se aprovechan 80; mientras que en drenes entubados el 100%. Esto implica una reducción del mismo 20% en la producción por hectárea.

En el caso de banano, para un sistema de zanjas espaciadas cada 20 metros con profundidades de 1.8 metros y talud de 1:1, implica un 18% de área en canales.

Si la producción media por hectárea es de 2000 cajas/ha/año, el 18% equivale a 360 cajas/ha/año, que se dejarían de producir a un precio de US \$3.5 por caja, son US \$1260 a \$621.94 por dólar son \$783.644.40. Este valor se puede comparar simplemente con el costo por hectárea del sistema entubado.

En zonas de alta precipitación son recomendables los sistemas combinados, zanjas y tubos, para evacuar las aguas de escorrentía.

## Parámetros básicos del diseño

No sólo los costos, sino también el funcionamiento técnico de los drenes están condicionados por:

- La profundidad de los drenes.
- El espaciamiento entre drenes, y
- El diámetro de las zanjas y tubos.

En determinadas condiciones de suelos se podrán establecer las distintas combinaciones entre estos parámetros, para encontrar la solución adecuada desde el punto de vista técnico y económico.

Los demás parámetros de diseño son elementos locales y deben ser determinados en cada zona. Ellos son:

- El coeficiente de drenaje
- La conductividad hidráulica (Tabla 40)
- El tiempo máximo que se debe drenar en función del cultivo.
- La microporosidad del suelo, y
- El sentido de flujo del nivel freático.

TABLA 40  
Clasificación de la conductividad hidráulica del suelo

Clase	K (m/día)
Muy alta	5.00
Alta	5.00 - 1.00
Media	1.00 - 0.30
Bajo	0.30 - 0.05
Muy bajo	0.05

Fuente: Salazar, 1987

## Profundidad de los drenes

La profundidad de los drenes es función de los requerimientos del cultivo, con base en la sensibilidad de éste a las condiciones húmedas y a la profundidad de las raíces.

Como se mencionó anteriormente, definido un nivel de protección del cultivo "c", se puede estimar la profundidad del dren, dependiendo de la mayor o menor velocidad de drenaje. (Figura 54).

Incrementando el nivel de protección "c" en un 20% para cultivos que exigen buen drenaje, se obtiene la profundidad del dren.

$$Pd = 1.2 \times C$$

Ejemplo: Para el caso del maíz, con profundidad radical de 1.0 metros y con tolerancia baja al déficit de oxígeno, por lo que requiere un buen drenaje, se tiene:

Nivel de protección :  $c = Pr \times 1.2 = 1.0 \times 1.2 = 1.2 \text{ m.}$

Profundidad del drene:  $Pd = c \times 1.2 = 1.44 \text{ m.}$

### Espaciamiento entre drenes

Es uno de los aspectos más críticos en el diseño de sistemas de drenaje, no sólo por su incidencia en los costos del sistema sino también en el funcionamiento de los drenes. Está condicionado por los factores físicos, climáticos y de fluctuación del nivel freático. Las fórmulas sencillas asumen un nivel freático estático, flujo estacionario, por lo tanto una recarga uniforme por unidad de área. (Figura 55).

### Fórmulas en régimen permanente

Son aplicables a regiones que presentan cierta estabilidad en la variación de las precipitaciones y requieren que éstas sean uniformes y de baja intensidad. En Colombia, con regímenes de lluvia tan inestables, es limitada su aplicación.

#### 1. Fórmula de Hooghoudt:

$$L^2 = \frac{8K_2hd}{R} + \frac{4K_1h^2}{R}$$

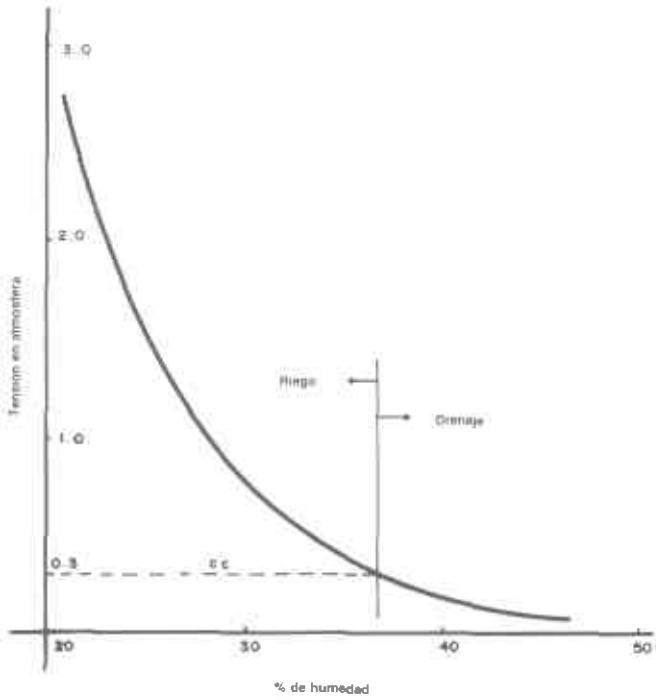
Donde:

L	=	Espaciamiento, m.
K1, K2	=	Conductividad hidráulica, m/día.
h	=	Altura del nivel freático, medida en el punto medio de los drenes.
d	=	Espesor equivalente, Tabla 41.
R	=	Percolación en m/día.

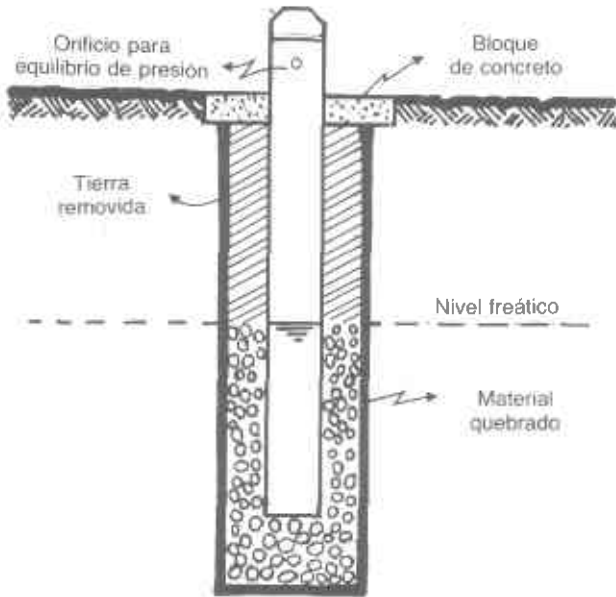
#### 2. Fórmula de Ernest:

Tiene mayor aplicación que la de Hooghoudt. Presenta una analogía hidráulica muy explícita del movimiento del agua en el suelo. La teoría asume:

- Movimiento vertical distante de los drenes.
- Movimiento horizontal hacia los drenes.
- Movimiento radial en la cercanía del dren.



**Figura 51.** Curva de retención de humedad, separación riego - drenaje con base en el contenido de humedad del suelo.



**Figura 52.** Instalación de piezómetros

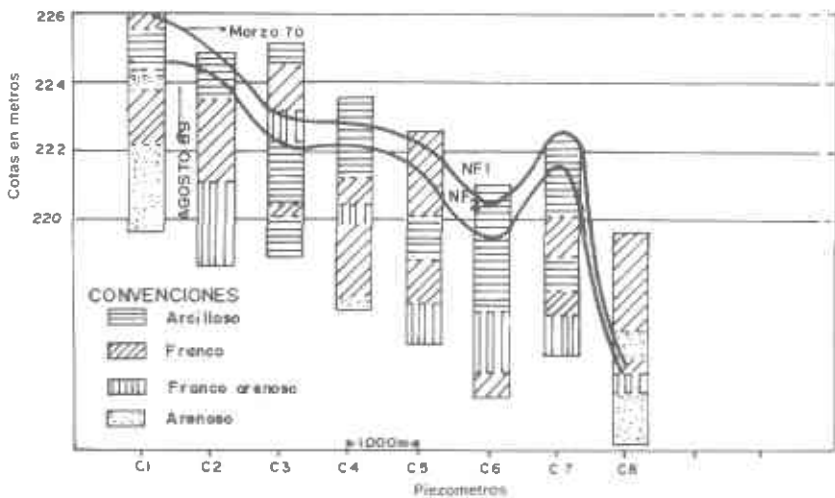


Figura 53. Perfiles de niveles freáticos

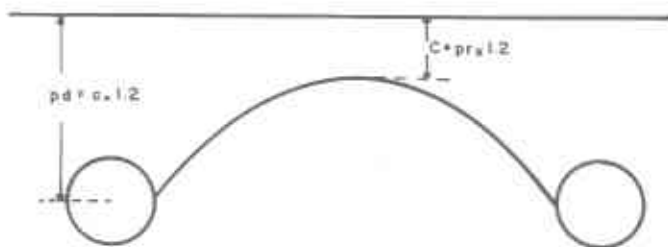


Figura 54. Obtención de la profundidad del dren a partir de la profundidad de las raíces.

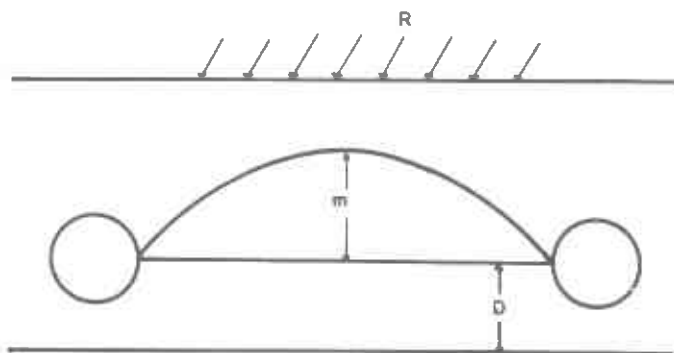


Figura 55. Flujo estacionario (nivel freático-estático).

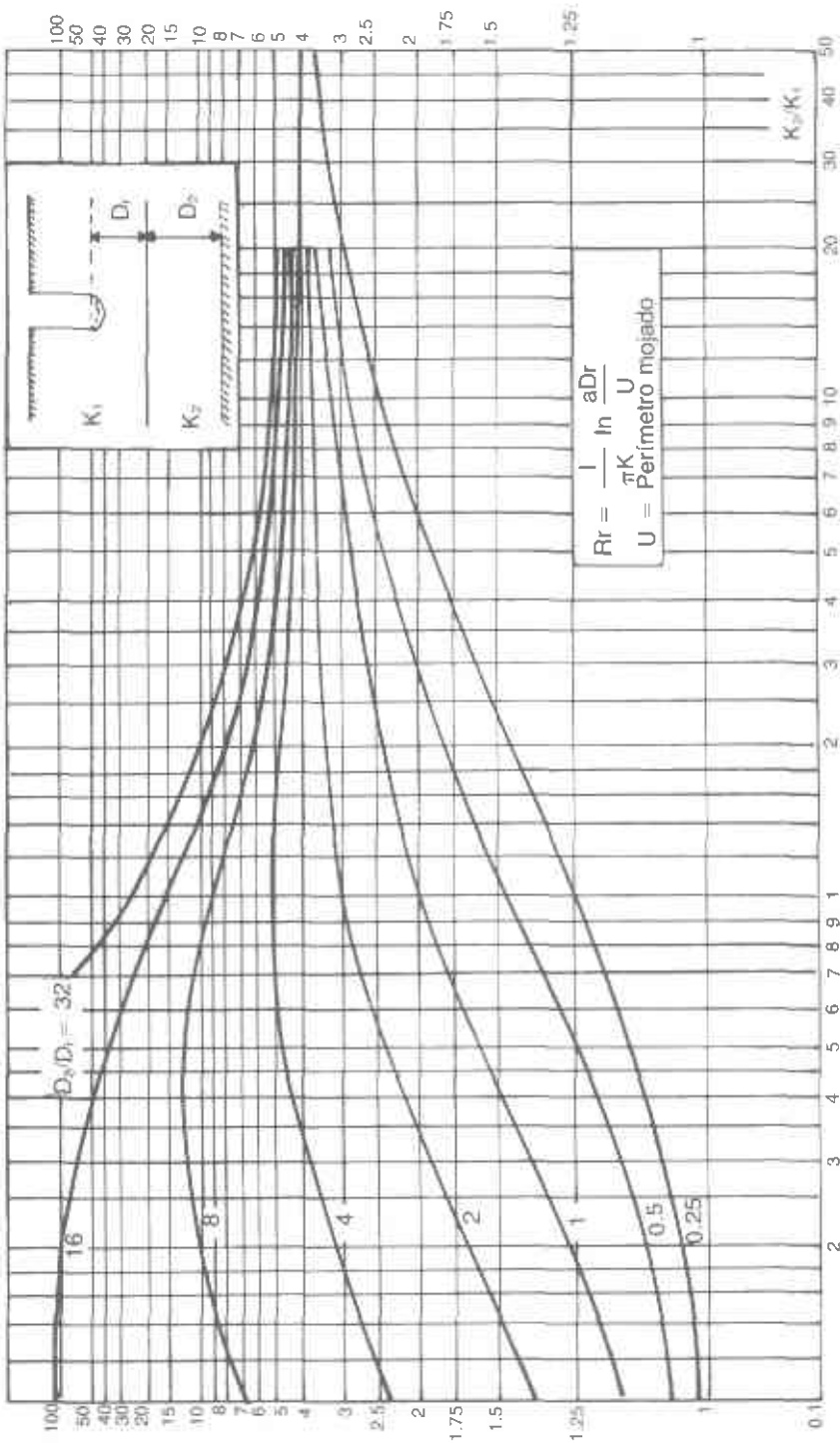


Figura 56. Factor de geometría de movimiento radial

TABLA 41  
**Espesor equivalente de Hooghoudt "d" (Salazar, 1987)**  
 $r = 0.10 \text{ m}$

L-	5m	7.5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	L-	50	75	100	150	200	250	
D												D							
0.5m	0.47	0.48	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50	-	-	-	-	0.5m	0.50	-	-	-	-	-	-
0.75	0.60	0.65	0.69	0.71	0.73	0.74	0.75	0.75	0.75	0.76	0.76	1	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99
1.00	0.67	0.75	0.80	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	2	1.72	1.80	1.85	1.90	1.92	1.94	1.94
1.25	0.70	0.82	0.89	1.00	1.05	1.09	1.12	1.13	1.14	1.14	1.15	3	2.29	2.49	2.60	2.72	2.79	2.83	2.83
1.50	-	0.88	0.97	1.11	1.19	1.25	1.28	1.31	1.34	1.35	1.36	4	2.71	3.04	3.24	3.46	3.58	3.66	3.66
1.75	-	0.91	1.02	1.20	1.30	1.39	1.45	1.49	1.52	1.55	1.57	5	3.02	3.40	3.78	4.12	4.31	4.43	4.43
2.00	-	-	1.08	1.28	1.41	1.5	1.57	1.62	1.66	1.70	1.72	6	3.23	3.85	4.23	4.70	4.97	5.15	5.15
2.25	-	-	1.13	1.34	1.50	1.69	1.69	1.76	1.81	1.84	1.86	7	3.43	4.14	4.62	5.22	5.57	5.81	5.81
2.50	-	-	-	1.38	1.57	1.69	1.79	1.87	1.94	1.99	2.02	8	3.56	4.38	4.95	5.68	6.13	6.43	6.43
2.75	-	-	-	1.42	1.63	1.76	1.88	1.98	2.05	2.12	2.18	9	3.66	4.57	5.23	6.09	6.63	7.00	7.00
3.00	-	-	-	1.45	1.67	1.83	1.97	2.08	2.16	2.23	2.29	10	3.74	4.74	5.47	6.45	7.09	7.53	7.53
3.25	-	-	-	1.48	1.71	1.88	2.04	2.16	2.26	2.36	2.45	12.5	-	5.02	5.92	7.20	8.06	8.68	8.68
3.50	-	-	-	1.50	1.75	1.93	2.11	2.24	2.35	2.45	2.54	15	-	5.20	6.25	7.77	8.84	9.64	9.64
3.75	-	-	-	1.52	1.78	1.97	2.17	2.31	2.44	2.54	2.65	17.5	-	5.30	6.44	8.20	9.47	10.4	10.4
4.00	-	-	-	-	1.81	2.02	2.22	2.37	2.51	2.62	2.71	20	-	-	6.60	8.54	9.97	11.1	11.1
4.50	-	-	-	-	1.85	2.09	2.31	2.50	2.63	2.76	2.87	25	-	-	6.79	8.99	10.7	12.1	12.1
5.00	-	-	-	-	1.88	2.15	2.38	2.58	2.75	2.89	3.02	30	-	-	-	9.27	11.3	12.9	12.9
5.50	-	-	-	-	-	2.20	2.43	2.65	2.84	3.00	3.15	35	-	-	-	9.44	11.6	13.4	13.4
6.00	-	-	-	-	-	-	2.48	2.70	2.92	3.09	3.26	40	-	-	-	-	11.8	13.8	13.8
7.00	-	-	-	-	-	-	2.54	2.81	3.03	3.24	3.43	45	-	-	-	-	12.0	13.8	13.8
8.00	-	-	-	-	-	-	2.57	2.85	3.13	3.35	3.56	50	-	-	-	-	12.1	14.3	14.3
9.00	-	-	-	-	-	-	-	2.89	3.18	3.43	3.66	60	-	-	-	-	14.6	16.6	16.6
10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	3.23	3.48	3.74	-	3.88	5.38	6.82	9.55	12.2	14.7	14.7
0.71	0.93	1.14	1.53	1.89	2.24	2.58	2.91	3.24	3.56	3.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A cada movimiento se opondrá una resistencia hidráulica:

$$h = h_v + h_h + h_r$$

Donde:  $h$  = Carga disponible en el punto medio entre drenes  
 $h_v$  = Resistencia al flujo vertical.  
 $h_h$  = Resistencia al flujo horizontal.  
 $h_r$  = Resistencia al flujo radial.

$$h_v = R \frac{D_v}{K_v} \quad h_h = R \frac{L^2}{8nE(KD)_h}$$

$$h_r = R \frac{L}{nKr} \ln \frac{aDr}{u}$$

Donde:  $R$  = Percolación, m/día.  
 $D_v$  = Espesor de la zona de movimiento vertical, m.  
 $L$  = Espaciamiento entre drenes, m  
 $(KD)_h$  = Transmisividad de la zona de movimiento horizontal.  
 $a$  = Factor de geometría del movimiento radial, que es adimensional y función de  $K_h$ ,  $K_r$ ,  $D_h$  y  $D_r$ . Su valor se obtiene de la Figura 56.  
 $u$  = Perímetro del dren.

La solución de la ecuación de Ernest, por tanteo o por solución de una ecuación cuadrática, simplificando los términos es:

$$h = A + BL + CL^2$$

$$\text{Donde: } A = \frac{RD_v}{K_v}$$

$$C = \frac{R}{nE(KD)_h}$$

$$C = \frac{R}{nKr} \times \ln \frac{aDr}{u}$$

### Fórmulas en régimen variable

Se consideran diferentes situaciones, de acuerdo con la forma como se presente la elevación del nivel freático.

- Elevación instantánea del nivel freático, la cual puede ser producida por un riego excesivo.
- Elevación continua del nivel freático, se presenta en las zonas de inviernos intensos, donde las lluvias provocan un incremento gradual del nivel freático.
- Elevación intermitente del nivel freático, situación típica de microclimas inestables de precipitaciones variadas en cuanto a magnitud y frecuencia.

### Fórmula de Glover Dumm:

Aplicable a carga instantánea (Figura 57)

$$h_t = 1.16 h_o E(1/n) e^{-n^2 a} \quad a = \frac{n^2 K D}{u L^2}$$

Donde:

$h_t$	=	Altura del nivel freático al tiempo t(m)
$h_o$	=	Altura máxima del nivel freático después de la recarga (m)
$t$	=	Tiempo desde el inicio del descenso del nivel freático (días)
$KD$	=	Transmisibilidad (m <sup>2</sup> /día)
$u$	=	Macroporosidad (%)
$L$	=	Espaciamiento entre drenes
$D$	=	$D_1 + D_2$
$D_1$	=	$\frac{h_o + h_t}{2}$
$D_2$	=	Espesor equivalente, se da en tablas.

### Kraighenoff Van de Leur-Maasland.

Carga continua y percolación constante.

$$h = \frac{4P \times J}{n \times u} \left( E \left( \frac{1}{n^3} \right) e^{-n^2 b/J} - 1 \right) e^{-n^2 t/J}$$

$n = 1, -3,5$

Donde:  $J = \frac{u L^2}{n^2 K D}$

- Donde:
- P = Percolación en m/día
  - u = Macroporosidad (%)
  - b = Duración de la percolación (días)
  - t = Tiempo desde el inicio de la percolación (días)
  - J = Coeficiente de almacenamiento (días)
  - h = Altura del nivel freático en tiempo (t - b) después de la lluvia. Para t = b se determina la altura máxima del nivel freático.

La altura a la cual se debe descender el nivel freático después de cada recarga es función del cultivo. En el caso del plátano se puede asimilar a lo establecido para frutales. (Tabla 42).

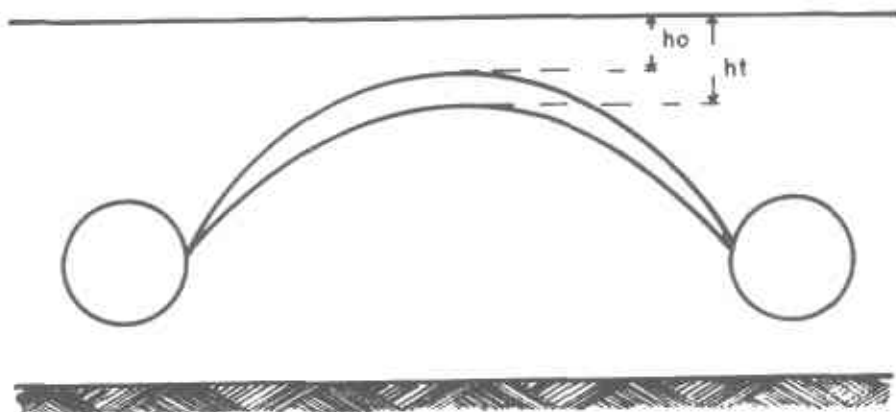
TABLA 42  
**Profundidad requerida del nivel freático después de la recarga (Aplicable al plátano)**

Días	Profundidad (m)
1	1.10
2	1.30
3	1.40

Fuente: Salazar, 1987

### Soluciones prácticas

En el país los adelantos técnicos y la aplicación de soluciones teóricas, que impliquen estudios previos sólo llegan a un número muy limitado de agricultores, no sólo por su costo sino también por la incertidumbre de sus resultados.



**Figura 57.** Carga instantánea del nivel freático.

En los aspectos de drenaje puede ser más crítico este planteamiento, pues es más difícil para el agricultor reconocer los beneficios de esta técnica y generalmente prefieren plantear soluciones temporales, sangrías o zanjeos superficiales. Por ello es importante plantear una metodología de campo sencilla, lógica y aplicable a cualquier situación.

- Lo primero que se debe analizar es el perfil del suelo, por medio de un cateo o una calicata hasta tres metros, para observar:
- La variación del nivel freático
- La profundidad de la barrera impermeable
- La estratificación del suelo
- Localizar el principal dren natural existente en el predio.
- Instalar cuatro o cinco pozos de observación perpendiculares a este dren. (Figura 58).
- Medir la distancia entre los pozos y el dren y la profundidad del nivel freático.
- Seleccionar el cultivo del nivel de protección "c", mencionado anteriormente, de acuerdo con el cultivo.
- Graficar en un papel las medidas tomadas.
- Calcular el punto en que el nivel freático intercepta el nivel de protección "C". Ese punto se podrá considerar equivalente al espaciamiento medio,  $L/2$ , si la profundidad del dren natural se puede considerar adecuada para los drenes terciarios. (Figura 58).

Si el dren requiere ser más profundo, se asume igual pendiente del nivel freático y se proyecta hasta interceptar "C". En caso de que el nivel freático en el punto medio entre drenes se eleve mucho se podrá construir un dren de menos profundidad en ese punto: una profundidad igual "C" será suficiente.

Ejemplo: En un cultivo de plátano se tiene un dren natural de 1.5 metros de profundidad. Con el fin de analizar la incidencia de dicho dren en el nivel freático se construyeron cuatro pozos de observación espaciados cada diez metros y perpendiculares a éste. Las lecturas críticas en cada uno de los pozos fueron del orden: 1.50, 1.35, 1.20, 1.17 m.

El nivel de protección para el plátano se define como  $C = 1.4$  m.

La profundidad de los drenes debe ser:  $Pd = 1.2 \times C = 1.7$  m.

De la Figura 59 se obtiene  $S/2 = 28$  m.

## Caudal a eliminar por los drenes

Su cálculo tiene mayor importancia cuando el sistema es entubado, puesto que incide en la selección del diámetro. La forma más sencilla de estimar el caudal máximo que se debe evacuar es calcularlo en función del almacenamiento máximo posible.

El suelo almacena agua entre el nivel del terreno y el nivel freático. La cantidad de agua que almacena en esa porción de suelo es función de la macroporosidad. Para un espaciamiento entre drenes, dado ese volumen se define como:

$$V = L \times C \times u$$

Dado en función de "C" ya que sólo interesa drenar hasta el nivel de protección.

Conocido el tiempo máximo en el cual se debe drenar el cultivo, máximo tres días para plátano, se puede estimar el caudal:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{A \times C \times u}{t}$$

Siendo Q: El caudal por unidad de longitud, m<sup>2</sup>/s.

Cuando se conoce la percolación, m/día, bastará multiplicar por el área de incidencia del dren:

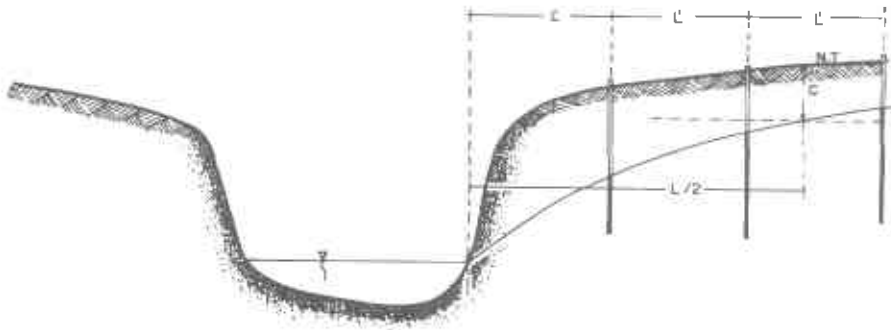
$$Q = R \times L \times L'$$

Donde:      Q      = Caudal al dren.  
              R      = Percolación  
              L      = Espaciamiento  
              L'     = Longitud del dren

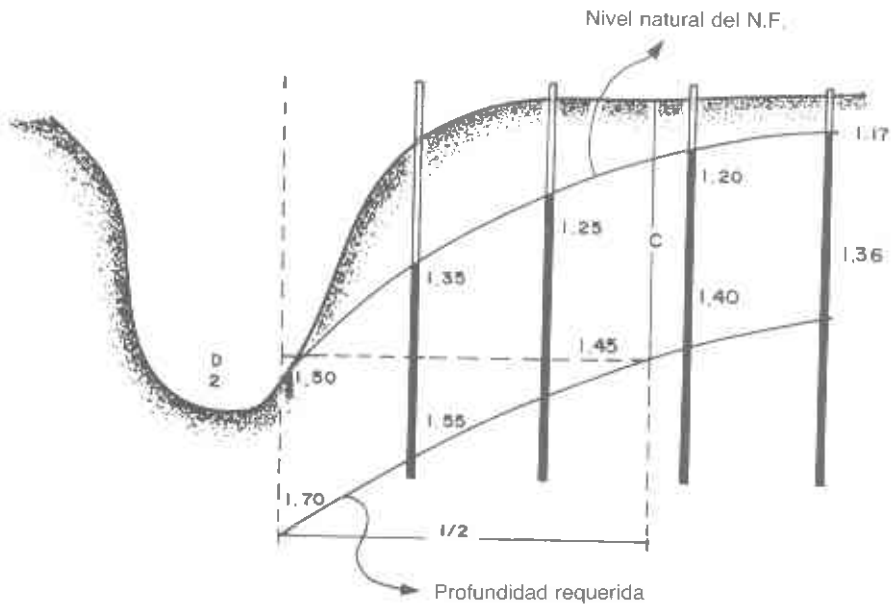
## Estudio basado en datos estadísticos

Cuando se cuenta con una estación climatológica, conviene efectuar un análisis de frecuencias para seleccionar la "lluvia crítica", normalmente se selecciona el evento que es sobrepasado cinco veces por año, N = 5. Una variación de este método específico consiste en analizar el efecto de dos, tres, cuatro y cinco días consecutivos de lluvia, de tal forma que el valor crítico será acumulativo para los cinco días. Esta metodología es aplicable a zonas con aguaceros intensos y frecuentes durante el período de lluvia, con carga continua del nivel freático.

Una vez escogida la lluvia crítica se puede estimar utilizando las fórmulas de flujo no permanente y la incidencia de dicha lluvia en la elevación del nivel freático.



**Figura 58.** Método práctico (aproximado) para determinar el espaciamento entre drenes ( $L$ )



**Figura 59.** Comparación del comportamiento del N.F. y el proyectado. El intercepto de "C" con la curva proyectada del N.F. nos estima  $S/2$

## **Construcción e instalación del sistema de drenes**

En el cultivo del plátano se debe tener cuidado especial en el diseño esquemático del sistema de drenajes. Se debe efectuar una planificación integral de vías, cables para el transporte de frutas, canales de riego y drenaje.

El sistema de drenaje estará limitado por los accidentes naturales del terreno y la condición topográfica del mismo. Un sistema de drenaje uniformemente distribuido permite llevar un control agronómico y de producción de cada lote.

Siempre que sea posible es conveniente diseñar drenes paralelos, Figura 60, los cuales sirven para separar lotes.

### **Construcción de las zanjas. (Drenes terciarios)**

- La profundidad se puede definir de acuerdo con el nivel de protección del cultivo, 1.7 m para el plátano
- La base del dren es función del tipo de máquina que se utiliza, generalmente retroexcavadora; la más común es de 20 a 40 cm
- Talud. Las retroexcavadoras vienen con palas de talud 1 : 1; otros taludes deben ser estacados y hechos a mano, o con la pala, aunque los operarios evitan este tipo de ampliaciones por el tiempo que implica.
- Pendiente. Normalmente los drenes terciarios son cortos y tienen entre 20 a 60 cm, por lo tanto las pendientes utilizadas en la práctica son altas, con valores entre 0.3 - 1.0%.

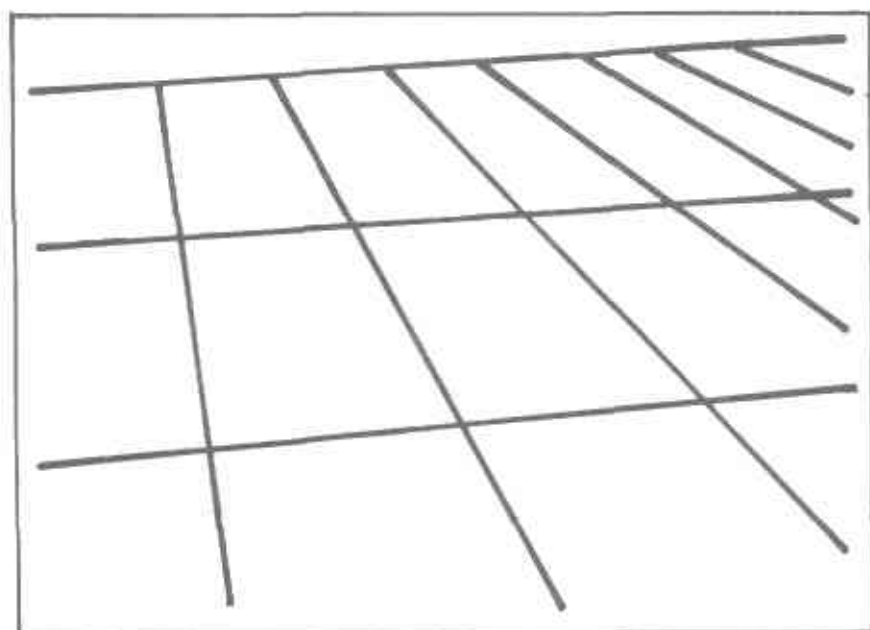
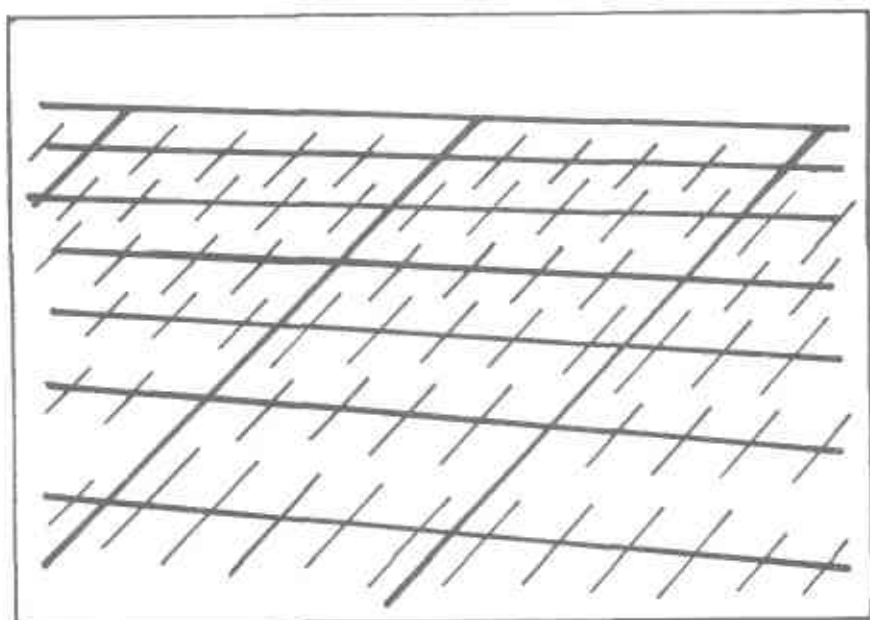
### **Construcción de drenes entubados**

En la actualidad se utilizan en Colombia los tubos de arcilla y los de PVC corrugado. Las zanjas se construyen a mano o a pala, o con retroexcavadora. Existen en el país dos máquinas de instalación de tubería corrugada, las cuales son controladas para su alineamiento por un sistema de rayo laser. Poseen un alto rendimiento de construcción, aunque los costos todavía no son muy competitivos con los otros sistemas de instalación.

Las pendientes de diseño para sistemas entubados son mayores que en el sistema con zanjas y varían entre 0.5 y 3.0%.

### **Drenes topo**

También conocidos como drenes sin zanja. Básicamente es el tubo formado por la bola del subsolador en suelos medios y finos. Se han diseñado algunas máquinas (Figura 61), que instalan tubería prácticamente sin excavar una zanja. Tienen la desventaja de alto requerimiento de potencia y la limitada profundidad del dren.



**Figura 60.** Sistema de drenes paralelos.

El sistema de subsolado podría ser útil en plátano y banano si se contara con máquinas pequeñas, Figura 62, que puedan acomodarse al espacio entre plantas.

### **Material filtrante**

Cuando se construyen sistemas entubados, se utilizan filtros, los cuales pueden cumplir dos objetivos esenciales: Aumentar la permeabilidad y evitar el paso de partículas finas hacia el dren.

Los filtros pueden ser a granel: Gravilla de 3/4", aserrín, cascarilla de arroz, maní y cereales, cualquier fibra vegetal y el material orgánico de la capa superior del suelo. Estos materiales son colocados encima del tubo hasta una altura de 30 a 40 cm.

*Materiales pre-envueltos:* Tejidos de nylon, vinilo, poliéster y polipropileno envueltos previamente en el tubo son utilizados como filtros. Las experiencias en el país no han registrado resultados positivos cuando se utilizan estos materiales. Además existen grandes dudas sobre la incidencia del contenido de hierro en el suelo y el agua, sobre la efectividad del filtro de material pre-envuelto.

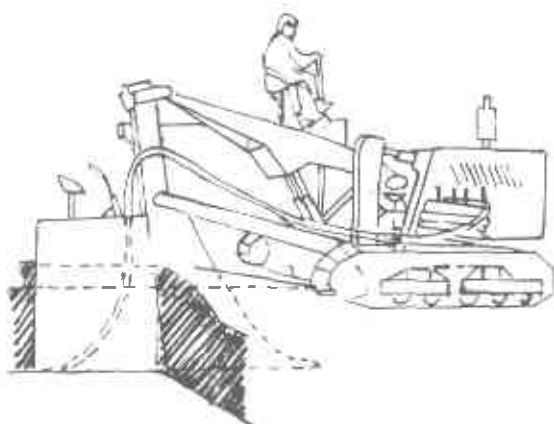
Una técnica que está siendo utilizada para construir drenes en obras civiles consiste en envolver gravilla de 3/4" en un geo-textil permeable, dándole lógicamente la pendiente y uniformidad adecuadas para evitar acumulación de sedimentos a lo largo del dren. Al parecer es mucho más económica esta solución y tiene la suficiente durabilidad.

## **MANEJO DE LAS MALEZAS**

La competencia ejercida por las malezas en los cultivos permanentes y semipermanentes ocasiona graves dificultades debido al crecimiento inicial lento que presentan estos cultivos. Sus efectos sólo pueden ser medidos en la fase productiva, cuando ya son irreversibles.

Las condiciones ecológicas en las que se desarrolla el cultivo de plátano en Colombia son diversas y en consecuencia se lo encuentra compitiendo con poblaciones de malezas muy diversificadas. (Tabla 43). Además de la competencia que ofrecen al cultivo, algunas malezas han sido reconocidas como huéspedes de enfermedades y plagas como el caso de la *Commelina* sp., Siempreviva (Figura 63), que es hospedante del nematodo *Rotylenchus reniformis* y algunos virus como el del Mosaico del Pepino. Varios autores mencionan también ciertas malezas y plantas silvestres de musáceas como hospedantes del Picudo Negro, *Cosmopolites sordidus*, y del "Moko", *P. solanacearum*, lo cual demuestra la importancia del manejo y control de malezas en las plantaciones.

Debido a que la fase de establecimiento de un cultivo perenne es relativamente prolongada, es necesario que las plantas se desarrollen libres



**Figura 61.** Instalación de drenes de tubo sin apertura de zanja.



**Figura 62.** Zanjadora manual para sangrías internas en cultivos ya establecidos (ideal para plátano)

TABLA 43

## Principales malezas asociadas con el cultivo del plátano

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Características
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> spp.	Bledo, amaranto	Planta anual de crecimiento arbustivo. Se reproduce por semillas.
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Siempre viva, suelta, consueida	Planta herbácea anual. Se reproduce por semillas y vegetativamente.
Compositae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Papunga, Cadillo	Planta herbácea anual. Se reproduce por semilla.
	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Emilia, Diente de león rojo	Planta herbácea anual. Se propaga por semilla.
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> spp.	Batatas	Plantas herbáceas anuales trepadoras. Se reproducen por semilla.
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Archucha, balsamina	Planta con tallo rastrero herbáceo. Se propaga por semilla.
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> (L.) Rich	Coquito, coquillo	Planta perenne. La reproducción es por tubérculos, rizomas y semillas.

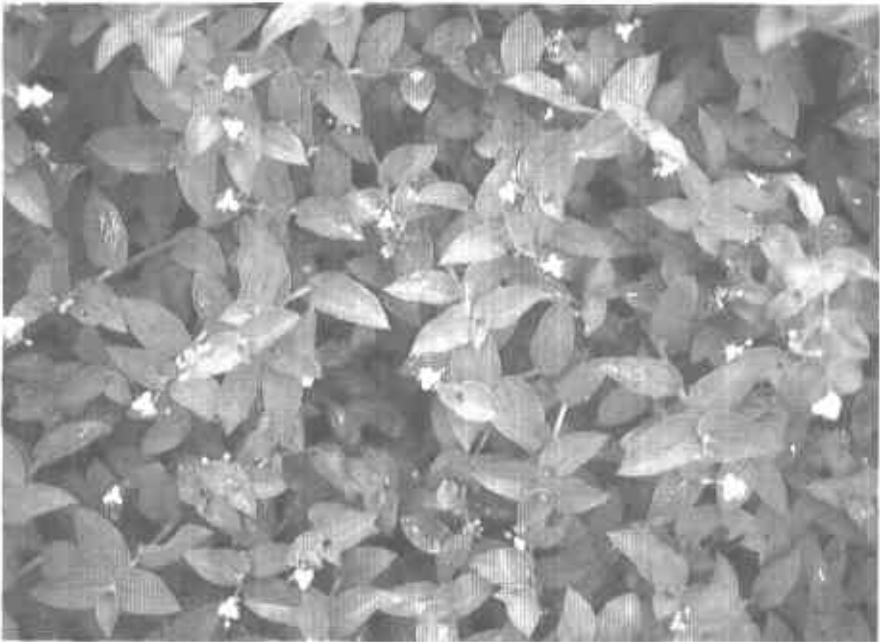
TABLA 43 (Continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Características
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> spp.	Lechosa, pimpinela	Plantas herbáceas anuales. Se reproducen por semillas.
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Viernes santo, quininito	Planta anual. Se propaga por semilla.
Gramineae	<i>Cenichrus</i> spp.	Abrojo, cachorro, cadillo	Plantas anuales herbáceas. Se propagan por semilla.
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Argentina, bermuda	Planta herbácea perenne. Se propaga por semilla, estolones y rizomas.
	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Guardarrocío, yerba de conejo	Planta herbácea anual. Se reproduce por semilla y vegetativamente.
	<i>Rottboellia exaltata</i> L.F.	Caminadora, pelabollillo	Planta herbácea anual. Se propaga por semillas y por cepa.
	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Pasto Johnson, sorgo de alepo	Planta herbácea perenne. Se propaga por semillas, rizomas y estolones.
	<i>Trichachne insularis</i> (L.) Ness.	Rabo de zorro, zorra	Planta herbácea, perenne. Se reproduce por semillas y vegetativamente.

TABLA 43 (Continuación)

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Características
Leguminosae	<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw) D.C.	Amor seco, pega pega, cadillo	Planta anual herbácea. Se propaga por semilla.
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm f.	Escoba, escobilla, escoba negra	Planta anual o perenne. Se reproduce por semilla.
Portulacaceae	<i>Portulaca paniculatum</i>	Yerba de sapo	Planta dicotiledónea anual herbácea. Se propaga por semilla y vegetativamente.
Solanaceae	<i>Physalis</i> spp.	Uchuvas, vejigón	Planta dicotiledónea anual. Se reproduce por semilla.

Fuente: ICA. Sección de Investigación Básica Agrícola. C. I. Palmira. 1990.



**Figura 63.** *Commelina* sp , maleza denominada como "noble" por su hábito de crecimiento rastrero bajo; sin embargo, es uno de los hospedantes del virus del mosaico del pepino

de la competencia de malezas durante los primeros meses. En esta etapa las desyerbas deben ser más frecuentes lo cual ocasiona altos costos.

Se conoce que el cultivo de plátano es especialmente sensible a la competencia durante los primeros cinco meses de su fase de establecimiento y que durante este período se requieren cinco a seis desyerbas con una inversión aproximada de 15 jornales por hectárea. Si durante esta etapa inicial las prácticas de control de malezas no son adecuadas, el crecimiento de la planta se verá bastante afectado y su recuperación posterior será muy lenta. Pasada esta etapa, las plantas crecen vigorosamente y son menos sensibles a la competencia de las malezas, pues el sombrero que producen impide o retrasa el desarrollo de éstas.

Comparado con otros cultivos, el de plátano ha tenido con investigación en el área de manejo de malezas y no se dispone de información básica sobre factores tan importantes como la época crítica de competencia del cultivo, ni sobre los límites económicos que justifiquen el control de las especies nocivas. Tampoco se han realizado estimaciones concretas sobre los efectos que pueden tener las malezas sobre los rendimientos del plátano, pero es de suponer que una plantación que se desarrolle en condiciones de alta competencia reduzca su potencial de producción.

La poca tecnología generada sobre la materia en el país, encuentra dificultades también para su transferencia rápida, pues ésta ha sido desarrollada en zonas parcialmente tecnificadas y su aplicación a otras áreas diferentes no es aconsejable. Por ejemplo, en muchas áreas de ladera, donde el cultivo es de especial importancia económica, no se ha medido el impacto que las recomendaciones sobre el control de malezas pueden tener en factores tan importantes como la conservación del suelo y el empleo de mano de obra.

### Efectos de la competencia

Las malezas afectan directa e indirectamente el desarrollo de los cultivos, mediante un proceso de *interferencia que incluye la competencia por agua, luz, espacio, nutrientes, y la alelopatía*, que es el fenómeno mediante el cual las malezas liberan sustancias tóxicas que dificultan o impiden el crecimiento normal de las plantas de cultivo. Generalmente, el efecto más espectacular de estas interferencias es la reducción de los rendimientos pues, en algunas ocasiones, los síntomas de la competencia pueden pasar inadvertidos durante el ciclo inicial de crecimiento.

En un estudio realizado en el C.I. Palmira, para determinar el efecto de la competencia de las malezas en los clones Hartón y Dominico-Hartón, Tabla 44, se observó que cuando las plantas estuvieron enmalezadas, disminuyó el crecimiento perimetral delseudotallo, se retrasó la floración y se amplió el período de floración a cosecha en los dos materiales estudiados. El número de hojas funcionales en la floración no fue afectado por la competencia, mientras que la altura final de las plantas fue mayor bajo la presión de las malezas.

Al comparar el crecimiento de las plantas libres de malezas y en competencia con éstas, Figura 64, se aprecia que la altura fue menor durante

TABLA 44

#### Efecto de la competencia de las malezas sobre el crecimiento y el tiempo transcurrido hasta la floración en dos variedades de plátano.

Variedades	Tratamiento	Altura (cm)	Perímetroseudotallo (cm)	Número hojas	Días A floración	Días A cosecha
Hartón	Limpio	314	58.3	15	290.0	398
	Enmalezado	336	57.3	16	338.0	435
Dominico-Hartón	Limpio	315	57.8	15	282.0	390
	Enmalezado	324	55.5	15	328.0	426

Fuente: ICA, Secciones de Investigación Básica Agrícola y Frutícolas, C.I. Palmira, 1986

los diez primeros meses en las parcelas que permanecieron enmalezadas y a partir de esta época, crecieron aceleradamente hasta superar a las que se desarrollaron sin malezas.

Este comportamiento se debe a un mecanismo de defensa de las plantas que consiste en crecer rápidamente para evitar la competencia por luz y espacio que le estén ejerciendo las malezas. Sin embargo, este esfuerzo fisiológico trae como consecuencia una baja acumulación de biomasa y menor vigor de las plantas, lo cual se observa en la Figura 65, donde el engrosamiento del pseudotallo fue afectado negativamente por la interferencia de las malezas.

En la Tabla 45, se presenta la influencia de las malezas sobre los componentes del rendimiento del cultivo. Tanto para el Hartón como para el Dominico-Hartón, el peso promedio del racimo y del dedo representativo fue menor en las plantas enmalezadas. El número de manos y la longitud y grosor del dedo no se afectaron significativamente por la competencia. Considerando una densidad de 1 111 plantas/ha, la producción disminuyó en 926 kg/ha para el Hartón y 2.037 kg/ha para el Dominico-Hartón, por efecto de la competencia de malezas.

### **Métodos de control**

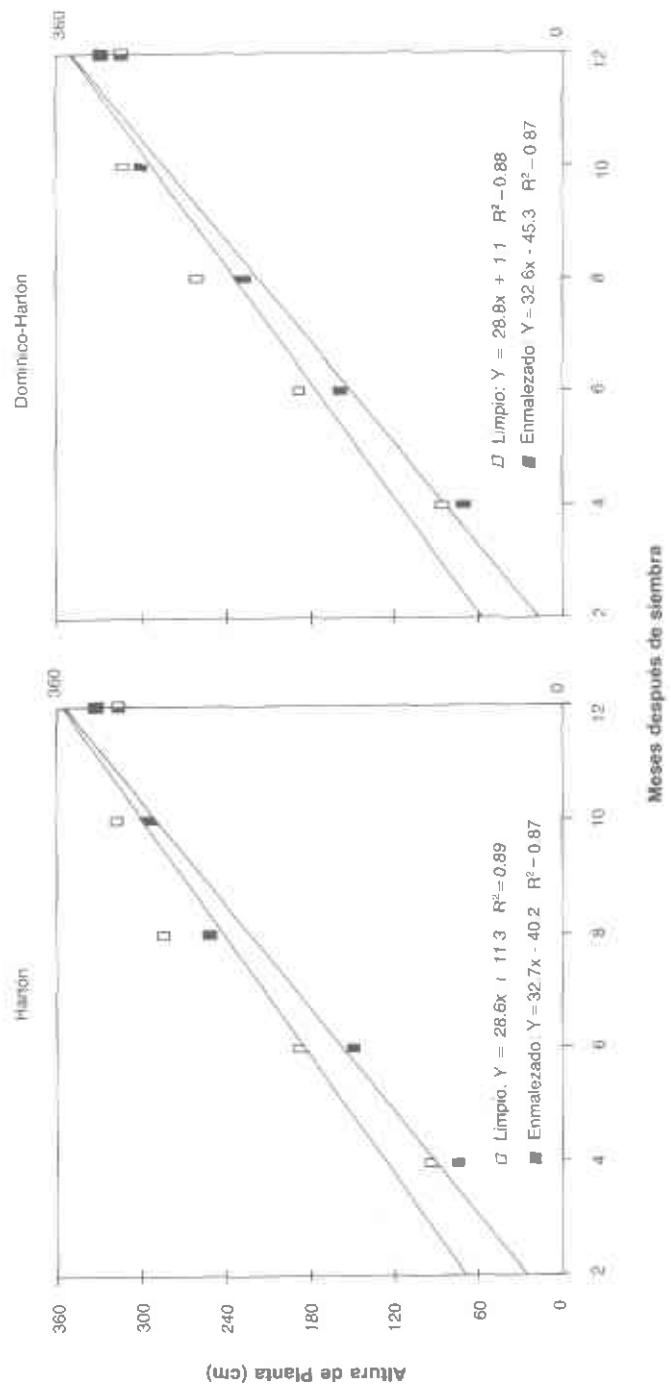
El control de malezas en los cultivos debe ser sistemático e integrado, es decir, debe incluir tantos métodos como sea posible para evitar el establecimiento, limitar el crecimiento y restringir la reproducción de las malezas. No es posible conseguir todos estos efectos con la aplicación de un solo método.

De esta manera un programa de control de malezas debe lograr, a corto plazo, minimizar las pérdidas de rendimiento de los cultivos y a largo plazo mantener en los campos una población de malezas fácilmente manejable. En el caso de los cultivos perennes hay que considerar la edad del cultivo y la época del año para hacer las recomendaciones de los sistemas de control.

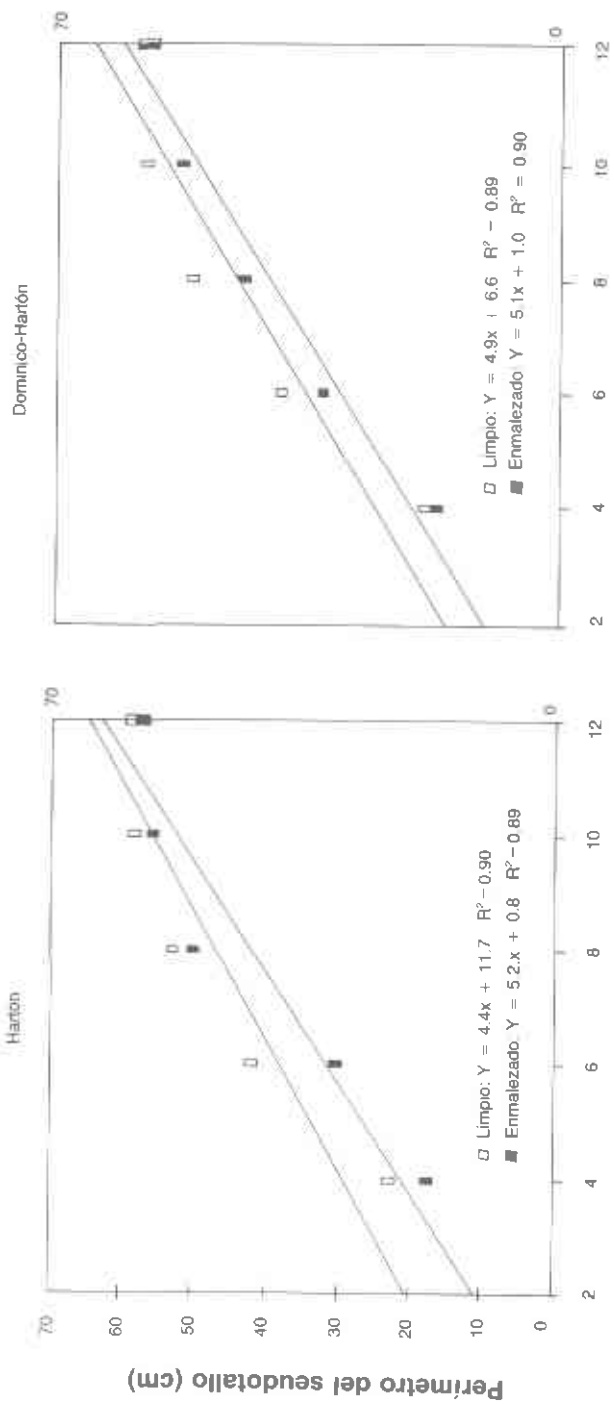
Durante los primeros estados de la plantación y debido a la cantidad de luz disponible para las malezas, se establecen rápidamente las especies anuales tanto gramíneas como de hoja ancha. En la etapa adulta, debido a la sombra, cambia la población hacia un predominio de malezas de hoja ancha, muchas de ellas perennes, constituyéndose en un problema más difícil, pues no se pueden destruir eficazmente por medios mecánicos o manuales y los herbicidas disponibles frecuentemente son tóxicos para el propio plátano. Este ciclo se repite cuando se realiza la cosecha y la luz llega de nuevo al suelo.

### **Control cultural**

Comprende todas aquellas prácticas de cultivo que manejadas eficientemente aseguran el establecimiento uniforme y crecimiento rápido del



**Figura 64.** Crecimiento de dos clones de plátano bajo la competencia de malezas



**Meses después de siembra**

**Figura 65.** Desarrollo del pseudotallo en dos clones de plátano bajo la competencia de malezas

TABLA 45  
**Efecto de la competencia de las malezas sobre la producción de dos variedades de plátano.**  
**Primer ciclo de producción.**

Variedades	Tratamiento	Peso racimo (kg)	Número manos	Peso dedo (g)	Longitud dedo (cm)	Grosor dedo (cm)	Rendimiento kg/ha
Hartón	Limpio	12.5	6.8	338.2	31.4	15.1	13.887
	Enmalezado	11.7	6.3	333.3	32.0	15.5	12.961
Dominico-Hartón	Limpio	19.2	7.5	320.8	29.8	15.1	21.331
	Enmalezado	17.4	7.6	289.6	30.4	14.9	19.294

Fuente: ICA. Secciones de Investigación. Hacia Agricultura y Frutícolas. C. J. Pallares 1966

cultivo, que le permitirán competir favorablemente con las malezas. Al sembrar un cultivo de plátano con el clon más adaptado a la zona, se fertiliza de acuerdo con el análisis de suelo y se le proporciona humedad adecuada para su desarrollo. De esta manera se pone al cultivo en condiciones iniciales de ventaja sobre las malezas.

Las distancias de siembra han sido otro factor que ha permitido reducir el problema de malezas, pues la tendencia moderna de sembrar más cerca los platanales, hace que la sombra producida evite el crecimiento de especies muy agresivas y proliferen especies de poco crecimiento y menores requerimientos.

El uso de especies de cobertura puede ser una herramienta muy útil para estos propósitos de manejo, siempre y cuando se tengan en cuenta las condiciones mínimas necesarias para que una especie pueda ser considerada como benéfica en una asociación cultivo-cobertura. Es decir, para que esto sea viable, la cobertura debe ser de crecimiento denso y rápido, baja altura, de larga duración, adaptable a sombra, de hábitos rastreros y que no sea hospedera de plagas o patógenos del cultivo principal.

### **Control manual**

En el plátano, al igual que en la mayoría de cultivos permanentes, ha sido tradicional controlar las malezas manualmente por medio de machetes o azadones. La duración del control a base de macheteo es muy corta porque las malezas se recuperan rápidamente. De la eficacia de estos sistemas depende que los controles se realicen oportuna y frecuentemente. Como ventaja ideal sobre los otros métodos de control existentes se debe anotar que es el único realmente selectivo, pues con él se eliminan físicamente las plantas indeseables con el menor riesgo de dañar el cultivo. En los cultivos perennes estas labores se deben hacer en repetidas ocasiones, para evitar que la maleza rebrote después del corte y así tratar de agotar sus reservas; esto adquiere especial importancia en zonas de alta precipitación. En lugares de baja precipitación es lógico que la agresividad de las malezas sea menor, lo cual amplía la frecuencia de las desyerbas.

Esta práctica de eliminación manual se debe hacer al principio de la estación seca y antes que las malezas florezcan. En algunos lugares el control manual se realiza equivocadamente cuando las malezas están muy altas, ya han desarrollado su acción competitiva y además han producido semillas y almacenado sustancias nutritivas para reproducirse. Ahora, cuando el macheteo se hace sobre malezas muy altas, se corre el riesgo de lesionar los pseudotallos del plátano y los colinos, a menos que esta operación se haga con mucho cuidado.

### **Control químico**

Está basado en el uso de herbicidas selectivos, que eliminan, retardan el crecimiento o causan toxicidad a las malezas y no a un cultivo determi-

nado. El crecimiento exitoso en el uso de herbicidas radica en el alto grado de selectividad hacia las plantas cultivadas mostrado por estos compuestos, las bajas dosis que se utilizan, el amplio rango de malezas que controlan y su relativa baja toxicidad para los humanos.

La selección del herbicida o la mezcla de herbicidas a usar en el cultivo, depende del complejo de malezas presentes en el campo, pues no es suficiente saber que un herbicida es selectivo al cultivo, sino que es necesario conocer el tipo de maleza que controla.

Es importante considerar, además, el tipo de suelo como textura y contenido de materia orgánica, los factores económicos involucrados y el equipo disponible. También se pueden utilizar mezclas de productos, siempre y cuando con ellas se logre un menor costo del tratamiento, mayor rango de las especies controladas y mayor seguridad al cultivo.

La situación de preemergencia es difícil de obtener en los cultivos perennes, por lo cual los herbicidas a emplear deben ser de acción postemergente y entre ellos preferir los de acción sistémica, o sea que una vez en contacto con el follaje sean translocados a otros sitios de la planta para una mejor acción, sobre todo al tratarse de malezas perennes con estructuras de reproducción vegetativa. Ultimamente se ha generalizado, en muchos cultivos permanentes, el uso de un postemergente, con un preemergente de efecto residual prolongado, con la finalidad de aumentar el control de las malezas que no hayan emergido al momento de la aplicación.

Si se van a utilizar herbicidas preemergentes durante el establecimiento del plátano, estos se deben aplicar antes de la siembra del colino, porque al hacerlo después de ésta, la condición de preemergencia en el suelo se puede haber perdido por la germinación inicial de las malezas, lo cual reduce la eficacia de los tratamientos.

El uso de herbicidas ofrece buenas posibilidades para integrarlos a los sistemas de manejo de las malezas en el plátano, con el fin de aumentar los rendimientos por eliminación de la competencia y reducir los costos de mantenimiento de las plantaciones. En la Tabla 46 se presentan las recomendaciones de herbicidas para uso en plátano, con base en investigaciones realizadas por el Programa de Fisiología Vegetal y Plátano y Banano del ICA.

### **Costos de control**

El control de las malezas en el cultivo del plátano es considerado como una labor casi permanente que demanda costosas inversiones. En la Tabla 47 se observa que su control en condiciones de clima medio representa costos para las fases de establecimiento y mantenimiento del orden del 14.3 y 11.1%, respectivamente; mientras que para clima seco, estos ascienden al 12.6 y 10.1%. En condiciones de bosque húmedo tropical,

TABLA 46

## Herbicidas recomendados para el control de malezas en los cultivos de plátano y banana.

Nombre genérico (Nombre comercial)	Dosis Kg/ha L/ha	Forma de aplicación*	Malezas controladas	Observaciones
Diurón (Karmex)	0.7 -2.0 (0.87-2.5)	Pre, Post-t	Hoja ancha y gramíneas.	No aplicar en suelos arenosos. Aplicación dirigida.
Ametrina (Gesapax)	2.0-3.0 (4.0-6.0)	Pre, Post-t	Gramíneas y hoja ancha.	Malezas jóvenes y en activo crecimiento. Adicionar surfactante.
Glifosato (Round-up)	1.9-2.9 (4.0-6.0)	Post	Gramíneas, hoja ancha, anuales y perennes.	No selectivo.
Paraquat (Gramaxone)	0.3-0.6 (1.5-3.0)	Post	Gramíneas y hoja ancha.	No selectivo, aplicar en días soleados, buen cubrimiento.
Dalapón (Downon)	3.5-4.5 (4.4-5.6)	Post	Gramíneas, anuales y perennes.	No selectivo, aplicar sobre malezas de 15 a 20 cm. de altura. Evitar que la aspersión toque el plátano o oscurra al suelo.
M SMA (Mesamate)	(6.3-8.3)	Post	Coquito y gramíneas.	Aplicación dirigida.
Ametrina + Paraquat	2.5 + 0.75 (5.0 + 3.75)	Post	Hoja ancha y gramíneas.	Aplicación dirigida.

TABLA 46 (Continuación)

Nombre genérico (Nombre comercial)	Dosis Kg/ha L/ha	Forma de aplicación*	Malezas controladas	Observaciones
Oxifluorfen + Paraquat	0.72 + 0.3 (3.0 - 1.5)	Post	Gramíneas y hoja ancha.	Aplicación dirigida.
Oxifluorfen + Dalapon	0.72 + 3.6 (3.0 + 4.0)	Post	Gramíneas y hoja ancha.	Aplicación dirigida.
Fluasifop-butil (Fusilade)	0.38-0.5 (1.51-2.0)	Post	Gramíneas anuales y perennes.	Aplicar sobre malezas en crecimiento activo, antes de macollamiento. Adicionar surfactante 0.25%.
Fenoxaprop-etil	0.18-0.24 (1.5 - 2.0)	Post	Gramíneas anuales y perennes.	Aplicar sobre malezas en crecimiento activo, antes de macollamiento. Adicionar surfactante 0.25%.
Paraquat + Diuron	0.3 + 1.0 (1.5 + 1.6)	Post	Gramíneas y hoja ancha.	
Paraquat + Ametrina	0.3 + 2.5 (1.5 + 5.0)	Post	Gramíneas y hoja ancha.	

Fuente: ICA. Sección de Investigación Básica Agrícola. C. J. Palmira, 1990.

TABLA 47

**Porcentaje de participación del control de malezas en los costos de producción del cultivo del plátano.**

Rubro	Clima medio		Clima cálido	
	Establecimiento	Mantenimiento	Establecimiento	Mantenimiento
Control de malezas	14.3	11.1	12.6	10.1
Otras prácticas culturales	16.9	14.7	17.3	15.7
Insumos	37.2	43.8	40.8	44.0
Equipos	2.1	2.3	2.4	3.0
Costos fijos	25.9	24.5	23.3	23.5
Imprevistos	3.5	3.6	3.7	3.6

**Fuente:** ICA, Centro Satélite de Plátano y Banano, C.I. El Agrado, Comitecafe Quindío y CIID (IDRC), Canadá, 1990

estos costos son iguales o superiores a los valores indicados para clima medio.

El control de las malezas manualmente es una fuente de ocupación TRANSITORIA para mano de obra no especializada, por lo tanto el uso de herbicidas tiene implicaciones socioeconómicas en algunas regiones. Hay que tener en cuenta también que el control químico permite frenar el crecimiento de las malezas por un tiempo más prolongado y así desplazar la mano de obra hacia otras labores del cultivo. La rentabilidad en el uso de herbicidas está determinada por el valor de los productos y la duración de su eficacia, definida por el intervalo entre dos tratamientos consecutivos.

Según estudios realizados el requerimiento anual promedio de mano de obra por hectárea, para desyerba manual de las plantaciones de plátano es de treinta jornales. Esto significa que se deben hacer tres limpiezas por año, empleando 10 jornales/ha. El tratamiento químico que reduzca estos costos y ofrezca todas las características deseadas, se presentará como una mejor alternativa para el mantenimiento de las plantaciones.

## **CARACTERÍSTICAS DE LOS HERBICIDAS RECOMENDADOS**

### **AMETRINA**

2-etilamina-4-isopropilamina-6-6-metiltio-s-triazina

Nombre comercial: GESAPAX, CAÑERO, CIBA GEIGY. Es un sólido blanco cristalino, con una solubilidad en agua de 185 ppm. Se presenta formulado como suspensión acuosa de 500 g/l de concentración. Es un

herbicida selectivo para el control de hojas anchas y gramíneas anuales. En aplicación preemergente es muy efectivo sobre malezas anuales, pero debido a su actividad foliar puede ser aplicado postemergente a las malezas.

### **DALAPON**

Acido 2,2 dicloropropiónico

Nombre comercial: DOWPON (DOW), BASFAPON (BASF). Generalmente es formulado como una sal sódica del 85%, la cual es un sólido blanco muy soluble en agua (50.2 g/100 g de agua a 25°C). Es un producto muy higroscópico, por lo tanto debe ser mantenido en envases a prueba de humedad. Se recomienda para el control de gramíneas anuales y perennes en cultivos de caña, maíz, papa, vid, cítricos, café, frutales, plátano y banano. La aplicación se debe hacer dirigida sobre las malezas, cuando éstas se encuentran en período activo de crecimiento, evitando que el producto escurra al suelo. La adición de surfactantes mejora la actividad del compuesto.

Tiene buena absorción foliar y se acumula en los tejidos de crecimiento; es degradado rápidamente en el suelo. Su persistencia en suelos agrícolas, a la dosis recomendada, es de dos a cuatro semanas. El Dalapón facilita la penetración foliar de otros compuestos porque debilita la hormona cuticular.

### **DIURON**

3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea.

Nombre comercial: KARMEX (DUPONT). Es un sólido blanco, cristalino, de una solubilidad en agua de 42 ppm. Es formulado como polvo mojable de 80%. Es un herbicida recomendado para numerosos cultivos como algodón, caña, frutales, cítricos, caña de azúcar, plátano, banano, maíz, vid, alfalfa, espárragos, sorgo, trigo. En aplicación preemergente controla malezas anuales gramíneas y de hoja ancha. El Diuron tiene poca actividad foliar sobre las plantas susceptibles, pero mediante la adición de un surfactante se aumenta considerablemente esta actividad. Su acción herbicida la ejerce mediante la inhibición del proceso de fotosíntesis.

### **GLIFOSATO**

N-(Fosfonometil) glicina.

Nombre comercial: ROUNDUP (MONSANTO). Es un sólido blanco, soluble en agua, 91 g/100 g de agua a 25°C. Es formulado como una solución de 480 g/l. Es un herbicida no selectivo sistémico, de amplio efecto de control. Efectivo contra mono y dicotiledóneas tanto anuales como peren-

nes. Se aplica dirigido a la maleza, evitando que la aspersion toque el cultivo.

Es absorbido foliarmente y translocado, se nota su efecto entre cuatro y diez días después. Las lluvias durante las seis horas siguientes a la aplicación reducen su efecto. El glifosato es fuertemente adsorbido por los coloides del suelo y por lo tanto no se lixivia, además no sufre pérdida por volatilización ni fotodescomposición, por lo cual no tiene acción preemergente y se lo clasifica como herbicida no residual. Parece que inhibe la síntesis de algunos aminoácidos y la acción de enzimas como dehidratasas y mutasas.

### MSMA

Metano arsonato monosódico.

Uno de sus nombres comerciales es MESAMATE. El compuesto es un sólido blanco cristalino, soluble en agua. Es de baja toxicidad para los humanos. Es usado para el control postemergente de malezas gramíneas en cultivos de raíces profundas como algodón, frutales y otros perennes. Al entrar en contacto con el follaje, es translocado hacia los órganos de la planta donde se están acumulando compuestos. Por esta razón es útil para el control de malezas con estructuras reproductivas vegetativas como el *Cyperus rotundus*.

Debido a su característica de ser retenido por los coloides del suelo, se puede acumular, siendo aconsejable su rotación con otros compuestos que no dejen residuos por largos períodos.

### PARAQUAT

1,1'-dimetil-4,4'-bipiridilo ion.

Nombre comercial: GRAMOXOME (ICI). El compuesto puro es un sólido blanco, pero se presenta formulado como una solución de 200 g/l. Es un herbicida no selectivo, capaz de afectar la mayoría de especies de malezas, dependiendo de la dosis aplicada. No se transloca dentro de la planta, por lo tanto no elimina las malezas perennes. Puede ser utilizado para eliminar la vegetación existente en siembras sin labranza del terreno y como desecante en algodón, papa y soya. Afecta todo follaje verde pero no la corteza madura.

La característica más importante del Paraquat es la inactivación inmediata que experimenta al entrar en contacto con el suelo, debido a la naturaleza iónica de su molécula que es absorbida por la superficie de las partículas coloidales de arcilla o materia orgánica. Otra característica importante es su rápida actividad, que permite ver su efecto a las pocas horas de la aplicación.

La toxicidad del Paraquat merece especial atención, aun cuando está clasificado entre los compuestos moderadamente tóxicos. Puede ser absorbido por la piel, nariz y un simple mojado de la cavidad bucal, aun seguida de lavado inmediato, puede causar la muerte. El principal problema radica en que no hay antídoto conocido y el daño que causa es irreversible.

### **OXYFLUORFEN**

2-cloro-1-(3 etoxi-4-Nitrofenoxi)-4-(Trifluorometil) benzeno.

Nombre comercial: GOAL (ROHM AND HAAS). El compuesto es un sólido rojo oscuro. Es formulado como un concentrado emulsionable de 240 gl. Su solubilidad en agua es muy baja: menor que 0.1 ppm. a 25°C. Es un herbicida selectivo, indicado para aplicaciones en pre- y postemergencia. Posee un amplio espectro de acción, controlando gramíneas y malezas de hoja ancha. Es un producto de contacto y de amplio poder residual, que puede ser aplicado solo o en mezcla con otros herbicidas. Se recomienda su uso en muchos cultivos como café, palma africana, forestales, cítricos, frutales, banano, plátano, arroz, cebolla.

### **FLUAZIFOP-BUTIC**

Propionato de butil 2-[4-(5-trifluorometil-2-Piridiloxi) fenoxi]

Nombre comercial: FUSILADE (ICI) Es un líquido inodoro, de color rojizo claro, la solubilidad en agua es de 2 ppm., formulado como concentrado emulsionable de 250 g/L. Controla la mayoría de especies gramíneas en cultivos de hojas anchas. No controla ciperáceas. Se absorbe rápidamente a través de la superficie de las hojas y se trasloca tanto por el xilema como por el floema, afectando los tejidos meristemáticos.

### **FENOXAPROP-ETIC**

Etil 2[4(6-cloro-2-benzoxazolil-oxi)- fenoxi]propanoauto.

Nombre comercial: FURORE (HOECHST). Sólido gris o marrón, ligeramente aromático. Solubilidad en agua: 0.9 ppm., formulado como concentrado emulsionable de 120 g/l. Es un herbicida selectivo postemergente para control de gramíneas nocivas en arroz, algodón, soya, frijol y otros de hoja ancha. Se absorbe a través de las hojas y su acción herbicida se localiza en los puntos de crecimiento, donde afecta los tejidos meristemáticos.

### **FERTILIZACION**

En general la producción agrícola se ha relacionado estrechamente con la nutrición de la planta, que en sí es un proceso bastante complejo que no depende exclusivamente de la presencia de determinados elementos

en el suelo, sino también de ciertas acciones e interacciones con la planta y el medio ambiente, para que ellos una vez convertidos a formas asimilables puedan ser absorbidos, translocados, transformados y utilizados en los diferentes procesos fisiológicos de la planta.

De acuerdo con esto y para que la práctica de fertilización cumpla con los objetivos propuestos, deben considerarse ciertas directrices inherentes al suelo y a la planta, tales como disponibilidad de nutrientes, funciones de los elementos nutritivos, potencialidad productiva, requerimientos nutricionales y finalmente forma y época de fertilización.

### Disponibilidad de nutrientes

Teniendo en cuenta que el plátano se cultiva en varias regiones ecológicas, Tabla 48, éstas como es de suponer difieren entre sí en cuanto a su fertilidad. Al respecto, y a manera de ejemplo se pueden tomar los análisis de suelos correspondientes a los C.I. El Agrado, Montenegro, en el Quindío; Tulenapa, en Apartadó, Antioquia; Los Naranjos, en Granada, Meta; El Silencio, en Garzón, Huila; cuyos resultados, Tabla 48, muestran que su contenido de materia orgánica es bajo, fósforo medio a alto y potasio bajo a alto.

TABLA 48  
Análisis de suelo, correspondiente a cuatro Centros de Investigación Agrícola en Colombia.

Centro Investigación (Municipio)	pH	M.O. (%)	p (ppm)	meq/100 g				CIC
				Al	Ca	Mg	K	
El Agrado* (Armenia)	6.4	5.67	30.2	—	6.24	1.36	0.63	8.29
Tulenapa* (Apartadó)	6.2	3.10	14.0	—	10.60	3.60	0.20	16.60
Los Naranjos* (Granada)	5.2	2.60	19.0	0.8	4.45	0.64	0.16	5.26
El Silencio* (Garzón)	6.3	5.00	73.0	—	16.20	6.05	0.92	23.26

\* Textura: Franco-arenosa

Fuente: ICA, Centro Satélite de Plátano y Banano, C.I. El Agrado, Comitecafé Quindío y CIID (IDRC) Canadá, 1990

En el caso de los suelos correspondientes al C.I. El Agrado, que se podrían considerar como representativos de la zona central cafetera, registran por su naturaleza volcánica un alto contenido de arcilla alofana

que afecta notablemente la disponibilidad del fósforo, pero a pesar de ello las plantaciones no presentan deficiencias de dicho elemento, seguramente por la presencia de micorrizas.

Estos suelos, según el análisis, muestran un alto contenido de potasio, el cual puede afectar la disponibilidad del magnesio, como una consecuencia de su desplazamiento por el potasio de la posición de intercambio. Este efecto se puede apreciar claramente en las plantaciones bajo control de Sigatoka Amarilla, cuyas plantas muestran la deficiencia de magnesio, por lo general, en la hoja en posición octava. Sin embargo, en la mayoría de las plantaciones no se puede apreciar el síntoma que la caracteriza, debido a la alta incidencia y severidad de la citada enfermedad, la cual dependiendo de las condiciones ambientales, puede destruir tanto dicha hoja como la séptima y sexta e inclusive la quinta.

Para tener una idea más clara sobre los contenidos de nutrientes de los suelos correspondientes a los Centros de Investigación considerados, se ha elaborado la Tabla 49 con base en los resultados de dichos análisis.

En ella se registran los contenidos naturales de los principales elementos nutritivos, al igual que el valor incrementado como consecuencia de la adición de un determinado nivel de NPK.

Otro aspecto de especial interés respecto a la disponibilidad de nutrientes, es el análisis químico del suelo junto con su correspondiente interpretación. Esta es tal vez la fase más importante y difícil, por cuanto de su correcta interpretación dependerá la recomendación sobre la clase de fertilizante y dosis a utilizar. Por considerarlo de interés se presenta a continuación una serie de pautas generales, que ayudarán a comprender mucho mejor el significado del análisis químico.

Se debe aclarar que no se hace hincapié en lo concerniente a textura, acidez del suelo y capacidad de intercambio catiónico, pues son aspectos tratados en el capítulo relacionado con la ecofisiología del cultivo. Por el contrario, se hará bastante énfasis en la interpretación y cálculo de las cantidades de nutrientes que posee el suelo. A manera de ejemplo se tomará el análisis del suelo correspondiente al C.I. El Agrado, Tabla 48, para los cálculos de rigor.

### **La Materia Orgánica (M.O.)**

Se expresa como porcentaje del peso total del suelo. Generalmente representa alrededor del 5%, pero su contenido es muy variable. Por ejemplo, un suelo de clima cálido puede registrar contenidos del 2 al 5%, mientras que suelos de regiones altas y temperatura baja, los contenidos pueden variar desde un 30 hasta un 40%.

Existe una estrecha relación entre el contenido de M.O. y la actividad biológica del suelo. Al respecto, suelos con altos contenidos de M.O. presentan una actividad microbiológica bastante intensa y generalmente

TABLA 49

**Respuesta a la fertilización en cuatro localidades aptas para el cultivo del plátano.**

Nutrientes	El Agrado (Armenia)			El Silencio (Garzón)			Tulenapa (Apartadó)			Los Naranjos (Granada)		
	A	B	C <sup>1/</sup>	A	B	C <sup>1/</sup>	A	B	C <sup>2/</sup>	A	B	C <sup>3/</sup>
	N	118	198	222 <sup>4/</sup>	70	150	174	65	145	169	55	135
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	208	248	260	334	374	386	96	136	124	131	171	183
K <sub>2</sub> O	885	1205	1109	861	1181	1085	281	601	505	225	545	449
CaO	5242	5242	5242	9072	9072	9072	8904	8904	8904	3738	3738	3738
MgO	813	813	813	2410	2410	2410	2151	2151	2151	382	382	382
pH	6.4			6.3			6.2			5.2		
Peso racimo (kg)	16.4	17.3	17.7	12.3	14.7	14.8	10.7	11.6	13.7	14.2	13.0	15.0

A: Contenido natural del suelo.

B: Contenido natural del suelo más fertilizante N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (80-40-320)

C: Contenido natural del suelo más fertilizante N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (1) B

1/ 104-52-224 Ejemplo niveles corresponden a aquellos con los cuales se alcanzó el mayor peso promedio por racimo, de acuerdo con la localidad

2/ 104-28-224

3/ 56-52-224

4/ Koligirano por hectárea

**Fuente:** ICVA, Centro Satélite de Plátano y Banano, C. I. El Agrado, Comitecalé Quindío y CCID (IDRC), Granada, 1990.

son más ricos en fósforo, potasio y microelementos. Por otra parte, la M.O. también contribuye a aumentar la CIC y a regular los contenidos de agua y aire del suelo.

### El Nitrógeno del Suelo

Para determinar el contenido de nitrógeno aprovechable del suelo, se toma como base el contenido de M.O. registrado en el análisis. Para los cálculos del caso, se parte del supuesto que el nitrógeno aprovechable es igual al 5% del contenido de M.O.

$$\begin{aligned}\% \text{ N Total} &= \text{M.O.} \times 0.05 \\ &= 5.67 \times 0.05 = 0.28 \%\end{aligned}$$

Como la aprovechabilidad del nitrógeno depende de su mineralización o conversión a formas nítricas o amoniacales, la tasa de mineralización es muy importante. Algunos estudios preliminares muestran que para el Valle del Cauca dicha tasa está alrededor de 1.78% con un rango de variación de 0.08 a 2.24%.

Para proceder a determinar la tasa de mineralización del suelo en cuestión, se establece en primera instancia la relación C/N. Para ésto se calcula el contenido de carbono del suelo, tomando para ello como base el porcentaje de M.O. y la consideración de que el contenido de carbono de un suelo es aproximadamente equivalente al 58% de la M.O. Por lo tanto:

$$\begin{aligned}\% \text{ C} &= \% \text{ M.O.} \times 0.58 \\ &= 5.67 \times 0.58 = 3.29\%\end{aligned}$$

Una vez conocidos los valores correspondientes a nitrógeno total y porcentaje de carbono, se puede establecer la relación C/N:

$$\text{C/N} = \frac{3.29}{0.28} = 11.75$$

Para el suelo en cuestión, el valor de la relación C/N está asociado con una tasa de mineralización de 1.4%, la cual servirá de base para determinar la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo:

$$\begin{aligned}\% \text{ N disponible} &= \% \text{ N total} \times 0.014 \\ &= 0.28 \times 0.014 = 0.00392\% \\ &= 0.00392\% = 39.2 \text{ ppm}\end{aligned}$$

Para calcular la cantidad de nitrógeno aprovechable por hectárea, se debe considerar el peso correspondiente a una hectárea de capa arable del suelo. Por lo tanto y como se estableció anteriormente, dicho peso está en función de su densidad aparente y de la profundidad considerada:

$$\text{Peso del suelo (kg/ha)} = \text{Da} \times \text{P} \times \text{K}$$

Donde: Da = Densidad aparente, g/cm<sup>3</sup>.  
P = Profundidad de muestreo  
K = Constante equivalente a 10<sup>5</sup>

En el C.I. El Agrado, con suelos pertenecientes a la unidad Montenegro, se ha establecido que la densidad aparente es de  $1 \text{ g/cm}^3$  y en cuanto a la profundidad de muestreo, se tomó la profundidad de siembra más apropiada para el cultivo del plátano, que es la de 30 cm. De acuerdo con esto el peso del suelo del C.I. El Agrado, sería:

$$\begin{aligned} \text{Peso del suelo (kg/ha)} &= 1 \times 30 \times 10^5 \\ &= 3 \times 10^6 \text{ kg/ha.} \end{aligned}$$

Es conveniente recordar y tener presente que el peso del suelo puede variar de una región a otra, de acuerdo con las características físicas de cada una de ellas.

Una vez establecido el valor del peso del suelo, se tratará de determinar el factor universal de conversión (FUC) de ppm a kg/ha, para lo cual se divide el peso del suelo considerado en kg/ha, entre el valor  $1 \times 10^6$ :

$$\begin{aligned} \text{FUC de ppm a kg/ha} &= \frac{\text{Peso del suelo kg/ha}}{1 \times 10^6} \\ &= \frac{3 \times 10^6 \text{ kg/ha}}{1 \times 10^6} = 3 \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores se podría calcular el contenido de nitrógeno aprovechable del suelo del C.I. El Agrado, así:

$$\begin{aligned} \text{N aprovechable (kg/ha)} &= \text{N aprovechable (ppm)} \times \text{FUC.} \\ &= 39.2 \times 3 = 117.6 \text{ kg/ha} \\ &= 118 \text{ kg/ha.} \end{aligned}$$

## Fósforo

Haciendo las mismas consideraciones que para el caso del nitrógeno, es posible calcular el contenido de fósforo (P) en kg/ha. Para esto se toma el valor registrado por el análisis de suelo en ppm y se multiplica por el factor universal de conversión (FUC), establecido para dicho suelo:

$$\begin{aligned} \text{P (kg/ha)} &= \text{P (ppm)} \times \text{FUC} \\ &= 30.2 \times 3 = 90.6 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

Para transformar el contenido de fósforo elemental (P) a la forma  $\text{P}_2\text{O}_5$ , se procede a relacionar los pesos moleculares, con el fin de definir el factor de conversión, así:

$$\text{Peso molecular de } \text{P}_2\text{O}_5 = 141.9446 \text{ g}$$

$$\text{Peso molecular de P} = 61.9476 \text{ g}$$

$$\text{Relación } \frac{\text{P}_2\text{O}_5}{\text{P}} = \frac{141.9446}{61.9476} = 2.2914$$

Esta relación permite calcular recíprocamente los pesos moleculares equivalentes, así:

$$\begin{aligned} P2O5 &= P \times 2.2914 \\ P &= P2O5 \times (1/2.2914) \\ &= P2O5 \times 0.4364 \end{aligned}$$

Una vez conocidos los pesos moleculares respectivos, se podrá calcular el contenido de fósforo tanto en forma de P2O5 como elemental (P), así:

$$\begin{aligned} P2O5 \text{ (kg/ha)} &= P \text{ (kg/ha)} \times 2.2914 \\ &= 90.6 \text{ kg/ha} \times 2.2914 = 207.6 \text{ kg/ha} \\ &= 208 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ (kg/ha)} &= P2O5 \times 0.4364 \\ &= 207.6 \times 0.4364 = 90.6 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

El ICA ha realizado numerosos estudios, con el fin de encontrar el nivel crítico de fósforo para los suelos de Colombia. Es así como se han estudiado diferentes metodologías, Bray I, Bray II, Olsen, Trog y Carolina del Norte, correlacionando sus resultados con la respuesta de los cultivos a las aplicaciones de fósforo, bajo condiciones de campo. Sin embargo, la respuesta a la fertilización es muy variable debido a que ésta no sólo depende del cultivo en consideración sino también de las condiciones climáticas de la zona.

Cultivos perennes de desarrollo lento toman los elementos nutritivos, como el fósforo, en dosis pequeñas, pudiéndose hacer así un mejor uso de las reservas del suelo; por el contrario, cultivos anuales o semestrales de desarrollo rápido, además de tomar cantidades apreciables de nutrientes en un tiempo relativamente corto, exigen que el suelo sea complementado, pues sus reservas no son suficientes para soportar esta amplia demanda.

El clima por su parte modera y regula todos los procesos anteriores, al activar o retardar la rapidez del desarrollo vegetativo. En la Tabla 50 se registran los límites tentativos y las dosis de corrección aconsejables para este elemento.

TABLA 50  
**Niveles críticos y dosis de corrección para el Fósforo (Bray II).**

Valores de análisis P (ppm)	Calificación	Dosis de corrección P2O5 kg/ha
Menos de 5	Muy bajo	180
De 5 a 10	Bajo	135
De 10 a 15	Medio bajo	90
De 15 a 30	Medio alto	45
Más de 30	Alto	0

**Fuente:** ICA, Programa de Suelos Seminario Taller sobre Suelos 1987.

## Las bases intercambiables

El término "Bases Intercambiables" o "Total de Bases Intercambiables", se refiere a la suma de las bases,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  y  $Na^+$ , en forma intercambiable expresada en meq/100 g de suelo.

Para calcular el contenido de las bases intercambiables se debe establecer inicialmente el factor de conversión (FC), correspondiente a cada base:

$$\begin{aligned} \text{F.C. del K} &= \text{Peso del suelo (kg/ha)} \times 3.9 \times 10^{-4} \\ &= 3 \times 10^6 \times 3.9 \times 10^{-4} \\ &= 1170 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F.C. del Ca} &= \text{Peso del suelo (kg/ha)} \times 2.0 \times 10^{-4} \\ &= 3 \times 10^6 \times 2.0 \times 10^{-4} \\ &= 600 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F.C. del Mg} &= \text{Peso del suelo (kg/ha)} \times 1.2 \times 10^{-4} \\ &= 3 \times 10^6 \times 1.2 \times 10^{-4} \\ &= 360 \end{aligned}$$

Posteriormente, con los respectivos factores de conversión (FC), se calculan los contenidos de los elementos en kg/ha, tomando para ello como base los valores dados por el análisis de suelo en meq/100 g de suelo.

$$\begin{aligned} \text{Potasio K (kg/ha)} &= \text{FC} \times \text{meq de K/100 g} \\ &= 1170 \times 0.63 = 737.1 \text{ kg/ha} \\ &= 737 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

El contenido de K se debe expresar como  $K_2O$ , para lo cual es necesario establecer previamente la relación de los pesos moleculares.

$$\begin{aligned} \text{Peso molecular } K_2O &= 94.2034 \text{ g} \\ \text{Peso molecular K} &= 78.204 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Relación} = \frac{K_2O}{K} = \frac{94.2034}{78.204} = 1.2046$$

Con esta relación se pueden determinar los valores equivalentes, para cada una de las formas moleculares.

$$\begin{aligned} K_2O &= K \times 1.2046 \\ K &= K_2O \times (1/1.2046) = K_2O \times 0.8302 \end{aligned}$$

Con base en lo anterior, se calcula el contenido de  $K_2O$  en el suelo en kg/ha:

$$\begin{aligned} K_2O \text{ (kg/ha)} &= 737.1 \text{ kg/ha} \times 1.2046 \\ &= 887.91 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

Por considerarlo de interés, en la Tabla 51 se incluye una escala tentativa sobre los niveles críticos de potasio junto con las dosis de corrección.

TABLA 51  
Niveles críticos y dosis de corrección de Potasio

Valores de análisis meq/100 g	Calificación	Dosis de corrección K <sub>2</sub> O kg/ha
Menos de 0.10	Muy bajo	120
De 0.10 – 0.20	Bajo	90
De 0.20 – 0.30	Medio bajo	60
De 0.30 – 0.40	Medio alto	30
Más de 0.40	Alto	0

Fuente: ICA Programa de Suelos, Seminario Taller sobre Suelos, 1987

### Calcio

$$\begin{aligned} \text{Ca (kg/ha)} &= \text{FC} \times \text{meq de Ca/100g} \\ &= 600 \times 6.24 = 3744 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

El contenido de Calcio se debe expresar como CaO, para lo cual se establece la relación de los pesos moleculares:

$$\begin{aligned} \text{Peso molecular CaO} &= 56.0794 \\ \text{Peso molecular Ca} &= 40.08 \end{aligned}$$

$$\text{Relación } \frac{\text{CaO}}{\text{Ca}} = \frac{56.0794}{40.08} = 1.3992$$

Esta relación permite calcular los valores equivalentes para cada una de las formas moleculares.

$$\begin{aligned} \text{CaO} &= \text{Ca} \times 1.3992 \\ \text{Ca} &= \text{CaO} \times (1/1.3992) = \text{CaO} \times 0.7147 \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta los cálculos efectuados, se puede establecer el contenido de CaO en el suelo en kg/ha.

$$\begin{aligned} \text{CaO (kg/ha)} &= \text{Ca} \times 1.3992 \\ &= 3744 \times 1.3992 = 5238.6 \text{ kg/ha} \\ &= 5239 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

### Magnesio

$$\begin{aligned} \text{Mg (kg/ha)} &= \text{FC} \times \text{meq de Mg/100 g} \\ &= 360 \times 1.36 = 489.6 \text{ kg/ha} \\ &= 360 \times 1.36 = 489.6 \text{ kg/ha} \\ &= 490 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

El contenido de magnesio se debe expresar como MgO, para lo cual se establece la relación de los pesos moleculares, así:

$$\text{Peso molecular MgO} = 40.3114$$

$$\text{Peso molecular Mg} = 24.312$$

$$\text{Relación } \frac{\text{MgO}}{\text{Mg}} = \frac{40.3114}{24.312} = 1.6581$$

Teniendo como base la anterior relación, se calculan los valores de los pesos moleculares equivalentes para la base considerada:

$$\text{MgO} = \text{Mg} \times 1.6581$$

$$\text{Mg} = \text{MgO} \times (1/1.6581) = \text{MgO} \times 0.6031$$

Con estas relaciones se puede establecer el contenido de MgO en el suelo en kg/ha, así:

$$\begin{aligned} \text{MgO (kg/ha)} &= \text{Mg} \times 1.6581 \\ &= 489.6 \times 1.6581 = 811.81 \\ &= 812 \text{ kg/ha} \end{aligned}$$

Para la interpretación del análisis correspondiente a las bases, se acostumbra expresarlas como un porcentaje de la capacidad total de intercambio, determinada por su suma más los cationes ácidos (H = AP), o determinada por titulación. Por definición el porcentaje de saturación de bases es:

$$\text{Porcentaje saturación bases} = \frac{\text{Bases} \times 100}{\text{CIC}}$$

Las bases tomadas individualmente, también se acostumbra expresarlas como un porcentaje o relación de la suma total de las mismas. En este caso, el porcentaje de saturación de cada elemento es el producto del contenido de ese elemento, expresado en meq/100 g multiplicados por 100 y dividido por la suma total de bases; también expresadas en meq/100 g, de modo que:

$$\text{Porcentaje Saturación Sodio} = \frac{\text{Na} \times 100}{(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K})}$$

En las Tablas 52 y 53 se registran los promedios aceptables para las relaciones en donde se involucran el calcio, el magnesio y el potasio, al igual que los límites aceptables sobre porcentaje de saturación de bases, respectivamente. Es muy importante tener presente estas relaciones, por cuanto servirán de base para establecer el programa de manejo más apropiado al cual se debe someter un suelo determinado.

TABLA 52  
**Promedios aceptables de las relaciones  
 Ca/Mg y  $\frac{Ca + Mg}{K}$  para la mayoría de los suelos**

Relación Ca/Mg		Relación $\frac{Ca + Mg}{K}$	
Rango	Clase	Rango	Clase
Menor 1	Invertida	< 70	Normal
1 - 1.5	Condicionada	70 - 120	Condicionada
1.5 - 3.0	Normal	> 120	Alta
Mayor 3.0	Amplia		

Fuente: ICA, Programa de Suelos, Seminario Taller sobre Suelos, 1987

TABLA 53  
**Límites aceptables sobre porcentaje de saturación de bases**

Elemento	Límites (%)
Calcio	40 a 80
Magnesio	4 a 40
Sodio	1 a 15
Potasio	1 a 5

Fuente: ICA, Programa de Suelos, Seminario Taller sobre Suelos, 1987

### **Funciones de los elementos nutritivos**

El crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de una planta, dependen de factores inherentes a la planta, al medio ambiente y disponibilidad en el suelo de los 16 elementos nutritivos, denominados por las cantidades en que son extraídos como macronutrientes y micronutrientes

Para la planta todos los elementos nutritivos tienen el mismo grado de importancia, por el hecho de que cada uno de ellos, bien sea solo o en combinación, tiene una función que cumplir a través de los diferentes procesos fisiológicos de la planta. Por considerarla de interés se describirá a continuación, en una forma bastante sucinta, la función que cada uno de ellos desempeña a nivel celular

### **Nitrógeno**

Interviene en la composición de la clorofila, aminoácidos, ácidos nucleicos y proteínas entre otras sustancias de carácter orgánico, las cuales juegan un papel fundamental en los procesos que gobiernan el crecimiento, desarrollo y reproducción. Este elemento, además de ser requerido

para la síntesis de grasas y carbohidratos, regula el uso del potasio y el fósforo principalmente.

### **Fósforo**

Este elemento, junto con el nitrógeno y el potasio, forman el trío indispensable para el crecimiento y desarrollo de la planta. Es un constituyente fundamental, entre otros compuestos, de los ácidos nucleicos y fosfolípidos. Interviene en la síntesis de grasas y albúminas, al igual que en los procesos de fotosíntesis, respiración y formación del núcleo durante la división celular. Participa además en la síntesis y utilización de azúcares y almidones.

Entre sus funciones más importantes están: Intervenir en la absorción del potasio y estimular el desarrollo del sistema radicular, la floración, la fructificación y su maduración. Una característica muy importante de este elemento es la de que, además de favorecer el crecimiento de la planta, también le imparte vigor y resistencia al ataque de enfermedades.

### **Potasio**

Este nutriente, al igual que el nitrógeno y el calcio, son quizá de los elementos que son absorbidos por la planta en mayores cantidades. Su función, considerada de naturaleza catalítica, tiene relación con el metabolismo del nitrógeno e hidratos de carbono, síntesis de proteínas, activación de enzimas y neutralización de los ácidos orgánicos. Por otra parte imparte resistencia a enfermedades, plagas y a la sequía. Favorece además sustancialmente la palatabilidad y consistencia de los frutos, con lo cual se mejora ostensiblemente su calidad. Una característica de este elemento es que a diferencia del nitrógeno y el fósforo, no interviene en la constitución de compuestos, sino que se le encuentra disuelto tal como fue absorbido en los tejidos que conforman la planta.

### **Calcio**

Su función está relacionada principalmente con la formación de la pared y membrana celulares y también de las mitocondrias. Activa los sistemas enzimáticos y estabiliza la actividad de los cromosomas. Finalmente interviene en el metabolismo y la transformación de carbohidratos y aminoácidos, y en la reducción de los  $\text{NO}_3$ .

### **Magnesio**

Es uno de los elementos más estrechamente relacionados con la molécula de clorofila, de la cual es su principal componente. Es indispensable en los procesos de formación de carbohidratos, aceites y grasas. Por otra parte interviene en la absorción y transporte del fósforo, dentro de los

tejidos de la planta, a la cual le imparte además resistencia al ataque de enfermedades.

### **Azufre**

Interviene en la síntesis de las proteínas y aminoácidos que contienen azufre, como: Cistina, cisteína y metionina. Forma parte también de siete vitaminas y de la coenzima A. Al igual que el fósforo favorece el crecimiento del sistema radical e imparte vigor a la planta.

### **Boro**

Respecto a este elemento no existe un concepto claro sobre sus funciones, se cree que actúa sobre la diferenciación y división celular, absorción de agua y movimiento de los azúcares y utilización del calcio.

En relación con esta última función, aparentemente entre el boro y el calcio existe una estrecha relación de correspondencia, según la cual el calcio influye sobre la respiración, mediante su reducción, y colabora además en la retención de carbohidratos, mientras que el boro actúa movilizándolos de su centro de transformación de la hoja hacia los frutos. Esto sugiere que entre estos dos elementos debe existir dentro de los tejidos un balance apropiado, cuya relación Ca:B que es bastante amplia, podría estar comprendida entre 80:1 y 1200:1.

### **Cobre**

Forma parte de proteínas y de sustancias oxidantes reductoras, como la tirosina y oxidaza del ácido ascórbico. Este metal actúa como activador de varias enzimas. Interviene junto con el magnesio y el zinc en la movilización y utilización de otros elementos nutritivos.

### **Hierro**

Es un elemento indispensable en la formación de la clorofila, se cree además que está asociado con la síntesis de proteína cloroplástica. Es un componente fundamental de los citocromos, los cuales participan en la respiración. Este metal tiene funciones específicas en la activación de varios sistemas meristemáticos.

### **Zinc**

Es componente y a la vez activador de varias enzimas. Influye en la formación de sustancias reguladoras del crecimiento, como el ácido indolacético. Es un elemento indispensable tanto para el metabolismo del azufre como para asegurar un adecuado suministro de ácido ascórbico.

## **Manganeso**

Activa las enzimas que intervienen en el metabolismo de los carbohidratos, ciclo del ácido cítrico y reacciones de fosforilación. Interviene activamente en la síntesis de proteínas y clorofila, formación de ácido ascórbico y en la fotosíntesis. Sirve como catalizador en los procesos de oxidación y además activa la reducción de nitratos e hidrozilamina a amoníaco. Junto con el zinc y el cobre estimulan la utilización del calcio, el fósforo y el magnesio. Finalmente se debe anotar que juega un papel importante tanto en el desarrollo de los tejidos meristemáticos como en el aceleramiento de la maduración de los frutos.

## **Molibdeno**

Es un elemento fundamental para la utilización del nitrógeno y reducción de nitratos a proteína.

## **Cloro**

Las funciones de este elemento no están bien esclarecidas; sin embargo, se le ha considerado como un elemento regulador de la presión osmótica.

## **Potencialidad productiva**

En plátano, a diferencia de lo que ocurre con otras especies cultivadas, este parámetro es sumamente difícil de establecer. Al respecto, en el caso de las especies cultivadas: algodón, arroz, frijol, maíz y papa, entre otras, las producciones a obtener están estrechamente relacionadas con los programas de fertilización establecidos para cada uno de ellos, de tal manera que sus rendimientos casi son directamente proporcionales a las cantidades de fertilizante utilizadas.

En el caso del plátano, este cultivar se aparta de cualquier clase de lógica fundamentada, por dos razones: La primera de ellas tiene relación con el hecho de que la mayoría de los suelos aptos para su cultivo, con muy pocas excepciones, disponen tanto de los nutrimentos como de las cantidades requeridas por la planta para producir, como mínimo, un primer ciclo de cosecha, por lo tanto cualquier cantidad extra que se le aplique no va a reportar ningún beneficio económico, debido a que no hay incremento de la producción o si la hay ésta no alcanza a compensar la inversión correspondiente a dicho factor de producción. Es precisamente en este punto donde juega un papel de gran relieve el análisis del suelo, el cual junto con las cantidades extraídas por el producto exportado servirán de base para hacer las correcciones correspondientes.

La segunda razón es que en plátano es difícil de predecir sobre la clase y peso de racimo a obtener. Este comportamiento admite cualquier clase de especulación, pero en definitiva lo único cierto es que dos plantas

vecinas, que han sido sometidas a la misma clase de manejo agronómico, pueden producir racimos cuyas características en lo referente al número de manos (7-8) y frutos, 50 a 60, corresponden a las del clon, con la única diferencia que uno de ellos puede pesar 14 kg y el otro 30 kg.

Respecto al peso del racimo, también se puede presentar el atenuante de que éste en algunas regiones, como sucede en el municipio de Montenegro, Quindío, se incrementa de un ciclo a otro, mientras que en el municipio de Apartadó, Antioquia, y otras regiones del país sucede lo contrario.

### **Requerimientos nutricionales**

Es bastante frecuente escuchar aseveraciones en el sentido de que una determinada especie cultivada no responde a la fertilización, desconociéndose las causas por las cuales la especie en cuestión registra tal comportamiento. Al respecto, según algunos investigadores el plátano es una de las especies que está enmarcada dentro de la citada clase de cultivos.

En realidad, a la luz de las experiencias y conocimientos actuales, una explicación a esta clase de comportamiento podría estar relacionada tanto con el nivel de fertilidad del suelo como con los requerimientos nutricionales y capacidad extractora de la planta.

En cuanto al plátano se refiere, los estudios en proceso de ejecución muestran que en la mayoría de las áreas aptas para su cultivo, existen suelos que están en capacidad de proporcionarle, si no la totalidad, al menos una gran parte de los elementos que ella requiere para producir la primera cosecha. Por lo tanto, si un suelo determinado posee buena fertilidad y a pesar de ello se recurre a un programa de fertilización extra, es muy seguro que no se obtenga un incremento bastante marcado y rentable en los rendimientos. Al respecto, resultados de los análisis de tejidos y del suelo en sí, muestran que como consecuencia de la aplicación de fertilizantes las cantidades de nutrientes se incrementan tanto en los tejidos como en el suelo, Tabla 54, pero desafortunadamente no se traducen en un aumento de la producción; por lo tanto las cantidades absorbidas entrarían a formar parte de lo que se ha denominado como "consumo de lujo".

La situación anterior se puede apreciar en la Tabla 55, que muestra los resultados de estudios realizados en varios Centros de Investigación bajo diferentes condiciones de clima y suelo. De acuerdo con estos se puede establecer que los mejores tratamientos en cuanto al peso del racimo se refiere, corresponden a niveles de fertilización con NPK en las proporciones de 2:1:4 para los C.I. El Agrado y El Silencio; 2.0.5.4 para el C.I. Tulenapa y 1:1:4 para el C.I. Los Naranjos.

TABLA 54

Concentración de cinco elementos nutritivos en los diferentes órganos que conforman la planta.

Estructura	Elementos (g/planta)									
	Nitrógeno		Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Raíz	6.9	9.1	0.32	0.48	78.8	83.6	14.0	15.4	5.0	5.4
Cormo	13.5	15.3	4.18	4.93	284.0	357.4	22.3	24.6	7.9	7.4
Seudotallo	23.7	21.0	1.66	1.66	327.4	452.7	91.1	92.2	5.5	6.1
Tallo floral	2.7	4.2	0.32	0.44	87.5	81.8	2.5	2.6	1.0	0.7
Pecíolo	0.8	0.7	0.15	0.13	4.3	9.9	1.9	2.4	0.4	0.2
Nervadura	1.2	1.4	0.46	0.26	6.8	20.0	2.8	5.2	0.9	0.3
Lámina foliar	18.6	28.4	1.96	1.67	20.7	42.8	11.8	13.1	2.7	1.0
Raquís	1.7	1.5	0.09	0.12	8.9	11.1	0.4	0.4	0.1	0.1
Cáscara	7.8	7.9	0.54	0.65	47.0	42.4	1.7	1.8	0.8	0.7
Pulpa	12.0	14.6	1.77	1.42	47.7	54.5	5.3	6.3	5.1	4.5
Total	88.0	104.0	11.44	11.75	913.0	1 156.1	153.8	164.0	29.4	26.4
Exportación										
g/planta	21.1	23.9	2.40	2.19	103.5	108.1	7.4	8.5	6.0	5.2
porcentaje	24.2	23.0	21.10	28.3	10.0	10.5	4.8	5.2	20.4	19.7

A Sin fertilizar  
B Fertilizado

Fuente: ICA. Centro Satepelle de Frijalito y Barriano. C. El Agrado. Comitecalco Quindío y CIID (IDRC). Canadá. 1990.

Según estos resultados, los niveles de NPK a utilizar en las áreas ecológicas consideradas, giran en torno a la proporción 2:1:4. Sin embargo, si se considera el factor rendimiento, se puede apreciar que al adicionar una determinada cantidad de NPK en la citada proporción, se observa que los rendimientos respecto al testigo sin fertilizar, sólo se incrementan en 5, 8, 20 y 28% para los C.I. Los Naranjos, El Agrado, El Silencio y Tulenapa, respectivamente.

Ahora bien, si se considera el factor rentabilidad, Tabla 55, y se asume que los incrementos se deben únicamente al factor fertilizante adicionado, se podría concluir que en ninguno de los Centros de Investigación considerados, se justificaba plenamente recurrir al empleo de la totalidad de las cantidades de fertilizante adicionadas, por cuanto los análisis del suelo correspondientes, Tabla 48, indican que el suelo estaba en capacidad de suplir al cultivo un gran porcentaje de los nutrientes requeridos.

Esta situación demuestra una vez más la necesidad e importancia del análisis químico del suelo; que correctamente interpretado, conduce a un ahorro de dicho factor de producción. Sin embargo, para que ello alcance un valor significativo se deben conocer los requerimientos nutricionales mínimos y óptimos de la planta para que su producción y calidad no se afecten. No obstante, y ante el hecho de que esta información se halla en proceso de determinación, se podría recurrir en su defecto al análisis de la capacidad extractora o bien a la aplicación del concepto de la Unidad Baule.

### **Capacidad extractora**

Un aspecto fundamental a tener en cuenta en la determinación de este parámetro es el conocimiento del ciclo vegetativo de la planta, por cuanto éste será clave para establecer la(s) época(s) más apropiada(s) de muestreo del órgano o estructura de la planta a analizar.

En sí, de acuerdo con lo tratado anteriormente, el ciclo vegetativo de la planta consta de tres fases: Vegetativa, reproductiva y productiva (Figura 16). De éstas, aparentemente la correspondiente a la productiva, que abarca desde la floración o parición, hasta la etapa final del llenado de los frutos y corte del racimo, permitirá establecer en una forma bastante aproximada los requerimientos nutricionales de la planta, tomando para ello como base las cantidades de nutrientes extraídos y almacenados en los tejidos de los diferentes órganos que la conforman.

En general, se puede decir que el proceso de absorción, reciclaje y reposición de los elementos nutritivos es bastante dinámico, alcanzando su punto máximo en las etapas de floración (parición) y llenado de los frutos. Aparentemente dichos procesos son más marcados durante las etapas de crecimiento y desarrollo, por cuanto es durante su transcurso que la planta registra un incremento continuo de acumulación de biomasa,

TABLA 55

**Efecto de la fertilización con NPK sobre los rendimientos y la rentabilidad en cuatro localidades.**

Fertilizantes Bultos 50 kg	El Agrado (Montenegro)			El Silencio (Garzón)			Tulena (Apartadó)			Los Naranjos (Granada)		
	A <sup>1</sup>	B <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Urea (Bultos)	0	3.48	4.52	0	3.48	4.52	0	3.48	4.52	0	3.48	2.43
SFT (Bultos)	0	1.74	2.26	0	1.74	2.26	0	1.74	1.22	0	1.74	2.26
KLC (Bultos)	0	10.67	7.47	0	10.67	7.47	0	10.67	7.47	0	10.67	7.47
Producción (ton/ha) <sup>1</sup>	16.4	17.30	17.70	12.3	14.70	14.80	10.7	11.60	13.70	14.20	13.00	15.00
Valor producción <sup>2</sup>	1 312	1 384	1 416	984	1 176	1 184	856	928	1 096	1 136	1 040	1 200
Valor moremento producción <sup>3</sup>	0	72000	104000	0	192000	200000	0	72000	240000	0	-96000	64000
Costo fertilizante adicional	0	75057	72699	0	75057	72699	0	75057	63739	0	75057	61489
Flujo neto	0	-3057	31031	0	116943	127301	0	-3057	176261	0	171057	-2511

1/ 1000 plantas/ha

2/ Millones de pesos

3/ \$80 kilo plátano

4/ Sin fertilizar

5/ Fertilizado

Fuente: ICA, Centro Sateélite de Plátano y Banano. C.) El Agrado, Comitécate; Qundo y CID (DRC) -Canadá, 1990

cuyo valor oscila entre los 120- 130 kg de peso fresco, mientras que el racimo sólo alcanza por lo general los 17 kg en promedio (Tabla 56)

TABLA 56

**Acumulación de biomasa fresca y seca al momento de la floración.**

Organo planta	Pesos (kg)		Porcentaje peso seco
	Fresco	Seco	
Raíz	15.6	1.60	10.1
Cormo	25.8	4.64	18.0
Seudotallo	59.0	5.52	9.4
Tallo floral	11.8	0.63	5.3
Peciolos	2.3	0.24	10.6
Nervaduras	2.9	0.44	15.0
Limbos	5.1	1.19	23.3
Brácteas	0.4	0.03	7.1
Bacota	0.2	0.02	7.1
<b>Total reincorporado</b>	<b>123.3</b>	<b>14.30</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** ICA, Centro Saré, Ite, de Platano y Banano, C.I. El Agrario, Comitecalé Quindío y CIID (IDRC), Canadá, 1990

En el mismo cuadro se puede apreciar que las mayores cantidades de biomasa generada como peso seco, corresponden al seudotallo o yaguas, con 5.52 kg, el cormo con 4.64 kg, el sistema radicular con 1.6 kg y los semilimbos con 1.19 kg. Mientras que el total de la biomasa seca exportada, en este caso el racimo, sólo logra un valor de 3.5 kg.

Una vez que la planta alcanza el punto máximo de acumulación de biomasa, lo cual generalmente coincide con el corte del racimo, se lleva a cabo el proceso de reincorporación de los elementos extraídos, los cuales en un 76% vuelven al suelo a través del reciclaje por descomposición de todas las estructuras u órganos de la planta como residuos de la cosecha, mientras que un 24% de ellos se pierde o exporta con los racimos producidos (Figura 66 y Tabla 57).

La información anterior, junto con los resultados correspondientes al análisis químico de los tejidos, permiten elaborar la Tabla 58, en la que se presentan los contenidos en los diferentes órganos de la planta para cinco elementos nutritivos: N, P, K, Ca y Mg. De acuerdo con esta información y en cuanto a órganos de reincorporación se refiere, el tallo o cormo y el seudotallo, son el conjunto de estructuras que acumulan la mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio; le siguen en orden de importancia

TABLA 57

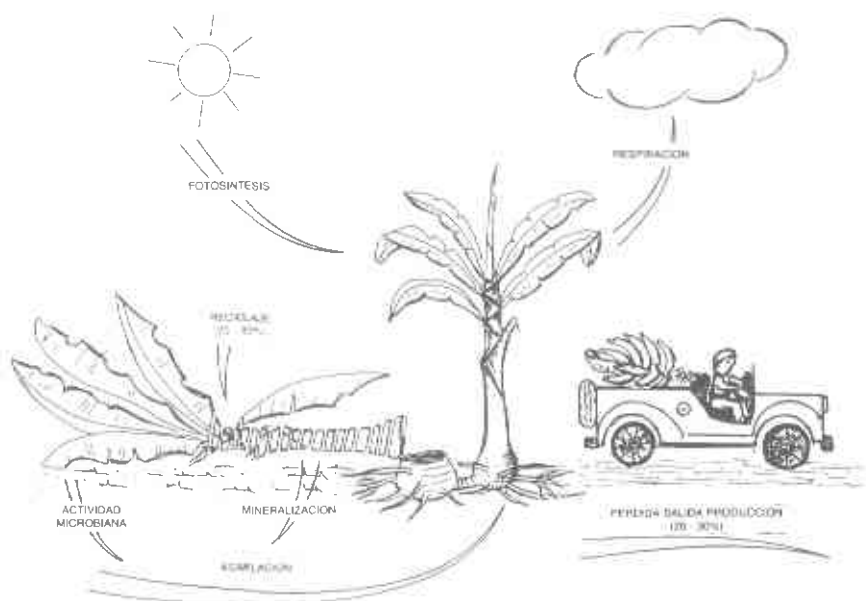
Cantidad de elementos nutritivos exportados a través de la fruta, en un suelo sin fertilizar y fertilizado.

Suelo	Nutrimentos (g/planta)								
	N	P	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	K	K <sup>2</sup> O	Ca	CaO	Mg	MgO
Sin fertilizar	88.9/	11.44	26.20	913.0	1095.6	153.8	215.3	29.4	48.8
Fertilizado	21.5/	2.40	5.50	103.5	124.2	7.4	10.4	6.0	10.0
	104.0	11.75	26.91	1156.1	1387.1	164.0	229.6	26.4	43.8
Promedio	23.9	2.19	5.02	108.1	129.7	8.5	11.9	5.2	8.6
	96.4	11.60	26.56	1034.6	1241.5	158.9	222.46	27.9	47.3
	22.7	2.30	5.26	105.8	127.0	8.0	11.2	5.6	9.3

1 Cantidad total de elemento extraído por la planta (g)

2 Cantidad de elemento exportado a través de la fruta producida (g)

Fuente: ICA, Centro Salélie de Plátano y Banano, C. I. El Agrado, Cónitucate Quindío y CID (IDRC) Canada 1990



**Figura 66.** Flujo de elementos nutritivos durante el ciclo del cultivo

los semilimbos para nitrógeno y fósforo, el tallo floral y el sistema radicular para potasio y finalmente los semilimbos junto con el sistema radicular para el calcio y el magnesio

Para determinar la magnitud de la pérdida de elementos nutritivos en un suelo sin fertilizar, por exportación a través de cada racimo, se totalizaron los contenidos del raquis, el pericarpio o cáscara y la pulpa. Se encontró que las cantidades correspondientes al nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio eran del orden de: 21.5; 2.4; 103.5; 7.4 y 6.0 g, respectivamente (Tabla 57)

Al promediar los valores extraídos de un tratamiento sin fertilizar, testigo, y otro fertilizado con la proporción 2:1:4, se encontró que la planta objeto de análisis extrajo durante el transcurso de su ciclo vegetativo 96.4 g de nitrógeno ó 209.5 g de urea; 11.6 g de fósforo ó 26.56 g de  $P_2O_5$ ; 1034.6 g de potasio ó 1241.5 g de  $K_2O$ ; 158.9 g de calcio ó 222.46 de  $CaO$ ; y 27.9 g de magnesio ó 46.3 g de  $MgO$ . (Tabla 57).

Si estos valores se totalizan y porcentualizan, Tabla 58, se encuentra que los mayores porcentajes de extracción corresponden al potasio (76.02%) y el calcio (13.62%), seguido por el nitrógeno, el magnesio y el fósforo. De estos los que mayormente se exportan son el nitrógeno (23.55%) seguido por el magnesio (20.09%) y el fósforo (19.80%), mientras que los que en mayor porcentaje se reincorporan o reciclan, son el calcio (94.47%) y el potasio (89.77%).

TABLA 58

**Totalización y porcentualización de cantidades extraídas y recicladas por planta, para cinco elementos nutritivos.**

Items	N	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	K <sup>2</sup> O	CaO	MgO
Cantidad extraída/planta (g)	96.40	26.56	1.241.5	222.46	46.30
Posición	3	5	1	2	4
Porcentaje s/elemento extraído	5.90	1.63	76.02	13.62	2.83
Posición	3	5	1	2	4
Cantidad exportada/planta (g)	22.70	5.268	127.00	11.28	9.38
Porcentaje	23.55	19.80	10.23	5.93	20.09
Posición	1	3	4	5	2
Porcentaje reciclado	76.45	80.20	89.77	94.97	79.91
Posición	5	3	2	1	4

Fuente: ICA - Centro Satelital de Platano y Banano, C1 El Agrado, Comitecate Quindío y CIID (IDRC) Canadá, 1990

Esta información es fundamental para definir las recomendaciones sobre fertilización, puesto que permiten por una parte balancear los requerimientos básicos del cultivo con los contenidos naturales del suelo y por otra, con la manutención del equilibrio del sistema, mediante la restitución al suelo de las cantidades exportadas con la producción.

Una aplicación práctica se puede apreciar en la Tabla 59, la cual muestra los requerimientos de fertilizante para una producción calculada de 28.3 toneladas de fruta a partir de una población de 1666 plantas/ha, tomando para ello como base las cantidades de nutrientes que posee el suelo y las cantidades extraídas por cada planta. Esta Tabla indica que para cumplir con tal propósito se requiere, frente al contenido natural de elementos nutritivos, de la adición de 85 kg de N, 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 698 kg de K<sub>2</sub>O. En cuanto al calcio y al magnesio no se requiere de ninguna adición, por cuanto el suelo dispone de cantidades suficientes.

### Unidad Baule

Como un concepto derivado de la observación del comportamiento de las especies vegetales, se ha establecido la existencia de leyes que gobier-

TABLA 59

**Requerimientos nutricionales para producir 28 toneladas de fruta, bajo condiciones del C.I. El Agrado, Montenegro, Quindío.**

Nutrimentos	Contenido natural del suelo (kg)	Cantidades		Contenido final del suelo (kg)	
		Extraída (kg)	Exportada (kg)	A	B
N	118	142	33	- 24	85
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	208	39	8	169	200
K <sup>2</sup> O	885	1826	187	-941	698
CaO	5242	327	17	4915	5225
MgO	813	68	14	745	799

A Contenido natural del suelo menos cantidad extraída

B Contenido natural del suelo menos cantidad exportada

**Fuente:** ICA Centro Satélite de Platano y Banano C.I. El Agrado Comitecalo Quindío Y CIID (IDHC) Canadá 1990

nan en una forma más o menos constante, la utilización y aprovechamiento de los nutrientes por las plantas. Una de ellas establece la cantidad de factor de crecimiento necesario para generar un incremento en el rendimiento del 50% del total posible. Este valor recibe el nombre de Unidad Baule, U.B.

Al respecto, la experimentación ha establecido que la cantidad de nutrientes que corresponde a la Unidad Baule, equivale aproximadamente al 10% del total de fertilizantes necesario para obtener un 100% del rendimiento.

Los ensayos realizados sobre fertilización, permiten establecer una primera aproximación sobre el comportamiento productivo del clon Dominico Hartón, en relación con el incremento de las cantidades individuales de cada elemento nutritivo. De acuerdo con dichos estudios, la mayor producción correspondió a la aplicación de 104, 52 y 224 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente; las cuales al ser adicionadas al contenido natural del suelo condujeron a un valor total respectivo de 222, 260 y 1109 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.

Estos valores nos sirven de base para la elaboración de la Tabla 60, la cual está relacionada con el cálculo del potencial de rendimiento de un suelo con base en las unidades Baule correspondientes a cada nutriente. Para una comprensión fácil del sistema se da el siguiente ejemplo: ¿Cuál sería el potencial de rendimiento de los suelos del C.I. El Agrado, cuyo contenido natural de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O es de 118, 208 y 885 kg/ha, respectivamente?

TABLA 60

**Cálculo del potencial de rendimiento de los suelos del C.I.  
El Agrado, Montenegro, Quindío, con base en las Unidades Baule.**

Unidades Baule	Potencial de rendimiento	Kilogramos/Hectárea		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	50.00	22.16	25.95	110.85
2	75.00	44.32	51.90	221.70
3	87.50	66.48	77.85	332.56
4	93.75	88.64	103.80	443.41
5	96.83	110.80	129.75	554.30
6	98.42	132.96	155.70	665.11
7	99.21	155.12	181.65	776.00
8	99.60	177.28	207.60	886.82
9	99.80	199.44	233.55	997.67
10	99.99	221.60	259.50	1108.52

Fuente: ICA Centro Satélite de Plátano y Banano, C.I. El Agrado, Comitecafe, Quindío y CIID (IDRC).  
Canadá 1990.

En primer término se procede al cálculo de las unidades Baule respectivas, para lo cual se divide cada cantidad de nutrimento por el valor correspondiente a una unidad Baule de la Tabla 60, así:

$$\begin{aligned} N &= 118 \div 22.16 = 5.3 \\ P_{2O_5} &= 208 \div 25.95 = 8.0 \\ K_2O &= 885 \div 110.85 = 8.0 \end{aligned}$$

Con esta información se procede a calcular el potencial de rendimiento. Aquí se debe tener presente que cada unidad Baule está asociada con un potencial de rendimiento P.R., determinado, por lo tanto, según la Tabla 60.

$$\begin{aligned} A\ 5.3\ U\ B\ de\ N &\quad \text{correspondería un PR de } 97.37 \\ A\ 8.0\ U\ B\ de\ P_{2O_5} &\quad \text{correspondería un PR de } 99.60 \\ A\ 8.0\ U\ B\ de\ K_2O &\quad \text{correspondería un PR de } 99.60 \end{aligned}$$

Al porcentualizar estos valores se encuentra que el rendimiento potencial es de 96.59%

$$[97.37/100 \times 99.60/100 \times 99.60/100 = 96.59]$$

Este valor, 96.59%, indica que bajo las condiciones expuestas de fertilidad natural, dicho suelo tendría un potencial de producción de 96.6% del total teórico. Esto explicaría el por qué de los bajos incrementos de la producción entre el testigo sin fertilizar y el mejor tratamiento, cuyo valor sólo alcanzó el 8%. (Tabla 55).

## Forma de aplicación

Esta hace referencia a la distribución o localización del fertilizante. En la práctica depende de la clase de producto a utilizar y de la edad de la plantación. Así, en explotaciones a establecer cuyos suelos sean deficientes en fósforo principalmente, éste se debe aplicar preferiblemente mezclado con el suelo de relleno.

Cuando se trata de plantaciones establecidas, la localización del fertilizante guarda relación con la topografía del terreno. Por lo tanto, si éste posee una pendiente moderada el producto se deberá distribuir en forma de medialuna en el borde superior de la cepa. Por el contrario, si el terreno es plano, la distribución se puede hacer bien en forma de corona o bien en forma de media luna, rodeando al colino que dará origen al ciclo siguiente de cosecha. Tanto en plantaciones recién establecidas como en adultas, con dos o más ciclos de producción, la localización del fertilizante debe hacerse entre 40 y 50 cm de distancia de la base de la planta, distribuyéndose en lo posible en toda el área de plateo.

## Epoca de aplicación

Este factor, junto con los aspectos físico-químicos y biológicos que gobiernan la disponibilidad y el aprovechamiento de los nutrientes por las plantas, juega un papel complementario de gran preponderancia, por cuanto de ella depende el éxito de la fertilización.

La época en sí, guarda una relación muy estrecha con la edad de la planta y las condiciones ambientales. En cuanto a la edad, se deben tener presentes las fases que conforman el ciclo vegetativo de la planta (Figura 27). De acuerdo con éstas, lo más aconsejable sería que un gran porcentaje de la dosis recomendada se aplicase antes de que ocurra el cambio de la fase vegetativa a la reproductiva, por cuanto si uno de los elementos nutritivos es indispensable para la diferenciación de manos y frutos por mano, éste debe estar antes de la ocurrencia del cambio y no después. Sin embargo, aquí también se debe tener presente si la explotación es temporal o sea a un solo corte, o bien si es de carácter permanente.

En el caso de explotaciones a un solo corte, sistemas de altas densidades, la primera aplicación, 30% de la dosis total, puede hacerse un mes después de la siembra. A esta edad la planta ya posee su sistema radicular y foliar y por lo tanto está en capacidad de absorber nutrientes del suelo y transformarlos en fotosintatos. La segunda aplicación, equivalente al 50% de las dosis recomendadas, se debe hacer a los cinco meses de la siembra o sea antes de que ocurra la diferenciación floral, proceso que se lleva a cabo alrededor de los seis meses de la siembra, o sea cuando la planta ha emitido el 50% de sus hojas. Esta aplicación es fundamental porque de ella van a depender en suma los rendimientos a obtener. La tercera y última fertilización, 20% de la dosis total, se debe hacer a la

floración, cuya función es la de impartirle vigor a la planta para favorecer el llenado y calidad de los frutos.

Cuando se trata de explotaciones con carácter permanente, la cantidad de fertilizante recomendada con base en el análisis de suelo, se podría distribuir de la siguiente manera: Primera aplicación, un mes después de la siembra, 50% de la dosis; segunda aplicación, cinco meses después de la siembra, 50% de la dosis restante tercera aplicación y sucesivas, cada seis meses a partir de la segunda fertilización, empleando el 50% de la dosis recomendada. En el caso del fósforo, éste debe aplicarse toda la dosis recomendada al momento de la siembra, luego cada ocho meses según las recomendaciones con base en el análisis de suelo.

En explotaciones de carácter perenne se debe tener presente que a partir del primer ciclo de cosecha, se presenta el proceso de retorno o reincorporación de los residuos de la cosecha, a través de los cuales, según la Figura 66, se recicla teóricamente el 76% de los elementos extraídos. De acuerdo con esto, la cantidad de fertilizante a utilizar está en función de las cantidades exportadas de la fruta (24%) y pérdidas por procesos de naturaleza físico- química, como: lixiviación, gasificación y fijación, entre otros. Ante estos hechos, es muy conveniente recurrir a los análisis periódicos del suelo, los cuales se deben hacer preferiblemente cada cosecha. Ellos conducen a utilizar las cantidades requeridas únicamente, evitando gastos innecesarios por concepto de este factor de producción.

En lo concerniente al efecto del clima, aquí prima principalmente el factor humedad. Esta situación se obvia en áreas geográficas con buena distribución de las lluvias y apropiada capacidad para retener la humedad. Por el contrario, en zonas con períodos definidos de lluvia y sequía, la fertilización debe hacerse antes de iniciarse la estación seca, de tal manera que la planta tenga tiempo para absorber y transformar los nutrimentos esenciales para sus procesos fisiológicos y así poder resistir en mejores condiciones los efectos de la sequía. En época de lluvias no es aconsejable realizar la práctica de fertilización, debido a que una gran parte de los productos pueden ser arrastrados por el agua o bien lixiviados. Uno de los elementos más afectados por este último proceso es el nitrógeno, principalmente bajo la forma de ión nitrato. Esta misma situación pueden afrontar el potasio, el calcio y el magnesio, los cuales en suelos con baja CIC, forman iones solubles fácilmente lixiviados.

**CAPITULO VI**

# Control de enfermedades

Sylvio Belalcázar C.  
Víctor M. Merchán V.

Edición 2010

Las enfermedades, conjuntamente con las plagas y malas hierbas, conforman el trío de riesgos naturales que debe afrontar cualquier especie cultivada. Sus ataques no sólo ocasionan reducción de la producción, sino también afectan su calidad, cuya consecuencia es la de incrementar los problemas sociales y económicos.

Los problemas ocasionados por enfermedades de carácter endémico o epidémico confluyen siempre en un punto común que es el malestar social. El efecto y grado van a estar relacionados, por una parte, con el hambre debido a la carencia de alimentos o por sus costos que los vuelven inaccesibles a las clases menos favorecidas y por otra parte, están ligadas con la pobreza, derivada bien de la eliminación de los cultivos o de los costos excesivos de los factores de producción requeridos para protegerlos.

En el presente capítulo se tratarán aspectos concernientes con los problemas fitosanitarios de mayor importancia económica, con énfasis especial en su manejo mediante la aplicación de medidas racionales de prevención y control.

## **ENFERMEDADES DEL FOLLAJE**

### **ENFERMEDADES FISIOGENICAS**

Las hojas de la planta de plátano presentan frecuentemente diferentes disturbios caracterizados por curvaturas, encrespamientos y rasgadura de sus limbos, los cuales pueden o no estar acompañados de clorosis o amarillamiento y secamiento. Estas anomalías, por lo general, no son atribuibles al ataque de bacterias, hongos, nematodos y virus, sino a deficiencias nutricionales. Las que con mayor frecuencia se presentan en la mayoría de las áreas cultivadas, corresponden principalmente a nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, boro y zinc.

#### **Nitrógeno**

Su deficiencia está caracterizada por una clorosis generalizada de las

hojas, cuyo tamaño, al igual que la altura de la planta y el perímetro del pseudotallo se reducen. Igualmente es notoria la escasa producción de colinos o rebrotes, reducción del tamaño de los racimos y disminución de la longitud de los falsos entrenudos, dando la apariencia de que todas las hojas salen de un mismo plano.

### **Potasio**

La deficiencia de este elemento se manifiesta en las hojas de edad más avanzada, 50 a 60 días. En sus bordes aparece una clorosis que con el tiempo se extiende a todo el limbo, el cual adquiere al final un color amarillo dorado, seguido por un secamiento rápido de la hoja, cuya nervadura central se curva hacia abajo y la hoja toma un aspecto de "quilla". Sobre el fondo amarillo se pueden apreciar manchas pequeñas de color negro. Si la deficiencia es severa los racimos producidos carecen de valor comercial. (Figura 67).

### **Calcio**

Su deficiencia está caracterizada por la aparición de una banda clorótica en el borde de la hoja, que se necrosa con el tiempo. Respecto a la sintomatología que caracteriza esta deficiencia, se debe anotar que ésta al igual que la del fósforo, son difíciles de determinar en condiciones de campo. (Figura 68).

### **Magnesio**

Esta deficiencia, al igual que la del potasio, se presenta en las hojas más viejas, en forma de una banda clorótica a lo largo de los bordes de los dos semilimbos. Si la deficiencia es acentuada la clorosis y amarillamiento puede avanzar hasta la nervadura central, finalmente la hoja se seca y muere. A menudo sobre las áreas cloróticas se pueden apreciar pequeñas manchas oscuras. (Figura 69).

El síntoma se manifiesta en las hojas bajas, debido a que el elemento es translocado desde éstas hacia las más jóvenes, que lo demandan en cantidades apreciables. El disturbio se acentúa en zonas cuyos suelos tienen desbalances catiónicos en especial en épocas de verano. Como consecuencia de esta deficiencia, los racimos producidos son pequeños y de aspecto raquítico.

### **Boro**

Los síntomas que ocasiona su deficiencia son muy comunes de observar en todas las zonas productoras de plátano del país, tanto en suelos ácidos como calcáreos. Estos se caracterizan por la dificultad de la hoja bandera para desenvolverse debido a una fusión foliar en el ápice. En algunas ocasiones también se puede apreciar una curvatura bastante pronunciada

en la parte media de la hoja en estado de "Tabaco". En hojas expandidas de plantas pequeñas se presentan rayas pequeñas discontinuas, de color blanquecino, de longitud variable y paralelas a la nervadura central.

Las hojas afectadas muestran reducción de su tamaño hasta el punto de presentar pequeños rudimentos de lámina foliar y en ocasiones únicamente la nervadura central "desnuda". Además, las hojas afectadas son coriáceas y con diversos grados de enrollamiento del borde hacia la nervadura principal, acompañados muchas veces de rupturas y necrosis de los bordes. Los racimos están conformados por frutos pequeños, deformes, con necrosamiento de su eje central.

## Zinc

Su deficiencia ha sido observada en el país en condiciones de suelos pesados, ligeramente alcalinos, con altos contenidos de fósforo, pero con deficiencias hídricas. En un principio las plantas muestran un desarrollo normal, pero con el tiempo los limbos, cuyo ancho se reduce considerablemente, presentan una coloración clorótica con tonalidades rojizas y manchas pardas que luego se necrosan. El espesor de la lámina foliar se reduce ostensiblemente hasta el punto que es rasgado fácilmente por el viento. También se reduce la longitud de los falsos entrenudos, razón por la cual las hojas toman una apariencia de roseta.

En cuanto al seudotallo, éste puede registrar un aumento de la altura, con engrosamiento de su parte basal y rayadura de las "yaguas" en sentido longitudinal. Los racimos presentan alteración de su geotropismo, permanecen bien en posición horizontal o bien en posición vertical; por su tamaño carecen de valor comercial. En casos extremos no se produce el llenado de los frutos, y los primordios florales quedan adheridos al raquis. (Figura 70).

## ENFERMEDADES PATOGENICAS

### **SIGATOKA AMARILLA *Mycosphaerella musicola* Leach**

#### **Distribución**

La Sigatoka Común o Amarilla, es la enfermedad que ataca con mayor intensidad los cultivos de banano y plátano localizados en la zona central cafetera. En esta región la severidad de la enfermedad es similar, o aun mayor que la de la "Raya Negra" en América Central.

La enfermedad fue observada y descrita por primera vez en Java por Zimmermann en 1902. En 1912 ocasionó grandes pérdidas en Fiji, principalmente en el Valle de Sigatoka, de donde derivó su nombre. Apareció en el área del Caribe en 1933-34 y tres años más tarde estaba presente en las regiones productoras de banano en Colombia, Guayana, América

Central y Méjico. En 1973, ya se había diseminado por todos los países productores de banano en el mundo, con excepción de Egipto, Israel y las Islas Canarias. Con la aparición y diseminación de la Raya Negra *M. fijiensis*, este patógeno, por ser más virulento y agresivo, ha venido desplazando en la mayoría de las áreas productoras de banano y plátano a la Sigatoka Amarilla, *M. musicola*.

La Sigatoka Amarilla continúa ocasionando altos costos de control en las regiones bananeras de Australia, Costa de Marfil, Brasil, Islas del Caribe y Venezuela. En Colombia, antes de la llegada de la Raya Negra, la Sigatoka Amarilla estaba en todas las regiones productoras de banano y en los cultivos de plátano localizados por encima de los 800 m de altitud. En la zona cafetera entre 1200 y 1800 msnm la Sigatoka Amarilla se encuentra tan estrechamente asociada con el cultivo del plátano, que resulta imposible predecir su desplazamiento por la Raya Negra.

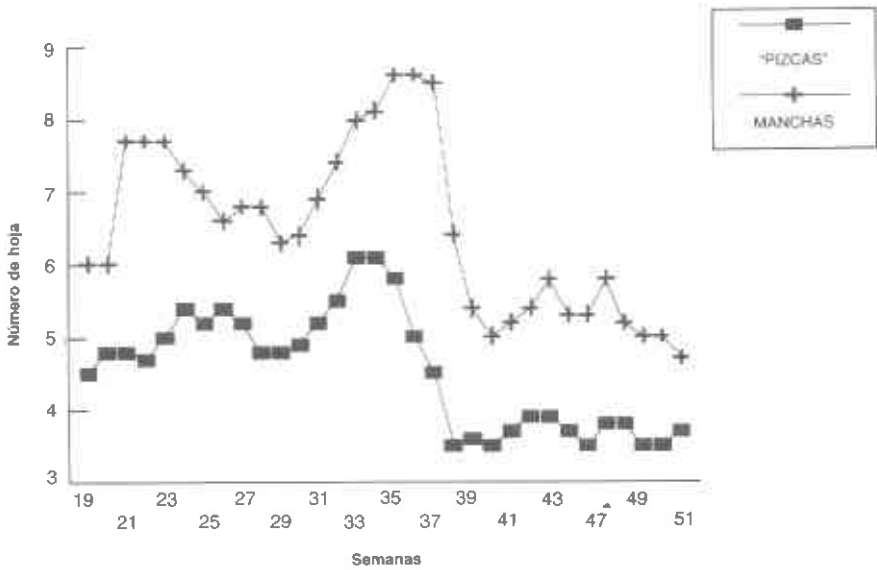
### Síntomas

El agente causal de la Sigatoka sólo afecta el área foliar de las musáceas. Ocasiona diferentes síntomas según la edad de la planta y el estado de desarrollo de la enfermedad. En las primeras hojas de plantas jóvenes, las manchas son de forma oval con una longitud entre 1 y 2 mm. En hojas adultas las lesiones son más angostas, con dimensiones de 8 - 15 x 1 - 5 mm.

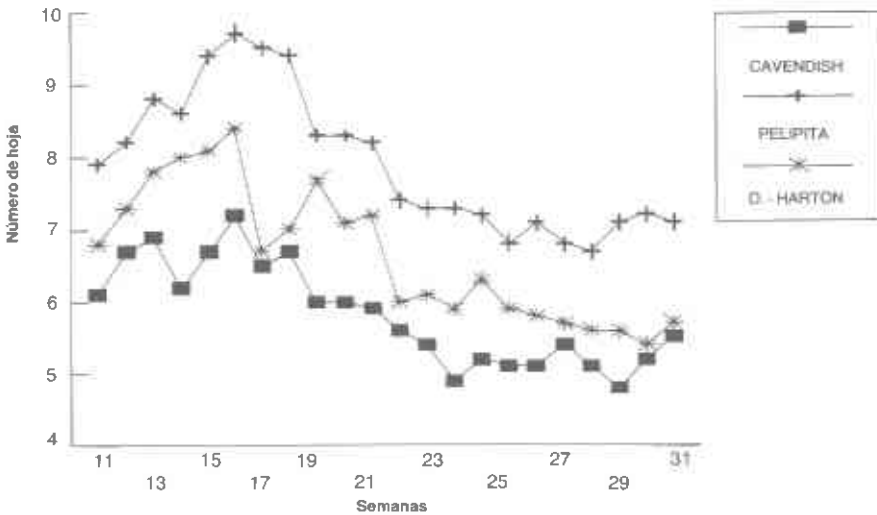
Los síntomas que caracterizan a esta enfermedad se presentan en los siguientes cinco estados de desarrollo:

1. Pequeñas lesiones de color amarillo-verdoso de 1.0 mm de ancho, denominadas "Pizcas", apenas visibles en el haz de las hojas.
2. Rayas o estrías de 3-4 mm de longitud por 1.0 mm de ancho, de color inicialmente amarillo verdoso y luego café claro.
3. Las estrías se alargan y ensanchan, sin bordes definidos y el color cambia de café a rojo herrumbroso.
4. Mancha con borde definido, centro de color marrón a negro, rodeada por un halo amarillento. En este estado se inicia la diferenciación de esporodoquios y formación de conidios. (Figura 71).
5. Mancha completamente desarrollada. La zona central desecada se hunde, tornándose gris, rodeada de un anillo negro y a veces de un halo amarillo. En este estado maduran los peritecios que liberan ascosporas. La mancha persiste aun en hojas secas. (Figura 72).

En plantaciones sin control, en condiciones favorables para la enfermedad, los primeros síntomas, pizcas y rayas, en plantas sin bellota o racimo, se presentan generalmente en las hojas tres a cinco y las manchas en las



**Figura 73.** Hoja con primeros síntomas y manchas en el clon Dominico-Hartón sin control de Sigatoka Amarilla (1985)



**Figura 74.** Hoja más joven manchada (YLS), en dos cultivares de plátano y uno de banano. Granja Luker, 1 050 msnm (1990)

hojas cinco a siete. (Figura 73) En plantaciones con buen control, las manchas rara vez aparecen en hojas más jóvenes que la número ocho.

La distribución de las lesiones depende de la clase de inóculo. Las ascosporas usualmente causan infecciones confinadas hacia el extremo apical de la hoja, especialmente hacia los márgenes. Las lesiones originadas por conidios se presentan en banda a lo largo de los márgenes con dirección basal.

Los síntomas son generalmente visibles primero en el margen izquierdo, como resultado de las esporas que llegan a la hoja antes de desenvolverse.

### **Ciclo de la enfermedad**

El ciclo de la Sigatoka varía principalmente en función del hospedero y de las condiciones climáticas. La enfermedad evoluciona más rápido y por consiguiente es más severa en los cultivares de banano del grupo Cavendish, con Genoma AAA. (Figura 74). El progreso es más lento en cultivares con el Genoma B, tales como Dominico-Hartón (AAB) y el Pelipita (ABB).

Igualmente el ciclo es más corto en las hojas formadas durante la época lluviosa, debido a que el agua favorece los procesos de infección y producción de inóculo. Los conidios sólo germinan en presencia de películas de agua, mientras que las ascosporas lo pueden hacer en una humedad relativa superior al 95%. La germinación se presenta en una a seis horas, dependiendo de la temperatura. Las ascosporas lo hacen más rápido. El crecimiento de los tubos germinativos se detiene en tiempo seco y prosigue cuando las hojas están mojadas. Pueden transcurrir dos a seis días antes que las hifas formen apresorios y penetren a través de los estomas. La penetración se realiza únicamente en presencia de agua.

En banano, la temperatura óptima para germinación y crecimiento de los tubos germinativos es de 22 a 28°C. En plátano, el rango óptimo de germinación varía entre 17 y 28°C y la temperatura ideal para el crecimiento de los tubos germinativos es de 25°C. Para germinar las ascosporas requieren de temperaturas más altas que los conidios.

En ausencia de prácticas de control, tal como sucede en la zona cafetera, se estima que las hojas tan pronto como emergen son infectadas por ascosporas en temporada lluviosa principalmente y por conidios en época seca. Por lo tanto, el período de incubación corresponde al tiempo transcurrido desde la emisión de cada hoja hasta la aparición de los primeros síntomas. En plátano cultivado a 1350 m de altitud, este período oscila, en promedio, entre 25 y 126 días, hoja número tres a nueve; mientras que las primeras manchas generadoras de inóculo, período de latencia, aparecen entre 35 y 140 días, hoja número 5 a 11.

En plantas en crecimiento activo emerge una hoja nueva cada 7 - 12 días. Conocida la tasa de emisión foliar, se puede estimar fácilmente la duración respectiva de los períodos de incubación y latencia. Entre más cortos sean estos períodos, más severa es la enfermedad. En la zona cafetera las hojas de plátano permanecen manchadas y por lo tanto pueden generar inóculo durante la mayor parte de su existencia.

### **Producción y dispersión de esporas**

En las manchas se producen tres clases diferentes de cuerpos fructíferos. Estos son: Esporodoquios, espermogonios y peritecios. La cantidad y clase de fructificaciones varía según la edad de la mancha, densidad de la infección, hospedante y condiciones climáticas. (Figura 75)

Los esporodoquios se originan en la cámara subestomatica a manera de cojines estromáticos de color café oscuro o negro, sobre los cuales se desarrollan conidióforos cortos que dan lugar a los conidios. La longitud de los esporodoquios varía de 21 a 102 micras y son más grandes en el haz de la hoja. En plátano Dominico-Hartón, el mayor número de cuerpos por lesión se presenta en el envés, donde una sola lesión en época húmeda puede producir en promedio hasta 300 esporodoquios. En época seca la cifra se reduce hasta seis u ocho veces. Los conidios producidos son liberados únicamente por acción del agua. La dispersión es a distancias cortas y principalmente hacia las hojas bajas de la misma planta.

Los espermogonios son cuerpos de pared delgada, de forma globosa o acampanada, de 50 a 77 x 34 a 63 micras. Estos cuerpos abundan en época húmeda, produciendo espermacias, gametos masculinos, que no son infectivas y miden 2.5 x 0.8 a 1.4 micras.

Los peritecios son cuerpos de origen sexual, en forma de botella, con pared café oscura y ostiolo bien definido que sale a través del estoma. Miden de 51 a 86 x 35 a 77 micras y contienen de 10 a 27 ascas de 38 x 11 micras. Cada asca produce ocho ascosporas hialinas y bicelulares de 13 a 14 x 4 a 6 micras. Los peritecios maduran en manchas adultas y continúan siendo activos en hojas completamente secas. Se han observado descargas de ascosporas, aun 34 semanas después de la presencia en la hoja de las primeras manchas; es decir varias semanas después de la hoja haberse doblado y secado. La liberación de ascosporas se produce cuando las hojas están húmedas, siendo la lluvia más efectiva que el rocío. Las ascosporas una vez liberadas son dispersadas por el viento que puede llevarlas a largas distancias.

### **Control Cultural**

Las labores de cultivo deben estar dirigidas a disminuir la humedad excesiva dentro de la plantación, especialmente la mojadura foliar. Para

disminuir la intensidad del ataque se deben construir drenajes, evitar los riegos por aspersión al follaje, hacer un buen control de malezas y regular el número de plantas por unidad de superficie, a través de un espaciado correcto, destronque y "descoline" o deshoje. Los fertilizantes, aplicados correctamente según las necesidades del cultivo, ayudan a las plantas a protegerse y recuperarse de la infección.

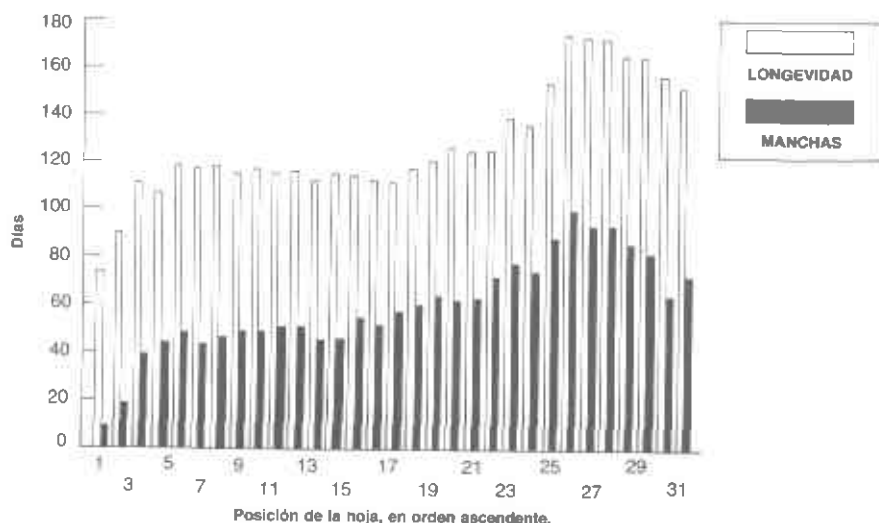
En la zona central cafetera, en condiciones de buen manejo agronómico, la productividad del plátano depende en primer lugar de la calidad del suelo y en segundo término del manejo de la Sigatoka. Con buen manejo de la enfermedad, la productividad resulta baja y antieconómica si se carece de suelos profundos con características físicas y químicas adecuadas para el cultivo. Con buenas prácticas de manejo se han obtenido experimentalmente racimos Dominico-Hartón, con peso promedio de 20.8 kg en condiciones de suelo apropiado para el cultivo, en comparación con 15.6 kg en un suelo inadecuado.

### **Deshoje fitosanitario**

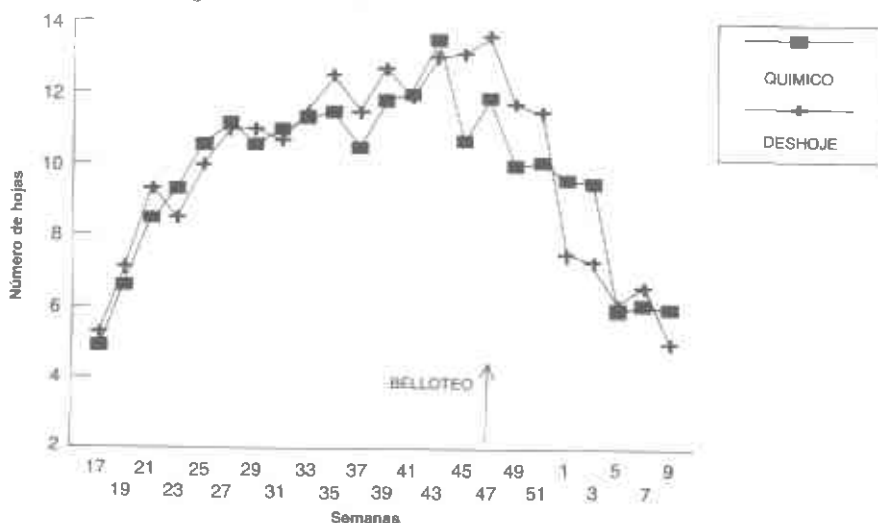
La eliminación de las hojas manchadas, no sólo reduce el inóculo potencial de la enfermedad sino también es fundamental para que las aspersiones de productos químicos sean más efectivas. Tradicionalmente se ha recomendado sólo la eliminación cíclica de las hojas secas y dobladas. Esta recomendación es ineficaz debido a que la mayor cantidad de inóculo de origen conidial y ascospórico se produce durante el tiempo en que las hojas enfermas permanecen con tejido verde y están erectas. Para que el control resulte efectivo se debe evitar la producción de inóculo, especialmente ascospórico, lo cual se consigue mediante la eliminación oportuna del tejido verde manchado.

Al eliminar las hojas verdes, los cortes se hacen en la base del limbo dejando parte del peciolo; es conveniente evitar las heridas alseudotallo, principalmente en cultivos afectados por "Bacteriosis". Al iniciarse el programa de deshoje, se debe eliminar semanalmente el área verde foliar manchada. La labor se continúa con esta frecuencia hasta que la planta renueve ocho hojas, 8 a 12 semanas, según el ritmo de emisión foliar y luego cada cuatro semanas durante el tiempo que se tenga el cultivo.

En diferentes experimentos realizados en la zona cafetera central, en donde se ha comparado el efecto de la práctica del deshoje con el uso de fungicidas aplicados con equipo terrestre cada cuatro semanas durante todo el año, se ha encontrado que las plantas conservan en los dos tratamientos un número similar de hojas. (Figura 76). Por otra parte, la incidencia de la enfermedad representada a través de la hoja más joven manchada (Figura 77), es también muy parecida. Por lo general, las plantas llegan a la floración, belloteo, con siete a ocho hojas libres de manchas, número necesario para producir racimos de peso aceptable y calidad. (Tabla 61).

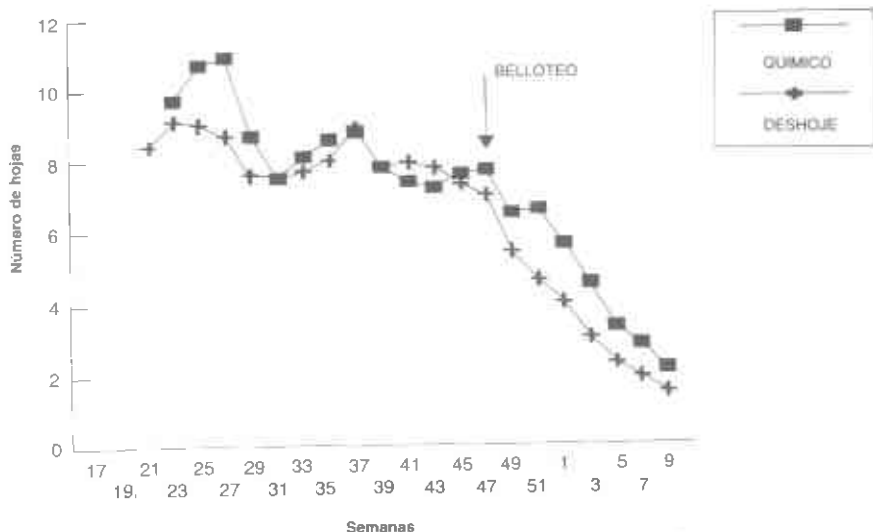


**Figura 75.** Longevidad y período con manchas de las hojas de Dominico-Hartón, sin control de Sigatoka Amarilla



**Figura 76.** Hojas funcionales en el clon Dominico- Hartón a 1 080 msnm, con control de Sigatoka Amarilla (1988-89)

Los racimos de plátano provenientes de plantas tratadas con productos químicos, superan en promedio entre uno y dos kilos a los obtenidos con deshoje fitosanitario. No obstante, desde el punto de vista económico, el costo de producción de los primeros puede ser hasta 7.5 veces más alto que de los segundos. Estas diferencias hacen impracticable el empleo de fungicidas para el manejo de la Sigatoka bajo las condiciones de mercadeo imperantes en la zona cafetera central, en donde prevalece la venta por racimos y no por peso.



**Figura 77.** Hoja más joven manchada (HMJM), en el clon Dominico-Hartón a 1 080 msnm, con control de Sigatoka Amarilla (1988-89).

TABLA 61

**Influencia del manejo de la Sigatoka Amarilla sobre las variables de producción en plátano Dominico-Hartón. (Adaptado de Aranzazu, Castellanos y Merchán, 1989).**

Variable	Tratamientos				
	1	2	3	4	5
Peso racimo (kg)	22.4	21.3	20.4	19.6	15.3
Número manos	7.3	8.2	7.5	7.8	7.4
Número dedos	57.0	57.0	53.0	54.0	53.0
Largo dedo central 2da. mano (cm)	26.3	27.2	25.5	25.8	23.1
Diámetro dedo central 2da. mano (cm)	4.9	4.9	5.0	4.9	4.8
Alturaseudotallo (m)	4.3	4.9	4.7	4.5	4.3
Perímetroseudotallo parte media (cm)	56.0	58.0	55.0	54.0	52.0

- 1 - Control químico y eliminación de hojas con severidad Sigatoka 33% cada cuatro semanas
- 2 - Eliminación de área foliar verde inicialmente semanal (hasta renovación de ocho hojas) y luego cada cuatro semanas
- 3 - Eliminación de área foliar verde cada dos semanas
- 4 - Eliminación de hojas con severidad Sigatoka 33% cada cuatro semanas
- 5 - Sin remoción de hojas ni manejo agronómico

## Control Químico

El control químico basado en fumigaciones aéreas con aceites y fungicidas, es una práctica rutinaria que se utiliza en las regiones bananeras dedicadas a la producción de fruta para la exportación. Se emplea la misma metodología y productos utilizados para el control de la "Raya Negra", pero con un número menor de aspersiones por año, 12 a 16. Por lo general, las aplicaciones se hacen cada catorce días en época lluviosa y mensualmente durante la época seca.

En las Islas de Guadalupe y Martinica, gracias al empleo de métodos de preaviso biológico y climático, desde 1972 ha sido posible manejar la Sigatoka en 7000 hectáreas de banano, con cuatro a ocho aplicaciones de fungicidas sistémicos, como Benzimidazoles y Triazoles, al año. La excepción fue en 1982, cuando por resistencia del patógeno a Benomyl se hicieron diez aspersiones. Con la metodología de preaviso se decide cuándo se debe aplicar un tratamiento, tomando como base el conocimiento que se tiene sobre el efecto de la temperatura y la evaporación en el progreso de la enfermedad.

## RAYA NEGRA, *Mycosphaerella fijiensis* Morelet

### Distribución

La "Raya Negra" es la enfermedad foliar más destructiva que ataca al género *Musa*. Fue registrada por primera vez en las islas Fiji, en 1963, donde en poco tiempo se diseminó desplazando a la Sigatoka Amarilla, comportamiento que se presenta en forma similar en la mayoría de las regiones bananeras y plataneras del mundo. Aparentemente, la "Raya Negra" se originó en Papua Nueva Guinea e islas Salomón, desde donde posteriormente y antes de 1927 se dispersó a Taiwan, Fidji, Hawaii, Filipinas y otras islas del Pacífico asiático.

Su ingreso a América Latina es incierto; se registró en 1972 atacando plantaciones de banano en Honduras, aunque existen citas del patógeno desde 1969. En los años siguientes a la década del 70, la enfermedad alcanzó proporciones epidémicas en los países centroamericanos. Los únicos lugares de América donde no se ha detectado son las islas del Caribe, Venezuela y Brasil.

Esta enfermedad es causada por el hongo ascomicete *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, estado perfecto de *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton. Cuando se reconoció por primera vez en las islas del Pacífico, se le dio el nombre de "Raya Negra"; sin embargo, hoy en día es más conocida como "Sigatoka Negra", nombre dado al reconocerse en Centroamérica en 1972. En esa época se pensó que la enfermedad era causada por *M. fijiensis* var *difformis*, una variante de *M. fijiensis*. En la actualidad, con base en estudios y análisis microbiológicos, ahora ambos patógenos son considerados como sinónimos.

En Colombia se detectó por primera vez en octubre de 1981, en la zona bananera de Urabá. Desde entonces se ha diseminado por las regiones Atlántica y Pacífica a través de los valles aluviales y hacia la zona central del país por el valle del río Magdalena, alcanzando los departamentos de Caldas, Cundinamarca y Tolima. Su avance actual se presenta por las estribaciones de las tres cordilleras andinas, donde se ha observado afectando plantas de plátano variedad Dominico-Hartón a alturas de 1600 m en el municipio de Puerto Rico, departamento del Risaralda. Este registro es el primero que se posee a nivel mundial a esta altitud.

La diseminación de la enfermedad, tanto en Colombia como en otros países, ha sido favorecida indudablemente por el hombre, mediante el movimiento incontrolado de hojas enfermas que se utilizan en forma tradicional como empaque protector de frutos de la misma especie o envoltura de otros productos agrícolas como la panela o azúcar no refinada.

### **Síntomas**

En plantaciones con bajo nivel de infección, los síntomas de "Raya Negra" pueden ser fácilmente confundidos con los síntomas de Sigatoka común o Amarilla, especialmente en plantas jóvenes o en colinos bandera u orejones, donde las manchas individuales presentan una apariencia circular a ovalada de igual color y apariencia. En ataques severos, la "Raya Negra" es inconfundible en plantas desarrolladas aun sin racimo, por la gran cantidad de rayas y manchas de color café a negro que pueden cubrir toda el área foliar en forma descendente desde la tercera hoja más joven abierta. La enfermedad evoluciona en la planta a través de la siguiente secuencia:

1. Pequeñas líneas de color rojo o café se hacen visibles únicamente por el envés de la hoja; estas líneas, conocidas como pizcas, en condiciones naturales aparecen primordialmente cerca al borde del lado izquierdo de la hoja y particularmente hacia el ápice.
2. Con el transcurso del tiempo las pizcas se hacen más amplias, se alargan formando rayas café paralelas a la venación, las que pueden ser visibles por el haz. Su distribución sobre las hojas puede ser muy variable: sin embargo, es común encontrar grupos de líneas o estrías en toda la hoja o en el borde, o en bandas sobre la lámina foliar que se conservan paralelas a la vena central. (Figura 78).
3. La estría continúa alargándose hasta llegar a tener una longitud que va desde 5 hasta 20 mm, cambiando su coloración a un tono café oscuro o negro. Su distribución sobre la hoja, de este en adelante, no varía en cuanto a lo descrito anteriormente.
4. Estrías aisladas se ensanchan formando una mancha elíptica, aunque normalmente varias estrías coalescen dando origen a una mancha irregular negra. En este estado es común encontrar, temprano en la

mañana, en presencia de rocío o después de las lluvias, un borde húmedo alrededor de la mancha

- 5 Las manchas comienzan a secarse, originando depresión en el tejido enfermo; es común que a partir de este estado las manchas presenten amarillamiento del tejido circundante.
- 6 La mancha original se seca completamente y adquiere un color café claro, que con el tiempo llega a tonalidades aún más claras. La mancha en sí se rodea de un borde oscuro y tejido clorótico. En casos severos de infección, las hojas enfermas se secan y mueren dentro de las tres a cuatro semanas siguientes a la aparición de los primeros síntomas. (Figura 79). En tales casos las plantas antes de la cosecha llegan a perder la totalidad de su follaje

En líneas generales se podría decir que los efectos de la enfermedad sobre la planta son similares a los originados por la Sigatoka amarilla, es decir: defoliación, reducción del vigor vegetativo, pérdida de peso de los racimos, maduración precoz y pérdida de calidad de la fruta. (Tabla 62).

TABLA 62

**Efecto de la Raya Negra en el crecimiento y producción de banano Giant Cavendish, en Urabá. (Adaptado de Mayorga, 1985).**

Variables	Sin control	Control químico
Alturaseudotallo-en belloteo (cm)	299	315
Diámetroseudotallo-en belloteo (cm)	16	21
Edad racimo a cosecha (semanas)	8,5	12
Peso racimo (kg)	10,8	25
Peso dedo central primera mano (cm)	102	300
Longitud dedo central primera mano (cm)	15	22
Diámetro dedo central primera mano (cm)	3,0	3,2

**Agente causal**

El primer registro de *Mycosphaerella* fue hecho por Leach en 1964, quien estableció que el patógeno tenía un estado imperfecto del tipo *Cercospora*. Observaciones posteriores han permitido establecer que el hongo posee algunas variaciones taxonómicas que lo clasifican dentro del género *Paracercospora*.

El patógeno una vez ha penetrado al hospedero a través de los estomas, inicia un proceso de colonización intercelular e intracelular hasta la formación de conidióforos de *P. fijiensis*, que aparecen y continúan emergiendo en mayor cantidad por el envés de las hojas, desde el primer estado de la enfermedad hasta el desarrollo completo de la lesión. Los conidióforos emergen de hifas que han colonizado los estomas, solos o en grupos de dos a cinco, son de color café o verde oliva, pocas veces ramificados, con geniculaciones, de 15-65 micras de largo y tres a siete micras de diámetro, con una o más cicatrices en los puntos donde se hallaba adherido el conidio. El conidio es hialino o ligeramente coloreado, filiforme, ahusado, septado, con una a diez septas, pero comúnmente de cinco a siete, con un hilio basal engrosado y una cicatriz muy evidente en el punto de inserción al conidióforo, que posee una longitud de 30 a 120 micras de largo y un diámetro en el punto medio entre 2 y 4 micras. Es común observar también sobre la superficie de la hoja enferma, hifas vegetativas del hongo, que emergen de los estomas y ocasionan nuevas infecciones en estomas sanos.

Con el desarrollo de la lesión, las cámaras estomáticas colonizadas por *P. fijiensis*, son rápidamente utilizadas para la formación de estructuras sexuales que darán origen a peritecios del hongo. Los peritecios aparecen cuando el tejido se necrosa y adquiere una coloración café claro a gris. Son estructuras redondeadas, de coloración café oscuro o negro, que portan en promedio ocho ascas bitunicadas con ocho ascosporas, elípticas, hialinas, usualmente con dos células y 14-20 micras de largo y cuatro a seis micras de ancho. Los peritecios, las ascas y sus ascosporas constituyen las estructuras sexuales de *M. fijiensis*.

### **Ciclo de la enfermedad**

El ciclo de vida del agente causal de la "Raya Negra" se inicia con la deposición de las ascosporas o conidios del hongo, que han sido liberadas por el viento, sobre las hojas libres de la enfermedad. Bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y en presencia de agua libre en la superficie de la hoja, el proceso de germinación ocurre en una hora o algo más. La penetración al hospedero está condicionada por el tiempo que dure la película de agua sobre la hoja y la humedad relativa, pero normalmente ocurre en un lapso de dos o tres días.

El período de incubación del hongo, referido como el tiempo entre germinación y aparición de la primera pizca dura en banano, en condiciones de la zona de Urabá, es de 17 días y en plátano 29; mientras que el período de latencia o sea hasta la aparición de conidióforos y conidios, que se forman en el estado de estría, ocurre 28 días luego de la infección en banano y 34 días después en plátano. Ascosporas maduras de *M. fijiensis* se pueden observar 49 días después de la infección en banano y 64 días después en plátano.

Durante los meses de verano los períodos de incubación y latencia, la transición de la infección a cada uno de los síntomas y la formación de peritecios presentan una mayor *duración promedio*, que se refleja en un retardo en la manifestación de síntomas y por ende en la formación de conidios, peritecios y ascosporas. Las condiciones ambientales, el estado fisiológico y grado de nutrición de la planta, la virulencia del patógeno junto con la concentración de esporas o conidias, son determinantes en la intensidad de infección y la evolución a cada uno de los estadios de desarrollo de la enfermedad. Es así como se pueden encontrar pizcas de "Raya Negra" cinco días después de inocular con una concentración muy fuerte de esporas o alargamiento de los ciclos de enfermedad por efecto de condiciones ambientales adversas.

### **Producción de inóculo**

Sobre las manchas que caracterizan a la enfermedad se producen dos tipos diferentes de inóculo que corresponden al estado asexual y sexual del patógeno, siendo en el estado conidial donde se presentan las mayores diferencias morfológicas entre *M. musicola* y *M. fijiensis*. (Tabla 63). Los conidióforos de *P. fijiensis* se forman en el campo desde el estado de estría hasta el estado de mancha. Conteos de conidióforos y conidias en cada estado de desarrollo de la enfermedad, indican que una mayor cantidad de conidióforos se producen en el segundo estado de estría. Sobre este tipo de lesiones no fue posible contabilizar la cantidad de conidios formados, debido a que son fácilmente liberados por el viento y el agua; sin embargo, en plátano, sobre una estría estado dos, con un área entre 7 y 30 mm<sup>2</sup> pueden existir cerca de siete estomas por milímetro cuadrado, de los cuales un 75% aparecen formando conidióforos con cerca de cinco cosechas de conidios. Formaciones de sólo un conidióforo en el 50% de los estomas, sugieren que la habilidad esporulativa del patógeno podría llegar a generar entre 100 y 300 conidios.

El número de ascosporas de *M. fijiensis* está igualmente condicionado por la cantidad de estructuras del patógeno por unidad de área y ésta a su vez por factores como densidad de infección, susceptibilidad del hospedero, madurez de las formaciones fungosas y condiciones ambientales. Conteos sobre liberación no se han efectuado, pues se considera que una forma eficiente de evaluar la capacidad esporulativa es a través de la concentración de peritecios por unidad de área, que con *M. fijiensis* llega a ser considerable; no obstante ha sido relativamente difícil de establecer en razón de la variabilidad de maduración de las estructuras fungosas y su concentración como efecto de la infección ocurrida.

### **Liberación y dispersión de inóculo**

La liberación de conidios de *P. fijiensis*, es principalmente efectuada por el agua en forma de lluvia o rocío y por el viento; aunque una alta frecuencia de dispersión se presenta mediante un efecto conjunto de dos de estos factores. Gotas de lluvia que ruedan sobre las hojas, arrastran

TABLA 63

**Diferencias entre el estado conidial de *Mycosphaerella musicola* y *Mycosphaerella fijiensis* (Meredith & Lawrence, 1969).**

	<b>M. musicola</b>	<b>M. fijiensis</b>
Conidióforos		
Primera aparición	En manchas (Estado 4)	En estrias o rayas (Estado 1)
Formación	En fascículos densos (Esporodocios) sobre un estroma café oscuro o negro.	Individual o en pequeños grupos (2-8), esporodocios y estromas ausentes.
Distribución foliar	Abundantes sobre ambas superficies de las manchas. En ocasiones más frecuentes en el haz.	En general localizados en el envés.
Morfología	Rectos, hialinos, principalmente sin septación, geniculación o ramificación sin cicatrices en sitios de unión con conidios.	Rectos o ligeramente curvos, de color café pálido 0-5 septos, a menudo geniculados, raramente ramificados cerca de la base. Cicatrices ligeramente engrosadas.
Dimensiones (u)	5-25 x 2-3.5	16.5-62.5 x 4-7
Conidios		
Morfología	Cilíndricos a cilindro-obclavados, rectos o curvos, 0-6 septos, sin hilo basal.	Obclavados a cilindro-obclavados, rectos o curvos, 1-10 septos, con hilo basal ligeramente engrosado.
Dimensiones (u)	18-81 x 2-6 (Promedio 59 x 3)	30-132 x 2.5-5 (Promedio 72.5 x 4)

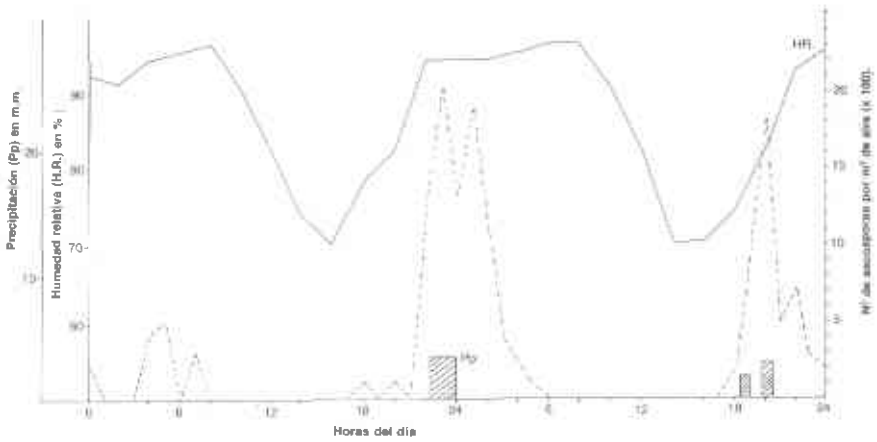
conidios a áreas, plantas u hojas, ubicadas en sitios inferiores al lugar de la lesión. Estas gotas, cargadas de conidios, eventualmente son impactadas por nuevas gotas de lluvia que logran impulsar microgotas ascendentes que se depositan finalmente en áreas superiores de la planta o logran ser liberadas al ambiente para su diseminación eólica.

Las ascosporas de *M. fijiensis* son impulsadas por una acción de eyección simple del peritecio que las sitúa en estratos atmosféricos favorables para su diseminación. Una observación detallada de las interacciones patógeno-medio ambiente, en especial con los factores lluvia y humedad relativa, revela la importancia y concomitancia necesaria entre agua libre y turgencia del tejido para inducir la liberación de esporas. Humedades relativas superiores al 90% inducen la liberación en el ambiente por efecto de la formación de rocío o agua libre en la superficie de la hoja, favoreciéndose así la turgencia de los peritecios. Una reducción de la humedad relativa por debajo del 90% origina igualmente en condiciones sin precipitación una disminución de la liberación. Precipitaciones de baja intensidad y humedades relativas altas favorecen la presencia de esporas en el aire, mientras que lluvias mayores de 20 mm la restringen considerablemente, como se ha establecido en condiciones ambientales en Urabá (Figura 80).

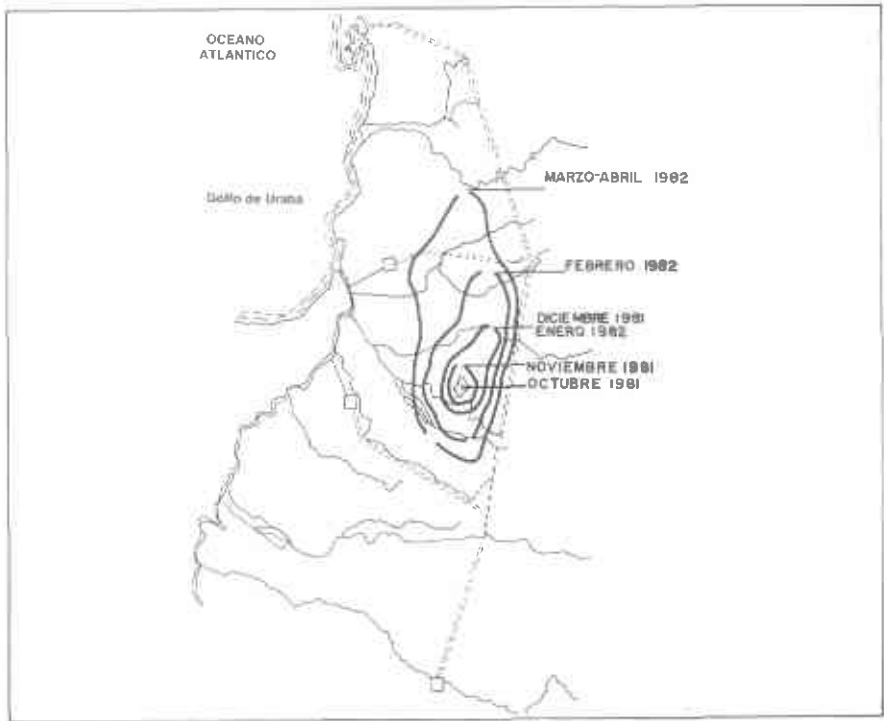
### **Gradientes de dispersión**

En la Figura 81 se describen los gradientes horizontales de diseminación de la enfermedad, desde el momento en que apareció en Colombia en una finca del centro de la región bananera afectando algo más de cuatro hectáreas de cultivo. Por efectos eólicos, la enfermedad se diseminó desde un comienzo en sentido del viento encontrándose dos meses después a más o menos dos kilómetros de su sitio de aparición, afectando todas las fincas aledañas al área foco y cubriendo una extensión aproximada de 400 hectáreas. Cinco meses después de su ocurrencia el patógeno continuaba diseminándose en el mismo sentido. Posteriormente ocurrió un período de relativa inactividad, para continuar apareciendo en las plantaciones de la zona sur, presentando en forma continua una distribución concéntrica en torno a un sitio foco del patógeno (Figura 82)

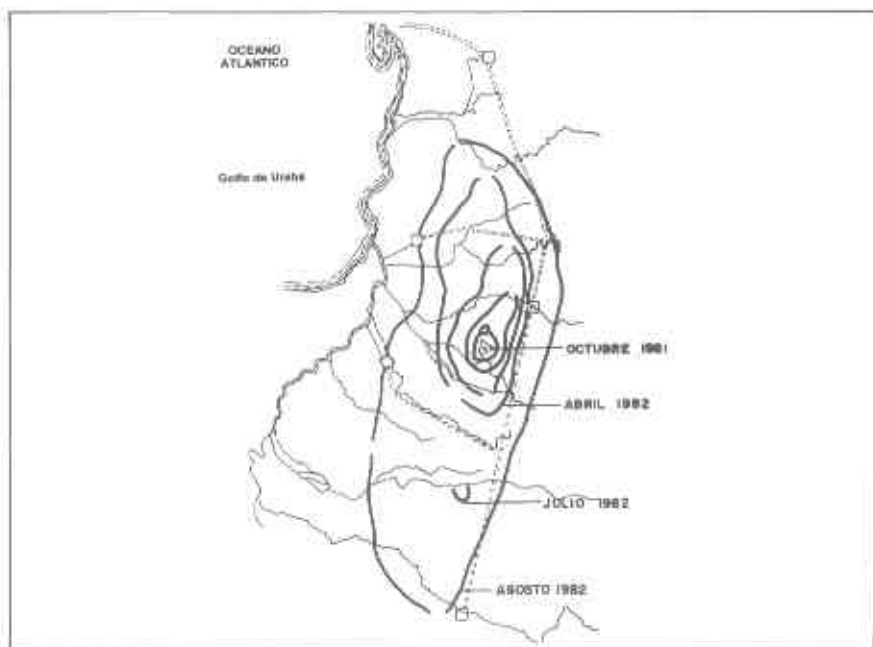
Una observación detallada de los datos de dirección y velocidad del viento permiten corroborar que los patrones de diseminación de esta enfermedad son influenciados por el viento, único responsable de la diseminación del patógeno. La aparición inicial de la Raya Negra en la zona norte de Urabá se debe a que los vientos continentales corren en sentido norte desde abril hasta diciembre y posteriormente cambian de sentido para convertirse en vientos marítimos que soplan hacia el continente en sentido sur, de enero a abril. El desfase en aparición es el lapso normal entre diseminación, incubación y aparición de primeros síntomas que bien puede tomarse un mínimo de 40 días y un máximo de 90.



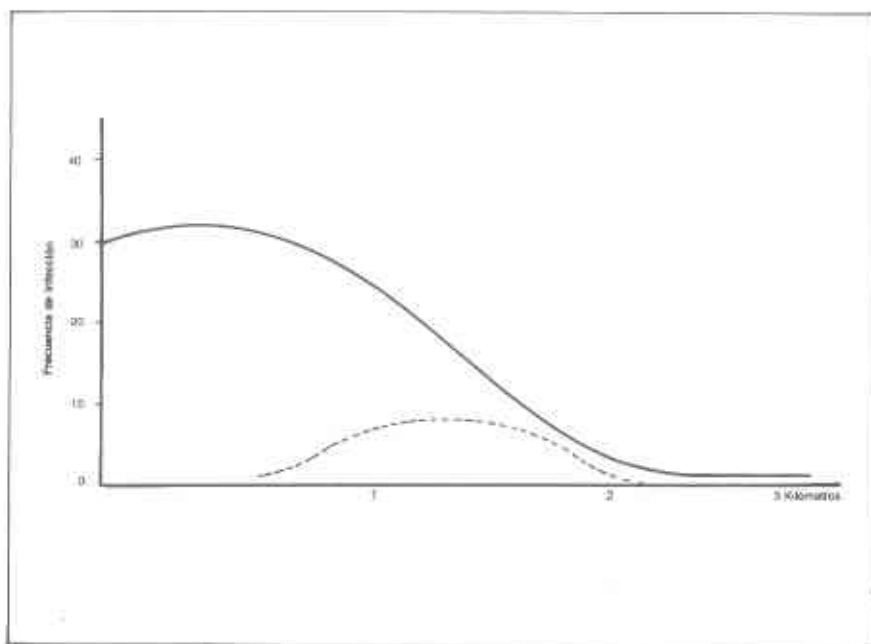
**Figura 80.** Efecto de los factores ambientales en la descarga de ascosporas de *M. fijiensis* en la zona de Urabá (Abril, 1983).



**Figura 81.** Gradientes horizontales de dispersión de Raya Negra. Octubre de 1981 a abril de 1982.



**Figura 82.** Gradientes horizontales de dispersión de Raya Negra. Abril - agosto de 1982.



**Figura 83.** Frecuencia de infección de Raya Negra en relación con los gradientes de dispersión.

Después de haber colonizado toda la región bananera, la enfermedad continuó desplazándose en sentido norte y sur, con una marcada tendencia hacia el norte por efectos ambientales; en esa forma la enfermedad apareció en el municipio de Necoclí dos años después de presentarse en Apartadó y luego de tres años se encontraba ya en el departamento norteño más próximo. No obstante, la diseminación hacia el sur se presentó a través de la cadena de musáceas que ocurre en la región, en especial en los valles fluviales. Por varios de los ríos que surcan la zona bananera, el patógeno fue llevado a la cuenca del río Atrato, que atraviesa de norte a sur el departamento del Chocó, permitiéndole así al hongo atravesar algo más de la mitad del territorio colombiano y seguir en esta forma su lenta pero progresiva diseminación hacia el vecino país de Ecuador.

Dentro de las observaciones importantes efectuadas con la aparición de este patógeno en Colombia y el programa de reconocimiento y diagnóstico efectuado, está la frecuencia de infección en relación con los gradientes de dispersión (Figura 83). Frecuentemente, se observó una alta presencia de síntomas en todas las áreas cercanas a focos, pero a medida que se alejaba, la cantidad decreció en tal número que a distancias de tres kilómetros era supremamente difícil observar los síntomas del patógeno y por ello hubo inconvenientes en el reconocimiento.

Compaginando las dos observaciones acerca de diseminación y frecuencia de infección, es de resaltar que el hongo presenta una diseminación progresiva desde el foco a cada uno de los gradientes, posiblemente en razón a que el patógeno cumple un ciclo completo de infección en cada nuevo lugar colonizado; puede ser ésta la razón por la cual la frecuencia de primeros síntomas de la enfermedad en las áreas nuevas es tan baja y la razón igualmente por la cual la enfermedad no causó estragos en Honduras entre 1969 y 1972 o la circunstancia por la cual la enfermedad no fue un limitante en Urabá entre 1981 y 1984. En otras palabras, es necesario que la concentración de inóculo sea lo suficientemente alta como para incrementar la frecuencia de infección y ello sólo se logra después de colonizada el área, lo cual incidirá en la producción.

Una serie de observaciones para definir los gradientes verticales de diseminación, indicaron que esporas del hongo se pueden encontrar desde el nivel del piso hasta los 500 m de altura, lo cual daría la posibilidad de que la enfermedad se disemine algo así como 200 km en un día. No obstante, las concentraciones más frecuentes e importantes para el cultivo se encuentran a alturas de 0.25 y 50 m. (Tabla 64).

Las observaciones sobre diseminación también permitieron establecer la velocidad de propagación del patógeno, pues conociendo su concentración vertical y su ubicación espacial por los gradientes horizontales, se puede determinar su alcance teórico. Según la ecuación de Stoks, una espora de diez micras caería a 0.08 cm/seg, al ser arrastrada por el viento

TABLA 64  
**Concentración vertical de esporas de  
*Micosphaerella fijiensis* en la zona de Urabá**

Altura	Cantidad de esporas
0.25 m	900
50 m	1,107
100 m	136
200 m	40
500 m	18

**FUENTE:** ICA, Centro Satélite de Plátano y Banano, C. I. Tukenapa, 1987

con una velocidad de 4 a 5 km/h, por lo tanto y si ésta se encuentra a 100 m de altura tendría un alcance teórico de 14 a 16 km. Por fortuna en la práctica el patógeno no logra superar los 3.5 a 5 km por gradiente, sin que éste sea una constante. Esporas a 100 metros de altura aparentemente llegan a sufrir una desecación tal, que pierden completamente su viabilidad al lograr depositarse nuevamente en tierra.

### **Epidemiología**

La curva de infección de la enfermedad en condiciones ambientales de Urabá, presenta una variación estacional a través del año, con picos de máxima infección durante los meses de junio a diciembre y mínimos durante marzo a mayo. Estas variaciones son efecto de las lluvias que son constantes durante nueve meses del año entre abril y diciembre y llegan a su máximo decrecimiento entre enero y marzo. (Figura 84). Los desfases ocurridos entre las dos curvas son el resultado de los períodos infectivos y de incubación. Es importante hacer resaltar que sin necesidad de efectuar un programa de control, por efectos ambientales ocurre una disminución en la infección durante una época del año, lo cual puede ser de gran utilidad para el manejo del patógeno, con un menor número de aplicaciones.

Una observación más detallada del comportamiento del patógeno en relación con las condiciones ambientales, muestra que entre enero de 1984 y abril de ese año hubo un cúmulo de precipitaciones suficientes para inducir liberación de esporas. (Figura 85). A partir de finales de abril, lluvias más continuas y mejor distribuidas, hacen que las hojas necrosadas con ascocarpos del hongo, lleguen a grados de turgencia suficiente como para que haya liberación de ascosporas al ambiente, reflejándose en un incremento apreciable de su cantidad, que según lo observado coincide con el inicio de las lluvias.

Al relacionar los datos de presencia y cantidad de esporas en el ambiente, junto con la curva de hoja más joven manchada, obtenida de la obser-

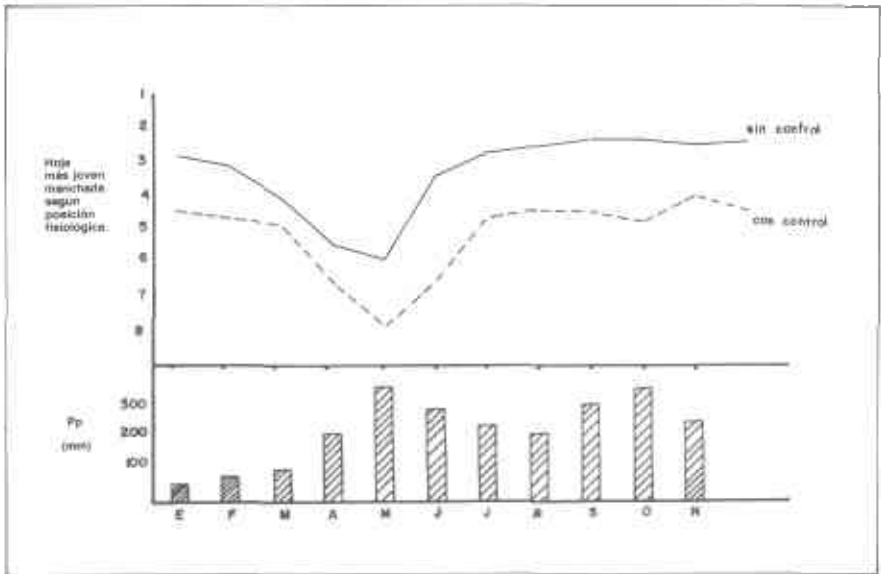


Figura 84. Variación estacional de la infección de Raya Negra.

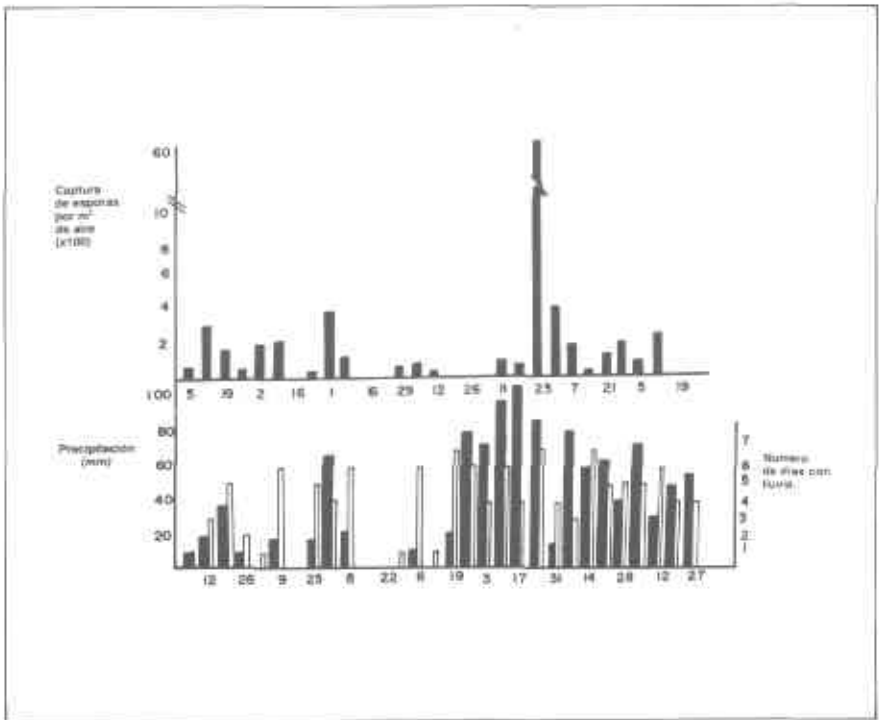


Figura 85. Efectos de la precipitación en la liberación y cantidad de esporas de *M. Fijensis* por  $m^3$  de aire.

vación del patógeno a nivel de las hojas de la planta, curva que fue desfasada tres semanas en razón al período de incubación del patógeno, Figura 86, se puede observar que entre enero de 1984 y el mes de abril del mismo año, decreció la infección a pesar de la existencia de esporas en el ambiente. Una tasa de emisión de hojas, como la presente en Urabá de una hoja nueva cada siete días, en una época como el verano de cuatro meses, induce en una planta "soltera" la aparición de diez hojas más, o sea la renovación total del follaje libre de infección por una ineficiente tasa de infección por condiciones ambientales adversas. Sin embargo, una sola liberación de esporas por efecto de la congruencia de factores ambientales en un solo momento al inicio del invierno, hace que se pierda en una semana todo el trabajo que hizo el ambiente en cuatro meses. Por eso, y ésta es exactamente la base del manejo epidemiológico, una sola aplicación en este momento mantendría la hoja más joven manchada alrededor de la número nueve y por ende el nivel de infección en límites sorprendentemente bajos.

El desarrollo de la enfermedad bajo las condiciones que se presentan durante el primer semestre en Urabá tiene un modelo simétrico de progreso, el cual lógicamente comienza, por efecto del verano, con niveles de infección cercanos a cero durante esta época del año. Posteriormente, con una alta cantidad de inóculo en el ambiente, al inicio de las lluvias, se produce un progresivo desarrollo de la infección, a través del cual se pierde el 100% del área foliar sana. (Figura 87).

Tomando como base los factores anteriores en la Figura 88, se establece un modelo de infección de la "Raya Negra" para banano. Al respecto la tasa de emisión de hojas sanas está afectada por la tasa de crecimiento del hospedero, y ésta, que es ligeramente más lenta durante el invierno, se acelera en el verano por mayor luminosidad. Las hojas sanas, al ser infectadas, pasan por un estado de latencia y posteriormente forman las famosas pizcas del hongo, que con el tiempo evolucionan a estrías y posteriormente a manchas que se generalizan como área foliar infectada, considerada dentro del sistema tradicional con escalas evaluativas. Estas hojas enfermas son la fuente de inóculo inicial, a partir del cual se reinicia el proceso de infección del patógeno en nuevas hojas, plantas o áreas ecológicas.

Aunque el orden con el cual se presentan aquí no significa jerarquía o preponderancia en su efecto, los factores que inciden sobre la curva de progreso de la enfermedad son:

1. Ambientales: La temperatura que afecta la humedad relativa, la humedad relativa en sí y la precipitación.
2. El hospedero: Altera la evolución del patógeno por su tasa de emisión de hojas, el crecimiento foliar, la densidad de cultivo y la sintomatología

generada por el tipo de genotipos atacados o por los programas de control emprendidos.

3. El patógeno: Por su nivel de incidencia, grado de severidad del ataque y densidad de inóculo caído sobre las hojas.

Considerando los factores anteriores, se puede establecer la siguiente ecuación de regresión multivariada presente, donde [Y] corresponde a la severidad de la enfermedad, [X<sup>2</sup>] al porcentaje de área foliar sana y [Z] al número de días con precipitación  $\geq 0.1$  mm. Esta ecuación puede igualmente ser usada con porcentajes de área foliar enferma, independientemente de grados de infección.

$$Y = f(t)$$

$$Y = 2.78 - 0.46X^2 + 0.21349Z$$

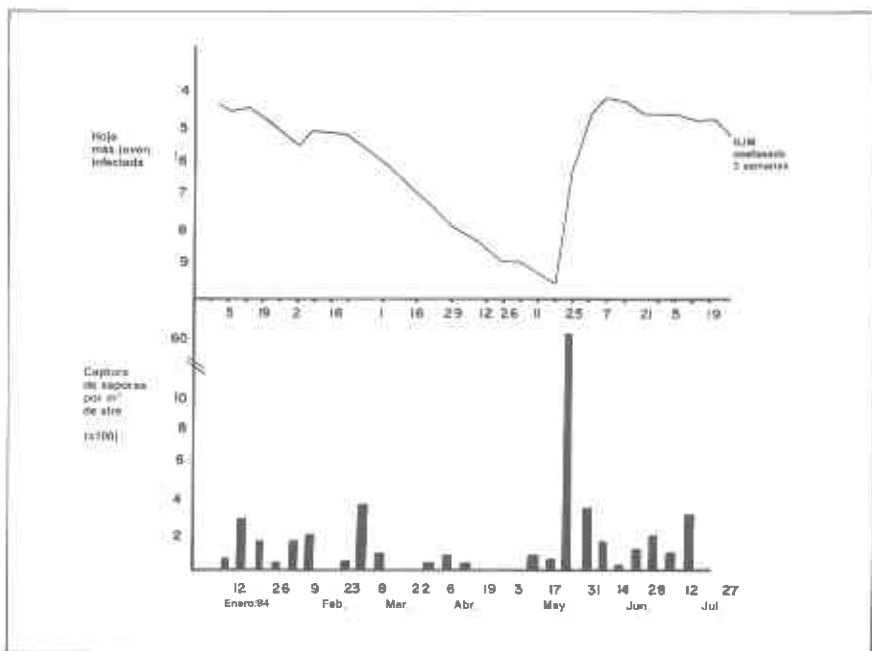
### **Relación incidencia-severidad**

La información existente sobre el patógeno ha sugerido no sólo el manejo mediante sistema de preaviso sino también el desarrollo de sistemas que faciliten la labor de las personas que realizan la evaluación de campo y control de la enfermedad. Por ello, el trabajo se ha dirigido a correlacionar la incidencia con la severidad del patógeno, en busca de una escala evaluativa más sencilla.

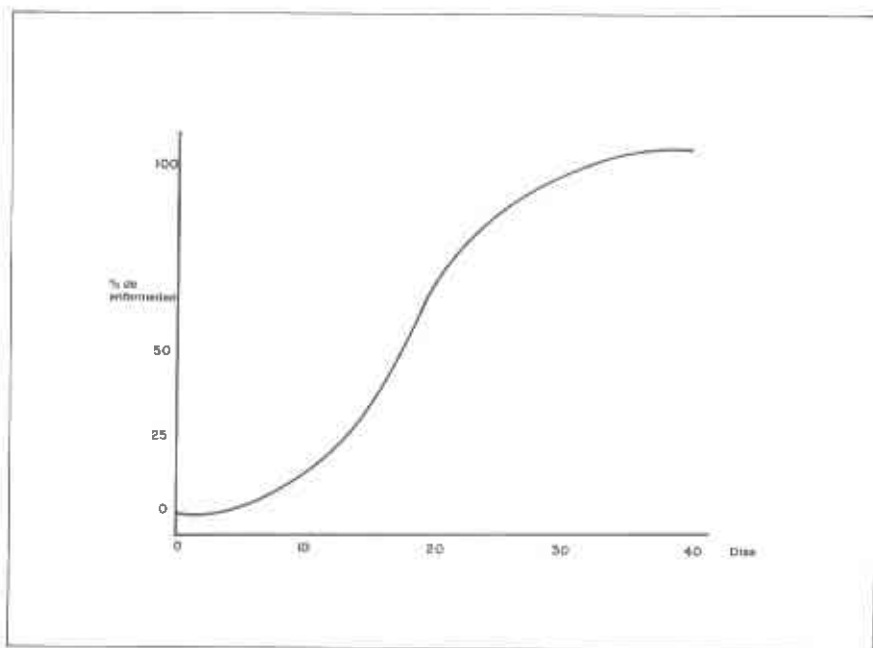
El objeto ha sido desarrollar un sistema como el existente en arroz para el control de *Piricularia oryzae* en el cual una evaluación detallada de su incidencia permite estimar con un 99% de acierto su severidad. En otras palabras, en vez de utilizar una escala de cinco o nueve grados en la cual se evalúa la infección hoja por hoja y posteriormente se establece severidad con base en el porcentaje de follaje sano o enfermo y umbral de hoja más joven manchada, es posible efectuar un conteo total de hojas sanas y enfermas y con este simple dato obtener el grado o porcentaje de severidad.

Las observaciones hasta el presente han sido muy fehacientes y claras, el modelo se evaluó mediante análisis matemáticos de Ecuaciones Cuadráticas, modelo Logit, modelo Gompit, siendo este último el que mejor se ha ajustado al comportamiento de la relación.

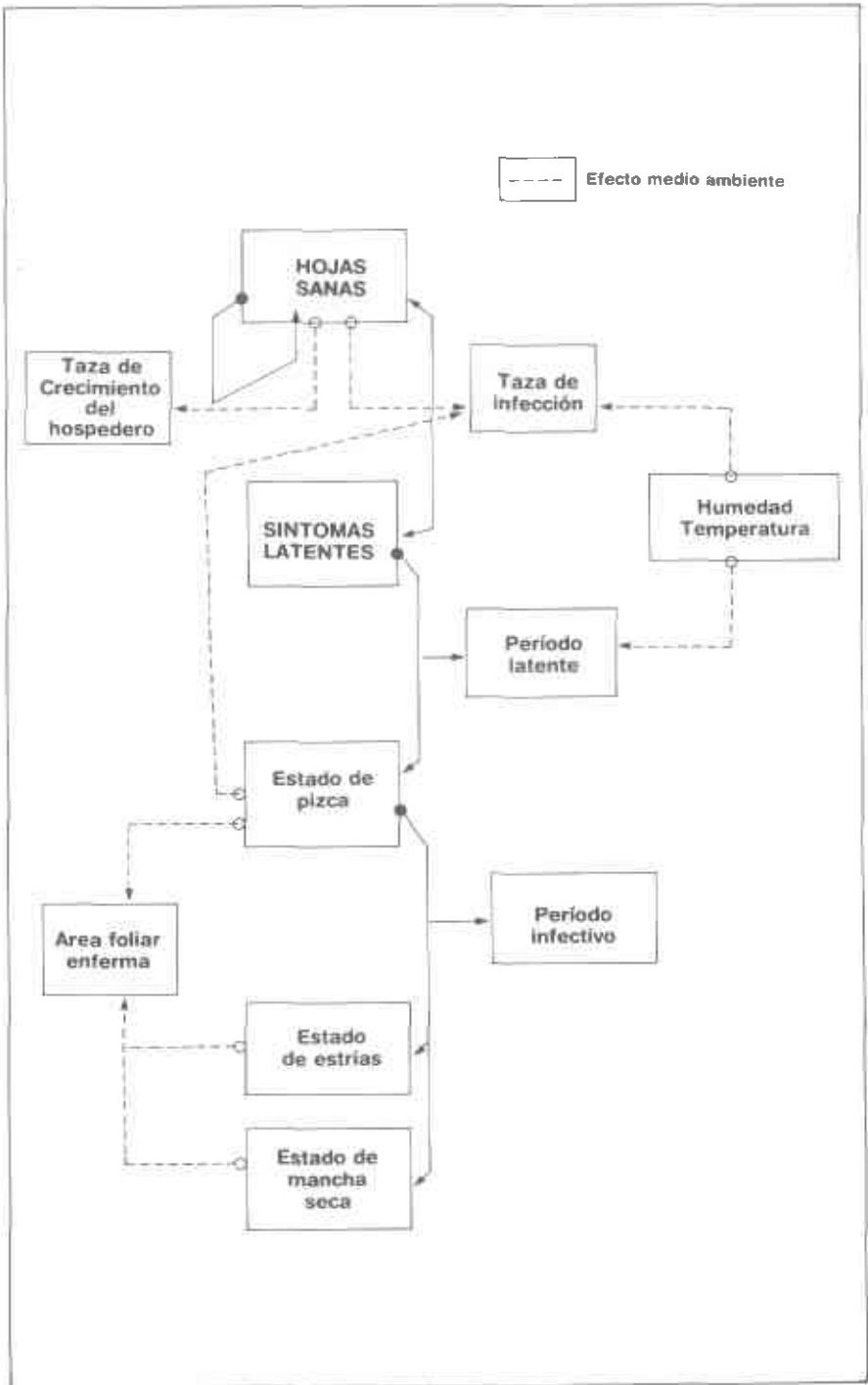
La relación incidencia-severidad se cumple para el estado fisiológico completo del cultivo, para cultivos con o sin control del patógeno, para un período completo del cultivo como lo es un año. Lo anterior sugiere que no es necesario utilizar escalas de evaluación para ir al campo a observar y medir la enfermedad. Sencillamente, se pueden hacer conteos de hojas totales y enfermas y la relación incidencia-severidad en las curvas desarrolladas, permitirá estimar el porcentaje de severidad. Faltaría por establecer la severidad en relación con el sistema tradicional de eva-



**Figura 86.** Relación entre cantidad de esporas y desarrollo del ataque de *M. Fijiensis*.



**Figura 87.** Modelo simétrico de progreso de Raya Negra ocurrido entre mayo 16 y junio 14 de 1984.



**Figura 88.** Modelo de infección de Raya Negra en banano.

luación y decir que cinco hojas enfermas de doce totales corresponde por ejemplo a un 20% de infección; con lo cual se simplificaría totalmente el sistema.

Las curvas presentadas en los gráficos descritos se han explicado matemáticamente, observándose que la correlación de los factores es alta, independientemente del tipo de material evaluado o del estado fisiológico o del manejo de la enfermedad. Igualmente, se han establecido las curvas de regresión para los estados fisiológicos de la planta, para todo un ciclo de producción, para una generación o un estado de desarrollo, repitiéndose continuamente la coincidencia de la relación mediante el modelo Gompit, siendo una relación negativa para incidencia y positiva para incidencia al cuadrado.

## **CONTROL DE LA ENFERMEDAD**

### **Cultural**

La humedad relativa, según los efectos observados, es el factor que más favorece el ataque de la enfermedad, por lo tanto, todas las prácticas agronómicas que tiendan a disminuir la presencia de agua o humedad excesiva en la plantación, contribuyen a reducir la intensidad del ataque de la enfermedad. No se hace aquí una presentación extensiva, en razón a que las prácticas recomendadas para el control cultural de la Sigatoka amarilla, mediante el deshoje fitosanitario, son igualmente efectivas para el combate de la Raya Negra.

### **Químico**

Los métodos de control a emplear dependen fundamentalmente del tipo de explotación del cultivo. En banano, las aplicaciones de fungicidas se utilizan desde 1930. A partir de la aparición de la Raya Negra y considerando su similitud biológica y patogénica con Sigatoka Amarilla, se han empleado los mismos productos fungicidas protectantes y sistémicos, aplicados solos o en mezclas con aceites de tipo parafínico o nafténico. No obstante y como consecuencia de una mayor utilización de agroquímicos para su control, se ha inducido el desarrollo de nuevas moléculas que hace diez años no se conocían en el combate de Sigatoka Amarilla. (Tabla 65).

Las aplicaciones para el control han tenido un largo desarrollo técnico. Desde el momento en que se inició el uso del aceite agrícola en banano, se incrementó el uso, y se adoptó una metodología de aplicación aérea de emulsiones de fungicida-agua-aceite que mejoró el efecto terapéutico del aceite con una acción protectante del fungicida. Este tipo de mezclas han permitido manejar los cultivos con un número mínimo de aplicaciones por año que pueden oscilar entre 24 y 36. No obstante, se han llegado a

TABLA 65

**Fungicidas utilizados para el control de Raya Negra**

<b>Modo de acción</b>	<b>Grupo químico</b>	<b>Nombre generico*</b>	
Contacto	Dithiocarbamatos	Mancozeb	
		Maneb	
Sistémicos	Chlorothalonil	Zineb	
		Chlorathalonil	
	Morpholinas	Tridemorphe	
		Benzimidazoles	
	Fungistáticos	Aceites Aromáticos	Benomyl
			Carbendazine
Thiabendazole			
Imidazoles			
Proprodione			
		Nuarimol	
		Propiconazole	
		Fluzilazole	
		Triadimenol	
		Aceite Agrícola	

\* Se presenta uno o varios productos representativos del grupo químico, con el mismo modo de acción

**Fuente:** ICA - Centro Satelite de Plátano y Banano - C.I. Tulenapa - 1990

utilizar hasta 45 aplicaciones por año para el manejo del patógeno, lo cual incide desfavorablemente en los costos de producción. En Colombia, bajo las condiciones de la zona bananera de Urabá, mantener las plantaciones con baja afección del patógeno significa invertir anualmente alrededor de \$250.000 (US\$400) por hectárea.

**Preaviso**

Las observaciones epidemiológicas descritas anteriormente, el establecimiento de la relación incidencia-severidad y el comportamiento de la enfermedad en relación con las condiciones ambientales, indican que es completamente factible implementar programas de preaviso para el manejo del patógeno. En otras palabras, en condiciones climáticas de Urabá se evidencia que la Raya Negra es epidémica únicamente durante el segundo semestre del año, época en que amerita efectuarse su control. Ello significa que con el inicio del período seco de enero a abril, se pueden suspender las aplicaciones fungicidas por la baja presión de inóculo existente; no obstante, un seguimiento del comportamiento del patógeno puede eventualmente indicar que durante el primer semestre el inóculo primario se incrementa, pero las condiciones ambientales son desfavorables para permitir la penetración y colonización.

Con base en las experiencias acumuladas en Colombia, se puede enunciar que para el control de Raya Negra, el número de aplicaciones de fungicidas puede reducirse a un total de ocho a doce por año, pues las aplicaciones que actualmente se efectúan en la zona bananera de Urabá, en promedio 25 por año, buscan dar protección al cultivo durante todo el año, lo cual es innecesario al no existir infección en la época de menor precipitación.

Experiencias en tal sentido existen ya en el mundo, como es el caso de Camerún, donde un programa de preaviso en 3500 hectáreas de banano, permite que los tratamientos curativos con base en fungicidas sistémicos y aceites agrícolas, se apliquen únicamente en casos de alta infección. Para tal fin existe una red de sitios que cubre toda el área cultivada. Los sitios son visitados semanalmente por personal capacitado, quienes en plantas previamente seleccionadas hacen seguimiento sobre los estados de desarrollo de la enfermedad. La información recolectada es analizada por el líder de la red, quien, con base en la tasa de evolución de la enfermedad, decide sobre el tratamiento a efectuar. Mediante este sistema se ha logrado reducir el número de aspersiones por año de 20 a 10. Mediante el empleo de metodologías similares, en Costa Rica ha sido posible disminuir el número de aplicaciones por año a 16 ó 18.

### **Resistencia varietal**

Conocedores de los limitantes técnicos y físicos que representa el control de la Raya Negra y de la necesidad de conocer el comportamiento de materiales genéticos existentes, se efectuó una evaluación de 46 cultivares de plátano y banano del Banco de Germoplasma de Musáceas del ICA en Colombia, con el propósito de tener una respuesta de control genético que sirva de alternativa para los genetistas y finalmente para el agricultor platanero.

Un gradiente de reacción a *M. fijiensis* se estableció sobre estos cultivares, encontrándose materiales altamente susceptibles y resistentes, en condiciones muy favorables para el ataque del patógeno y la colonización del hospedero. En la Tabla 66 se presentan datos referentes a susceptibilidad, expresado como hoja más joven manchada y porcentaje de área foliar afectada; donde la resistencia parece estar correlacionada con el genoma B. No obstante, es interesante observar que los materiales diploides AA presentan características de alta resistencia al patógeno a pesar de no poseer el genoma B. Una observación más detallada de los materiales, para dilucidar otros factores indicadores de resistencia, se determinó mediante el establecimiento del período de latencia y la esporulación en las lesiones de la enfermedad. (Tabla 67).

Un primer grupo de materiales altamente resistentes, lo constituyen los diploides AA y BB que no se ven afectados por el patógeno, por constituir un material parental de origen Acuminata y Balbisiana. En forma similar, los materiales que poseen una conformación genética con alta frecuencia

del genoma B presentan mejor comportamiento frente al patógeno, períodos de latencia más amplios y bajas a nulas esporulaciones en los síntomas inducidos. Un ejemplo de esta característica lo constituye el plátano morado y el G.A.E.P. 2 que logran esporular cuando los síntomas llegan al estado de mancha joven y mancha adulta, respectivamente, y producen en promedio tan sólo 0.15 y 0.16 conidióforos por cada estoma esporulado en un milímetro cuadrado.

Un segundo grupo con resistencia lo constituyen los materiales que presentan afección, pero lento desarrollo del patógeno. Esta característica se puede expresar por el período de incubación relativamente largo y prolongados períodos de latencia; en otras palabras, hoja más joven manchada y primer síntoma con estructuras sexuales del hongo. Las plantas con estas características presentan un buen número de hojas funcionales, pocas infecciones por unidad de área, baja cantidad de conidióforos por estoma y milímetro cuadrado, y tardías formaciones de esporas. Dentro de este grupo se pueden incluir materiales como Pelipita, Cachaco, Espermo, Popoulou y Dominico Rojo 1.

Un tercer grupo lo constituyen materiales que a pesar de ser afectados por el patógeno, presentan resistencias parciales, que efectivamente manejados pueden ser una alternativa viable de producción. Dentro de este grupo se sitúan algunos plátanos y bananos cultivados, entre los que es digno resaltar el banano bocadillo, pues a pesar de presentar un ataque intermedio del patógeno, sus síntomas no denotan características de desarrollo similar a otros materiales y presentan bajos índices de esporulación.

Según algunos investigadores el comportamiento de los materiales altamente resistentes tipo Yangambi, hace pensar en una reacción de hipersensibilidad, donde aparentemente la resistencia es de origen mono u oligogénico. La resistencia de este tipo, atractiva para los fitomejoradores, puede ser fácilmente quebrada por poblaciones de patógenos y resultar menos duradera, mientras que la resistencia parcial tipo Fougamou puede ser de origen poligénico y por ende más estable. En tal sentido es interesante anotar que el colon Yangambi se ha sembrado y observado en condiciones del C.I. Palmira por más de 20 años, a través de los cuales ha conservado su alta resistencia al ataque de Sigatoka Amarilla.

La existencia de diploides silvestres AA altamente resistentes a Raya Negra, ofrece excelentes perspectivas en la futura obtención, por métodos clásicos de fitomejoramiento y de ingeniería genética, de híbridos de banano y plátano resistentes a la enfermedad.

## **MANCHA CORDANA *Cordana musae* Zimm**

### **Distribución**

Esta enfermedad es de común ocurrencia en todas las regiones ecológicas donde se cultiva el plátano.

TABLA 66

Reacción de diferentes cultivares de banano y plátano a la Raya Negra, expresada en hoja más joven manchada y porcentaje de área foliar enferma.

Código número (ccm)	Genoma	Cultivares	Número de hojas	Hoja más joven manchada	Área foliar infectada (%)
CCM 301	AA	Annam	8.0	-	-
CCM 302	AA	Malaccensis	10.2	-	-
CCM 303	AA	Peciolos oscuros	10.1	-	-
CCM 306	AA	Selagor	7.8	-	-
CCM 308	AA	Long Tavoy	10.8	-	-
BDC 402	AA	Palembang	11.0	4.9	63
BDC 403	AA	Pisang Lini	8.9	6.2	36
BDC 404	AA	Bocadillo	11.0	7.0	40
BDC 407	AAA	Yangambi 5	12.0	5.6	66
BDC 410	AAA	Tafetán Rojo	11.0	4.3	72
BTGM 001	AAA	Gros Michel Común	9.0	4.1	69
BTGM 002	AAA	Coco, G. M. Enano	9.0	4.1	69
BTGM 003	AAA	Guayabo A	11.0	4.8	66
BTGM 006	AAA	Banano Chico	10.0	4.0	80
BTGM 007	AAAA	I.C.2	11.0	4.4	71
BTC 201	AAA	Lacatan	9.0	4.3	64
BTC 202	AAA	Mysore	7.0	3.3	64
BTC 203	AAA	Guineo	11.0	4.6	68
BTC 206	AAA	Dwarf Cavendish	10.0	4.0	67

TABLA 66 (Continuación)

Código número (ccm)	Genoma	Cultivares	Número de hojas	Hoja más joven manchada	Área foliar infectada (%)
BTC	AAA	Vafery, Poyo	8.6	3.6	70
CCM	BB	Baibisiana	12.0	-	-
PTH	AAB	Hartón Común	12.0	7.0	10
PTH	AAB	Birrácimo	11.0	7.3	5
PTMM	AAB	Popoulou	13.0	6.0	63
PTMM	AAB	Pompo	13.0	7.2	51
PDC	AAB	Resplandor	11.0	7.5	29
PDC	AAB	Manzano	12.0	5.0	69
PTD	AAB	Dominico Común	12.0	6.3	8
PTD	AAB	Dominico Rojo 1	13.0	6.4	54
PTD	AAB	Dominico Morado	13.0	5.8	64
PTD	AAB	D. 500 ó Gigante	13.0	5.7	24
PTD	AAB	Tallo	15.0	7.0	59
PTD	AAB	Madre del Platanal	14.0	7.0	51
PTB	ABB	Cachaco Común	15.0	9.8	38
PTB	ABB	Cachaco Espermo	15.0	9.0	40
PTB	ABB	Pelipita	14.0	-	-
PTB	ABB	Mutant Palmira	14.0	11.0	6

Fuente: ICA, Centro Satélite Plátano y Banano, C. I. Ilenapa 1987

TABLA 67

Formación de estructuras conidiales de *M. fijiensis* en cultivares de plátano y banana con diferentes tipos de manchas.

Código número (ccm)	Cultivares	Genoma	YLS	Pizza	Tipo estria			Tipo mancha		YLS con esporas	Síntoma mas joven con esporas
					1 (2-3 mm)	2 (3-10 mm)	1 (8-12 mm)	2 (12 mm)			
CCM	301 Annam	AA	8	-	-	-	No	No	-	-	
CCM	302 Malaccensis	AA	5	-	-	No	No	No	-	-	
CCM	303 Pécidos oscuros	AA	9	-	No	No	No	No	-	-	
CCM	306 Selangor	AA	3	-	No	No	No	No	-	-	
CCM	308 Long Tavoy	AA	6	-	-	-	-	-	-	-	
BDC	402 Palembang	AA	5	-	-	-	-	-	-	-	
BDC	403 Pisang Lilin	AA	7	-	-	-	-	-	-	-	
BDC	404 Brocadillo	AA	5	-	-	-	-	-	-	-	
BDC	407 Yangambi	AAA	3	-	1.3	0.5	0.4	0.4	7	E2	
BTGM	001 Gross Michel comun	AAA	4	1.4	5.9	No	No	No	4	P	
BTGM	003 Guayabo A	AAA	4	-	10.4	8.6	7.5	7.5	6	E2	
BTGM	006 Banano chico	AAA	3	1.0	3.0	2.8	1.6	1.6	4	P	
BTGM	007 I.C.2	AAAA	4	-	7.5	7.1	13.8	13.8	4	P	
BTGM	002 Coco G.M. Erundo	AAA	5	-	6.3	3.0	10.1	10.1	5	E2	
BDC	410 Tafetan Rojo	AAA	4	-	6.2	11.0	8.6	8.6	5	E1	
BTC	201 Lucalari	AAA	5	-	5.0	8.4	14.8	14.8	4	E1	
BTC	202 Mysore	AAA	3	-	7.6	11.0	30.2	30.2	5	E1	
BTC	203 Guineo	AAA	3	-	4.5	10.8	5.5	5.5	4	E1	
BTC	208 Valsry, Poyo	AAA	4	-	3.7	2.0	17.8	17.8	4	E2	
					10.0		14.8	14.8	4	E1	

ABLA 67 (Continuación)

Código número (ccm)	Cultivares	Genoma	YLS	Pizca	Tipo estria			Tipo mancha		YLS con esporas	Síntoma más joven con esporas
					1 (2-3 mm)	2 (3-10 mm)	1 (8-12 mm)	2 (12 mm)			
BTC	206 Dwarf Cavendish	AAA	3	-	2.4	5.6	1.0	11.8	3	E1	
CCM	107 Balbisiata	BB	9	-	No*	No	No	No	-	-	
PTH	201 Hartón Caimán	AAB	3	-	3.6	3.6	1.0	3.0	5	E2	
PTH	204 Biracano	AAB	3	-	-	-	2.0	1.8	5	M1	
PTMM	701 Popoulou	AAB	3	-	-	-	0.6	1.3	5	M1	
PTMM	702 Pompo	AAB	4	-	-	1.0	1.3	-	5	E2	
PDC	801 Resplandor	AAB	4	-	-	-	-	-	-	-	
PDC	803 Marzano	AAB	5	-	5.5	13.0	23.1	28.2	5	E1	
PTD	001 Dominico Común	AAB	4	-	0.6	3.0	-	3.0	5	E1	
PTD	003 Dominico Morato	AAB	4	-	-	-	0.15	-	6	M1	
PTD	011 Tallo	AAB	5	-	-	4.3	9.0	1.6	7	E1	
PTD	012 Madre del Platónal	AAB	3	-	1.5	-	5.4	6.8	4	E1	
PTD	002 Dominico Rojo 1	AAB	4	-	-	-	-	8.1	6	M2	
PTD	005 D. 5000 Gigante	AAB	3	-	-	1.6	0.6	1.6	5	E2	
PTB	601 Cachaico Común	ABB	7	-	-	0.5	1.0	0.0	9	E2	
PTB	603 Cachaico Espesmo	ABB	6	-	-	2.9	-	6.6	8	E2	
PTB	604 Pelipita	ABB	7	-	-	-	3.0	-	11	M1	
PTB	605 Mutant Palmira	ABB	8	-	-	-	-	-	-	-	
PTB	606 Saba	ABB	9	-	-	1.4	0.5	2.0	12	E2	
PTB	609 Mutant Seredou	ABB	4	-	-	5.0	-	-	5	E2	

P - Pizca

E1 y 2 - Esiria Estados 1 y 2

M1 y 2 - Manchas Estado 1 y 2

\* No presenta este síntoma

Fuente: ICA, Centro Satélite Plátano y Banano, C.I. Tulenapa, 1987

## **Etiología**

El agente causal es el hongo *Cordana musae Zimm.* Su incidencia y severidad se incrementan a medida que reduce la altitud de siembra. Es un patógeno cuyo ataque es además favorecido por alta humedad relativa y prácticas de manejo inadecuadas, principalmente las relacionadas con fertilización, drenaje, manejo de las densidades poblacionales y control de malas hierbas.

## **Síntomas**

Los primeros síntomas se manifiestan en el haz. Se caracterizan por manchas pequeñas de forma oval, las cuales en un principio muestran una coloración castaño claro con zonas concéntricas y borde color marrón. Con el tiempo, su tamaño se aumenta considerablemente hasta unirse unas con otras y ocasionar finalmente el secamiento de todo el limbo. Las lesiones están rodeadas por un halo de color amarillo bastante llamativo. En el envés las manchas, las cuales carecen de zonas claras y bordes, presentan una coloración marrón grisácea en los estados iniciales y al final castaño oscuro. Finalmente la presencia de grandes cantidades de conidióforos y conidios, le imparten un color grisáceo. (Figura 89).

Cuando el potencial de inóculo es bastante alto, se puede presentar por efectos de precipitación, escurrimiento y concentración de conidios en los bordes del limbo, infecciones en dichos bordes, mostrando pequeñas zonas necrosadas en forma de media luna, las cuales posteriormente se transforman en largas estrías de color castaño oscuro, que pueden o no alcanzar la nervadura central.

## **Control**

Debido a que el ataque de este patógeno se presenta en las hojas bajas o próximas a doblarse por su senescencia, éste no reviste importancia económica. Si además se tiene en cuenta que su incidencia y severidad son favorecidas por el uso inapropiado de prácticas de manejo, su control se reduce al empleo de prácticas agronómicas, con lo cual se reducirá la incidencia de este patógeno, el que desde ningún punto de vista amerita el tener que recurrir al uso de agroquímicos.

## **MANCHA ROJIZA, *Chloridium musae* Stahel**

### **Distribución**

Al igual que la Mancha Cordana es de común ocurrencia en todas aquellas áreas geográficas aptas para el cultivo del plátano, que estén situadas alrededor o por debajo de los 1000 msnm.

### **Etiología**

El agente causal es el hongo *Chloridium musae Stahel.* Su ataque es favorecido por la excesiva precipitación y la alta humedad relativa.

### **Síntomas**

Estos se manifiestan principalmente en las hojas bajas, por medio de pequeñas manchas de color castaño o rojizo, cuyos bordes son bastante

irregulares. Las manchas se distribuyen indiferentemente por toda la superficie de la hoja. La esporulación del hongo se presenta profusamente en el envés de la hoja.

### **Control**

Su incidencia, severidad y clase de hojas que afecta, hacen que no sea necesario recurrir a ninguna clase de control químico. El uso de apropiadas prácticas de manejo de las plantas, complementadas con programas de fertilización, control de malezas y construcción de drenajes, controlan eficientemente la presencia de la enfermedad.

### **MOSAICO (*Virus del Mosaico del Pepino*)**

#### **Distribución**

El mosaico es una enfermedad que se observa en la mayoría de las zonas geográficas en donde se explota tanto plátano o banano como otras especies cultivadas de importancia económica.

#### **Etiología**

Su agente causal es el virus del mosaico del pepino, cuya sigla en inglés es CMV. Es un virus representado por varias razas, el cual puede ocasionar mosaico, secamiento o pudrición de la hoja "bandera" y cuarteamiento longitudinal o pudrición basal de las "yaguas".

Es transmitido por sesenta especies de insectos de la familia Aphididae, pero para el caso del plátano se han establecido como vectoras las siguientes especies: *Aphis gossypii*, *Rhopalosiphum maidis*, *Aphis craccivora*, *Rhopalosiphum prunifoliae* ps. y *Myzus persicae* ps. Respecto a estas especies se debe tener presente que ellas no son huéspedes habituales de musáceas en general, siendo esta la razón por la cual la incidencia de la enfermedad en plantaciones en producción es reducida. En siembras nuevas su presencia está relacionada con la destrucción de sus hospedantes naturales, hecho que obliga a migrar a los insectos vectores a las plantaciones de plátano recién establecidas, cuyo número de plantas afectadas puede alcanzar el 12%.

Su transmisión se lleva a efecto mediante períodos cortos de adquisición e inoculación; la retención en el vector no es mayor de cuatro horas. La partícula presenta una forma isométrica de unos 30 nanómetros de diámetro, con cuatro segmentos de ARN como mínimo, de los cuales los tres más grandes son los requeridos para su infectividad. También se puede encontrar un quinto segmento de ARN, que se ha denominado como "CARNA 5", el cual dependiendo de su composición puede ocasionar una necrosis letal en tomate. De acuerdo con esto, la presencia en el inóculo de tipos específicos de "CARNA 5" induce cambios en los síntomas de la planta afectada. De este virus se ha registrado un gran número de razas, que se diferencian entre sí por su rango de hospedantes, sintomatología, capacidad de multiplicación y relación con vectores, entre otros aspectos.

La supervivencia de este virus es favorecida por una amplia gama de hospedantes, que corresponden a 67 familias y 470 especies. Entre estos

afecta a las siguientes plantas cultivadas: apio, remolacha, ají, cojombro (pepino), maíz, sandía, tabaco, tomate de árbol, zanahoria, tomate, maracuyá y lechuga. En la epidemiología de la enfermedad se considera que las malezas infectadas son una fuente importante de inóculo. Como huéspedes naturales del virus se encuentran malezas que pertenecen a los géneros *Solanum*, *Hipomea*, *Phytolacca*, *Pueraria*, *Passiflora*, *Physalis*, *Iso-toma*, *Canna*, *Commelina*, *Datura*, *Ricinus*, *Desmodium* (Figura 97), *Crotalaria* y *Paspalum*.

### **Síntomas**

La infección ocasionada por el CMV en plátano es de carácter sistémico. Origina clorosis intervenal más visible a trasluz; se puede manifestar como un rayado clorótico o como manchas amarillas: las hojas de coloración normal pueden tener las nervaduras secundarias excesivamente engrosadas, que le dan un aspecto acanalado. Como síntomas de una infección avanzada se presentan necrosis foliares a lo largo de las nervaduras secundarias.

Las plantas afectadas son más pequeñas y menos vigorosas que las sanas. En caso de que fructifique una planta enferma, los frutos que se cosechan son muy pequeños y sin desarrollo completo, muestran algunas veces síntomas de mosaico con áreas verde-oscuras y claras alternadas.

En ocasiones también se puede presentar pudrición de la hoja bandera, cuarteamiento longitudinal de las vainas o necrosis interna de las bases foliares delseudotallo y en casos severos, muerte de la planta. Esta condición se origina de acuerdo con la temperatura en que crezca la planta infectada. (Figura 90)

### **Control**

A diferencia de los hongos, no hay en la actualidad un producto que aplicado a las plantas logre eliminar al agente causal sin afectar la planta hospedante. La estrecha relación que existe entre la multiplicación del virus y el metabolismo celular, ha sido un escollo en la investigación de viricidas. Los productos probados hasta el presente afectan el sistema celular o, en algunos casos, inhiben la multiplicación del virus sólo cuando están presentes en los tejidos, pero una vez degradados el virus alcanza de nuevo rápidamente altas concentraciones en los tejidos de la planta.

En consecuencia, el control se debe hacer a través de medidas preventivas, que comprenden la utilización de material de siembra sano, el mantenimiento de las zonas libres de áfidos vectores y de reservorios naturales del virus y la erradicación de plantas enfermas.

## **COGOLLO BLANCO**

### **Distribución**

Este disturbio está confinado a los municipios de Garzón, Timaná y Pitalito, en el departamento del Huila.

## **Etiología**

Su agente causal es desconocido. Los estudios en proceso de ejecución muestran que se puede tratar de un mycoplasma o un virus.

## **Sintomas**

Las plantas afectadas no muestran ninguna clase de disturbio visible a simple vista a nivel del sistema radicular, tallo, seudotallo y frutos. El síntoma que lo caracteriza se restringe en las láminas foliares, las cuales aparentemente a partir de la diferenciación floral presentan una clorosis bastante marcada (Figura 91), que desaparece al momento de la parición. Las hojas son más pequeñas que las normales y muestran acortamiento del espacio de inserción con el seudotallo, razón por la cual su conjunto toma la apariencia de un escobajo.

Los racimos, que en condiciones normales están conformados por 10 a 12 manos, registran en plantas afectadas tres a cuatro manos, cuyos dedos muestran una reducción considerable de su tamaño. (Figura 91).

## **Control**

Teniendo en cuenta que el agente causal se puede diseminar por medio de la semilla, se debe evitar en las siembras nuevas el uso no sólo de las semillas provenientes de cepas que muestren el problema, sino en lo posible de las correspondientes a las plantaciones existentes en los municipios afectados.

Las explotaciones sembradas con semilla sana deben manejarse con toda la técnica, en cuanto a fertilización y control de malezas, plagas y enfermedades. Las malezas y plagas deben merecer especial atención por cuanto éstas pueden actuar como hospedantes y/o vectores del agente causal.

# **ENFERMEDADES DEL TALLO Y EL SEUDOTALLO**

## **"MOKO" *Pseudomonas solanacearum* E.F.Sm. Raza 2**

### **Distribución**

Esta enfermedad se encuentra distribuida por todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En Colombia se ha registrado en la mayoría de las áreas geográficas que cultivan plátanos y bananos comestibles.

El "Moko" junto con el Mal de Panamá y la "Punta Arracimada" son de las pocas enfermedades que han ocasionado a nivel mundial grandes problemas sociales y económicos. En el caso del "Moko" su importancia

se acrecienta, porque no sólo afecta a la familia de las musáceas sino también a 24 familias más. Las plantas afectadas, por lo general, no sólo pierden el 100% de su producción sino también la totalidad de las unidades que conforman la cepa, incrementándose con esto las pérdidas por costos de establecimiento y pérdida temporal del sitio o área de producción.

## **Etiología**

Su agente causal es la bacteria *Pseudomonas solanacearum* E. F. Sm, la cual posee tres razas, que afectan en su orden a las siguientes plantas: Raza 1 a Tabaco, Tomate y otras solanáceas; Raza 2 a Plátano, Banano y Heliconias, y Raza 3 a Papa y otras solanáceas. A su vez, la raza 2 se caracteriza por poseer cuatro "Strains" o "Biovars", denominados como mayores, los que se han identificado con las letras: D, B, SFR, y H. Sus características aparecen descritas en la Tabla 68.

El "Biovar" presente en Colombia, que posiblemente corresponde al SFR, se puede diseminar a través de especies de insectos de los géneros *Apis*, *Trigona* y *Polistes*, y en una forma general por todas las herramientas empleadas en prácticas de mantenimiento. Sin embargo, los principales vehículos para su diseminación a todo lo largo y ancho del país, han sido las semillas, cormos provenientes de plantas afectadas y las corrientes de agua, que incluyen desde los pequeños riachuelos y quebradas hasta los grandes ríos.

## **Síntomas**

Estos deben considerarse tanto desde un punto de vista externo como interno, histológicos. Externamente, ellos guardan una relación estrecha con el proceso de transmisión e infección. Cuando éste corresponde a transmisión por corrientes de agua y/o herramientas, la infección siempre converge en el cormo. Por lo tanto y una vez que la bacteria alcanza o invade los tejidos del cormo, el desarrollo de los síntomas va a depender de la edad o tamaño de colinos y/o plantas que conforman la cepa afectada.

En colinos pequeños sus hojas, comenzando de la central o bandera hacia afuera, muestran marchitez, amarillamiento y secamiento; estos colinos por lo general mueren. Sin embargo, cuando las plantas son de edad avanzada presentan una sintomatología difícil de diferenciar de la correspondiente al ataque de nematodos, caracterizados porque las plantas muestran, en horas calurosas principalmente, una ligera flacidez de sus hojas, las cuales además pueden registrar diferentes grados de clorosis. Estas plantas por lo general no mueren, pero los racimos y dedos que las conforman, dependiendo de la época de infección, pueden ser de tamaño normal o bien pequeños, pero invadidos parcial o totalmente por la bacteria.

TABLA 68  
**Características de los cuatro "Biovars" de la Raza 2 de *P. solanacearum*.**

Strain Biovar	Musáceas Afectadas	Presencia Pus	Transmisión Bráctees	Sobrevivencia Suelo (Meses)	Apariencia y color Colonia en TTC.
D	Heliconia	-	Baja	6	Irregular, fluida y blanca.
B	Bananos (AAA) Bluggoe (ABB)	Positiva o Negativa	Alta	12-18	Irregular, fluida y blanca
SFR	Bananos (AAA) Plátanos (AAB y ABB)	Positiva	Alta	3-6	Pequeña, redondeada con el centro rojo pálido y borde irregular blanco cremoso
H	Bluggoe (ABB)	Positiva	Alta	-	Elíptica, con centro rojo oscuro.

Fuente: ICA, Centro Satélite de Plátano y Banano. C. El Agrado, 1990.

Cuando la transmisión es ocasionada por insectos e inclusive por herramientas, la sintomatología en este caso hace alusión al racimo y a su escapo floral, "inflorescencia masculina". Al respecto, cuando el proceso de infección se lleva a cabo por las heridas que dejan las flores "masculinas" al desprenderse, el primer síntoma corresponde a una cierta clase de marchitamiento de las brácteas que cubren los racimos de flores, las cuales no se levantan y enrollan sobre su cara superior como ocurre normalmente, sino que permanecen sin levantarse, se marchitan y secan. En cuanto a los frutos de los racimos con escapos infectados, pueden presentar un amarillamiento prematuro, pudrición y momificación, siempre y cuando la infección haya ocurrido a edad bastante temprana; en caso contrario muy pocos o ninguno muestran los anteriores síntomas, los cuales únicamente son visibles al partirse los frutos. En clones con flores "masculinas" deciduas el síntoma que indica si el racimo está o no afectado es el secamiento del raquis y del escapo floral.

Los síntomas internos, que pueden presentar tanto los cormos yseudotallos como frutos y raquis del racimo, están caracterizados por la presencia en los tejidos vasculares de lesiones en forma de pequeñas manchas, cuya coloración varía de amarillo pálido a castaño oscuro. En el caso de los frutos, la pulpa aparece en un principio decolorada, luego toma una coloración que de castaña clara pasa a castaña oscura, hasta que finalmente todo el fruto se pudre y momifica. Este último síntoma es el que se observa más comúnmente en cultivos con una alta incidencia de plantas afectadas (Figura 92).

## Control

El control del "Moko" debe considerarse con base en la ausencia o presencia del problema en las regiones o áreas geográficas en cuestión. Para el primer caso se deben implementar medidas tendientes a evitar la entrada del patógeno, recurriendo para ello a controles de carácter legal como cuarentenas y medidas prohibitivas sobre el movimiento de material. Esto último hace referencia al transporte de semillas de áreas afectadas a zonas libres del problema. Al respecto, la técnica de multiplicación *in vitro* sería una gran herramienta para obviar este problema, pero desafortunadamente por el costo que adquiere una plántula es una práctica que no está al alcance de todos los cultivadores.

Un aspecto fundamental para combatir este problema es el grado de concientización de los cultivadores, el cual desafortunadamente oscila entre nulo y escaso, debido a que a pesar de que existen las normas y prácticas pertinentes no las aplican. Un ejemplo de negligencia en tal sentido, es el relacionado con la aplicación de la práctica recomendada por el ICA para prevenir la entrada del patógeno a una vereda, a una finca o a un monocultivo, de eliminar en clones tipo Cachaco el escapo floral una vez formada la última mano. Otro caso de negligencia es el uso de semillas provenientes de áreas afectadas por la enfermedad.

Desafortunadamente, por la idiosincrasia de los cultivadores las medidas preventivas, que constituyen el método más económico de control, no han operado, razón por la cual el agente causal de la enfermedad ha sido diseminado por medio de la semilla y las corrientes pequeñas y grandes de agua a todas las áreas cultivadas con plátano y/o banano.

Una vez que la enfermedad ha penetrado a un municipio o a una vereda, y a su vez dentro de éstos a una finca, se debe recurrir para su control a la erradicación, lo cual, dependiendo del porcentaje de plantas afectadas, puede conllevar a la destrucción parcial o total del cultivo.

La erradicación en sí, es una labor dispendiosa, costosa y sumamente delicada. Se considera dispendiosa y delicada, por cuanto de la metodología empleada va a depender que se elimine el foco o se lo incremente. Esto último puede ocurrir como una consecuencia de fraccionar las plantas afectadas, sin ningún ordenamiento ni cuidado, permitiendo un gran vaciado de células bacteriales, las cuales van a contaminar el suelo circunvecino y de aquí por los mismos operarios o el agua lluvia a diseminarlas por toda la plantación.

De acuerdo con lo anterior, el o los métodos a emplear a nivel de pequeños productores, no debe incluir o comprender el fraccionamiento de la planta o hechura de cualquier clase de herida. En consecuencia se debe proceder a "MATAR" la planta *in situ* mediante la inyección al seudotallo de una solución de Glifosato al 20%. La cantidad a utilizar depende de la edad y altura de la planta, pudiendo variar de 5 a 50 ml. Estos se deben inyectar en varios sitios, distribuidos sobre el seudotallo en forma helicoidal. Una vez muerta y completamente seca, sus restos se pueden quemar.

Si los sitios correspondientes a las plantas erradicadas con Glifosato se desean volver a sembrar, éstos una vez quemados los residuos se deben tratar con Formaldehído al 46%, utilizando preferiblemente 500 ml por sitio. El producto se fracciona para tres o cuatro sitios. Después de aplicado, preferiblemente en hoyos de 5 cm de diámetro por 40 a 50 cm de profundidad, se procede a cubrir toda la superficie tratada con un plástico y mantenerlo así por espacio de 15 a 30 días. Transcurrido dicho período, se remueve el suelo del sitio tratado, se deja airear por 15 días como mínimo, al cabo de los cuales se puede proceder a la siembra.

Para obviar los problemas de tipo respiratorio, que conllevan el uso de Formaldehído, se puede recurrir al Bromuro de Metilo. Este es un gas que además de ser muy eficaz para destruir la bacteria, obvia el empleo del Glifosato. Para una mayor eficiencia, las plantas se deben picar en trozos pequeños y luego proceder a la aplicación del producto, previa cobertura del sitio a tratar con una carpa plástica. El tiempo de cubrimiento y aireación puede ser de diez días como mínimo, respectivamente. El empleo de este

producto requiere operarios especializados y responsables, tanto en su aplicación como en la desinfección de herramientas y equipos usados en la labor de erradicación.

Un aspecto que dificulta el control de la bacteria en áreas afectadas es el gran número de hospedantes que posee, a través de los cuales puede sobrevivir por tiempo indefinido. Esto explica la reaparición del problema en áreas previamente afectadas, después de una rotación de cinco o más años. En estos casos lo más conveniente, siempre y cuando se piense en volver a sembrar plátano y/o banano, es mantener los suelos libres de cualquier clase de vegetación o en su defecto de las especies reconocidas como hospedantes de la bacteria. Al respecto, en condiciones de bosque seco tropical, en suelos franco-arenosos, con precipitación de 1375 mm, altitud de 431 msnm y temperatura promedio de 27°C, la bacteria no sobrevive más de cuatro meses.

El control del "Moko" mediante variedades resistentes no es posible, por cuanto no existe ningún clon de banano (AAA) o plátano (AAB y ABB) comestibles, que sean inmunes o con cierto grado de resistencia a la infección de los tejidos, una vez que la bacteria ha penetrado hasta ellos por cualquier mecanismo.

En el caso de áreas que presenten problemas con la raza transmitida por herramientas y/o insectos, éstos se pueden prevenir recurriendo a la desinfección de herramientas o bien a la eliminación del escapo floral, una vez formada la última mano o en su defecto a la siembra de clones con flores "masculinas" persistentes, como sucede en el caso de los clones "Pelipita", Dominico y Dominico-Hartón.

## **PUDRICION ACUOSA DEL SEUDOTALLO *Erwinia chrysanthemi* p.v. *paradisíaca* Victoria y Barros**

### **Distribución**

Es una enfermedad de naturaleza endémica, razón por la cual se halla distribuida por todas aquellas regiones en donde se cultivan musáceas comestibles.

### **Etiología**

Esta enfermedad es ocasionada por la bacteria *Erwinia chrysanthemi* pv. *paradisíaca* Victoria y Barros. Su ataque es favorecido por condiciones de sequía y deficiente estado nutricional de las plantaciones.

### **Sintomatología**

Las plantas severamente afectadas presentan doblamiento por la parte media delseudotallo. Al observar las yaguas que lo conforman éstas pueden registrar toda la gama de síntomas que la caracterizan, que abar-

can desde pequeñas manchas de apariencia acuosa y color amarillento hasta necrosadas de color castaño oscuro. Su forma, en un principio elíptica, se torna con el tiempo bastante irregular. La infección no sólo está confinada a las yaguas externas sino también a las internas. Esta situación influye sobre el doblamiento de las plantas, el cual, como se anotó en un principio, es más marcado en explotaciones carentes de un programa apropiado de fertilización y a su vez sometidas a largos períodos de sequía, como ocurre comúnmente en los Llanos Orientales y la Costa Atlántica.

### **Control**

Por ser una afección de carácter sistémico, las medidas a implementar para su manejo deben estar dirigidas hacia su prevención, es decir a evitar que el patógeno penetre a los tejidos de la planta hospedante. Por lo tanto, las plantaciones deben mantenerse bien fertilizadas, con lo cual no sólo se incrementará su vigor sino también su resistencia a la penetración del patógeno y a los efectos adversos de la sequía.

En plantaciones establecidas, se debe recurrir además al proceso de desinfección de las herramientas de trabajo, principalmente durante la labor de poda de hojas verdes y/o secas. Para tal efecto se debe seguir la metodología recomendada para el control del "Moko".

En el caso de siembras nuevas, se debe emplear semilla proveniente de plantaciones sanas y vigorosas, cuyos cormos no muestren pudriciones de ninguna naturaleza. Este aspecto es fundamental a tener en cuenta, por cuanto la bacteria puede desplazarse por los tejidos de las yaguas hasta la porción basal de los cormos.

### **MAL DE PANAMA *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense* (E.F. Smith) Snyder y Hansen.**

#### **Distribución**

Esta enfermedad, al igual que el "Moko", se halla difundida por todas las áreas geográficas del mundo en donde se cultiva banano principalmente. Su presencia en el país está estrechamente relacionada con el cultivar de banano "Gros Michel". En cuanto a plátano su ataque se ha registrado en el clon "Cachaco" tipo Bluggoe (*Musa* ABB Simmonds).

#### **Etiología**

Su agente causal es el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cupense*. Dicha forma especial posee cuatro razas, de las cuales la uno, dos y cuatro afectan a bananos tipos "Gros Michel" y "Cavendish", mientras que la raza tres afecta a especies del género *Heliconia*.

Este patógeno en ausencia del hospedante principal, banano o plátano, puede sobrevivir en el suelo durante largo tiempo, bien a través de estructuras de resistencia, clamidosporas, o como saprofito en residuos de plantas e inclusive con un cierto poder patogénico en raíces de plantas no hospedantes.

El proceso de infección, que es de carácter sistémico, lo puede iniciar con cualquiera de sus estructuras, bien sea que se trate de micro o macroconidias, micelio y clamidosporas. Estas además, junto con las semillas provenientes de cepas afectadas, el movimiento de suelo y maquinaria agrícola, las corrientes de agua e inclusive el hombre mismo, se han constituido en los principales agentes o medios de diseminación de dicho patógeno.

### **Síntomas**

Estos hacen referencia únicamente al clon "Cachaco" tipo Bluggoe. Los síntomas externos, los cuales están influenciados por el medio ambiente y la edad de la planta, se caracterizan por amarillamiento, doblamiento por el pecíolo y necrosis de la lámina foliar. Estos se inician en las hojas bajas externas y ascienden hasta las del ápice. Los frutos no manifiestan ninguna clase de necrosis, pero su tamaño se reduce en función de la edad de afección de la planta, de tal manera que si ésta ocurre a edad temprana los racimos que se forman son bastante pequeños y carecen de valor comercial.

Los síntomas internos o histológicos, se manifiestan en el cormo, y en el punto de unión de éste con la base de las yaguas. Un corte transversal muestra lesiones en los tejidos vasculares de color amarillo pálido o castaño rojizo, las cuales son más abundantes o concentradas hacia la porción externa. Esta situación corresponde al proceso de infección, el cual se inicia con la penetración del hongo por el sistema radicular a través de las heridas ocasionadas principalmente por nematodos fitoparásitos y termina con la invasión y pudrición del cormo. Ello explica el porqué las hojas externas son las primeras en mostrar los síntomas que caracterizan a la enfermedad, la que se inicia con el marchitamiento de lámina foliar como consecuencia de la deficiencia hídrica ocasionada por el taponamiento y necrosis de los haces vasculares.

### **Control**

Tomando como base el hecho de que la enfermedad se ha registrado en plátano "Cachaco", cultivado en áreas no aptas por condiciones de sequía, para la siembra de cultivares de plátano con genoma AAB, se debe evitar la introducción de semillas de dicho clon a aquellas áreas explotadas con los clones Dominico, Dominico-Hartón y Hartón, en los cuales, por cualquier circunstancia del caso, aún no se ha registrado este problema, que es ocasionado por la raza dos del citado patógeno.

En aquellas áreas geográficas cultivadas por diversas razones con plátano "Cachaco", que registren la presencia de la enfermedad, se debe evitar que de éstas no sólo se extraiga semilla sino que además todas las herramientas y equipos utilizados en prácticas de manejo agronómico sean sometidos a un riguroso proceso de desinfección, con esto se evitará su diseminación a otras áreas o explotaciones libres del problema.

La práctica de rotación, que opera satisfactoriamente en el control de otros problemas, en este caso puede resultar poco eficiente por cuanto el patógeno puede sobrevivir por varios años por medio de las clamidosporas o recurriendo a su habilidad tanto saprofítica como parasítica. El parasitismo lo puede ejercer con menor grado de virulencia sobre otras plantas no emparentadas con el hospedante principal, como pastos, entre otras.

Sin duda el mejor método de control es el empleo de variedades resistentes, pero ello, como en el caso presente, no siempre es posible.

## **LLAGA ESTRELLADA, *Rosellinia pepo* Pat.**

### **Distribución**

La enfermedad es de común ocurrencia en suelos cultivados con cacao o café. Ataca muchas especies, principalmente dicotiledóneas. Prevalcece en áreas boscosas recién desmontadas.

### **Etiología**

El agente causal es el hongo *Rosellinia pepo* Pat., microorganismo parásito habitante del suelo, donde puede sobrevivir como saprófito. Su incidencia, severidad y supervivencia son favorecidas por residuos vegetales.

### **Síntomas**

Las plantas de plátano infectadas por *R. pepo* presentan en la parte aérea síntomas similares a los causados por otras enfermedades y disturbios radiculares. En general hay necrosis marginal y secamiento de las hojas, volcamiento de la planta, baja producción y llenado de frutos y pudrición tanto del sistema radicular como del corno.

Los limbos muestran en un comienzo flacidez y clorosis, similares a las causadas por deficiencia hídrica, carencia de nitrógeno o ataque de nematodos. Posteriormente se presenta un necrosamiento marginal, que se puede extender hacia la nervadura central, similar al ataque de Cordana, lo cual es típico de problemas originados por destrucción de raíces y bloqueo en los haces vasculares.

El volcamiento de las plantas severamente afectadas resulta de la destrucción del sistema radicular, el cual junto con el cormo registran una pudrición que puede extenderse hacia el seudotallo. En cortes longitudinales o transversales del cormo, se observa un necrosamiento rojizo, Figura 93, del cilindro central, muy similar al ocasionado por *F. oxysporum* Shclecht. var. *cubense*. La diferencia radica en el hecho de que las plantas afectadas por *R. pepo* presentan debajo del tejido cortical del cormo y de las raíces, rizomorfos de color blanco, formados por agregaciones del mecelio del hongo en forma de abanicos o de estrella de donde se ha derivado el nombre de "Llaga Estrellada".

### **Control**

Es ante todo preventivo. Debe evitarse el uso de semilla enferma. Hasta la fecha se carece de métodos confiables para controlar la enfermedad, una vez se haya detectado. Las recomendaciones sobre la adopción de prácticas efectivas de control se fundamentan en observaciones aisladas, la mayoría de las veces sin confirmación experimental. Para prevenir la diseminación de la enfermedad es indispensable reducir a un mínimo el inóculo inicial, mediante la remoción y quema *in situ* de las plantas hospederas. Entre las musáceas, aparentemente los bananos (AAA) son más tolerantes que los plátanos (AAB). Se desconoce de productos químicos efectivos para el control de la "Llaga Estrellada".

## **ELEFANTIASIS**

### **Distribución**

Se ha registrado en la mayoría de las áreas cultivadas con plátano y banano.

### **Etiología**

Agente causal desconocido.

### **Síntomas**

El seudotallo de las plantas afectadas presenta en su parte basal una hipertrofia, la cual hace que las yaguas que rodean al cormo presenten una especie de arrugamiento similar a la pata de un elefante, de donde proviene su nombre. Estas posteriormente pueden mostrar un cuarteamiento en sentido vertical, junto con un necrosamiento de las mismas en su punto de unión con el cormo, ocasionando su separación.

El necrosamiento y separación continuados de las yaguas, que en la mayoría de las veces alcanza la prolongación del tallo, favorece el volcamiento de las plantas, cuyo cormo presenta una conformación cónica, en donde se pueden apreciar claramente las cicatrices de color marrón oscuro correspondientes a los puntos de inserción de las yaguas con el tallo (Figura 94).

## Control

Mientras no se determine la naturaleza de su agente causal, todas las recomendaciones para su control están dirigidas al empleo tanto de semillas provenientes de plantaciones libres del problema como de la correcta aplicación de prácticas de manejo de plantaciones, en lo relativo a fertilización y control de malezas, plagas y enfermedades.

## ENFERMEDADES DEL FRUTO

### Distribución

Son problemas de amplia distribución, cuya incidencia y severidad están condicionadas por las condiciones ambientales, principalmente la precipitación y humedad relativa.

### Etiología

En condiciones de campo, los frutos pueden ser afectados por diferentes géneros y especies de hongos, entre los cuales sobresalen por su importancia los siguientes: *Botrydiplodia theobromae*, *Colletotrichum musae*, *Deightonella torulosa*, *trachysphaera fructigena*, *Vecticillium theobromae* y *Fusarium roseum*.

### Síntomas

En general éstos se caracterizan por la presencia de una necrosis en el ápice de los frutos, la cual puede extenderse, 3 ó 5 cm a lo largo del fruto. Esta, que en un principio es de color castaño claro, con el tiempo se torna oscura y a continuación se cubre de esporas que le imparten una coloración grisácea, negra o rosada. Dichas coloraciones han servido de base para la designación de las enfermedades, así: Punta negra, pudrición rosada o mal del cigarro.

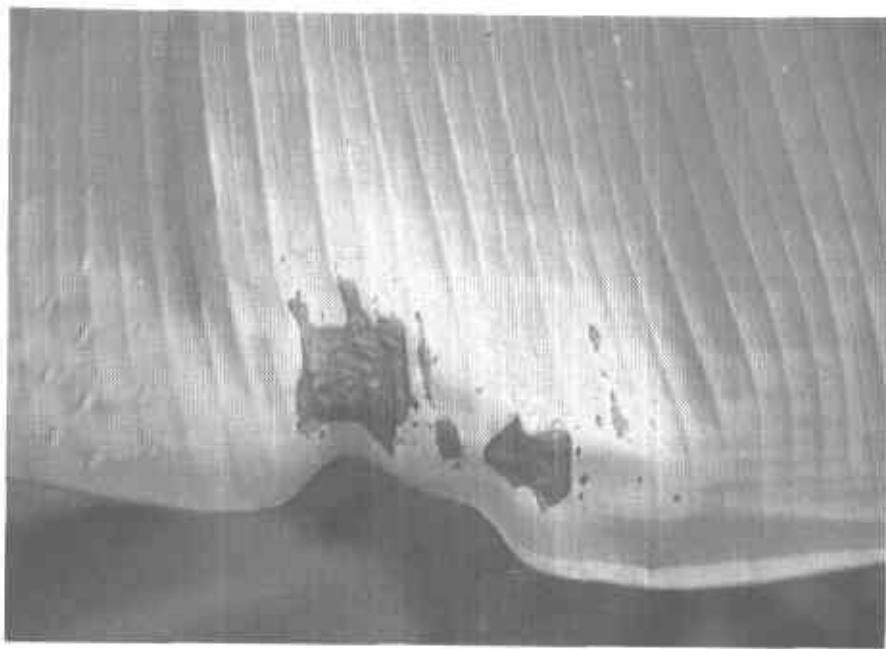
### Control

Este puede realizarse por medio de prácticas culturales y aplicación de fungicidas. Las primeras se relacionan con la eliminación de las partes florales, una vez se haya formado el racimo. Tiene como fundamento el hecho que los patógenos en cuestión pueden invadir el fruto a través del pistilo o del perianto, siendo ésta la razón por la cual se recomienda eliminarlos a edad temprana.

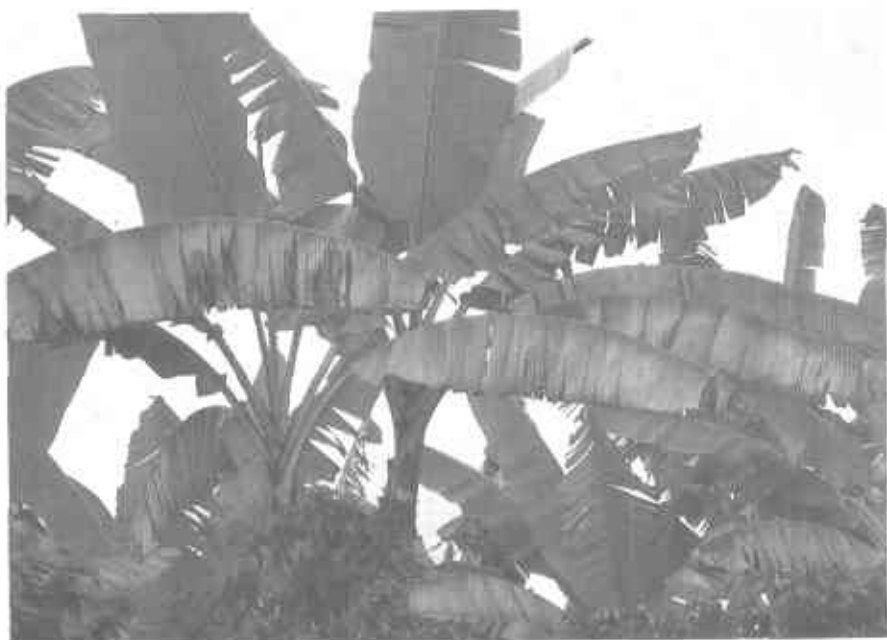
La utilización del control químico es bastante efectiva. Si la incidencia y severidad lo exigen, que no es muy común, se puede recurrir a tratamientos preventivos mediante la aplicación de productos a base de Maneb, Zineb, Cobre, Thiabendazol y Benomyl, entre otros.



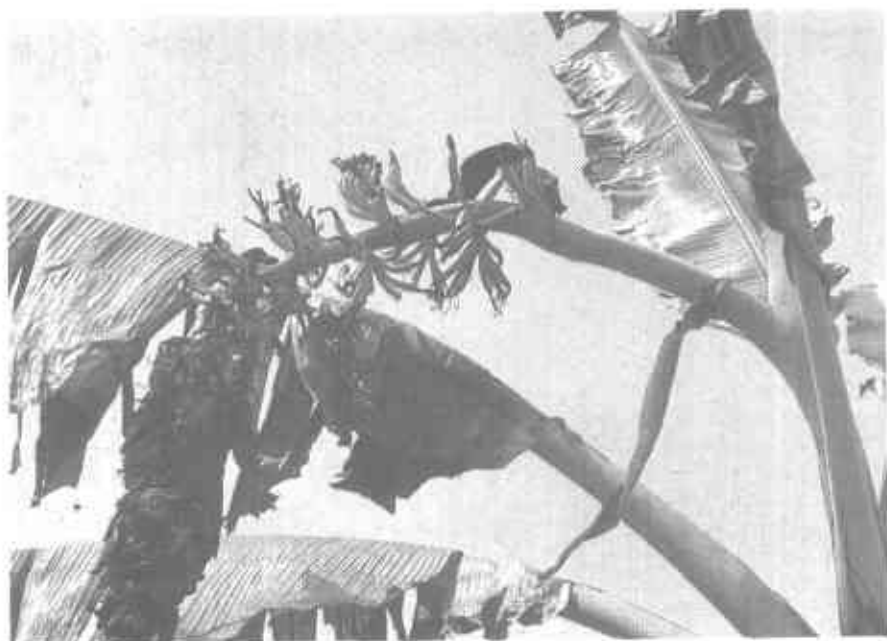
**Figura 67.** Plantas que muestran en sus hojas los estados secuenciales de la deficiencia de potasio.



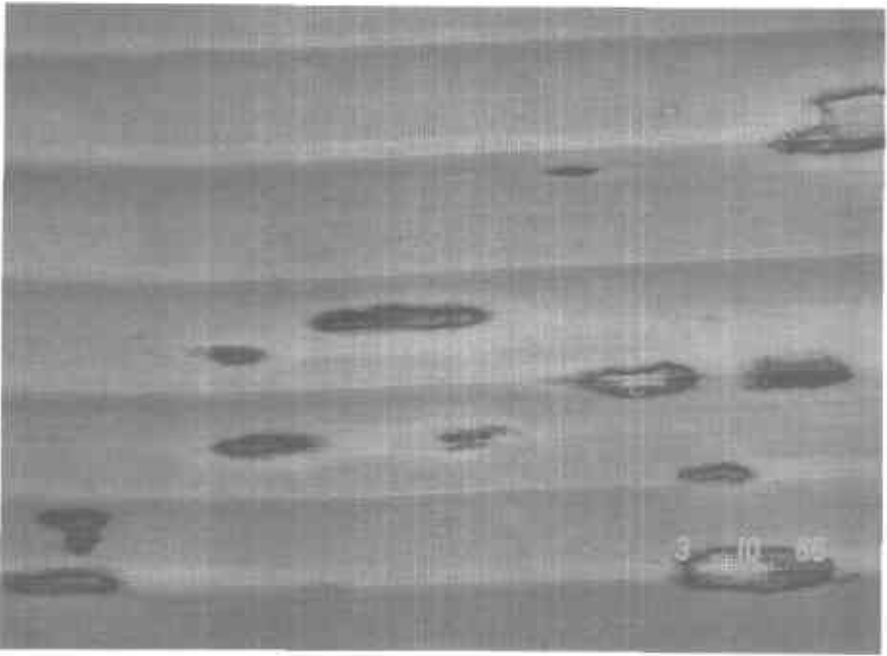
**Figura 68.** Hoja del clon Dominico-Hartón, que indica la deficiencia de calcio.



**Figura 69.** Conjunto de plantas del clon Dominico-Hartón, que presentan en sus hojas la deficiencia de magnesio.



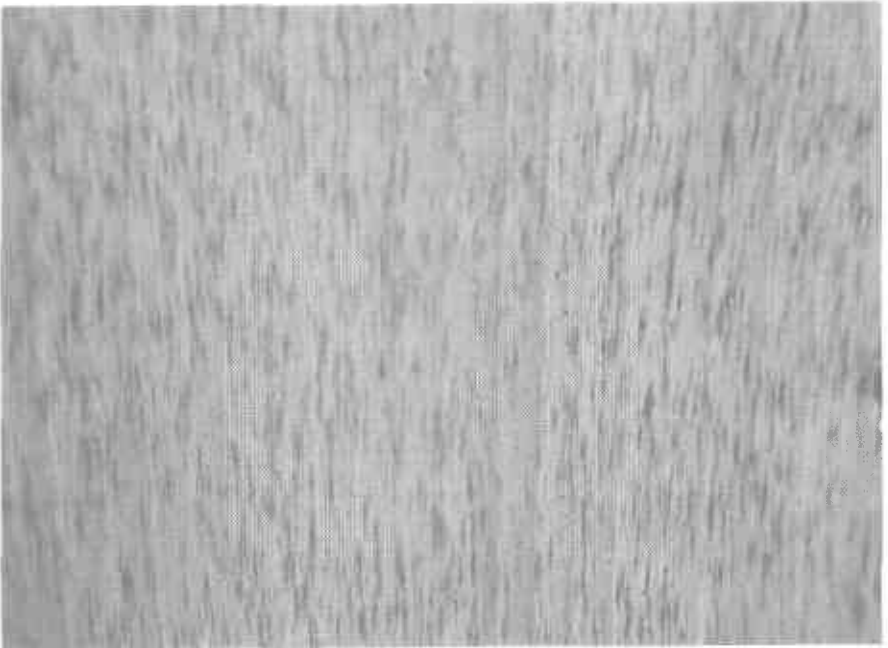
**Figura 70.** Plantas del clon Dominico-Hartón, las cuales muestran en sus hojas y el racimo la deficiencia de zinc, que ocasiona la pérdida total de la producción.



**Figura 71.** Síntomas de Sigatoka Amarilla, *Mycosphaerella musicola*, en el clon Dominico-Hartón, a 1 080 msnm



**Figura 72.** Secamiento de la hoja del clon Hondureño Enano, ocasionado por Sigatoka Amarilla, *Mycosphaerella musicola*, a 1 150 msnm



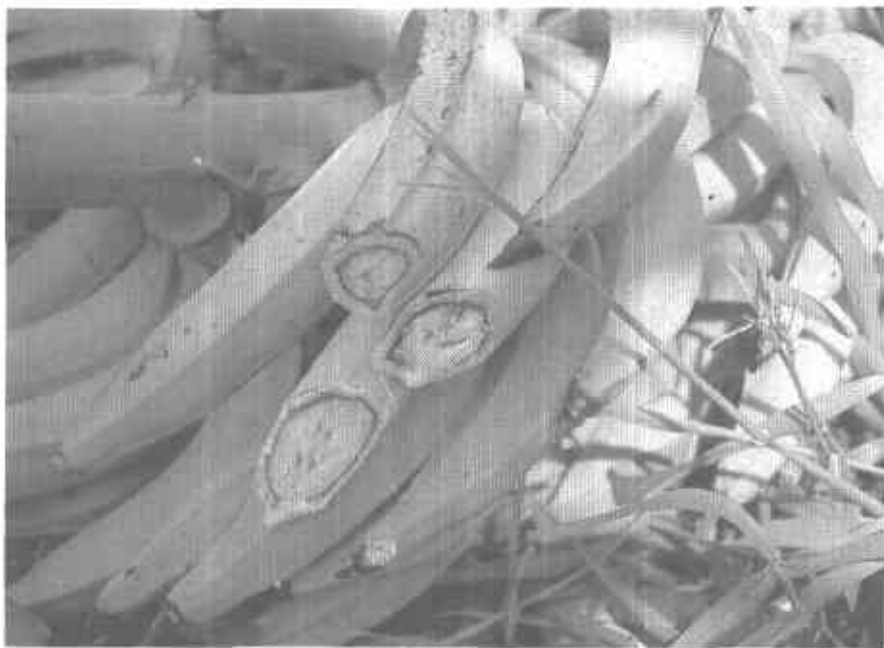
**Figura 78.** Síntomas de Raya Negra, *Mycosphaerella fijiensis*, en el clon Dominico-Hartón, cultivado a 1 450 msnm



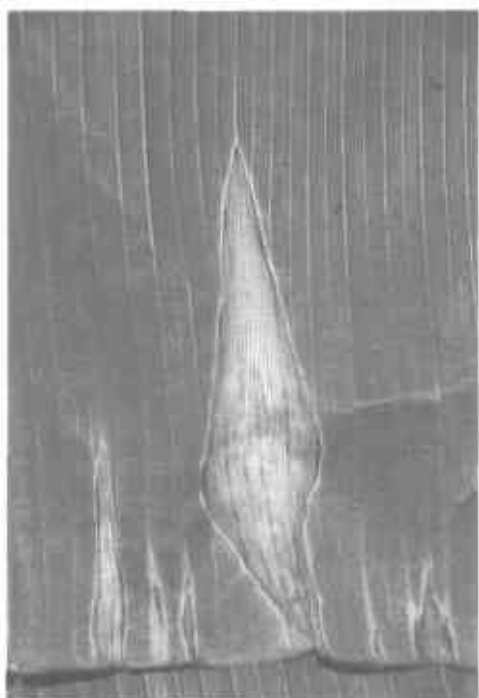
**Figura 79.** Incidencia y severidad de la Raya Negra, *Mycosphaerella fijiensis*, en el clon Dominico-Hartón, cultivado a 1 450 msnm.



**Figura 91.** Planta del clon Dominico, con síntomas del 'Cogollo Blanco', 1,600 msnm



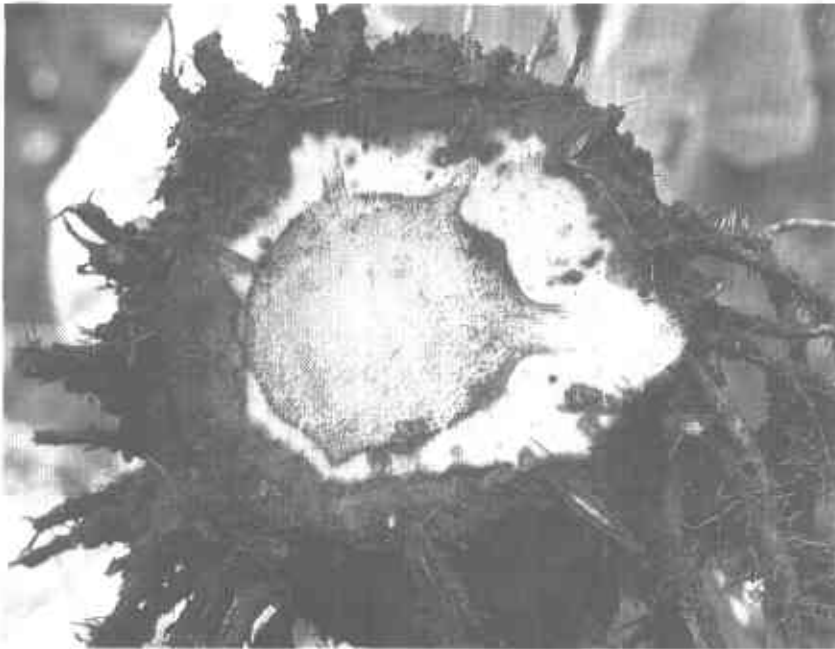
**Figura 92.** Racimo del clon "Hartón", afectado por "Moko", *Pseudomonas solanacearum*, el cual presenta el síntoma inicial de la pudrición, del fruto: 280 msnm



**Figura 88.** Síntoma típico del ataque de *Cordana musae* en el clon Hartón, a 280 msnm.



**Figura 90.** Planta del clon Dominico-Hartón, afectada por el Virus del Mosaico del Pepino, a 1 350 msnm.



**Figura 93.** Cormo del clon Dominico-Hartón, el que registra en su cilindro central el ataque de la Llagá Estrellada *Rosellinia pepo* a 1 080 msnm.



**Figura 94.** Planta del clon Dominico, que presenta el ataque de Elefantiasis, caracterizado por el necrosamiento de las yaguas en el punto de unión con el cormo, 1 700 msnm.

**CAPITULO VII**

# Manejo integrado de plagas

Martha E. Londoño Z.  
Jaime I. Pulido F.  
Fulvia García Roa  
Ingeborg Z. de Polanía  
Guillermo León M.

El costo del control de plagas para el cultivo del banano ascendió en 1989 a \$262.680/ha/año, equivalentes a US\$605,37 y a \$92.800, US\$213,87 para plátano, lo cual representó el 23.2% y el 19.3% de los costos totales de producción, respectivamente.

Con el fin de sentar las bases para un manejo racional y aceptable de las plagas de un cultivo, desde el punto de vista económico y de conservación del ambiente, es necesario conocer su biología, hábitos, daño, época de aparición, enemigos naturales y huéspedes alternos más comunes. Además, estos conocimientos dan las pautas para las inspecciones periódicas de las parcelas, las cuales permiten la detección oportuna de los insectos plagas y la toma de decisiones sobre su manejo.

Si bien es cierto que el plátano y el banano tienen plagas comunes con hábitos similares, tales plagas, dependiendo de la zona de cultivo se pueden considerar de mayor o menor importancia; sin embargo, se debe tener en cuenta que un descuido en el manejo de cualquier clase de plaga puede conllevar a la pérdida total de la plantación y que un control inadecuado de una de ellas podría causar aumento de las poblaciones de una tercera a niveles económicos.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, es necesario un manejo integrado de plagas, del cual forma parte fundamental: Primero, el control cultural, el cual incluye todas aquellas prácticas que favorecen el desarrollo del cultivo, como deshije, deshoje, fertilización, control de malezas, entre otros, las cuales previenen o disminuyen el ataque o el aumento de las poblaciones de las plagas y favorecen la aparición de los insectos benéficos. Segundo, el control físico-mecánico, que incluye el uso de trampas para la detección, captura y eliminación de parte de la población dañina. Tercero, el control biológico natural, el cual se debe preservar para reducir las plagas por la acción de los parasitoides, predadores y entomopatógenos. Cuarto, el control químico que involucra el uso de insecticidas, aplicados en casos requeridos, inducidos por lo general por un descuido en el manejo de la población plaga o por cambios bruscos de las condiciones ambientales. Nunca se debe olvidar que en un cultivo

perenne, el uso indiscriminado de insecticidas produce un marcado desequilibrio entre los insectos dañinos y los benéficos, por lo cual su recuperación es lenta y el manejo de plagas puede tornarse antieconómico.

En este manual se presenta la información actualizada sobre los problemas en los cultivos de plátano y banano, con el propósito de ampliar y difundir los principios y técnicas para su adecuado manejo. La presentación se hace según el hábito alimenticio, incluyendo una breve descripción de la plaga, su biología, hábitos y pautas para el manejo.

## **MUESTREO DE INSECTOS PLAGAS**

La única manera de detectar oportunamente la llegada de un insecto plaga y conocer el potencial y desarrollo de su población en el cultivo, es mediante una inspección periódica de la plantación. Por lo tanto, el muestreo de campo es indispensable para la toma de decisiones en el momento adecuado.

De acuerdo con el hábito de las plagas y con el conocimiento de las formas y estados de desarrollo de cada una de ellas, los métodos de muestreos se pueden generalizar para ciertos grupos de insectos que afectan los plátanos y bananos comestibles de la siguiente manera: Barrenadores del cormo y del seudotallo, comedores del follaje y plagas del fruto.

### **MUESTREO PARA BARRENADORES DEL CORMO Y SEUDOTALLO**

Se sospecha la presencia de estas plagas por el amarillamiento, debilidad y desarrollo escaso de las plantas, así como por el raquitismo y malformación de racimos. Estos síntomas se observan, por lo general, en focos en una o varias plantas aisladas. Para confirmar la presencia de las mismas, se examina el cormo y el seudotallo hasta encontrar larvas y/o pupas.

Con la aparición de exudados gelatinosos en el seudotallo o a nivel del suelo, se presume la actividad del gusano "tornillo" del plátano. Una vez localizado el orificio en la cepa por donde sale la masa gelatinosa, se sigue la línea o mancha acuosa, amarilla o café y donde ésta termina se puede localizar la larva con la ayuda de un alambre o una navaja. Cuando la mancha no se aprecia a simple vista, pero se observan los exudados gelatinosos, se debe repicar cuidadosamente la cepa, hasta encontrar la larva que debe estar taladrando el corazón del seudotallo.

Para este tipo de plagas no existen niveles de advertencia económica, así que una vez confirmada su presencia se debe poner en práctica las medidas recomendadas para su control.

## MUESTREO PARA COMEDORES DEL FOLLAJE

Los comedores de hoja, por su daño y sus hábitos de localización en el envés de las hojas, son fáciles de detectar. La mayoría de los insectos defoliadores de plátano y banano aumentan sus poblaciones durante el verano, por lo tanto en esta época del año se deben realizar muestreos semanales y observar muy de cerca el avance del daño en la plantación.

Teniendo en cuenta las exigencias de calidad tanto del mercado interno como externo, se considera que una planta de plátano debe tener, como mínimo, ocho hojas completas y funcionales al momento de la floración, para el correspondiente desarrollo y "llenado" del racimo. Este parámetro se debe tener muy presente para la evaluación del daño y la toma de decisiones.

Teniendo en cuenta que estas plagas tienden a aparecer en focos o parches, el muestreo se debe realizar en ellos, procurando examinar cada tercera planta con racimo y dentro de un mismo surco. Se revisan varios surcos hasta completar 10 ó 15 plantas. En cada planta se cuenta el número de hojas funcionales y el número de larvas y pupas sanas y afectadas por enemigos naturales. Si el número de hojas es de ocho o menos y hay más de diez larvas sanas, se debe recurrir a una medida de control. Si el número de pupas es alto, o se observan posturas, se debe hacer una nueva inspección a la semana siguiente y así sucesivamente. Es importante destacar el magnífico papel que se podría lograr con el uso de parasitoides de huevos, usando la técnica de liberaciones de *Trichogramma*.

Se debe tener muy en cuenta el papel que cumplen los agentes benéficos en el control de los defoliadores, razón por la cual hay que contar en todas las evaluaciones el número de larvas, pupas, huevos sanos y parasitados, y comparar los datos obtenidos. Si en el campo se tienen dudas sobre la presencia de parasitoides o entomopatógenos, se deben llevar los estados inmaduros para su observación y contabilizar la emergencia de parasitoides o muerte por patógenos. Esta debe ser una actividad permanente, especialmente en las épocas de verano, lo cual ayudará a advertir la llegada y evolución de las poblaciones de los insectos dañinos, la intensidad del ataque y se informará sobre la regulación de la población por los agentes benéficos.

La instalación de trampas de luz permite detectar durante todo el año la llegada y aumento de poblaciones de insectos de hábitos nocturnos, como son las polillas de las familias Noctuidae y Limacodidae. Los picos de capturas indican la necesidad de inspecciones más detalladas de la plantación.

## MUESTREO DE INSECTOS DEL FRUTO

Los insectos que atacan el fruto deterioran la apariencia del mismo pero no afectan sus rendimientos. Sin embargo, por el rechazo que se produce debido a las exigencias de los parámetros establecidos en cuanto a la calidad, es necesario proteger el fruto.

Para el producto de exportación, no se tiene un nivel de advertencia económica puesto que no se permite daño alguno. En el caso del consumo interno, las consideraciones de calidad son más flexibles, pero el precio de la fruta disminuye en razón del daño superficial causado por los insectos.

El uso de la bolsa tratada ha disminuido los daños provocados por los insectos al racimo de banano. Sin embargo, debido al alto costo de estas bolsas, se están alternando ciclos con bolsas tratadas y no tratadas. Por lo tanto se debe mantener una vigilancia constante del racimo, especialmente en la época de verano donde la población de adultos es más abundante.

En cuanto a la detección de larvas de *Colaspis* spp., en plátano y en banano, se deben efectuar inspecciones cuidadosas cada quince días, durante la época de invierno, principalmente en los sitios que retienen mayor humedad. A la vez, se debe buscar e inspeccionar las raíces de la maleza *Paspalum conjugatum*, puesto que en ellas se desarrollan las larvas de *Colaspis*. La presencia de las larvas en el suelo, advierte sobre los futuros problemas con los adultos.

Tocante a la *Trigona* sp., los muestreos deben hacerse semanalmente, observando el racimo. Al detectar los insectos, debe seguirse su línea de vuelo, hasta localizar el nido. Es necesario tener en cuenta la existencia de enemigos naturales y de nidos de avispas predatoras, como por ejemplo de las "chepas" *Polistes* spp. para evitar su destrucción. Así mismo, para la zona de Urabá se debe proteger el árbol comúnmente denominado "uvito", *Cordia alba*, en el cual se refugia el chinche *Apiomerus* sp., predator de adultos de *Colaspis*.

## BARRENADORES DEL CORMO Y DEL PSEUDOTALLO

### **PICUDO NEGRO DEL PLATANO, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleóptera: Curculionidae).**

El picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus*, se puede considerar como la plaga de mayor importancia económica del plátano y del banano en Colombia. No sólo ocasiona grandes pérdidas a las plantaciones, sino que también se encuentra diseminada en la mayoría de las zonas donde se siembran estos cultivos.

El insecto fue introducido a Colombia, pues es originario del archipiélago malayo. Su primer registro fue en Antioquia, adonde se presume fue llevado en un material de siembra. No se extendió en esa época a otras áreas porque las siembras eran pequeñas y el vástago se utilizaba como alimento para el ganado.

El insecto fue introducido en 1966 a Santa Marta, en un material de siembra procedente de Martinica; se logró su erradicación mediante tratamientos drásticos<sup>1</sup>. En el Valle del Cauca se detectó en 1975. La única región del país aparentemente libre de la plaga es la Orinoquia.

En los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Quindío, Caldas, Risaralda, Santander y en la Costa Atlántica, se le considera un factor fitosanitario limitante, que ocasiona pérdidas en la producción y algunas veces pérdidas totales de los cultivos, debido a las prácticas agronómicas inadecuadas y al mal manejo de la plaga.

Los adultos de *C. sordidus*, son cucarrones que miden de 1.5 a 2.0 cm de longitud; la cabeza presenta un pico largo y curvo, con dos grandes antenas. La coloración varía de café oscuro, recién nacidos, a negro cuando ya están bien desarrollados.

Generalmente se encuentran localizados en la zona basal de las plantas, debajo o dentro de los residuos de cosecha en descomposición, en donde la humedad es muy alta y se presentan condiciones de luz tenue. Debido al hábito de los adultos de permanecer escondidos durante el día y desplegar su mayor actividad durante la noche, es muy difícil detectarlos oportunamente; su presencia puede pasar desapercibida, hasta cuando los perjuicios ocasionados a la plantación ya son económicamente significativos. En este estado pueden durar más de un año.

Las hembras ponen huevos durante la noche, en tallos cortados o en la base de las plantas, prefiriendo la corona del cormo. En el transcurso de su largo ciclo de vida pueden ovipositar alrededor de 60 huevos, los cuales son de color blanco o ligeramente amarillos, de forma ovoíde y de aproximadamente 2.5 mm de longitud; son colocados en forma individual en las heridas de la zona basal de las plantas o en pequeñas perforaciones que la hembra fabrica con la ayuda de su pico, las cuales tapa luego con detritos de la planta. El estado de huevo puede durar de cinco a ocho días.

Las larvas recién nacidas miden cerca de 1.5 mm de largo, son de color blanco, ligeramente traslúcidas y con manchas oscuras; pero bien desarrolladas son gusanos de color blanco-crema, 1.6 cm de largo, cuerpo segmentado, no tienen patas y se desplazan por medio de contracciones; la cabeza es bien diferenciada, de color café rojizo brillante y en ella se destacan sus grandes mandíbulas, con las cuales forman las galerías en el cormo.

---

1. Información personal Drs. L. Posada y J.A. Alvarez, ICA, Entomología, Tibaitatá.

Las larvas son el estado causante del daño en las plantaciones, debido a que se alimentan y desarrollan dentro del cormo o de la cepa, formando galerías que obstruyen el paso del agua y los nutrimentos, razón por la cual disminuyen notablemente el crecimiento y la producción de las plantas infestadas. Las galerías formadas en el cormo son de diámetro diferente, correspondiendo al tamaño de la larva; se encuentran en cualquier dirección, interrumpen la conexión entre las raíces y el tallo, favorecen además el volcamiento y son la puerta de entrada de otras plagas como *Castniomera humboldti* y de patógenos como el causante del Moko, *P. solanacearum*, y la marchitez, *F. oxysporum*, que al establecerse ocasionan también daños al cormo, pérdida de las unidades de producción y en casos extremos pérdida de la plantación.

La plaga puede atacar cualquier estado de desarrollo de la planta, la que manifiesta síntomas visuales externos, como amarillamiento de las hojas, debilidad y escaso desarrollo y la formación de racimos anormales y mucho más pequeños. Si el ataque es severo, la hoja bandera no se abre y la planta puede morir. Las plantas de crecimiento atrasado y sus cormos se deben examinar, buscando las larvas y sus galerías. Los ataques más graves se producen frecuentemente cuando las plantaciones están debilitadas por sequías u otros factores y donde no se realizan labores culturales tendientes a eliminar residuos de cosecha, principal medio de multiplicación y albergue de la plaga.

El Picudo Negro del plátano empupa dentro del cormo, en las galerías construidas por las larvas que miden aproximadamente 1.2 cm; durante su desarrollo pasa de color blanco a marfil y luego adquiere tintes rojizos que se van acentuando a medida que se acerca la transformación hacia el estado adulto. Las pupas son de tipo exarata, con aspecto de un cucarrón en estado de quietud; en ellas se pueden observar claramente los apéndices del futuro adulto, como pico, patas, ojos, antenas y alas. El último segmento del abdomen lleva los genitales y en ellos se pueden diferenciar los dos sexos.

## MANEJO DEL PICUDO NEGRO

### Control Cultural

Los adultos de picudo negro son atraídos por la humedad y los fermentos derivados de la descomposición de los residuos de cosecha como cormos y seudotallos. Por lo tanto, es de gran importancia eliminar dichos residuos ya que le sirven de albergue y refugio. Los seudotallos de plantas cosechadas, así como los demás residuos de cosecha, se deben partir en pequeños trozos y extenderlos en la plantación para lograr su pronta deshidratación.

El control de esta plaga es ante todo de tipo cultural, creando condiciones adversas para el desarrollo y la diseminación del insecto. Es importante al respecto mantener la plantación libre de malezas, con fertilización adecuada y riegos oportunos, revisarla frecuentemente y destruir las plantas que se encuentran afectadas.

Otra medida cultural para evitar la diseminación del picudo es utilizar semilla proveniente de plantaciones sanas. Si lo anterior no es posible, se debe pelar el corno cuidadosamente y tratar con una solución de insecticida. Las inmersiones de la semilla en agua caliente a 54°C por un tiempo de veinte minutos, han dado resultados favorables para lograr una buena desinfección y desinfestación de la semilla.

### **Control Mecánico**

Con los residuos de cosecha, principalmente los seudotallos, se pueden construir diferentes tipos de trampas para capturar adultos de "picudo", disminuyendo de esta forma la población de la plaga. Las clases de trampas más eficaces son las de cepa, yaguas que contengan trozos pequeños de seudotallo y/o bagazo de caña de azúcar, tajada o "sandwich" y semicilíndrica. (Figura 95).

Las trampas se revisan inicialmente cada dos días y luego semanalmente, lo cual depende del número de capturas, para recoger y destruir todos los adultos del picudo que se encuentren en ellas.

Si la población del picudo es muy alta, se recomienda adicionar un insecticida a la trampa, el cual se deposita entre los cortes, preferiblemente granulado, de baja concentración, 3 - 5%, para evitar el escape de los adultos atrapados. Después de bajar la población de la plaga se puede suprimir el empleo del insecticida.

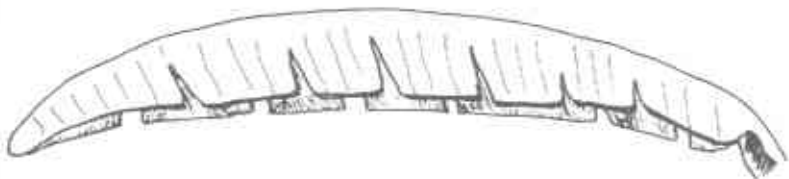
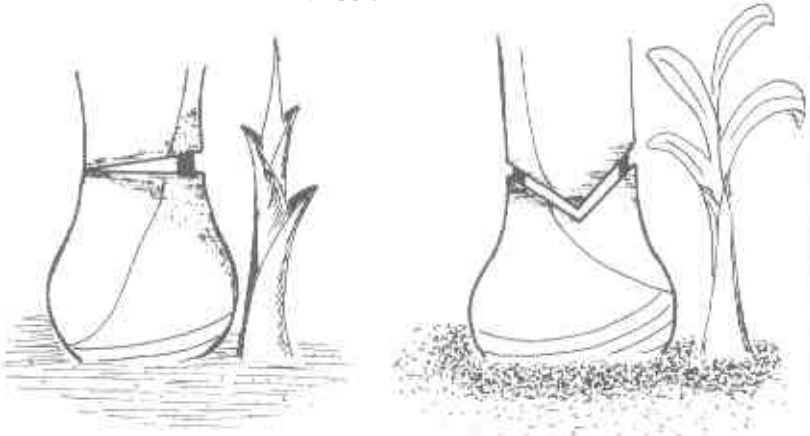
### **Trampa Tipo Cepa**

Esta trampa se construye en plantas cosechadas ancladas en el suelo. Para ello se hace un corte transversal u oblícuo en la cepa, a unos 20 cm del suelo, sobre el cual se coloca un trozo de seudotallo de aproximadamente 25 cm. Cuando el corte se realiza en forma de "V", se denomina trampa tipo cepa modificado. Los resultados son también altamente positivos.

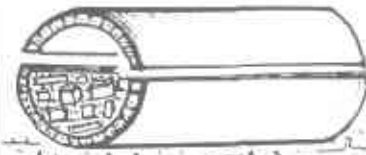
### **Trampa Tipo Yagua Rellena**

Se prepara con yaguas o vainas de 1.0 m de longitud, cuya porción acanalada se rellena con pedazos de seudotallo y/o bagazo de caña de azúcar. Si la población de picudo es alta se puede adicionar un insecticida granulado de baja concentración. Se cubre con otra yagua de igual dimensión y el conjunto con hojas de plátano para evitar su rápida deshidratación.

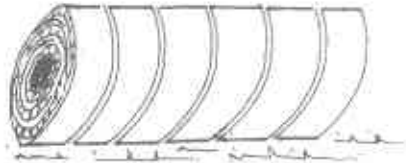
TIPOS CEPAS



TIPO YAGUA RELLENA



TIPO TAJADA



TIPO SEMICILINDRO

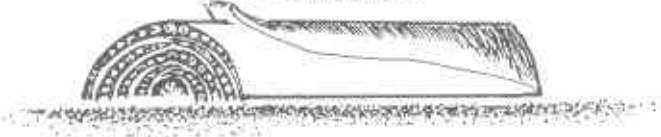


Figura 95. Tipos de trampas para el control de los Picudos Negro y Rayado

## **Trampa tipo Tajada o "Sandwich"**

Se fabrica con porciones de seudotallos de unos 80 cm de longitud, a los cuales se les realizan varios cortes transversales formando así tajadas de 10 a 15 cm de ancho. Se colocan sobre el suelo limpio dentro de la plantación, cerca a las plantas, y luego se tapan con hojas de plátano.

## **Trampa tipo semicilindro**

Consta de un trozo de seudotallo de más o menos 60 cm de largo, el cual se divide longitudinalmente en dos partes; cada porción se coloca con el corte sobre el suelo limpio, cerca a las plantas. Se pueden tapar con hojas de plátano, para proporcionar oscuridad y evitar su rápida deshidratación.

## **Control biológico y microbiológico natural**

El picudo negro tiene enemigos naturales que deben ser aprovechados dentro de un programa de manejo de plagas.

Entre los predadores de larvas y huevos, sobresalen los coleópteros *Hololepta* sp. y *Alegoria dilatata*, cucarrones que frecuentan los sitios donde se desarrollan las larvas de *Cosmopolites*.

Las hormigas del género *Camponotus* se pueden encontrar frecuentemente en los platanales predando las larvas. Otros predadores importantes son las "tijeretas".

Entre los parásitos de larvas se destacan *Sarcodexia innota* (Díptera: Sarcophagidae).

Bajo condiciones naturales existen los entomopatógenos *Beauveria bassiana*, Figura 100, y *Metarhizium anisopliae*, los cuales se desarrollan en larvas, pupas y adultos del picudo.

## **PICUDO RAYADO *Metamasius hemipterus sericeus* [Coleóptera: Curculionidae]**

El "picudo rayado" es una plaga secundaria, cuya presencia en plátano está relacionada con plantaciones en mal estado, con desbalances nutricionales, especialmente con deficiencias de potasio. Se les encuentra también en plantas donde existen heridas, fermentos o pudriciones; de la misma manera están favorecidos por la presencia de residuos de cosecha.

Por su incapacidad para causar por sí mismo heridas a tallos sanos y fuertes que permitan su entrada, siempre está asociado con algún disturbio, preferencialmente con otros barrenadores. Luego ocasiona daños similares, construyendo galerías en el seudotallo.

Se encuentra distribuido en toda la zona platanera y cobra importancia económica porque se considera transmisor de la enfermedad conocida como "podrición acuosa del seudotallo", *E. ch. pv. paradisiaca*

Los estados causantes del daño son tanto las larvas como los adultos, que producen debilitamiento del tallo y caída de las plantas. Se encuentra atacando el seudotallo, desde la base hasta el tercio superior de las calcetas externas hacia adentro.

Los adultos son cucarrones de 1.5 cm de largo, de color generalmente rojizo. Presentan diferentes patrones de coloración, pero todos corresponden a la misma especie. El más común es aquel en el cual el tórax presenta tres manchas negras, una central alargada que lo atraviesa y dos paralelas a ésta a lado y lado, pero de menor longitud; además posee dos bandas negras bordeando el tórax. Los élitros son de color rojizo, con manchas negras y regulares que coalescen hacia la parte posterior del cucarrón. Los adultos se encuentran comúnmente congregados debajo de las calcetas o vainas.

La hembra es más grande que el macho; deposita sus huevos dentro del tejido en descomposición, en heridas, agujeros o en el daño hecho por otros insectos o pájaros. Estos son pequeños y alargados, de tres milímetros de largo por un milímetro de ancho, lisos y de color blanco cremoso.

Las larvas son de color amarillo claro, cabeza color caoba y mandíbulas negras; presentan el tercio posterior abultado y en forma de C; completamente desarrollada mide de 1.5 a 2.0 cm de longitud; su cuerpo muestra pliegues abundantes y setas cortas. La pupa es exarata, distinguiéndose claramente las características del futuro adulto; inicialmente es blanca y posteriormente tanto los ojos como el pico toman un color pardo. Se envuelven en un capullo grueso de fibras de la planta huésped.

La presencia de este insecto hace que las hojas más externas de la planta se vuelvan amarillas y luego se sequen. La planta produce un racimo pequeño y raquítico que madura en forma prematura. En ocasiones las plantas, por la debilidad de su seudotallo, se pueden doblar por el peso del racimo.

Para evitar el ataque de esta plaga se recomienda primordialmente no causar heridas a las plantas. Además, se deben seguir las mismas prácticas sugeridas para el control del "picudo negro", manteniendo la plantación libre de malezas y residuos, procurando además establecer y mantener un buen drenaje.

**GUSANO TORNILLO, *Castniomera humboldti* Maubl Ashby**  
**Lepidóptera: Castniidae**

Es una plaga que presenta una alta incidencia y cada día toma mayor importancia en el país. Sus daños ocasionan disminución de los rendimientos y calidad de la producción y perforaciones tanto en el cormo como en el seudotallo, las cuales son la vía de entrada para el ataque de otros insectos y patógenos.

Los adultos son mariposas diurnas de 10 cm de envergadura alar. Son robustos, de cuerpo marrón. Las alas exteriores son de color café oscuro con una banda blanca que las atraviesa diagonalmente y cinco manchas pequeñas, circulares y blancas, reunidas en un solo grupo hacia el extremo del ala. Las alas posteriores son de color café y llevan un triángulo blanco en la parte posterior de las tres primeras venas anales. La cabeza y los ojos son grandes y las antenas clavadas. Es el estado en que comúnmente se deja ver, volando activamente en grupos pequeños, a una altura máxima de un metro sobre el suelo; para el vuelo prefieren las mañanas soleadas.

La hembra coloca los huevos en las cavidades o intersticios de los "puyones", hijos, prefiriendo los sitios húmedos y sombreados. En banano, pone los huevos en forma individual en el suelo, o bien alrededor de la base o sobre la margen interna de las hojas bajas de los "puyones", así como sobre los residuos de hijuelos parcialmente descompuestos o sobre la superficie húmeda y destapada de "puyones" cortados o podados. En general, los "puyones" preferidos son los de agua u "orejones", con una altura entre 8 y 80 cm. En plátano, los huevos son depositados en grupos pequeños en la base del seudotallo o en su parte media, sobre los "puyones" y raras veces sobre las hojas.

Las larvas son de color crema con cabeza marrón y áreas esclerotizadas de color oscuro sobre el tórax. Poseen tres pares de patas torácicas, cuatro pares de seudopatas y un par anal. Al terminar su desarrollo miden 7.5 cm de longitud, siendo ya notorios los espiráculos de color café. Las larvas jóvenes se alimentan de las "calcetas" externas de los "puyones"; posteriormente penetran hacia el cormo de la planta madre y luego ascienden por el seudotallo a medida que crecen. El desarrollo larvario comprende nueve instares y dura de 60 a 90 días.

Las larvas taladran grandes galerías extendiéndose hasta el corazón del seudotallo e imposibilitando a la planta para producir el racimo. Como consecuencia de las heridas producidas, las plantas son más susceptibles a doblarse por la acción de los vientos. Las hojas de las plantas infestadas algunas veces se tornan amarillas o café y a menudo muestran poco desarrollo.

La presencia del insecto se caracteriza por una masa gelatinosa secretada por la planta, que libera hacia el exterior, a través de unos agujeros

practicados por las larvas para tal fin. Las galerías construidas a lo largo del seudotallo muestran paredes amarillas si son recientes y de color café oscuro si son antiguas. Estos síntomas permiten localizar la larva. La pupa se forma dentro o cerca del cormo y mide 3.7 cm de largo; es de color café oscuro; se encuentra dentro de una cámara pupal construida con fibras de la planta hospedante, unidas por secreciones salivares de la larva.

Este estado tiene una duración de 29-34 días.

## Manejo

En banano, la realización de las prácticas culturales de "desmanche" o "deshije" y la *limpieza oportuna*, propician un ambiente adverso para la oviposición. En cuanto al plátano, se debe utilizar una adecuada distancia de siembra con el fin de que se presente una aireación correcta y una entrada de luz suficiente en la base de las plantas. Se debe efectuar el "desmanche" en forma apropiada y oportuna, eliminando los colinos tipos "puyón" y "orejón", dejando sólo las unidades necesarias para mantener la secuencia de producción: madre, hija, nieta. Además, se debe repicar las cepas cosechadas y mantener la plantación libre de malezas.

En plantaciones nuevas hay que utilizar semilla sana debidamente desinfectada. En terrenos planos, se deben construir drenajes apropiados para evitar encharcamientos y restringir así los sitios de oviposición.

Una inspección periódica de las plantaciones, estimando la población mediante el conteo de agujeros exudantes de la materia gelatinosa o de la presencia de huevos y larvas pequeñas dentro de la primera envoltura foliar de los hijuelos, cerca al suelo, ayuda a prevenir ataques severos.

Una vez detectados los exudados gelatinosos, es conveniente localizar la larva. Si ésta se encuentra superficialmente en el seudotallo, se puede retirar con la ayuda de un alambre o una navaja, destruirla y aplicar en forma localizada un insecticida, para repeler el ataque de otros insectos barrenadores. De esta manera se salva la planta.

Cuando la larva ha logrado penetrar y se localiza en el interior del seudotallo o en el cormo, es necesario repicar la planta puesto que el daño estará muy avanzado y la planta no alcanzaría a formar un racimo normal. Se debe tener en cuenta que los seudotallos destruidos son fuente de agua y alimento para el ganado y pueden ser aprovechados para este fin.

En áreas con plantaciones grandes, donde el "gusano tornillo" es un problema reconocido, se recomienda capacitar una brigada de trabajadores para revisar, detectar y destruir las larvas cada dos meses. En cultivos pequeños o donde el plátano y el banano son utilizados como sombrío del café, la revisión se debe hacer simultáneamente con las prácticas culturales.

Para el control de los adultos se pueden utilizar cebos envenenados a base de Carbaryl o Triclorfón y melaza, colocados en latas o tarros, a una altura máxima de un metro del seudotallo y fuera del acceso de animales domésticos.

## COMEDORES DE FOLLAJE

Las plagas del follaje, a pesar de presentarse en altas poblaciones, pocas veces producen daño de consideración, pues en la mayoría de los casos son controladas por los enemigos naturales y factores ambientales adversos. A pesar de lo anterior, estas plagas pueden crear alarma entre los agricultores y conducir a la aplicación innecesaria de insecticidas.

Debe mantenerse una vigilancia de su daño, puesto que con defoliaciones severas se inducen maduraciones tempranas, que deterioran la calidad de exportación. La presencia de estos defoliadores en épocas determinadas y en focos dentro de las plantaciones, facilita su manejo.

### **GUSANO PELUDO DE LAS HOJAS, *Antichloris* sp. prob. *chloriplegia***

**Sinonimia: *Ceramidia* sp.**

**[Lepidóptera: Ctenuchidae]**

El "gusano peludo" de las hojas se puede presentar durante todo el año. Sin embargo, sus poblaciones se incrementan en la época seca, llegando a ser muy altas en años con un intenso verano. En la zona de Urabá se registran altas poblaciones de *Antichloris* en banano, durante los primeros meses del año, llegándose a encontrar hasta 100 larvas por hoja.

Los adultos son mariposas diurnas de 4 cm de envergadura alar. Las alas anteriores son de color azul metálico y las posteriores presentan una mancha blanca brillante; las antenas son pectinadas y el tórax y abdomen tienen visos fosforescentes. Las hembras ponen los huevos en el envés de las hojas, en forma individual o en grupos de dos a cuatro. Los huevos son de color verde, globosos y estriados; se tornan crema cuando están próximos a eclosionar. El estado de huevo tiene una duración de seis días.

Las larvas son de color crema en sus primeros estadios y más intensos en los últimos; su cabeza es negra; alcanzan una longitud de 3.5 cm en su máximo desarrollo; tienen el cuerpo completamente cubierto con pelos sedosos del mismo color de la larva y no son urticantes. En este estado es muy conveniente recurrir a los análisis periódicos del suelo, los cuales se deben hacer preferiblemente cada cosecha. Ellos conducen a utilizar las cantidades requeridas únicamente, evitando gastos innecesarios por concepto de este factor de producción.

En lo concerniente al efecto del clima, aquí prima principalmente el factor humedad. Esta situación se obvia en áreas geográficas con buena distribución de las lluvias y apropiada capacidad para retener la humedad.

Por el contrario, en zonas con períodos definidos de lluvia y sequía, la fertilización debe hacerse antes de iniciarse la estación seca, de tal manera que la planta tenga tiempo para absorber y transformar los nutrimentos esenciales para sus procesos fisiológicos y así poder resistir en mejores condiciones los efectos de la sequía. En épocas de lluvias no es aconsejable realizar la práctica de fertilización, debido a que una gran parte de los productos pueden ser arrastrados por el agua o bien lixiviados. Uno de los elementos más afectados por este último proceso es el nitrógeno, principalmente bajo la forma de ión nitrato. Esta misma situación pueden afrontar el potasio, el calcio y el magnesio, los cuales en suelos con baja CIC, forman iones solubles fácilmente lixiviados, que pueden durar unos veinte días.

Las larvas responsables del daño se localizan en el envés de las hojas. Recién nacidas hacen unas raspaduras pequeñas y a medida que crecen comienzan a hacer perforaciones ovaladas, siempre orientadas hacia el borde de la hoja, paralelas a las nervaduras secundarias. Cuando el daño es viejo, se aprecia un secamiento en los bordes de las perforaciones, sobre la cara superior de las hojas.

La pupa es de color marrón y está cubierta por las vellosidades que tenía la larva en su último instar, las cuales le dan una tonalidad crema al conjunto. Se localizan en el envés de las hojas, cerca de la nervadura central y tienen una duración promedio de diez días.

### **Enemigos naturales del gusano peludo de las hojas**

*Antichloris* es una plaga que tiene una diversidad de enemigos naturales que regulan sus poblaciones, evitando, la mayoría de las veces, que su daño sea severo.

Los enemigos naturales registrados en Colombia son: *Elachertus* sp., *Elachertus ceramidae*, parasitoides que convergen de pupas como *Braconchymeria* sp. y *Spilochalcis* sp. Además se presentan varios predadores como lagartijas, arañas y sapos que ayudan en el control.

Los huevos de *Antichloris* son parasitados eficientemente por *Trichogramma exiguum* Pinto y Platner<sup>2</sup>. Se distinguen fácilmente de los normales por su coloración oscura.

### **GUSANO CANASTA, *Oiketycus kirbyi* Lepidóptera: Psychidae.**

El gusano canasta o simplemente "*Oiketycus*" es una plaga registrada en diversos cultivos como palma aceitera, frutales, cacaoteros, forestales y algunos ornamentales. Ha sido más conocida como especie defoliadora en plátano, por las altas poblaciones que ocasionalmente se han presentado, especialmente en el departamento del Valle del Cauca.

---

2 Determinado en mayo de 1989 por D.L. Vicent, Beneficial Insect Laboratory, USDA

El ciclo de vida, desde huevo hasta adulto, puede durar más de un año, lo cual explica los picos anuales de defoliación que se suelen presentar en las plantaciones atacadas.

La hembra es larviforme y sólo los machos se presentan como mariposas. La hembra nunca sale del cesto o canasta, donde inclusive es fecundada. El macho, de color rojo oscuro, presenta antenas bipectinadas; sus alas son relativamente pequeñas en comparación con el grueso de su tórax; el abdomen es delgado, de apariencia telescópica y la longitud de su cuerpo no pasa de 3.0 cm.

La hembra coloca sus huevos dentro de la exuvia pupal. Su capacidad de oviposición es alta y fluctúa entre 2.595 y 6.756 con una viabilidad casi del 100%. Los adultos viven entre tres y ocho días.

*Los huevos recién colocados son de color crema, luego se tornan anaranjados y cuando están próximos a eclosionar, se oscurecen. Son de forma cuadrangular, con aristas redondeadas, miden cerca de 1 mm de largo por 0.65 mm de ancho. Tienen un período de incubación de 27 a 32 días. Las larvas al nacer miden cerca de 1.5 mm; salen por el extremo libre del canasto de la hembra, suspendiéndose de hilos, para dispersarse luego en las plantas con la ayuda del viento. Después de localizarse sobre el follaje, comienzan a fabricar su canasta o estructura de protección con las partículas del tejido que roen. A medida que las larvas se desarrollan, amplían su canasta con partes del follaje y ramitas.*

Las larvas pequeñas roen la epidermis superior de las hojas, pero cuando crecen causan perforaciones grandes, Figura 96, presentándose así consumo foliar el cual es apreciable con altas infestaciones. Por lo regular, se localizan todo el tiempo por el envés de las hojas, manteniéndose suspendidas dentro del canasto. Para alimentarse sacan parte del cuerpo y al desplazarse arrastran el canasto apoyándose sobre sus fuertes patas torácicas, levantando el abdomen para caminar.

Las larvas presentan un color grisáceo, con la parte torácica más gruesa y esclerotizada, poseen fuertes mandíbulas. Las larvas bien desarrolladas pueden medir entre 3.5 y 5.0 cm y permanecer como tales entre siete y once meses, siendo más grandes aquellas larvas de las cuales se forman las hembras. De igual manera, las canastas más grandes y de color más oscuro, corresponden a hembras.

Las pupas son de color café oscuro. Las de los machos son más pequeñas, 2.1 cm, que las de las hembras, 2.5 a 4.1 cm. La duración de las pupas es muy variable, depende del sexo y de la calidad del alimento que consumió la larva. Las de las hembras duran de 39 a 111 días, mientras que las de los machos sólo demoran de 10 a 33 días. Al emerger, el macho deja en el extremo del canasto la exuvia pupal.

## Enemigos naturales

En condiciones normales, las poblaciones de esta plaga son reguladas por abundante fauna benéfica, especialmente parásitos de larvas, entre las cuales se encuentran las especies *Psychidosmicra* sp., *Iphiaulax* sp., *Spilochalcis* sp., *Eurytoma* sp. y un díptero de la familia Tachinidae.

Algunos patógenos como el hongo *Beauveria bassiana*, una bacteria y un virus sin identificar y algunos predadores, especialmente pájaros, ayudan a los parásitos en el control natural de *Oiketycus*. Sólo cuando se destruyen estos enemigos naturales se presentan explosiones de la plaga.

Para evitar que los brotes de *Oiketycus* se dispersen en toda la plantación, se recomienda realizar inspecciones frecuentes para detectar los focos e iniciar el manejo de la plaga. Este consiste esencialmente en recoger los canastos y llevarlos a jaulas de recuperación o cría de los insectos benéficos. Estas jaulas se construyen preferiblemente con anejo de 6mm, cuyos orificios permiten la salida libre de los parásitos, pero retienen los machos de *Oiketycus*. El contenido de las jaulas, una vez emergidos los parásitos se destruye, para llenarlo nuevamente con material fresco de canastas recogidas en el campo. Por plantación se requiere como mínimo una jaula grande de 2 x 2 x 2 m.

## CABRITOS *Opsiphanes* sp. y *Caligo* sp. Lepidóptera: Brassolidae

Estas dos plagas son similares en su aspecto, además los daños que causan son idénticos. Se presentan comúnmente en zonas plataneras sobre todo en lugares donde se realizan aplicaciones frecuentes de plaguicidas. Sin embargo, en la zona de Urabá, en donde el uso de insecticidas es escaso, también se han presentado altas poblaciones de la plaga, debido posiblemente a la reducción del control biológico natural.

El género más común es *Opsiphanes*, cuyos adultos son mariposas diurnas de color café oscuro con el cuerpo robusto, de apariencia aterciopelada. La cabeza es grande, los ojos prominentes y las antenas ligeramente clavadas. Las alas anteriores presentan unas manchas amarillas cuyo conjunto armoniza en una línea, cruzando oblicuamente el ala desde la margen costal hasta el extremo exterior de la margen anal.

El adulto de *Caligo* es más grande; las alas anteriores son amarillas, con unas bandas anchas que las atraviesan cerca del extremo apical. Las posteriores son grises en la base y oscuras hacia el margen apical con un tono azul intenso iridiscente. Ambos adultos presentan unas manchas circulares en la cara inferior de las alas, a modo de ojos, las cuales son seis en *Opsiphanes* y diez en *Caligo*, siendo más grandes en este último.

Los huevos de *Opsiphanes* son puestos en forma individual en el envés de las hojas o sobre las partes secas del seudotallo. Son esféricos, de 1.5 mm de diámetro, estriados longitudinalmente y de color blanco cremo-

so; las larvas nacen después de cinco a seis días. Los huevos de *Caligo* son similares y se diferencian de los anteriores porque son puestos en grupos de tres a diez, no yuxtapuestos ni regularmente dispuestos.

Las larvas de estos "cabritos" se caracterizan por tener cuernecillos quitinizados en la cabeza y dos apéndices en el extremo abdominal. Sobre el dorso la larva de *Caligo* lleva unas espinas negras dirigidas verticalmente, siendo más grande la del centro y más pequeña la de los extremos.

La larva de *Opsiphanes* es muy similar a la de *Caligo*. Se diferencia de ella por su coloración verde, con bandas amarillo claro, la ausencia de espinas sobre el dorso y por tener cuernos más desarrollados.

Ambas especies se localizan en el envés de las hojas donde consumen el área foliar dejando unas mordeduras irregulares en el borde de la hoja. Inicialmente son gregarias y a medida que aumenta el desarrollo larval, se van separando o permanecen en grupos pequeños. Muy frecuentemente se les encuentra extendidas e inmóviles a un lado de la nervadura central, envueltas en un tejido sedoso que secretan.

Las pupas son inicialmente verdes y luego toman una coloración café clara con dos puntos dorados en los costados. Se les encuentra suspendidas en el envés de las hojas y en el seudotallo.

Estudios sobre el ciclo de vida de *Opsiphanes invirae* indican que esta especie causa serias defoliaciones en el cultivo del plátano en el departamento del Quindío. Esta especie registra una duración larval de 30 días, un estado pupal de 13 días y una duración como adulto de 20 a 25 días. Observaciones de campo muestran que una generación se sucede aproximadamente cada dos meses.

## Enemigos naturales

Estos insectos poseen un buen control natural y rara vez es necesario recurrir a aplicaciones de insecticidas. Se han registrado a *Trichogramma* sp., *Telenomus* sp. y *Ooencyrtus* sp. como parásitos de huevos; *Cotesia* sp., algunas moscas de la familia Tachinidae y bacterias, como parásitos de larvas y a *Spilochalcis* sp. parasitando pupas.

## GUSANO MONTURITA, *Sibine* sp.

### Lepidóptera: Limacodidae

Este defoliador se presenta esporádicamente en altas poblaciones con caracteres severos; en algunos casos defoliando totalmente la planta. Se le ha visto atacando banano en la zona de Urabá; sin embargo, tiene como hospedantes principales el plátano, el platanillo, el cocotero y el café. Se han encontrado las especies *Sibine apicalis* comúnmente llamado gusano "monturita" y *Sibine nesea*, monturita "naríz azul" o gusano "angarilla".

Las observaciones realizadas indican que los adultos son de hábitos nocturnos, los cuales se mimetizan fácilmente debido al color marrón oscuro de su cuerpo; por esta razón son poco visibles en el campo. La hembra deposita sus huevos sobre hojas de cualquier edad, en grupos de 7 a 15. Estos son amarillos, planos y poco visibles a simple vista. Su incubación varía de seis a ocho días. Las larvas, de hábitos gregarios, son de color amarillo claro en sus primeros instares y posteriormente de color verde, con una mancha de color café oscuro en el dorso. Se caracterizan por su ornamentación y por las espinas urticantes dispuestas lateralmente sobre unas protuberancias, localizadas en las partes delantera y trasera del cuerpo.

La larva es la etapa dañina, la que puede ocasionar en sus primeros instares una raspadura sobre la hoja hasta dejarla casi transparente. Ya más desarrollada, consume las hojas inicialmente por el borde marginal, dejando únicamente la nervadura central; se han encontrado más de 100 larvas por hoja. Tiene un período alimenticio de 40 a 50 días.

Las larvas maduras tejen un capullo donde empupan. Se les encuentra adheridas a las partes secas del seudotallo o sobre hojas caídas o marchitas. En ataques severos se les puede observar sobre las hojas que usan como alimento. Las pupas son de forma oval, de color café oscuro cubiertas por una lanilla del mismo color. Los adultos son atraídos por la luz artificial.

### **Enemigos naturales**

Por lo general tienen un buen control biológico natural ejercido por *Cotesia* sp., *Casinarina* sp., bacterias y el virus de la poliedrosis citoplasmática, como parásitos de larvas y algunas moscas Tachinidae que emergen de la pupa.

### **GUSANO ARAÑA, *Phobetron* sp. Lepidóptera: Limacodidae**

Es una plaga que se presenta ocasionalmente en muy bajas poblaciones. Se le ha visto de preferencia en plátano, en donde ocasiona un daño similar al de Sibine. Los adultos son de hábitos nocturnos, de colores oscuros y vistosos. Las larvas son de color café, planas, con unas proyecciones laterales cubiertas de pelos que semejan patas de araña, de donde proviene su nombre; al tocarlas pueden producir alergia y urticaria a personas sensibles. Defolia la hoja partiendo de la zona marginal hacia la nervadura central. Empupan en el seudotallo en pequeños capullos ovales.

No se han detectado enemigos naturales de *Phobetron* pero indudablemente existe un buen control natural, puesto que son poco frecuentes y sus ataques hasta el momento no han llegado a ocasionar daños de importancia económica.

**GUSANO DEL COGOLLO, *Spodoptera latifascia*.**  
**Lepidóptera: Noctuidae**

Es de presencia ocasional y sus poblaciones no llegan a causar daño económico. Los adultos son de hábitos nocturnos; durante el día permanecen escondidos debajo del follaje de las malezas. Tienen una envergadura alar de 4-5 cm y predominan en ellos los colores gris y café. La hembra es más pálida que el macho; coloca los huevos en el envés de las hojas, hacia el área marginal, en grupos de 50 a 200. Son de color crema oscuro, algunas veces cubiertos con una telilla del mismo color. En ocasiones se les encuentra superpuestos en dos capas.

Las larvas, cuya cabeza es negra, son en un principio de color crema con puntos negros sobre todo el cuerpo, posteriormente se tornan café oscuro, con manchas negras cerca de la cabeza que le dan una apariencia de "maletonas". Hacia el extremo anal también presentan tonalidades negras.

Durante los primeros instares consumen la epidermis de la hoja y posteriormente hacen perforaciones irregulares que coalescen. Atacan por lo general la hoja del cogollo u "hoja tabaco", la cual al abrir, muestra unas perforaciones en línea recta de borde a borde.

En ocasiones puede atacar el fruto, ocasionándole roeduras irregulares en la cáscara, los cuales quedan completamente manchados e inhabilitados para la venta. Este tipo de daño es producido por larvas bien desarrolladas.

No se han encontrado sus enemigos naturales pero probablemente los tiene, puesto que sus poblaciones no se incrementan y desaparecen rápidamente. En la zona de Urabá, esta plaga es más común en la época seca de diciembre a marzo.

### **MANEJO DE LOS COMEDORES DEL FOLLAJE**

Estudios realizados en la zona de Urabá sobre requerimientos foliares, muestran que el mínimo de hojas funcionales necesarias para el correcto llenado de un racimo es de ocho. Dicha consideración hace indispensable el cuidado del follaje, para mantenerlo libre del ataque de plagas y enfermedades de importancia económica.

Para el manejo de los defoliadores se recomienda en primera instancia hacer inspecciones frecuentes para detectar la llegada de adultos, al igual que las primeras oviposiciones. La mayoría de las especies defoliadoras responden al parasitoide *Trichograma*, razón por la cual se recomienda su uso.

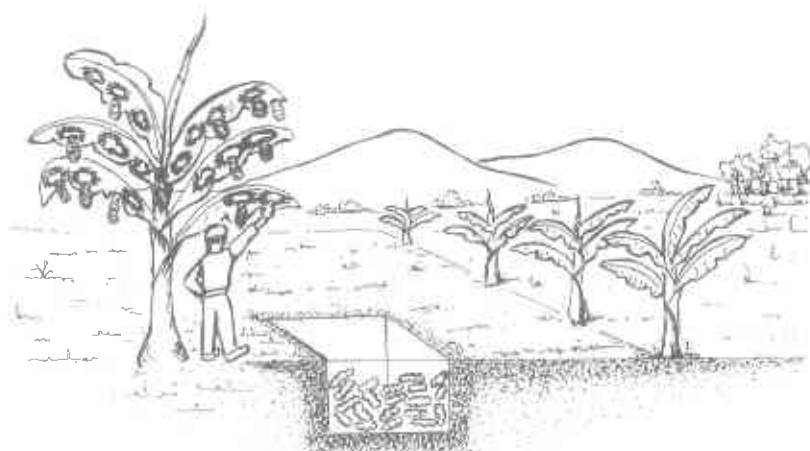
Los comedores de follaje, por permanecer tan expuestos gran parte de su ciclo de vida, tienen abundantes enemigos naturales, parasitoides y predadores, que reducen sus poblaciones a niveles poco importantes.

La realización del control mecánico, como la recolección de canastas y pupas, su colocación en jaulas de emergencia de parásitos, son medidas culturales de gran eficacia en el manejo de estas plagas. (Figura 97).

Las labores oportunas de destronque, deshoje, desguasque, deshije, fertilización, riego y control de malezas, no sólo ayudan a mantener una plantación vigorosa, sino también a eliminar diferentes estados biológicos de las plagas, durante las labores de poda y remoción de tejidos u órganos secos.

En los focos donde se observan poblaciones de alguna importancia económica o si la infestación de las plagas del follaje se generaliza, se recomienda una aspersión con *Bacillus thuringiensis* en dosis de 500 - 600 g/ha. Este producto se consigue en el comercio con los nombres de Thuricide o Dipel. En la zona bananera de Urabá una dosis más baja, 350 - 400 g/ha, ha controlado eficazmente a los defoliadores. Este material se debe usar recién formulado; su aplicación se hace en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde.

Es conveniente usar equipo de motor para aplicar el producto, adicionar a la solución una sustancia adherente al 2.5% y realizar una buena cobertura a todo el follaje. Después de cuatro o cinco días, las larvas se encuentran muertas por la acción del insecticida microbiológico.



**Figura 97.** Control cultural y biológico del Gusano Canasta (*Oiketicus Kirbyi*) mediante recolección de larvas y pupas e incremento de los insectos benéficos o parásitos en fosas de multiplicación (Adaptado de Programa Frutales, 1987)

Es de fundamental importancia que en todas las plantaciones infestadas por plagas del follaje, se realice este plan de manejo, para evitar reinfestaciones y explosiones cíclicas de las plagas.

## OTRAS PLAGAS DEL FOLLAJE

### **ARAÑITAS ROJAS, *Tetranychus* sp.**

#### **Acarina: Tetranychidae**

Las arañas rojas son de escasa presencia en plátano y en banano. Sus poblaciones están asociadas con la época de verano. Se localizan en el envés y en los bordes de las hojas, succionando la savia. Su presencia es notoria, inicialmente por una clorosis parcial y posteriormente por las manchas rojas que quedan sobre la hoja donde se alimentan. Se localizan debajo de una fina telaraña. En ocasiones atacan el fruto dejando unas manchas similares a las de las hojas y deterioran su calidad.

Tienen un buen control biológico ejercido por ácaros de la familia Phytoseiidae y los coleópteros *Stethorus* sp. y *Oligota* sp. Para la zona de Urabá, es importante anotar que algunos ácaros phytoseiidos son sensibles a los fungicidas más frecuentemente usados para el control de la Raya Negra y por tanto los ácaros plagas podrían verse en un momento dado favorecidos para su reproducción, por la ausencia de enemigos naturales.

#### **Chupadores de la hoja**

Los más importantes son: *Pseudococcus* sp. (Homóptera: Coccidae), *Aleuroplatus* sp. (Homóptera: Aleyrodidae), *Aspidiotus destructor*, *Diaspis boisduvalii*, *Acutaspis umbonifera*, *Hemiberlesia palmae*, *Ischnaspis longirostris*, *Pseudischnaspis acephala*, *Selenaspis articulatus* (Homóptera: Diaspididae).

Se les encuentra comúnmente en la base del peciolo y en la hoja, en poblaciones que no llegan a revestir importancia económica. Algunas veces, especialmente en época seca, se les puede encontrar entre los dedos tiernos del racimo. *Aspidiotus* es regulado naturalmente por el predator *Cryptognatha auriculata* y el microhimenóptero *Aphytis* sp., entre otros.

## PLAGAS DEL FRUTO

### **MORROCOYITA DEL FRUTO, *Colaspis* sp.**

#### **Coleóptera: Chrysomelidae**

Se le considera como la principal plaga del fruto en las zonas de exportación de plátano y banano, puesto que al alimentarse de los frutos producen daños que afectan considerablemente su presentación y por ende la cantidad de fruta exportable. Su control incrementa ostensiblemente los

costos de producción. En plantaciones de banano y plátano de Colombia se han reportado las siguientes especies: *Colaspis submetálica*, *C. gemellata*, *C. blakeae*, *C. hypochlora*, *C. lebasii* y *C. musae*.

Los adultos son cucarroncitos de forma oval, de colores que varían de verde castaño a negro según la especie, pero generalmente con visos metálicos. Miden entre 5 y 8 mm de longitud. En la zona de Urabá se presenta con mayor frecuencia la especie *C. submetálica*, la cual es típica por su color castaño o casi negro y su brillo verdoso metálico, principalmente en las hileras de puntos pequeños que van desde la cabeza hasta la parte posterior del cuerpo. Sus antenas son filiformes, de color castaño y presentan el séptimo y noveno segmento más oscuros. Son de hábitos crepusculares y normalmente de poca actividad.

En la etapa dañina se alimentan de la corteza de los frutos tiernos, haciendo roeduras alargadas de un milímetro de profundidad en las áreas localizadas entre las aristas del fruto (Figura 98). Únicamente los adultos se encuentran sobre plátano y banano, los otros estados se desarrollan en el suelo, en el cual las larvas se alimentan principalmente de raíces de gramíneas.

La reproducción se presenta durante el período húmedo, razón por la cual las poblaciones son mayores al final del período lluvioso, emergiendo los adultos para atacar las plantas en la época de verano. Al respecto se ha observado que los ataques son más severos en cultivos con mayor número de unidades de producción. Cuando se presentan ataques severos, los adultos pueden perforar transversalmente la hoja bandera o cogollo, dejándola llena de pequeños agujeros alargados, los cuales son notorios sólo cuando ésta se expande totalmente. La hembra deposita los huevos en el suelo en forma individual o en grupos de cinco a 45. Su forma es elipsoidal y el color blanco. Las larvas permanecen en el suelo alimentándose de raíces de malezas gramíneas y leguminosas. Se destaca como hospedante la gramínea *Paspalum conjugatum*. Los estados inmaduros, especialmente las larvas, requieren para su desarrollo de una buena humedad en el suelo. La pupa también se forma en el suelo. En observaciones de campo se ha determinado que se presentan dos generaciones de la plaga por año.

### **Enemigos naturales**

Los principales enemigos de la morrocoyita del fruto son los sapos y lagartijas. En la zona de Urabá se ha observado la acción predatoria del chinche *Apiomerus* sp. (*Hemiptera reduviidae*), sobre los adultos de *Colaspis submetálica*.

## **TOÑO O MAPAITERO, *Trigona* sp.**

**Hymenóptera: Apidae**

Su presencia es esporádica y está más asociada con el plátano. Ocasiona en el fruto un daño parecido al de *Colaspis*, pero se diferencia de éste en que las roeduras sólo las practica en los ángulos o aristas de la fruta. (Figura 99). En la zona de Urabá se han registrado haciendo daño en plátano, dos especies de "mapaiteros" una de las cuales se ha identificado como *Trigona trinidadensis*.

Los adultos son pequeñas abejas negras, de alas café oscuro y el cuerpo densamente cubierto de vellos cortos y finos. Tienen hábitos sociales y se presentan con mayor frecuencia en plantaciones establecidas cerca a zonas boscosas. El daño lo hacen los adultos, que practican roeduras circulares en las aristas del dedo joven, por donde brota el látex que posteriormente, al secarse, mancha la fruta demeritando la calidad y por tanto constituye objeto de rechazo para ser exportada. Este látex fresco les sirve de alimento a las obreras.

Todos los estados inmaduros se encuentran en el nido, los cuales se localizan en los árboles o cavidades cercanos a arboledas o bosques. El control de estos insectos consiste precisamente en ubicar los nidos y destruirlos por medios mecánicos.

Respecto a su control cabe aclarar que estos insectos actúan como polinizadores, principalmente en cultivos anuales. Por lo tanto su destrucción sólo se debe hacer cuando afectan a explotaciones cuya fruta está destinada a la exportación o a mercados internos especializados, que no admiten esta clase de daño dentro de sus normas de calidad.

## **OTRAS PLAGAS DEL FRUTO**

### **BICHO DE CANDELA, *Frankliniella parvula***

**Thysanóptera: Thripidae**

Su daño es esporádico y de poca importancia económica. Los adultos depositan los huevos en la cáscara del fruto joven, produciendo pequeñas perforaciones cerca de la base del dedo, las cuales se tornan de color café por la acción del látex y la oxidación y aparecen posteriormente como manchas puntuales. En ocasiones pueden atacar las flores y las hojas, en las que practican raspaduras para succionar la savia, que se tornan luego en manchas oscuras. Sus poblaciones son reguladas por enemigos naturales.

### **AFIDO DEL FRUTO, *Pentalonia nigronervosa***

**Homóptera: Aphididae**

Sus poblaciones no son de importancia económica y su daño en la fruta es indirecto. Se alimentan del vástago del racimo y secretan una sustancia

azucarada que cae sobre la base de los dedos o el cuello en la cual se desarrolla el hongo *Capnodium* sp. causante de la fumagina. Un racimo manchado de esta manera pierde calidad y es rechazado para exportación.

## MANEJO DE LAS PLAGAS DEL FRUTO

Para el manejo se deben llevar a cabo todas las prácticas culturales que mejoren las condiciones de la plantación y que a la vez sean desfavorables a la presencia y ataque de las plagas, como buen control de malezas, especialmente las gramíneas y leguminosas huéspedes de *Colaspis* sp., fertilización y construcción de drenajes apropiados, entre otras.

Para el control de la "morrocoyita" en lotes con alta infestación, es aconsejable el embolse de racimos con bolsas impregnadas con Clorpirifos (Dursban) al 1%. Para tal fin se introduce la "bacota" recién emergida y despuntada para evitar que se rompa la bolsa durante el desarrollo del racimo. En su reemplazo se puede usar Carbaryl (0.4 Kg i.a./ha), aplicándolo cuando empieza a emerger la "bacota".

Es conveniente anotar que este insecto tiene una alta relación con la presencia de malezas y humedad en el campo. Por lo tanto las prácticas culturales tendientes a eliminar dichos problemas ayudan a controlar la plaga, rompiendo su ciclo biológico.

En la época de verano se deben inspeccionar cuidadosamente los lotes colindantes con ríos o canales primarios, para detectar la llegada de la plaga, pues son estos los sitios que tienen la suficiente humedad para el desarrollo de las larvas.

Para el control de *Trigona* se debe tener presente que hay que localizar los nidos donde tienen la cría y destruirlos. Dichos nidos se encuentran cerca de áreas boscosas y se ubican siguiendo la línea de vuelo del insecto. El uso de la bolsa tratada también ayuda al control de esta abeja, así como al de los áfidos y "bichos" de candela.

## RECOMENDACIONES FINALES

En plátano y en banano, como en todos los cultivos perennes, a menos que el hombre destruya el equilibrio biológico existente entre insectos plagas y benéficos, las plagas se pueden mantener en niveles subeconómicos con los controles culturales recomendados y con el empleo de prácticas que respeten y favorezcan la fauna benéfica.

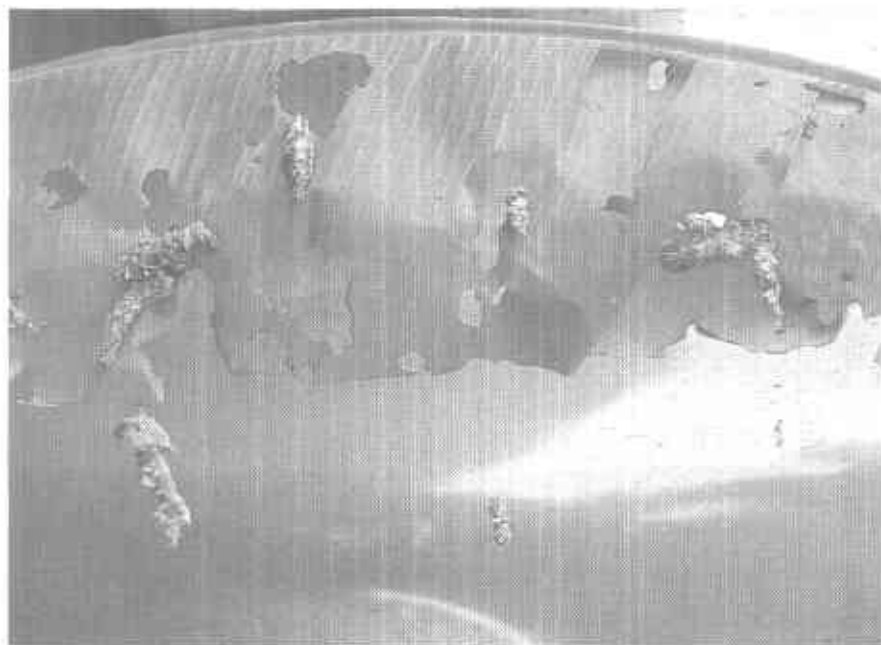
*El uso de insecticidas en síntesis debe limitarse a casos especiales, pero nunca acudiendo a su uso en forma de aspersiones rutinarias o de calendario, las cuales no solamente destruyen a los parásitos y a los predadores, sino que contaminan el ambiente, dejan residuos en el fruto*

y en consecuencia causan problemas de salud en humanos y en animales, tanto domésticos como silvestres.

El empleo indiscriminado de estos productos induce resistencia en los insectos e incrementa los costos que corresponden a este renglón de la producción.

El muestreo adecuado y las inspecciones periódicas de los lotes de las plantaciones permiten la detección oportuna de los brotes de cualquier insecto-plaga y la toma de decisiones apropiadas.

Finalmente, se debe tener muy en cuenta que una plantación vigorosa, en cuyo manejo se tengan en cuenta todas las prácticas agronómicas que requieren estos cultivos para su desarrollo óptimo, siempre tendrá menos problemas fitosanitarios que aquella con un manejo deficiente.



**Figura 96.** Hoja del clon Dominico-Hartón, indicando el daño ocasionado por el Gusano canasta, *Oiketicus kirbyi*, 975 msnm.



**Figura 98.** Frutos del clon Hartón, los cuales muestran el daño ocasionado en el pericarpio por la Morrocoyita, *Colaspis* sp., msnm.



**Figura 99.** Frutos del clon Hartón, que indican en sus aristas el daño ocasionado por *Trigona* sp., Toño o Mapaitero, 280 msnm.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Agrios, G. N. Plant Pathology. 2º ed. Academic Press. New York. 1978.
2. Allison, L.E.; Brown, J.V.; Hayward, H.E.; Richards, L.A.; Bernstein, L.; Fireman, M.; Pearson, G. A.; Wilcox, L.V.; Bower, C.A.; Hatcher, J.T.; Reeve, R.C. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Manual de Agricultura N° 60) 1963.
3. American Phytopathological Society. División Caribe. Diagnostic symptomatology of the nematode diseases of banana. Privated Printed. 1972.
4. Aranzazu H., J. G.; Castellanos C., P.A.; Merchán V., V. M. Manejo cultural y químico de la Sigatoka Amarilla en plátano. Universidad de Caldas (Manizales). Agronomía 3:2-6. 1989.
5. Arévalo, E.; Londoño, M. Insectos plagas de plátano. Primer Foro Regional de Plátano. Apartadó. (Mecanografiado). 1984.
6. Barber, L. D. Física de suelos. 4ª. ed. Uteha. Méjico. 1972.
7. Barker, W.S. A system of maximum multiplication of the banana plant. Tropical Agriculture. Trinidad 36(4):275-284. 1959.
8. Barriga, O. R.; Cubillos Z. G. Principales nematodos fitoparásitos asociados con cultivos de plátano (Musa AAB y Musa ABB) en cuatro regiones de Colombia. Fitopatología Colombiana 9 (2): 80-92. 1980.
9. Belalcázar C., S. Métodos culturales para el control del "Moko" del plátano causado por *Pseudomonas solanacearum*. E.F.Sm. ICA, Programa Fitopatología. Bogotá. p.33. 1967.
10. Belalcázar C., S.; Uribe, G.; Thurston, H.D. Reconocimiento de hospedantes a *Pseudomonas solanacearum* E.F.Sm. en Colombia. Fitotecnia Latinoamericana, Bogotá. 5(1):89-99. 1968.
11. Belalcázar C., S.; Reyes, A. Determinación de la supervivencia de *Pseudomonas solanacearum* E.F.Sm., bajo condiciones de campo. Segunda Reunión Nacional de Fitopatología y Sanidad Vegetal. Ibagué. (Memorias). 1972.

12. Belalcázar C., S.; Baena A., H.; Martínez G., A. Efecto de la época de destronque y del número de hojas y plantas por unidad productiva sobre la producción. p. 86-92. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced- Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
13. Belalcázar C., S.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Caracterización del ciclo vegetativo del clon Dominico-Hartón (AAB). p. 20-34. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced-Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
14. Belalcázar C., S.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Comportamiento de variedades. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced- Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
15. Belalcázar C., S.; Baena A., H.; Valencia M., J.A.; Martínez G., A. Estudios sobre densidades de población. p. 63-76. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced-Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
16. Belalcázar C., S.; Baena A., H.; Toro M., J.C.; Martínez G., A. Evaluación de métodos para producción de semilla asexual. p. 35-39. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced-Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
17. Belalcázar C., S.; Merchán V., V.M.; Baena A., H.; Martínez G., A. Epidemiología de Sigatoka Amarilla. p. 93-97. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced- Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
18. Belalcázar C., S.; Merchán V., V.M.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Efecto de la época y el grado de defoliación sobre la producción. p. 77- 85. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced-Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
19. Belalcázar C., S.; Toro M., J.C.; Baena A., H.; Martínez G., A. Determinación del tamaño mínimo de la parcela experimental para el clon Dominico-Hartón (AAB). p. 12-17. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera

- central colombiana. Creced- Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
20. Belalcázar C., S.; Toro M., J.C.; Baena A., H.; Martínez G., A. Determinación del valor del índice foliar para el clon Dominico- Hartón (AAB). p. 17-19. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced-Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
  21. Belalcázar C., S.; Valencia M., J.A.; Baena A., H. Evaluación de profundidades de siembra. p. 52-62. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced-Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
  22. Bird, J.; Sánchez, J.; Tió, M.; Liu, L. Effect of various temperatures on symptom expression by different plant species (cucumber, plantain and banana) affected by cucumber mosaic virus. **J. Agric.** Univ. Puerto Rico 55:70-77. 1971.
  23. Blanco, M. Curso de Suelos II. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Palmira. 1963.
  24. Buckman, H.O.; Brady, N.C. Naturaleza y propiedades de los suelos. Macmillan. New York. 1970.
  25. Bustillo, A.; Echeverry, J. El gusano monturita del banano y su control. Instituto Colombiano Agropecuario ICA (Hoja divulgativa N° 009). 1972.
  26. Cardenosa, R. El género musa en Colombia. Plátanos, bananos y afines. Pacífico, Cali. 1954.
  27. Cárdenas, J.; Reyes, C.; Doll, J. Malezas tropicales. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Bogotá. 1:341. 1972.
  28. Cardona A, J.H.; Franco, G.; Belalcázar C, S.; Giraldo C, A. Validación y ajuste de tecnología sobre prácticas de siembra y manejo de plantaciones de plátano. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Creced-Quindío, Regional Nueve. 28 p. Armenia. (Mecanografiado). 1991.
  29. Cardona A, J.H.; Franco, G.; Mejía E, H.; Belalcázar C., S.; Merchán V., V.M.; Baena A., H. Validación y ajuste de tecnología sobre prácticas de siembra y manejo de plantaciones. p. 143-149. **In** Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M., J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A. H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced-Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano.1990.
  30. Carmona, C.; Cruz, R. de La, Control de malezas en cultivos permanentes. p.93-98. **In** Camacho, S. Principios de Control de Malezas en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario ICA (Manual de Asistencia Técnica N° 23). Bogotá. 1981.
  31. Cassells, A. Chemical control of virus diseases of plants. s.p. **In** G. Ellis & G. West (eds) Progress in medicinal chemistry 20. Elsevier Science Publishers, B. V., Amsterdam, Holanda. 1983.

32. Castaño, P. O. Manejo de problemas entomológicos en los cultivos de plátano y banano. Seminario Nacional de Plátano. Palmira. 1986.
33. Cayón, G. Informe Anual de Actividades Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Fisiología Vegetal. Palmira. 1986.
34. Cayón, D.C.; Mendoza, A. Semillas de malezas que afectan la calidad de las semillas certificadas en Colombia. ICA - SENA - PNR, Ibagué. p.100. 1989.
35. Centro para la Investigación de las Plagas de Ultramar. Control de plagas en los bananos. Londres. 1975.
36. Cortés L., A.; Olmos M., E.; Palacino W, de A. M.; Suárez M, J.G.; Villaneda V, E. Zonificación Agroecológica de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC e Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá. 1985.
37. Costa, A.; Muller, G. Tristeza control by cross protection: a US-Brazil cooperative success. *Plant Disease*. 64:538- 542. 1980.
38. Cruz, F. P. de La.; Cuevas, D., Dovertay, I.; Docoudray M.A. Efecto del pelado y tratamiento químico de las cepas de plátano (*Musa paradisiaca*) sobre el control de nematodos. *Fitopatología*. 20(2):36-37. (Resumen). 1985.
39. Champion, J. El plátano. Blume. Barcelona. 1968.
40. Cheesman, E.E.; Larter, L.N.H. Genetical and cytological studies of musa. III Chromosome numbers in the musaceae. *J. Genet.* 30(1): 31-52. 1983.
41. De Langhe, E. La phylloxera du bananier et ses consequences pour la comprehension du systems rejetonnant. *Fruits* 19(9):429-441. 1961.
42. De Langhe, E. Influence de la parthenocarpie sur le degeneration florale chez le bananier. *Fruits* 10:301-326. 1964.
43. Devergne, J.; Cardin, L.; Quiot, J. Detection et identification serologiques des infections naturelles para le virus de la mosaïque du concombre. *Ann Phytopathol* 10:233-246. 1978.
44. Domínguez, V. A. Abonos minerales. 4ª ed. Ministerio de Agricultura. Madrid. 1973.
45. Douine, L.; Marchoux, G.; Quiot, J. & Clément, M. Phénomènes d'interférence entre souches du virus de la mosaïque du concombre (CMV). II. Effet de la température d'incubation sur la multiplication de deux souches de sensibilités thermiques différentes, inoculées simultanément ou successivement a un hôte sensible *Nicotiana tabacum* var. Xanthi n.c. *Ann Phytopathol* 11:421-430. 1979.
46. Editorial Bruguera. Diccionario Enciclopédico Bruguera, España 269. 1980.
47. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Riego y Drenaje. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, Italia. 1979.
48. Fouré, E. Banana and Plantain breeding strategies, INIBAP/ACIAR. ACIAR proceeding: N° 21 Cairns (Australia). 1986.
49. Frossard, P. *Mycosphaerella musicola* Leach. In Enfermedades, plagas y malezas de los cultivos tropicales. Edit Kranz, Schmutterer y Koch. Verlag Paul Parey, Berlín. 1982.

50. Gallego, F. L. El picudo o taladrador del plátano y del abaco *Cosmopolites sordidus* (Germar 1924). Revista Facultad Nacional de Agronomía. Medellín. 50 (18):65-72. 1956.
51. Ganry, J. Stude du developpement du systeme foliaire du bananier en fonction de la temperature. Fruits 28: 499-516. 1973.
52. Garavito, N.F. Propiedades químicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 10(11):411. 1974.
53. García P, R. Enciclopedia de las Ciencias Larousse. Larousse, México. 1977.
54. García, R. F. Aspectos biológicos y manejo del gusano canasta (*Oiketicus kirkyi*). Instituto Colombiano Agropecuario ICA (Boletín Técnico N° 149). 1987.
55. García, R. F. y Gutiérrez, A.B. De. El gusano canasta del plátano. Revista Coagro. (11):16-17.1976.
56. Gauhl, F. Epidemiología y ecología de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet) en plátano (*Musa sp.*) en Costa Rica. UPEB, Panamá. 1990.
57. Granada, G.; Ramirez, B.; Belalcázar C., S. Evaluación de la efectividad de varios productos químicos como desinfectantes de herramientas en prácticas de control de "Moko". Tercer Congreso ASCOLFI. Manizales. (Memorias). 1978.
58. Gupta, P. Erradication of mosaic disease and rapid clonal multiplication of bananas and plantains through meristem culture. Plant cell, tissue, and organ culture. 6:33-39. 1986.
59. Hamilton, K. S. Reproduction of banana form adventitious buds. Tropical Agriculture. 42(1):69-73. 1965.
60. Heald, C.M.; Thames, W.H. The reniform nematode (*Rotylenchulus reniformis*). In Nematology in the Southern Region of the United States. Southern Cooperative Series Bulletin. 276:139-142. 1982.
61. Herrera M., A.; Belalcázar C., S.; Valencia M, J.A.; Baena A., H. Evaluación de tamaños de semilla. p. 39-52. In Belalcázar C., S.; Buriticá C., P.; Torregroza C., M.; Toro M, J.C.; Jaramillo G., O.; Baena A., H.; Valencia M., J.A. Generación de tecnología para el cultivo y producción rentable del plátano en la zona cafetera central colombiana. Creced-Quindío. Regional Nueve ICA. Centro Satélite de Plátano y Banano. 1990.
62. Holdridge, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, IICA, San José (Costa Rica). 1979.
63. Howeler, R. H. Análisis del tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales: Algunos cultivos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 1983.
64. Hutton, D.G.; Chung, D.C. Efect of post- planting applications of the nematocide DBCP to plantain. Nematropica. 3(2):46-50. 1973.
65. Icaza, S.; Bemar, M. Nutrición. 2ª ed. Nueva Editorial Interamericano S.A. México. 1986.
66. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Sección Entomología. Palmira. Estudios bioecológicos del picudo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus* (Germar) en el Valle del Cauca. Informe de Labores. (Mecanografiado). 1981.

67. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Sección Entomología. Palmira. Evaluación de diferentes tipos de trampas para capturar adultos del picudo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus* (Germar), *Metamasius* spp., y *Rhynchophorus palmarum* en plátano. Informe de Labores, 1981B-1982A. (Mecanografiado). 1982.
68. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Programa Nacional de Suelos. Bogotá. Fertilidad de suelos y fertilizantes. (Compilación del curso N° 45). 1982.
69. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Sección Entomología. Palmira. Ciclo de vida del picudo negro del plátano, *Cosmopolites sordidus* (Germar), (Coleóptera: Curculionidae). Informe de Labores, 1982AB-1983A. (Mecanografiado). 1983.
70. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Sección Entomología. Palmira. Evaluación de cuatro tipos de trampas de pseudotallo en la captura de *Cosmopolites*. Informe de Labores, 1982B-1983A. (Mecanografiado). 1983.
71. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Sección Entomología. Tulenapa. Reconocimiento e identificación de plagas y sus enemigos naturales en plátano. Informe Anual de Labores 1986B-1987A. (Mecanografiado). 1987.
72. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Sección de Economía Agraria. Tibaitatá. Entorno socioeconómico de la investigación agropecuaria. 1987.
73. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Sección Entomología. Tulenapa. Reconocimiento e identificación de plagas y sus enemigos naturales en plátano. Informe Anual de Labores 1988. (Mecanografiado). 1988.
74. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Programa Nacional de Plátano. Armenia. (Informe anual). 1987.
75. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Beers W. Some monographs for the calculation of drain spacing. Wageningen, Holanda. 1969.
76. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Beers W. Some aplicaciones del drenaje. Tomo I. Wageningen, Holanda. 1978.
77. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Beers W. Some aplicaciones del drenaje. Tomo II. Wageningen, Holanda. 1978.
78. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Principios y aplicaciones del drenaje. Tomo III. Wageningen, Holanda. 1978.
79. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Principios y aplicaciones del drenaje. Tomo IV. Wageningen, Holanda. 1978.
80. International Minerals & Chemical Corporation. s.f. El magnesio, importante elemento nutritivo para las plantas. s.l.
81. Jaramillo, R.; Figueroa, A. Análisis armónico de la densidad de población de *Radopholus similis* (Cobb) Thorne en la zona bananera de Guapilis-Costa Rica. Turrialba 24(4):402-407. 1974.
82. Jaller G., G. E. Descripción y caracterización de los Centros de Investigación y Estaciones Experimentales del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá, Colombia. 1988.
83. Jensen, M. E. Design and operation of farm irrigation systems. A.S.A.E. Monograph. 1981.

84. Jones, D.R. Sigatoka negra en la región del Pacífico del sudeste asiático. *Musarama*. 3:2-5. 1990.
85. Kamprath, E.J. La acidez del suelo y la aplicación de Cal. Suelos de las regiones tropicales húmedas. Centro Regional de Ayuda Técnica. Buenos Aires, Argentina. 1975.
86. Kaper, J.; Tousignant, M.; Thompson, S. Cucumber mosaic virus-associated RNA 5. VIII. Identification and partial characterization of a CARNA 5 incapable of inducing tomato necrosis. *Virology*. 114:526-533. 1981.
87. Kaper, J.; Waterworth, H. Cucumber mosaic virus-associated RNA 5: Causal agent for tomato necrosis. *Science*. 196:429-431. 1977.
88. Kaper, J.; Waterworth, H. Cucumoviruses **In** E. Kurstak (ed) Handbook of plant virus infections and comparative diagnosis. Elsevier/North-Holland Biochemical Press. Amsterdam, Holanda. 1981.
89. King, A.; Saunders, J. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. ODA, Londres. 1984.
90. Klingman, G.; Ashton, F.; Noorhoff, L. *Weed Science: Principles and practices*. New York, Wiley. 1975.
91. Kurz, S. Note on the plantains of the Indian Archipiélago. **J.Agric.Hort.Soc.** 14:295-301. 1985.
92. León, G. A. Fundamentos científicos naturales de la producción agrícola. Salvat. Barcelona. 1951.
93. López, A. Evaluación de cinco sistemas para el control de la "Morrocoyita" del banano *Colaspis submetálica* Jacoby. *Revista AUGURA*, año 4(1):4-14. 1978.
94. Lora, S.R. Análisis foliar. Técnica de muestreo y preparación del material para su análisis químico. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Programa Nacional de Suelos. (Mecanografiado). 1970.
95. Mali, V.; Rajegore, S. A cucumber mosaic virus disease of banana in India. *Phytopath Z* 98:127-136. 1980.
96. Marín, M.G. **et al.** El análisis de suelos y las recomendaciones de fertilizantes y Cal. Tercera aproximación. Instituto Colombiano Agropecuario ICA (Boletín Técnico N° 34). 1975.
97. Marín, M. G.; Christensen, J. Suelos y fertilizantes. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (Boletín Didáctico 1). 1972.
98. Martínez, M.; Dobernay, I.; Docoudray, M.A. Nematodos parasíticos asociados con el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) en la zona sur de la República Dominicana. *Fitopatología*. 20(2):36. (Resumen). 1985.
99. Mayorga P., M. H. Informe Anual de Actividades. Programa Fitopatología ICA, Regional Cuatro, Tulenapa. (Mecanografiado). 1985.
100. Mayorga P., M. H. Ciclo de enfermedad de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*). VII Congreso ASCOLFI (Resumen). Boyacá. 1986.
101. Mc. Sorley, R. Plant parasitic nematodes associated with bananas and plantains in southern Florida. *Plant Dis. Repr* 63(8):663-665. 1979.

102. Merchán V., V. M. Update of research on *Mycosphaerella* spp. in Colombia. **In** INIBAP Workshop on Sigatoka Leaf spot diseases. San José, Costa Rica, March 28 - April 1, 1989.
103. Merchán V., V.M. Informe de actividades 1988 - 1989. Programa Fitopatología ICA, Regional Nueve, Manizales 28 p. (Mecanografiado) 1989.
104. Meredith, D.S.; Lawrence, J.S. Black leaf streak disease of bananas: (*Mycosphaerella fijiensis*): Symptoms of disease in Hawaii, and notes on the conidial state of the causal fungus. *Trans Br mycol Soc* 52:459-476. 1969.
105. Meredith, D. S. Banana leaf spot disease (Sigatoka) caused by *Mycosphaerella musicola* Leach. *Phytopath. pap.* 11, 147 p. Commonw. Mycol. Instit. 1970.
106. Morello, J. sf. Transpiración y balance de agua de la bananera en las condiciones de la ciudad de Sao Paulo, *Botánica.* 10:27-97.
107. Mosquera, F. El gorgojo negro del plátano y banano, una plaga que usted debe conocer y combatir. *ICA Informa.* 11(9):7-10. 1977.
108. Mosquera, L.L. Normas para descripción de perfiles y unidades cartográficas de suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 1972.
109. Mouliom Pefoura A.; Foure, E. Efficacités comparées de différentes formulations de Triadimenol appliquées au sol sur *Mycosphaerella fijiensis*, agent de la maladie des raies noires des plantains au Cameroun. Evaluation des possibilités de lutte en milieu paysan. *Fruits* 43:201-210. 1988.
110. Muñoz, A. R. Capacidad de intercambio catiónico y las bases intercambiables de Calcio, Magnesio y Potasio on los suelos. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (Notas a máquina). 1976.
111. O'Bannon, J. H. The burrowing nematode, *Radopholus similis* infecting citrus in Florida. **In** *Nematology in the Southern Region of the United States.* Southern Cooperative Series Bulletin 276. 1982.
112. Ospina, L. O. Interpretación de análisis químicos de suelos. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Medellín. (Mimeografiado). 1976.
113. Patel, K.; Mali, V. Comparative studies on three isolates of cucumber mosaic virus from banana. *Indian Phytopath.* 36:443-447. 1983.
114. Peña, A.; Fisac, R.; Romero, J.; Fresno, J. Carazo, G. El mosaico de la platana canaria. I. Caracterización biológica, serológica, molecular y ultraestructural de una estirpe (de serotipo To) del virus del mosaico del pepino. *An INIA/Ser Prot. Veg.* 12:155-179. 1979.
115. Pinochet, J. Ocurrance and spatial distribution on root knot nematodes on banana and plantains in Honduras. *Plant disease Report.* 61(6):518-520. 1977.
116. Posada, L.; García, F. Lista de predadores, parásitos y patógenos de insectos registrados en Colombia, ICA. (Boletín Técnico N° 41). 1976.
117. Posada O. L.; Polanía, Z. I. de; Arévalo, S.I. de; Saldarriaga, V.A.; García R.F.; Cárdenas M. R. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. 3ª ed. ICA. (Boletín Técnico N° 43). 1976.
118. Quintero, Q. S. Valor nutritivo de los forrajes. **In** Instituto Colombiano Agropecuario, Programa Nacional de Pastos y Forrajes. Medellín. (Compendio N° 10). 1979.

119. Rast, A. M II 16, an artificial symptomless mutant of tobacco mosaic virus for seedling inoculation of tomato crops. *Neth J Plant Pathol.* 78:110-112. 1972.
120. Restrepo H., F.; Vélez, J. Parámetros básicos para el diseño de riego en banano (*Musa sapientum* 1). s.l. 1984.
121. Restrepo H, F.; Vélez, J. Riego en banano en Urabá, Antioquia. Seminario Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Medellín. 1984.
122. Rojas G., M. Fisiología vegetal aplicada. McGraw-Hill, México. 1972.
123. Román, J. Chemical control of nematode in plantains (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*, AAB). *The journal of Agriculture of the University of Puerto Rico.* 50 (1): 36-44. 1976.
124. Sala, M. F. 1974. Fertilización de Cítricos. Ministerio de Agricultura. Madrid.
125. Salazar M., C.A. Aspectos de riego y drenaje en el cultivo del plátano. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. (Mecanografiado). 1987.
126. Saldarriaga, A.; Polanía, Z. I. de; Cárdenas, R.; Posada, L.; García, F. Guía para el control de plagas. 4ª ed. Instituto Colombiano Agropecuario ICA (Manual de Asistencia Técnica N° 1). 1987.
127. Sandoval, I.A. Micropropagación de musáceas ASBANA. *Costa Rica.* 9(24):21-23. 1985.
128. Sanint, B. E. Manual de interpretación de análisis químicos de los suelos. INCORA. s.l. 1976.
129. Santos, V.; Ayala, A. Control of plantain nematode with contact nematocides. *Nematropica* 6(2):55-59. 1976.
130. Secretaría de Agricultura y Fomento de Antioquia. El abono orgánico, preparación y manejo. (Boletín N° 2). Medellín. 1957.
131. Shmueli, E. Irrigation studies in the Jordan Valley. I. Physiological activity in relation to soil moisture. *Bull. Res. Council Israel.* 3:228-247. 1953
132. Simmonds, N.W.; Shepherd, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. *J Linn Soc Lond, Bot.* 55: 302-312. 1955.
133. Simmonds, N.W. Los plátanos. Blume. Barcelona. 1973.
134. Soto, M. Bananos, cultivo y comercialización. LIL. Costa Rica. 1985.
135. Stanford, G. Cómo opera el Nitrógeno en el suelo. La Hacienda. s.l. 1971.
136. Stephens, S. C. *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae) a pest of banana in Costa Rica. *Jour Econ Entom* 55(3):381-386. 1962.
137. Storie, R. E. 1970. Manual de evaluación de suelos. Uteha. Méjico.
138. Stover, R. H. Banana, plantain and abaca Diseases. Commonw. Mycol. Instit., Kew. 1972.
139. Stover, R.H. Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. *Plant Dis* 64:750-755. 1980.
140. Stover, R. H. and Simmonds, N.W. Bananas. 3ª ed. Longman Scientific & Technical. Longman Group UK Ltd. Singapore. 1987.
141. Suelos Ecuatoriales. Acidez y enclamiento en el trópico. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 1971.

142. Takami, Y. A striking change in symptoms on cucumber mosaic virus-infected tobacco plants induced by a satellite RNA. *Virology* 109:120-126. 1981.
143. Tarté, R.; Pinochet, J. Problemas nematológicos del banano. Contribuciones recientes a su conocimiento y combate. Unión de Países Exportadores de Banano. 1981.
144. Taylor, A.L. The Fiji banana root Nematode *Radopholus similis*. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 36 (2):157-163. 1969.
145. Teuscher, H.; Adler, R. El suelo y su fertilidad. Continental. México. 1965.
146. Thorne, G. Principles of Nematology. McGraw Hill. New York. 1961.
147. Tisdale, S.L.; Nelson, W.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 2ª ed. Montaner y Simon. Barcelona. 1970.
148. Tobón, C.J. Cómo tomar una buena muestra de suelo. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (Boletín de Divulgación N° 27). 1970.
149. Tróchez, A.; Lozada, E. Nueva plaga del plátano y banano en el Valle del Cauca. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Sección Entomología. Centro Experimental Palmira. (Mecanografiado). 1978.
150. United Brands. Defoliador *Ceramidia*, *Ceramidia butleri*. Guía práctica para el cultivo del banano. Departamento de Investigaciones Agrícolas Tropicales. 1975.
151. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Sección Riego y Drenaje. Actualización en drenaje agrícola. Memorias. Apartadó, Antioquia. 1986.
152. Urueta, E. Inventario entomológico en plantaciones de banano en la zona de Urabá. AUGURA, Boletín informativo, año XVIII. Medellín. 1981.
153. Vanderveken, J. & Coutisse, S. Essai de lutte contre le virus de la mosaïque du tabac chez la tomate par la prémunition. *Meded Rijksfac Landbouwwet Rijksuniv Gent* 40:791-797. 1975.
154. Varón de Agudelo, F.; Riedel R. M. Principales nematodos que atacan el frijol y su control. Guía de estudio Serie 04SP-06-10. (Audiotutorial). 1982.
155. Vélez, R. Notas sinópticas de entomología económica colombiana. Secretaria de Agricultura. Medellín. 1985.

156. Vilardebo, M. Los insectos y nematodos de las bananeras del Ecuador. IFEIA. 1960.
157. Wardlaw, C. Diseases of the banana and of the Manila hemp plant. MacMilland. London. 1935.
158. Whittaker, C.W. **et al.** El encalado de los suelos. Centro Regional de Ayuda Técnica. Méjico-Buenos Aires. 1970.
159. Worthen, E.L.; Aldrich, S.R. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. 5ª ed. Uteha. Méjico. 1967.
160. Yaringaño, C.; Van Der Meer, F. Control del "Gorgojo del Plátano", *Cosmopolites sordidus*, mediante trampas diversas y pesticidas granulados. Revista Peruana de Entomología, 18(1):12-116. 1975.
161. Yépez, G.J. Meredith; A. Pérez. Nematodos en Banano y Plátano (*Musa* sp.) en Venezuela. Nematopica. 2(2):47-51. 1972.
162. Zúñiga, G. R.; Varón de Agudelo, F. Nematodos asociados con el cultivo del plátano (*Musa* AAB o ABB) en el Valle del Cauca. Fitopatología Colombiana. 8(2):40-52. 1979.

## GLOSARIO

### **AERENQUIMA**

Tejido de paredes delgadas algo suberosas presentes en los tallos de algunas plantas acuáticas a la altura del nivel del agua.

### **ALOFANA**

Gel amorfo de Sílice-alúmina

### **AMILACEO**

De almidón; que contiene almidón.

### **ANASTOMOSIS**

Comunicación por conductos transversales constituyendo una red.

### **ANDROCEO**

El conjunto de los estambres de una flor.

### **APRESORIO**

Una excrecencia lisa sobre la que se fija un parásito.

### **CALIDAD ESPECTRAL**

Hace referencia al segmento del espectro luminoso en el cual hay un mejor comportamiento de las hojas en cuanto a la síntesis de clorofila y posterior transformación de la energía radiante en energía química.

### **CAMBIUM**

Cilindro, faja o capa de células del meristemo, que, en su mayor parte, divide en un plano y da elevación a las células hijas a expensas de las cuales se forma últimamente un tejido permanente.

## **CARPELO**

Estructura que contiene el óvulo, la cual, siendo única, o bien asociada o combinada con otros carpelos, constituye el gineceo de la flor. Un carpelo puede compararse a una hoja plegada cuyos bordes se unen soportando los óvulos a lo largo de la línea de unión. Un carpelo consta de tres partes: El ovario o porción basal hinchada que contiene los óvulos; el estilo o prolongación filamentososa del ápice del ovario, y el estigma, extremo especializado del estilo sobre el cual se aloja el polen y germina.

## **CLON**

Descendientes de un solo individuo; raza pura. Individuo producido asexualmente.

## **CLOROFILA**

Mezcla de dos pigmentos verdes y dos amarillos presentes en los cloroplastos de toda planta que es capaz de sintetizar carbohidratos a partir del dióxido de carbono y agua; en cierto modo permite a la planta aprovechar la energía derivada de la luz, en beneficio de la síntesis de sustancias.

## **CLOROPLASTO**

Plasto que contiene clorofila, con o sin otros pigmentos, incrustado como una sola unidad o en número considerable en el citoplasma de la célula.

## **CONVOLUTO**

Enroscado, plegado o enrollado, de modo que una mitad está cubierta por la otra.

## **CORIACEO**

Fuerte y áspero, como el cuero, en su textura.

## **CORMO**

Tallo redondeado, hinchado debajo de tierra, que parece un bulbo en su aspecto general, pero sólido, y que no está compuesto de hojas carnosas superpuestas.

## **COROLA**

El segundo verticilo del perianto de las angiospermas.

## **DECIDUO**

Caduco, generalmente después de una larga estación de crecimiento y funcionamiento, antes de llegar el frío o la sequía.

## **DIAGRAMA FLORAL**

Se dibujan los sépalos, los pétalos, los estambres y los carpelos en círculos concéntricos. Es interesante observar entonces que las piezas florales alternan de un círculo a otro. Cuando las piezas florales están soldadas, es usual unir las de dos en dos por un arco de círculo. Una flor vista en sección transversal.

## **ESTOMAS ACUIFEROS**

Situados en el borde o extremidad de la hoja y mucho menos numerosos que los aeríferos. Su cámara estomática contiene un tejido blando, incoloro, esponjoso y empapado de agua en el cual termina una nervadura. Estos estomas sirven para la sudación o excreción de agua líquida.

## **ESTOMAS AERIFEROS**

Que son los más difundidos sobre la superficie de la hoja. Su cámara, libre, está llena de aire que sirve para la respiración, la asimilación clorofílica y la transpiración.

## **EPIDERMIS**

Cubierta de células muy unidas que forman una capa en la superficie de las hojas y tallos jóvenes de las plantas. La capa no suele tener mayor grosor del de una célula, y es continua excepto cuando la perforan los estomas.

## **ESPERMACIO**

Estructura parecida a una espora formada por algunos líquenes y hongos y que puede tener una función sexual.

## **ESPERMOGONIO**

Estructura con figura de botella en que se forman los espermacios. Llámase también espermogono.

## **ESTAMINODIOS**

Estambre imperfectamente desarrollado o vestigial.

## **FILOTAXIS**

La distribución de las hojas en un retoño.

## **FLOEMA**

Tejido conductor presente en las plantas vasculares; su objeto principal es la distribución de materias alimenticias elaboradas a todas las partes

de la planta. Cuando está completamente desarrollado, el floema consiste en una serie de tubos a modo de cedazos, células acompañantes y parénquima, pero las células acompañantes pueden faltar.

## **FORMULA FLORAL**

Se indica sucesivamente el número de sépalos, de pétalos, de estambres y de carpelos, y se añaden a continuación las iniciales S, P, E, C, separadas por el signo (+). El signo  $\infty$  (infinito) sirve para designar un número muy grande, y por lo tanto variable de estambres o de carpelos. Si varias piezas florales están soldadas entre sí, se indica por medio de corchetes []. Finalmente, cuando todas las piezas florales están unidas en la base y, por consiguiente, el ovario parece situarse bajo la flor (ovario ínfero), la fórmula floral íntegra se pone entre corchetes. Ejemplos:

Amapola =  $2S + 4P + \infty E + [\infty C]$

Zanahoria =  $[5S + 5P + 5E + 2C]$

## **GENOMA**

El contenido total de cromosomas del núcleo de un gameto.

## **GLABRO**

Que no tiene pelos en la superficie; sin pelos.

## **IMBRICADO**

Dícese de las hojas, escamas etc., que están sobrepuestas como las tejas de un tejado.

## **MACULA**

Mancha o borrón de color; pequeño tubérculo; depresión muy pequeña.

## **MERISTEMA APICAL**

Grupo de células indiferenciadas, localizados y en división, que se encuentran en regiones de crecimiento activo.

## **MULTIPLICACION ASEXUAL**

Esta multiplicación es muy común entre los vegetales, que tienen una individualidad menos destacada que los animales y soportan, sin morir, el ser artificialmente cortados, podados y desyemados. Muy frecuentemente, la planta madre y el trozo que se le ha sacado viven igualmente bien (aplicaciones hortícolas o agrícolas: Acodadura, reproducción por medio de estacas o desqueje, injerto, acolladura o aporcadura). Pero numerosas plantas se multiplican también espontáneamente al desprenderse de partes más o menos voluminosas de sí mismas constituidas por tejido joven o rejuvenecido en relación con el tronco.

## **OLIGOGENICO**

Se aplica a los caracteres hereditarios controlados por pocos genes.

## **PARENQUIMA**

Este tejido, el más abundante de todos, es al mismo tiempo el menos diferente del tejido embrionario o meristema, y las células de que está formado son poliédricas, muy vivas, y tienen una pared de celulosa pura. Estas contienen siempre mitocondrias, plastos y sustancias de reserva. Además, los parénquimas expuestos a la luz encierran cloroplastos. En suma, hay parénquimas incoloros y verdes, éstos en el tallo y las hojas.

## **PERIANTIO**

Se llama así el conjunto del cáliz y la corola; es decir, de las piezas florales periféricas y protectoras. Según que estas piezas estén libres, soldadas o atrofiadas, se dice que la flor es dialisépala, gamosépala, asépala, dialipétala, gemopétala o apétala.

## **TEPALO**

Estructura unitaria del periantio no diferenciado en sépalos y pétalos.

## **VERTICILO**

Grupo de miembros similares que surgen al mismo nivel de un tallo y que forman un grupo circular alrededor del mismo.

## **XILEMA**

Es un tejido de conducción que se encuentra localizado desde la raíz hasta las hojas. Formado fundamentalmente por vasos, los cuales pueden ser de diferentes formas.

PUBLICACION DEL ICA

CODIGO: 09-31-050-91

IMPRESION: FERIVA LTDA., Cali

EJEMPLARES: 5.000

**EDITORES:** Sylvio L. Belalcázar C., Ph.D.

Julio César Toro M., Ph.D.

Ramiro Jaramillo C., M.Sc.

**ARTE:** Sandra P. Belalcázar M., Bacterióloga

Sylvio L. Belalcázar C., Ph.D.

**FECHA:** Octubre, 1991

La mención de algunos productos comerciales en este manual no constituye una garantía del producto por parte del ICA, como tampoco implica que se excluyan otros productos de igual o mayor efectividad.

60 CM.



COMITE DE CAFETEROS DEL QUINDIO  
1966 **25** 1991  
*Años*  
DE SERVICIO A LA COMUNIDAD



ANALIZADO

**CAPITULO VIII**  
**Control**  
**de nematodos**

Francía E. Varón

Los nematodos son organismos multicelulares microscópicos, clasificados dentro del reino animal, phylum Nematelminthos y clase Nematoda. La mayoría de los nematodos fitoparásitos corresponden a los órdenes Tylenchida y Dorylaimida.

La importancia de los nematodos no sólo radica en su amplia distribución geográfica y los daños que causan a las plantas cultivadas, como lesiones, clorosis y enanismo, sino también en la asociación de estos con otros microorganismos como hongos, bacterias y virus causando complejos patológicos más severos.

El plátano, como todos los cultivos, es susceptible de ser atacado por un grupo de nematodos que influyen en el desarrollo, longevidad de las plantas y la producción. Las pérdidas ocasionadas por estos fitoparásitos dependen de la población existente, de la susceptibilidad del material, del tipo de suelo y las condiciones ambientales que favorezcan la infección, alimentación y reproducción de los nematodos.

Con este capítulo se pretende ilustrar algunos aspectos relacionados con los principales nematodos que afectan al plátano y sus posibles medidas de control.

## RECONOCIMIENTO EN COLOMBIA

En Colombia se han realizado varios reconocimientos en diferentes zonas cultivadas con plátano, registrándose como prevalentes las especies *Pratylenchus coffeae*, *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Radopholus similis* y *Rotylenchulus reniformis*. Con menor frecuencia se presentan *Hoplolaimus* sp., *Macrosposmithia* (*Gniconemoides*) sp., *Trophurus* sp., *Hoplotylus* sp., *Pratylenchus* sp. y *Tylenchortynchus* sp.

Las mayores poblaciones de *Pratylenchus* sp., se han encontrado en la zona de Santa Marta y las de *Radopholus* en la zona bananera de Urabá. (Tabla 69). *Rotylenchulus reniformis* se halla ampliamente diseminado en el Valle del Cauca, aunque con poblaciones bajas.

TABLA 69

Géneros de nematodos fitoparásitos, asociados con el cultivo del plátano en diferentes regiones de Colombia.  
(Barriga y Cubillos, 1980)

Nematodos registrados	Magdalena (Santa Marta)	Antioquia (Urabá)	Quindío	Caquetá	Valle
<i>Helicotylenchus</i> sp.	+	+	++	+	+
<i>Pratylenchus</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Meiodorynia</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Radopholus</i> sp.	+	+	+	-	+
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	-	-	-	-	+
<i>Hoplaimus</i> sp.	++	-	-	-	-

+ Población baja

++ Población alta

- No se encontró

## ALIMENTACION Y PARASITISMO

Algunas especies de nematodos pueden afectar tallos, hojas y frutos; sin embargo, en plátano únicamente se han registrado nematodos causando daño en el sistema radicular y en el tallo o cormo. Según el tipo de alimentación los nematodos pueden ser endoparásitos migratorios y/o sedentarios y ectoparásitos.

### Endoparásitos migratorios

Entran a la raíz y migran intra o intercelularmente; se alimentan en diferentes sitios de ésta, como es el caso de *Radopholus* y *Pratylenchus*.

### Endoparásitos sedentarios

En este caso el estado infectivo entra al tejido, migra y luego se localiza en un sitio determinado hasta su estado adulto, como *Meloidogyne*.

### Semiendoparásitos sedentarios

Comprende aquellos nematodos que durante su ciclo de vida una parte de su cuerpo permanece fuera y la otra adherida al tejido; se alimentan de esta forma, como sucede con el *Rotylenchulus reniformis*.

### Ectoparásitos

Estos permanecen en el suelo y sólo visitan la planta para alimentarse, introduciendo su estilete, como es el caso del *Tylenchorhynchus* y algunas especies de *Helicotylenchus*.

## REPRODUCCION

La reproducción de los nematodos puede ser:

Sexual, en la cual participan el macho y la hembra.

Partenogenética, donde el macho no es importante y los huevos se desarrollan sin fertilización.

Hermafroditismo, las hembras desarrollan en su ovario los óvulos y los espermatozoides y el macho no participa de la reproducción.

Pseudofertilización, cuando el macho sólo se necesita para excitar a la hembra.

De todas maneras, sea cual fuere el tipo de reproducción, siempre se produce un huevo con características variables, que es colocado dentro o fuera de los tejidos.

## DISEMINACION

Los nematodos por sí solos se desplazan unos pocos centímetros. En el campo, la mayor dispersión se presenta a través del agua de riego, la maquinaria, las herramientas, los animales y el hombre. A grandes distancias la diseminación se presenta a través del material usado en propagación, semilla vegetativa, suelo adherido a la semilla y plantas de vivero que son llevadas de una finca a otra.

## DIAGNOSTICO Y EVALUACION

En el caso de ataque de nematodos, el diagnóstico y la evaluación del daño ocasionado se dificultan por varias razones, entre las cuales se podrían considerar las siguientes:

1. El daño es ocasionado en las raíces y por lo tanto algunas veces pasa inadvertido, por cuanto no puede ser observado directamente.
2. El tamaño microscópico de los nematodos hace difícil determinar su presencia.
3. Su sintomatología se puede confundir con la causada por otros patógenos radiculares, por deficiencias nutricionales y por problemas del suelo.
4. Aun cuando se logre determinar la presencia del nematodo, es necesario conocer si la población existente está causando daño al cultivo, determinación del umbral económico.
5. Es difícil establecer el grado del parasitismo, debido a que los niveles críticos de población varían con el género, la susceptibilidad del material, el tipo de suelo y las condiciones ambientales que favorezcan la infección, la alimentación y la reproducción.

## CLASES DE DAÑOS

Los daños ocasionados por los nematodos durante el proceso de infección y alimentación son muy variables y afectan tanto la morfología como la fisiología de los tejidos infectados.

Los daños morfológicos están relacionados con la ruptura de los tejidos epidérmicos y de las paredes celulares, la destrucción del sistema radicular y la formación de nudosidades o agallas, como es el caso de *Meloidogyne* sp., que traen como consecuencia la reducción tanto del tamaño como del número de raíces. (Figura 100).

En cuanto a los daños fisiológicos, estos se relacionan con la hiperplasia e hipertrofia de las células, como ejemplo el ataque de *Meloidogyne* que ocasiona la desintegración de las paredes celulares, con lo cual se favorece el ataque de otros patógenos radiculares, como hongos y bacterias.



**Figura 100.** Raíces primarias y secundarias del clon Hondurasano-Enano, afectadas por nematodo de los géneros *Pratylenchus*, *Meloidogyne* y *Helicotylenchus*. 1.350 mm/m.

En todos los casos, el daño en la planta se manifiesta porque la debilita, acorta su vida útil y reduce su producción, tanto en calidad como en cantidad, como consecuencia de la deficiente capacidad de absorción de nutrientes y agua, y volcamiento como resultado de la pérdida de anclaje por el daño ocasionado en su sistema radicular.

## TIPOS DE NEMATODOS

### NEMATODO BARRENADOR, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne

#### Distribución

El nematodo barrenador *R. similis*, es uno de los de distribución más amplia. Ocasiona los daños más severos en plantaciones de banano y plátano. Existen registros que indican que este nematodo probablemente causa más daños a la producción bananera en el mundo entero que cualquier otro patógeno. Fue descubierto parasitando raíces de banano en Fidji, en 1893, y ahora se encuentra diseminado en América Central, Sur América y el Caribe. En Colombia se ha determinado en varias regiones. Sin embargo, las mayores poblaciones que afectan plátano se han encontrado en la zona bananera de Urabá.

Se conocen, con base en el rango de hospedantes, dos razas de *R. similis*. Una raza que ataca musáceas únicamente y otra que ataca cítricos y banano. La raza patógena de los cítricos y banano existe solamente

en Florida. Se cree que puede existir otra que ataca sólo a cítricos, pero esto no ha sido confirmado.

### **Ciclo de vida**

Los huevos son colocados en las lesiones que dejan las hembras durante su alimentación. Como todos los nematodos sufren cuatro mudas pasando por cuatro estados juveniles, larvas, antes de llegar a su estado adulto. La reproducción es sexual, siendo el macho necesario para la fertilización. Todos los estados del nematodo son infectivos, pero las hembras son más activas que los machos. Se encuentran dentro o alrededor de las raíces del hospedante, penetran al tejido por cualquier parte y se mueven intracelularmente en el parénquima cortical, dañan las paredes celulares, se alimentan de su contenido y forman cavidades. Por ser endoparásito migratorio se mueve a través de los tejidos, las hembras depositan los huevos en diferentes sitios dando origen a colonias nuevas. Cuando hay muchas células destruidas, se forman las lesiones que impiden el movimiento del agua y nutrientes dentro de la raíz.

Cuando las lesiones coalescen las cavidades se agrandan, originando grandes túneles laterales. En cultivos como el banano y el plátano los túneles están limitados a la corteza entre la epidermis y la endodermis, en cítricos no solamente inducen las cavidades en la corteza sino que penetran a la estela y se acumulan en el floema y cambium. Al mismo tiempo se deposita una goma en la corteza y como consecuencia las células del periciclo se dividen excesivamente produciendo grupos de células tumorales. Algunos hongos y bacterias invaden las raíces infectadas por el nematodo, los cuales incrementan su destrucción y descomposición.

### **Hospedantes**

Se han determinado diferentes especies de plantas susceptibles a *R. similis*, entre las cuales se cuentan malezas, plantas ornamentales, pastos y cultivos importantes, como pimentón, café, caña de azúcar, maíz, frijol, entre otros.

### **Síntomas**

Las plantas afectadas manifiestan amarillamiento, crecimiento escaso, las hojas muestran reducción de su tamaño, se presenta una defoliación prematura y el peso de los frutos se reduce.

Las raíces presentan necrosis de color café rojizo y cavidades en la corteza, que dan origen a grietas o ranuras muy profundas con las márgenes levantadas. Los nematodos, junto con los hongos y las bacterias que invaden las grietas, causan pudrición de las raíces, con lo cual se afecta el anclaje de la planta y como resultado se produce su volcamiento.

Con frecuencia la infección avanza hacia la superficie del rizoma ocasionando el necrosamiento y pudrición de los tejidos de la periferia. Como

resultado del ataque, la vida de las plantaciones se acorta, se aumentan los costos tanto por la renovación de las plantas como por las pérdidas en producción.

## **NEMATODO DE LAS LESIONES, *Pratylenchus* sp. Filipjev**

### **Distribución**

En el país se encuentra afectando todas las plantaciones de plátano y banano. Las poblaciones mayores se han registrado en las zonas bananeras de Santa Marta y Urabá. Las especies que afectan el plátano son *P. coffeae* y *P. penetrans*. En Colombia es más común *P. coffeae*.

### **Ciclo de vida**

*Pratylenchus* es un nematodo endoparásito migratorio, que afecta las raíces de muchas plantas. Igual que otras especies su ciclo de vida comienza en el huevo, pasa por cuatro estados juveniles, larvas, y llega a adulto, hembra y macho.

Las hembras con o sin fertilización depositan los huevos individualmente o en pequeños grupos, dentro de las raíces afectadas. Al eclosionar los huevos, la larva sale al suelo e infecta las raíces o puede cumplir su ciclo en el suelo, resistiendo a la sequía en estado de quiescencia o reposo, hasta que las condiciones de humedad sean favorables.

Todos los estados son infectivos; entran a la raíz y se mueven intracelularmente mediante un movimiento persistente del estilete y la cabeza, que ablanda y rompe la pared celular. Se mueven en la corteza donde se alimentan y reproducen. La endodermis no es afectada, pero se localizan en el área comprendida entre la endodermis y la epidermis. Por efecto de la enfermedad se presenta necrosis y decoloración celular, que posteriormente dan origen a las lesiones radicales, cada una de las cuales es habitada por varios nematodos. Las hembras colocan los huevos en la corteza, donde frecuentemente hay nidos formados por huevos, larvas y adultos.

Las lesiones son invadidas por otros microorganismos, que contribuyen a la pudrición y descomposición del tejido. Debido a esta pudrición se reduce el número de raíces, la absorción de agua y nutrimentos se hace insuficiente y la parte externa de la planta se afecta notablemente.

### **Hospedantes**

*P. coffeae* tiene una amplia gama de hospedantes, entre los cuales se ha reportado café, plátano, banano, abacá, manzanas, frijol, repollo, tomate, entre otros.

### **Síntomas**

Se manifiestan en la parte aérea. Están caracterizados por reducción en el tamaño y amarillamiento de las hojas. Las plantas se toman débiles

y con frecuencia se caen. En las raíces se presentan lesiones que pueden penetrar profundamente en el cono y zona lignificada del cilindro central de las raíces viejas.

Las lesiones aparecen principalmente en las raíces jóvenes y están más concentradas en el área de los pelos radicales. Luego se agrandan longitudinalmente hacia el eje de la raíz y hacia los lados hasta cubrir la raíz entera, la cual finalmente muere. El aspecto general del sistema radical se ve reducido, debido a la muerte de raíces causada por el nematodo y otros patógenos como bacterias y hongos.

## **NEMATODO DE LA NUDOSIDAD RADICAL, *Meloidogyne* sp. Goeldi**

### **Distribución**

Es uno de los nematodos más ampliamente diseminado en el mundo. Presenta un rango bastante considerable de hospedantes. Afectando plátano en Colombia se han identificado dos especies: *M. incognita* y *M. javanica*. La mayor población de este género se ha encontrado en la zona cafetera del Quindío, así como en Urabá y Cauquetá.

### **Ciclo de vida**

*Meloidogyne* es un nematodo endoparásito sedentario. Los machos son vermiformes y se pueden distinguir fácilmente de las hembras, las cuales son globosas con forma de pera.

El primer estado juvenil se desarrolla en el huevo y eclosiona un segundo estado el cual es el único infectivo. El segundo estado juvenil encuentra a las raíces y migra intra e intercelularmente hasta alcanzar el punto de crecimiento donde se establece.

Cuando afecta raíces viejas, la cabeza de la larva se localiza en el periciclo. Las células corticales y de la endodermis, cerca al punto de entrada, comienzan a crecer hasta formar células gigantes que contienen muchos núcleos sin pared celular. Las células gigantes resultan por la acción de las sustancias que contiene la saliva secretada por el nematodo.

La agalla se forma por la hipertrofia e hiperplasia del parénquima, del periciclo y de las células de la endodermis situadas alrededor de las células gigantes y por el crecimiento del nematodo, el cual pasa a su estado adulto.

Cuando la hembra llega a su estado adulto, coloca sus huevos en un saco gelatinoso llamado matriz, el cual queda expuesto en la superficie de la corteza de la raíz o parcialmente cubierto, dependiendo de la posición del nematodo. Con frecuencia las nudosidades o agallas son afectadas por hongos patógenos que debilitan las raíces, causando una enfermedad más severa.

Al final de la cuarta muda, el macho sufre un cambio y pasa al estado vermiforme y móvil, saliendo de la raíz para fecundar a la hembra. El macho no es indispensable para la reproducción.

### **Síntomas**

Los síntomas externos son similares a los causados por los otros nematodos y problemas patológicos que afectan el sistema radical e interfieren en la absorción de agua y nutrientes. Los síntomas característicos del ataque del nematodo se observan en las raíces, las cuales presentan tumefacciones, agallas o nudosidades que varían en forma y tamaño y no pueden ser desprendidas sin romper el tejido, puesto que son parte integral de la raíz.

### **NEMATODO ESPIRAL, *Helicotylenchus* spp. Steiner**

#### **Distribución**

En Israel se ha registrado que ocasiona una reducción del 20% de rendimientos en el cultivo del banano; sin embargo, en plátano no ha sido evaluada su importancia. En Colombia existen dos especies: *H. multicinctus* y *H. erythrae*, con mayores poblaciones en el área del Quindío.

#### **Ciclo de vida**

Los nematodos del género *Helicotylenchus* son ectoparásitos o semientoparásitos migratorios; se pueden alimentar desde la parte externa de la raíz o penetrar unos milímetros de ésta.

Son nematodos vermiformes, infectivos en todos los estados de desarrollo, larvas y adultos. El daño que causan en las raíces es debido a la destrucción de las células al inyectar secreciones digestivas y remover el contenido celular.

### **Síntomas**

En el sistema radicular se caracterizan por lesiones sombreadas que raramente profundizan en la raíz y el rizoma. La superficie de la lesión es rojiza parda a negra. En infestaciones severas las raíces se decoloran completamente en la parte externa de la corteza.

### **NEMATODO RENIFORME, *Rotylenchulus reniformis* Linford y Oliveira**

#### **Distribución**

Se halla en todo el mundo, pero con mayor concentración en los trópicos y en el sur de los Estados Unidos. En Colombia se ha encontrado asociado frecuentemente con raíces de plátano y banano y en Puerto Rico con plátano.

#### **Ciclo de vida**

El nematodo reniforme es un semientoparásito sedentario. Las larvas sufren las mudas en el suelo y sólo la hembra inmadura, tercer estado

juvenil, es la infectiva que penetra a la raíz. Después de unos pocos días de alimentarse en los tejidos epidérmicos, escoge un sitio permanente en la corteza y el floema. La parte posterior del cuerpo se empieza a hinchar dando la apariencia de un riñón; posteriormente se forma una matriz gelatinosa, secretada desde el área de la vulva donde más tarde se localizan los huevos.

Los machos, que siempre conservan su estado vermiforme, no se alimentan de la raíz, es decir que no tienen una actividad parasítica reconocida, pueden servir para la fecundación pero hay poblaciones partenogénicas.

El nematodo reniforme tiene un amplio rango de hospedantes, entre los que se incluyen vegetales, hortalizas, café, té y pastos.

### **Síntomas**

Hasta el momento no se han realizado trabajos tendientes a identificar el tipo de lesiones que el nematodo reniforme ocasiona en las raíces y en la parte externa de la planta de plátano; sin embargo, se sospecha que son muy similares a los producidos por otros nematodos endoparásitos.

## **MANEJO Y CONTROL**

El control de nematodos en cualquier cultivo, está basado en la integración de muchas medidas que reduzcan las poblaciones a niveles tales que no causen daño económico. En plátano se deben realizar varias prácticas que permitan obtener un mayor rendimiento con un costo mínimo.

### **Selección de semilla para propagación**

El establecimiento de plantaciones requiere que el material utilizado en las siembras provenga de cultivos que se encuentren libres de nematodos y enfermedades limitantes para el cultivo. Se deben seleccionar semillas cuyo corno pese alrededor de un kilogramo.

La semilla se debe extraer cuidadosamente, de modo que el resto del corno de la planta madre con sus hijos no sufran daño. Posteriormente se debe quitar la tierra y la mayor parte de raíces que estén adheridas a la superficie de la semilla.

Inmediatamente después a la extracción de la semilla, ésta se debe limpiar y pelar gradualmente para eliminar zonas podridas o dañadas por insectos o nematodos barrenadores. Si las lesiones necróticas son muy profundas es mejor descartar la semilla. Para asegurar la eliminación de patógenos y parásitos se debe desinfestar, siguiendo las recomendaciones dadas al respecto en el capítulo sobre establecimiento del cultivo. Esta práctica es exitosa principalmente en lotes libres de nematodos, donde las plantaciones se pueden mantener sanas de tres a seis años.

### **Prácticas agronómicas**

Estas incluyen todas aquellas medidas culturales que contribuyen a mantener una plantación sana y vigorosa, tales como fertilización, riego y

rotaciones adecuadas. Con estas prácticas se pretende evitar las pérdidas ocasionadas por los nematodos, pero algunas no influyen significativamente en la población de estos, como es el caso de la práctica de dar apoyo mecánico a la planta mediante la utilización de puntales de guadua o bambú, o el amarre de la planta por el lado opuesto al racimo, para contrarrestar el exceso de peso y evitar su volcamiento.

Las inundaciones dirigidas a sitios de alta infestación, así como la exposición continuada del terreno al sol mediante aradas y rastrilladas sucesivas, son prácticas que contribuyen a bajar o erradicar poblaciones de nematodos, en lotes que van a ser usados en la siembra del plátano. En este caso se debe dejar el lote en barbecho por temporadas largas o rotar con cultivos trampas o en su defecto tolerantes.

### **Control químico**

A través del tiempo los productos nematocidas se han usado en el control de nematodos, especialmente en el cultivo del banano. Los primeros nematocidas que se usaron fueron los fumigantes del grupo de los hidrocarburos halogenados, como el Dibromocloropropano, DBCP, y muy recientemente los no volátiles como los carbamatos y organofosforados líquidos y granulados, sistémicos y de contacto, como Aldicarb, Prophos y Carbofuran.

La aplicación de estos productos puede ser foliar, como es el caso de Oxamil u otros sistémicos; por inyección cuando se trata de fumigantes; por aplicación manual o mediante aplicadores especiales en el caso de granulados, polvos o líquidos. Los productos de formulación líquida se pueden aplicar en el agua de riego. Sin embargo, la efectividad del nematocida está condicionada a una serie de factores, en los que intervienen:

1. La capacidad de adsorción de las arcillas y el contenido de materia orgánica del suelo, principalmente en los fumigantes. A medida que disminuye el tamaño de la partícula se requiere más producto.
2. La época y frecuencia de aplicación.
3. La dinámica de las poblaciones en cada región y finca y la especie del nematodo.
4. La humedad del suelo. No debe de estar ni muy húmedo ni muy seco. La presencia de residuos de cosecha y basuras interfieren en la aplicación y en la efectividad del producto.

El efecto de los nematocidas no ha sido positivo en todos los cultivos; sin embargo, existen algunos criterios para evaluar la bondad de estos productos, tales como:

1. Los componentes de rendimiento; número de manos y dedos, y peso del racimo.
2. Incremento en rendimiento total.

3. Disminución en el número de racimos perdidos, debido al volcamiento de las plantas o a la mortalidad de las mismas.
4. Disminución en el número de nematodos, mediante muestreos sucesivos antes y después de cada aplicación.

Por otro lado existe evidencia de que algunos productos tienen efecto nematostático, es decir que inactivan al nematodo pero no lo matan. En este caso la población no se reduce. Hay otros productos que tienen un efecto fitotónico o estimulante sobre el desarrollo de la planta, incrementan algunas veces los rendimientos, lo cual es difícil de explicar y aún no se ha investigado.

Se debe tener en cuenta que no siempre una reducción de la población del nematodo se debe necesariamente a la aplicación de un producto. Al respecto se sabe que la precipitación juega un papel importante en las poblaciones de nematodos, y se pueden presentar reducciones de éstas debido a sequías o inviernos prolongados.

Existen muchos experimentos donde se ha evaluado el control de nematodos por medios químicos y se han obtenido buenos resultados con incrementos en rendimiento, en tamaño, peso y número de racimos cosechados y también en la longevidad de las plantaciones. En un experimento realizado en Jamaica, se lograron incrementos en el número de plantas con racimo y en el peso del racimo, utilizando DBCP para controlar los nematodos (Tabla 70). Otros investigadores han obtenido

TABLA 70  
**Peso promedio de racimos de plátano obtenidos de plantas tratadas con DBCP. (Hutton and Chung, 1973).**

Tratamiento	Dosis L/ha	Porcentaje plantas con racimo	Peso racimo (kg)	
			Primera cosecha (madre)	Segunda cosecha (hija)
Testigo	-	67	5.5	6.1
DBCP - 1 aplicación	9.3	89	5.2	6.6
DBCP - 1 aplicación	39.9	85	6.5	7.5
DBCP - 2 aplicaciones*	9.3	84	6.3	6.4
DBCP - 2 aplicaciones	39.9	100	6.7	6.8

\* Primera aplicación a los 16 semanas, segunda aplicación 10 meses más tarde.

variaciones en los diferentes parámetros de crecimiento y rendimiento cuando usaron Carbofuran y Ethoprop para controlar *R. similis*. (Tabla 71). Por otra parte también se ha logrado obtener cosechas consecutivas de plátano, sin recurrir a la renovación de la plantación, manejando diferentes productos químicos para controlar el complejo de nematodos, que afectan el plátano en Puerto Rico. (Tabla 72).

El control químico con productos nematicidas es una alternativa para el manejo de los nematodos en plátano, pero debe ser integrado con otras medidas para que sea eficiente y económicamente rentable. El uso de nematicidas es recomendable cuando el incremento en los rendimientos justifica los gastos de aplicación y las poblaciones de los nematodos se encuentran por encima de los niveles económicos críticos. Estos niveles no se han establecido en plátano, pero en un momento dado se pueden usar los de banano. Por ejemplo, en el caso de *Radophalus similis* se considera como límite extremo una población superior a 10.000 individuos por 100 g de raíces.

### Variedades resistentes

La obtención de materiales con resistencia genética a los nematodos es un reto para los fitomejoradores. Hasta el presente se sabe que existen diferentes grados de susceptibilidad a las especies de nematodos fitoparásitos, lo importante ahora es poder implementar la metodología para su incorporación a materiales comerciales.

TABLA 71  
**Parámetros de rendimiento de plantas de plátano  
 tratadas con nematicidas, para controlar *R. similis*\***  
 (Santos y Ayala, 1976)

Nematicida	Dosis g la/planta	Altura (cm)	Diámetro Tallo/cm	Peso racimo kg	Número dedos/ racimo
Testigo	—	78.1	8.7	9.6	26
Carbofuran	3.0	92.3	9.7	11.8	40
Ethoprop	3.0	81.0	9.2	10.8	31

\* Población inicial: 45-520/100 g de raíz y 3.700-32.000 por 100 g de raíces

TABLA 72

Número y peso promedio de frutos de plátano por hectárea, obtenido en plantas tratadas con varios nematocidas (Roman y otros, 1976)

Tratamiento	Dosis cada 6 meses	Plantilla			Primera Cosecha			Segunda Cosecha		
		Número frutos	Peso ton/ha	Número frutos	Peso ton/ha	Número frutos	Peso ton/ha	Número frutos	Peso ton/ha	
Control	-	34 100	5.2	3 95	0	0	0	0		
Fenamiphos 15 g	20 g	87 767	13.4	38 308	6.0	38 053	2.6			
DBCP-70 EC	9.00	96 122	23.7	82 606	15.2	55 103	6.4			
Ethioprop. 10 g	30 g	82 215	22.0	67 770	11.9	30 536	3.0			
Aldicarb 10 g	30 g	82 767	20.0	57 184	8.9	29 405	3.2			
Carbofuran 10 g	30 g	73 578	20.6	48 854	8.6	23 465	2.4			
Oxamij 10 g	30 g	71 412	16.0	36 756	5.4	30 146	3.0			

5/2/76

## ANALIZADO

## CAPITULO IX

Cosecha  
y mercadeo

Sylvio Belalcázar C.  
Jorge A. Valencia M.

En toda explotación agrícola las labores de recolección y mercadeo juegan un papel de gran importancia, pues de allí depende en un gran porcentaje el éxito y la rentabilidad durante el transcurso de su explotación. Desafortunadamente y por tratarse de un producto perecedero, estos factores escapan muchas veces a cualquier clase de control, razón por la cual el productor se debe someter a las condiciones imperantes de recolección y comercialización en el momento de su cosecha.

## COSECHA

En líneas generales, la cosecha hace referencia al corte del racimo; sin embargo, se debe tener presente que esta labor está gobernada o depende de varios factores, los cuales pueden o no estar influenciados por el medio en el cual se desarrolla la planta. Entre estos sobresalen por su interés e importancia los siguientes aspectos:

### DURACION DEL CICLO VEGETATIVO

En una plantación recién establecida, la duración del ciclo vegetativo de las plantas que la conforman, está estrechamente relacionada con las propiedades físico-químicas del suelo, con los componentes del clima, como precipitación y temperatura, entre otros, y finalmente en igual grado de importancia, con la edad fisiológica y el tamaño de la semilla o cono. Como se recordará, el efecto de este último factor fue considerado y analizado en su debida oportunidad.

En siembras nuevas, la duración del ciclo del clon Dominico-Hartón, bajo condiciones de clima medio, 22°C, puede variar de 16 a 18 meses, Figura 27, mientras que en clima cálido, 28°C, para el clon Hartón su duración puede ser de 10 a 12 meses.

Quando se hace referencia al primer ciclo de cosecha, bien sea que se trate de clima medio o cálido, el tiempo que dura la recolección a partir del corte del primer racimo puede ser alrededor de tres meses. Aparentemente la magnitud de dicho periodo no está en función del tamaño de la

semilla, puesto que se utilizan los más uniformes en cuanto a dicho aspecto, sino principalmente de la edad fisiológica de la misma.

En cuanto al tiempo que podría tardar la recolección del segundo y demás ciclos sucesivos de producción, éste, a partir de la emergencia del ápice de la yema vegetativa sobre la superficie del suelo puede ser de aproximadamente 21 meses para las condiciones de clima medio y de 15 meses para clima cálido. (Figura 27).

Un aspecto importante que se debe tener presente a la cosecha del segundo y demás ciclos sucesivos de producción, es que la producción correspondiente al primer ciclo se puede recolectar en un lapso de dos a tres meses. Para ciclos posteriores la recolección o corte de los racimos se vuelve una actividad quincenal o mensual según la extensión de la explotación. Esta situación se podría atribuir tanto al tamaño como a la edad fisiológica de la semilla sembrada, cuya diferencia se manifiesta en la aparición o brotación bastante desuniforme; cuatro a ocho meses, de las yemas vegetativas que darán origen al segundo y demás ciclos de producción.

### LLENADO DE LOS FRUTOS

A partir de la formación de la última mano del racimo, lo cual está ocurriendo alrededor de quince días después de la floración o parición, hasta que se realiza el "llenado completo" de los frutos, pueden transcurrir aproximadamente 4.5 meses, para condiciones de clima medio y tres meses para clima cálido.

El período de "llenado" aparentemente está influenciado por el número de hojas emitidas en una forma inversa, de tal manera que a un mayor número de hojas corresponde un menor tiempo de llenado. (Tabla 21). Una explicación posible al respecto, puede estar relacionada con el hecho de que la emisión de un gran número de hojas conduce a una mayor producción, acumulación y translocación de fotosintatos.

Durante el tiempo que dure el proceso de "llenado", éstos como es de suponer sufren un incremento en los valores correspondientes a su longitud, perímetro o grosor, pesos fresco y seco, Tabla 14, los cuales se tienden a estabilizar al final de los períodos estipulados para el llenado de cada clon y condición ambiental.

### DEFINICION DE LA EPOCA DE CORTE

Teóricamente la época más apropiada para proceder al corte del racimo correspondería al punto en el cual el fruto no sufre ninguna clase de incremento en su peso fresco, lo cual en líneas generales estaría ocurriendo a los 3.5 meses de la floración o parición, cuando se trate del clon Hartón bajo condiciones de clima cálido y 5.0 meses para el clon Dominicó.

ara clima medio. Sin embargo, se debe tener presente que dichos r están influenciados por las condiciones ambientales, como presión y temperatura; y condicionados por las normas de comercialización de la fruta, bien sea que se trate a nivel de mercadeo interno o de exportación.

el de mercado nacional, éste no tiene ninguna clase de limitación, almente cuando la comercialización de la producción es por el sistema de racimo. Sin embargo, cuando se trata de mercados especializados aquí sí juega un papel importante la calidad de la fruta, por cuanto el mercadeo es por el sistema de peso. En este caso la calidad hace referencia a la presentación y peso de la fruta, la cual no debe presentar defectos pronunciados, o sea que en lo posible su perímetro debe ser uniforme.

el caso de la fruta con destino al mercado de exportación, la cosecha debe ser condicionada por las normas que regulan la calidad, el sistema de transporte y el mercado de destino. Así, en el caso de un mercado europeo el medio de transporte es el barco, el corte de los racimos, respecto al grado de "verdor", debe ser mucho más temprano que el correspondiente al embarque con destino a Centro o Norte América.

## MERCADEO

La demanda del plátano está determinada, en primer término, por un consumo eminentemente rural, ubicado en las zonas productoras, donde constituye un componente básico de la dieta familiar. El consumo urbano de plátano es también importante, aunque en niveles inferiores al que tiene lugar en el sector rural. Sin embargo, si se consideran los volúmenes comercializados, un alto porcentaje del consumo total se concentra en zonas urbanas alejadas de los centros productores, tales como las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga y Barranquilla.

Por ser el plátano un producto perecedero, que no permite un almacenamiento prolongado, presenta características especiales de comercialización comunes a los productos perecederos, que conforman un sistema complejo de producción y distribución de difícil racionalización, por cuanto en su proceso intervienen productores, comercializadores y consumidores.

El mercado nacional del producto responde a las exigencias de la oferta y la demanda, los cuales por carecer de un organismo que gobierne su comercialización, han contribuido al desarrollo de complejos canales de mercadeo, que en líneas generales se pueden agrupar así:

**Con control de calidad.** Para mercados de exportación y nacionales especializados, que se caracterizan por el hecho de que el costo del producto, tanto a nivel del productor como del consumidor está regido por la calidad del mismo y por el comportamiento del precio en los mercados de exportación.

Sin control de calidad. Para el mercado regional y/o nacional, que es controlado por los intermediarios que imponen la política de precios, que generalmente son deprimientes para el productor y excesivos para el consumidor. En la Figura 101 aparecen las líneas más comunes de mercadeo del plátano a nivel nacional e internacional.

En este último caso, o sea con intervención del intermediario, considerado desde todo punto de vista oneroso, tanto para el productor como para el consumidor, el sistema de comercialización no obedece al de venta con base en el peso de la fruta sino al sistema de unidades o racimos. Bajo este sistema el productor no recibe los beneficios por la aplicación de la tecnología, pero en cambio si los recibe el intermediario, quien incrementa aun mas sus ganancias, al exigir por la calidad del producto un mayor precio al intermediario local o directamente al consumidor.

Esta situación es una de las que más ha influido en el incremento de nuevas áreas de siembra, al igual que en la adopción de la tecnología generada por parte del productor, puesto que para lo primero no hay ningún incentivo y para lo segundo, ningún agricultor va a tratar de mejorar la calidad de la producción a costa de su propio beneficio económico. Por lo tanto y como es lógico, la aplicación de la tecnología sólo sería rentable bajo un sistema de mercadeo en el cual impere la calidad del producto, tal como ocurre en el sistema de mercadeo con base en el peso de la fruta.

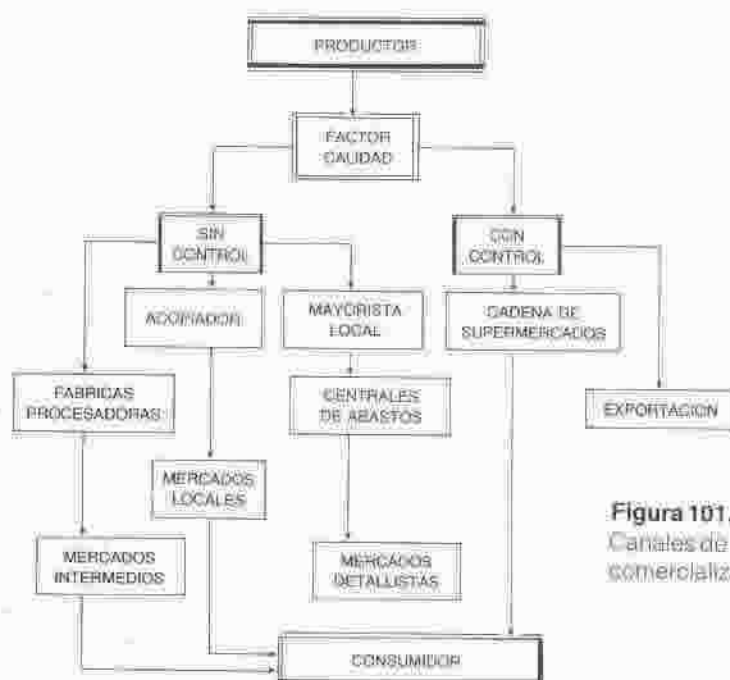


Figura 101.  
Canales de comercialización.

CAPITULO X

Estructura de costos  
y rentabilidad

Sylvio Belalcázar C.  
Jorge A. Valencia M

Al analizar estos aspectos, se debe tener en cuenta que el plátano en el país se explota en diferentes pisos térmicos, los cuales pueden estar comprendidos desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, por lo tanto y para facilitar el análisis respectivo de costos y rentabilidad, se consideran dos zonas climatológicas, así: Clima medio y clima cálido.

La división anterior obedece al hecho de que en condiciones de clima medio los ciclos son más largos, 16 a 18 meses, en comparación con los de clima cálido, que duran de 10 a 12 meses.

## **ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCION**

El análisis de este factor para el área correspondiente a clima medio, Tabla 73, muestra que la división porcentual para los rubros de mano de obra, insumos y costos fijos para el primero y segundo periodo considerado, son del orden del 27.19 (21.56), 43.38 (50.31) y 25.90% (24.54%), respectivamente.

De acuerdo con lo anterior, los insumos inciden en la mayor proporción de los costos de producción, cuyo desglose muestra que en los periodos analizados, los fertilizantes alcanzan el mayor porcentaje, 17.36 y 35.34%, para el primero y segundo periodos, respectivamente, siendo seguido por el costo de la semilla con 12.60% en el primero y el control químico de las enfermedades con 8.48% en el segundo.

Para las zonas productoras de clima cálido, el rubro de insumos presenta al igual que en el caso de clima medio, el mayor costo para el primer periodo con 46.35%, seguido por la mano de obra con 26.74% y los costos fijos con 23.26%. En el segundo periodo los insumos con el 50.83%, superan al valor porcentual de los costos fijos, 23.53%, y mano de obra, 21.99%. (Tabla 74).

Dentro de los componentes del rubro de insumos, la misma tabla muestra que los fertilizantes alcanzan en el primero y segundo periodos, los mayores valores de los costos totales con 20.01 y 36.22%, respectivamente, seguido



TABLA 70. (Continuación)

Objeto del gasto	Etapas de producción evaluadas					
	Establecimiento			Mantenimiento		
	Cantidad	\$	%	Cantidad	\$	%
Manzanabes (Kg)	20	38000	3,89	15	28500	4,66
Berrosil (Kg)	2,0	31200	3,28	1,5	23400	4,21
Gallivento (L)	7,5	38825	4,05	5	25750	4,21
Gallinaza (Ton)	1,5	38000	3,78	2	40000	7,94
Herramientas y equipos		20000	2,10		14000	2,29
TOTAL INSUMOS		413221	43,38		307385	50,31
SUBTOTAL M.O. + INSUMOS		872221	70,57		439985	71,87
IMPREVISTOS 5%		53611	3,53		21899	3,53
SUBTOTAL		765832	74,10		461985	75,45
<b>COSTOS FIJOS:</b>						
Arrendamiento de la tierra		80000	6,40		66000	9,23
Administración		25500	2,82		19000	2,94
Prestaciones sociales		103600	10,98		52800	8,02
Interés sobre capital fijo		37638	3,95		22814	3,74
SUBTOTAL COSTOS FIJOS		246738	25,90		150214	24,54
TOTAL COSTOS		952570	100		612199	100
PRODUCCION (Kg)		24600 <sup>1</sup>			31980 <sup>2</sup>	
INGRESOS		1969000			2558400	
FLUJO NETO		1.015430			1.946301	

1. 1000 hectáreas a 880,00 el Ha y 16-4 kg/ha

2. 1-3 hectáreas óptimas

kg. Mm. de día

Fuente: ICA. Centro Saldino en Plasencia y Bumbuco. C.A. El Aguilar. Compañía Cereales Químicos y C.A. (CINCO) CARAB. 2008

TABLA 74

**Relación de los costos de producción de plátano Dominico-Hartón  
para dos etapas de producción en condiciones de clima cálido (1500 plantas/ha)**

Objeto del gasto	Etapas de producción evaluadas			Mantenimiento		
	Cantidad	\$	%		Cantidad	\$
<b>MANO DE OBRA</b>						
Preparación del terreno	18	36000	4.70			
Extracción de colillas	5	10000	1.21			
Desierveción y arreglo de colinas	5	10000	1.21			
Trazado y alisado	10	26000	3.15			
Suembra y resiembra	9	18000	2.18			
Aplicación de materia orgánica	3.5	7000	0.85	3.5	7000	1.05
Desyerbas y platas	17.5	35000	4.23	17.5	35000	5.24
Pestocides y desguasquije	5	10000	1.21	5	10000	1.50
Deslures	5.5	11000	1.33	5.5	11000	1.65
Desrrompuje y repique	9	18000	2.18	13.5	27000	4.04
Fertilización	3	6000	0.73	4.5	9000	1.33
Aplicación de fungicidas	3	6000	0.73	4.5	9000	1.35
Aplicación de herbicidas	3.5	7000	0.85	3.5	7000	1.05
Corte y transporte interno	10.5	21000	2.54	16	32000	4.79
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>110.5</b>	<b>221000</b>	<b>26.74</b>	<b>73.5</b>	<b>147000</b>	<b>21.99</b>
<b>INSUMOS</b>						
Semilla	1500	123000	14.72			
Agrimons (Kg)	150	27810	3.86	225	41715	6.24
Urea (Kg)	325	34873	4.22	488	52362	7.83
Superfosfato triple (Kg)	162	27913	3.38	240	41869	6.26
Cloruro de potasio (Kg)	500	58800	6.89	750	58200	8.71

TABLA 24 (continuación)

Objeto del gasto	Etapas de producción evaluadas					
	Establecimiento			Mantenimiento		
	Cantidad	\$	%	Cantidad	\$	%
Mantecazú (Kgr)	15	28500	3.45	15	28500	4.25
Berromil (Kg)	1.5	23400	2.84	1.5	23400	3.50
Chitosano (L)	5	25750	3.12	5	25750	3.85
Gelatina (Ton)	1.5	35000	4.36	2	48000	7.18
Herramientas y equipos		20000	2.42		20000	2.99
TOTAL INSUMOS		383046	46.36		309796	50.83
SUBTOTAL M.O. + INSUMOS		604048	73.09		486796	72.83
IMPREVISTOS 5%		30202	3.65		24340	3.64
SUBTOTAL		634248	76.74		511135	76.47
<b>COSTOS FIJOS</b>						
Arrendamiento de la tierra		58500	6.84		58500	8.45
Administración		18000	2.18		18000	2.69
Prestaciones sociales		88400	10.70		58800	8.80
Interés sobre capital fijo		20382	3.53		23904	3.59
SUBTOTAL COSTOS FIJOS		182222	23.26		157294	23.53
TOTAL COSTOS		826470	100		668430	100
PRODUCCIÓN (Kgr)		21300 <sup>1)</sup>			31950 <sup>2)</sup>	
INGRESOS		1704000			2556000	
FLUJO NETO		877530			1887570	

1) 1500 hectáreas a 200 kg/ha año y 142 hectáreas

2) 1.8 hectáreas, año/ha

S.A.O. Marzo de 2014

Fuente: IICA, Centro Científico de Injertos y Biotecnología (CICIB) y Centro de Investigación y Desarrollo (CIDA) 1999

por el de la semilla con 14.52% en el primero y los fungicidas con 7.76% en el segundo.

Al hacer una evaluación de los componentes que integran el rubro de insumos agrícolas, se observa que el control de la Sigatoka Amarilla, *M. musicola*, en clima medio y Raya Negra, *M. fijiensis*, en clima cálido, alcanza altos valores porcentuales. Esto hace necesaria la evaluación de prácticas de manejo complementarias al control químico, tales como la definición de distancias de siembra, podas fitosanitarias y fertilización, entre otros aspectos.

Los fertilizantes representan un factor crítico de la producción, la cual se vería drásticamente afectada si estos no se utilizan en la época y cantidad recomendada. El empleo racional de los mismos significa obtener altas producciones de excelente calidad que se comercializan con buenos precios en mercados especializados.

El agricultor tradicional, por lo general no recurre al empleo de los insumos considerados en estos costos, lo cual aparentemente le permite obtener ganancias con la venta del producto al que no se le exige calidad. Sin embargo, se debe tener presente que esta ganancia es relativa por cuanto al no aplicar ninguna tecnología apropiada de manejo, sus plantaciones se van a degenerar rápidamente hasta un límite en que la producción y la calidad de la misma no tienen aceptación en el mercado. En cambio, el productor que busca un mercado de exportación o local especializado, debe recurrir para obtener una alta productividad y buena calidad, al empleo de tecnología apropiada, con lo cual no sólo se beneficia de un buen precio de venta, sino también de una mejor secuencia de producción y duración del cultivo.

Los costos fijos no se consideran por parte del agricultor con la debida importancia, a pesar de que los valores porcentuales sobre el total de los costos de producción son significativamente altos (Tablas 73 y 74). Esto muestra la necesidad de que el cultivador desarrolle una conciencia empresarial y evalúe en su justa medida los diferentes factores de la producción.

### ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

El índice de rentabilidad empleado es el de la relación beneficio/costo, el cual muestra para las zonas cálidas valores de 2.70 y 2.75 para los costos de oportunidad del 3 y 2% mensual, respectivamente. Estos valores en la región de clima medio son de 2.72 para el 3% y de 2.78 para el 2%, (Tablas 75 y 76).

El hecho de que la relación beneficio/costo sea positiva para las dos zonas consideradas, demuestra la bondad económica de la inversión en el cultivo. Ambas regiones presentan condiciones similares relativas para la explotación rentable del cultivo.

TABLA 75

**Valores correspondientes a los egresos, ingresos y medida de la rentabilidad para plátano, cultivado en clima medio**

Valores	Periodos evaluados	Interés mensual	
		2%	3%
Valor presente egreso	17	680.290	576.321,00
Valor presente ingreso	17	1.405.472	1.190.672,00
Valor presente neto	17	725.182	614.352,00
Valor presente egreso	29	344.737	259.784,42
Valor presente ingreso	29	1.440.667	1.085.648,00
Valor presente neto	29	1.095.930	825.863,00
Total valor presente egreso		1.025.027	830.105,00
Total valor presente ingreso		2.846.138	2.276.320,00
Total valor presente neto		1.821.112	1.440.215,00
Relación Beneficio/costo <sup>a</sup>		2.7768	2.7225

<sup>a</sup> Relación elaborada con base en los siguientes supuestos:

- a. Producción de 1500 racimos/ha. primer período y 1950 racimos/ha en el siguiente período.
- b. Peso promedio del racimo: 16,4 Kg.
- c. Precio de venta del producto: \$80,00/Kg.
- d. Costo de financiación: 2 y 3% mensual según la fuente.

$$e. \text{Relación Beneficio/costo} = \frac{\text{Total valor presente ingreso}}{\text{Total valor presente egreso}}$$

**Fuente:** ICA, Centro Salento de Plátano y Banano, C. I. E. Agrario, Comisaría Quindío y CID (IDRC), Canadá, 1990.

En síntesis, se podría decir que el cultivo del plátano es una actividad agrícola que, realizada en forma racional, con el empleo de la tecnología apropiada, permite obtener una mayor rentabilidad, generando empleo directo e indirecto y satisfaciendo la demanda de un producto de alto consumo per cápita.

### ALTERNATIVAS PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD

Un aspecto que no se ha considerado es el de la posibilidad de obtener una entrada adicional por la venta de semilla vegetativa, la cual en las condiciones actuales presenta una demanda relativamente insatisfecha. Su explotación apropiada ayudaría a incrementar la rentabilidad del cultivo.

A nivel de evaluación se encuentra el empleo de subproductos de la cosecha en alimentación animal, lo cual también representaría un factor adicional de racionalización en el uso integral de la planta y a su vez contribuiría al mejoramiento de la rentabilidad.

Existe además la posibilidad de desarrollar una industria artesanal para la producción de hilos a partir de la fibra de las yaguas, las cuales se podrían utilizar para la elaboración de tejidos rústicos con un amplio potencial de demanda.

TABLA 76

**Valores correspondientes a los egresos, ingresos y medida de la rentabilidad para plátano, cultivado en clima cálido**

Valores	Períodos evaluados	Interés mensual	
		2%	3%
Valor presente egreso	12	651.666	579.669
Valor presente ingreso	12	1.343.592	1.195.151
Valor presente neto	12	691.926	615.482
Valor presente egreso	24	415.577	328.823
Valor presente ingreso	24	1.589.120	1.257.383
Valor presente neto	24	1.173.543	928.559
Total valor presente egreso		1.067.243	908.493
Total valor presente ingreso		2.932.712	2.452.534
Total valor presente neto		1.865.469	1.544.041
Relación Beneficio/costo*		2.7479	2.6996

\* Relación elaborada con base en los siguientes supuestos:

- Producción de 1500 racimos/ha, primer período y 2250 racimos/ha en el siguiente período.
- Peso promedio del racimo: 14,2 Kg.
- Precio de venta del producto: \$80/kg.
- Costo financiación: 2 y 3% mensual según la fuente.

$$e. \text{ Relación Beneficio/costo} = \frac{\text{Total valor presente ingreso}}{\text{Total del valor presente egreso}}$$

**Fuente:** ICA, Centro Estación de Plátano y Banano, C.I. El Agrato, Comarca Quindío y CIO (IDCR), Canadá, 1990.