



Manual de
Caña de Azúcar
para la Producción de Panela

18867
- cop.?

51758



Manual de Caña de Azúcar para la Producción de Panela

Doctor Rodrigo Villalba Mosquera
MINISTRO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Doctor Alvaro Uribe Calad
DIRECTOR EJECUTIVO CORPOICA

Doctor Rito Ariel Gómez Martínez
DIRECTIVO NACIONAL CORPOICA

Doctor Christian José Mora Padilla
DIRECTOR REGIONAL SIETE CORPOICA

Doctor Jaime Vicente Rey García
PRESIDENTE JUNTA REGIONAL CORPOICA

Doctor Luis Fernando Londoño Ruiz
GERENTE GENERAL
FEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE PANELA

A U T O R E S

Dr. Roberto Manrique Estupiñán
Dr. Orlando Insuasty Burbano
Dr. Christian José Mora Padilla
Dr. Gonzalo Rodríguez Borray
Dr. Ramiro Blanco Suárez
Dr. Luis A. Mejía Flórez
Dr. Jorge Libardo Pinto
Dr. Gilberto Sandoval Sandoval

CORPOICA - FEDEPANELA - Fondo Nacional de la Panela
Adelantaron conjuntamente la reimpresión de esta publicación

PRESENTACIÓN



Con gran complacencia la Regional Siete de Corpoica y Fedepanela - Fondo Nacional de la Panela, presentan al país panelero esta segunda edición del Manual de Caña; documento actualizado donde se resumen las generalidades del cultivo, sus características, origen, la historia del gremio, el análisis de la cadena agroindustrial, aspectos agronómicos, ecológicos, fisiológicos, genéticos, suelos, nutrición, fertilización, plagas, enfermedades y beneficio de la caña, entre otros.

Este libro pretende llenar un vacío existente de literatura novedosa sobre el tema, haciendo un reconocimiento a lo que representa este sistema de producción a nivel nacional, como generador de empleo, de ingresos, inversión, su importancia en la dieta alimenticia y de bienestar de todos los colombianos.

Y no es para menos, pues nos referimos a un cultivo en el que Colombia ocupa el segundo lugar a nivel mundial después de la India; representa el 7% de la producción universal, es el país de mayor consumo per cápita, aporta significativamente al PIB Agrícola Nacional; es el segundo en la agroindustria rural y está diseminado en vastas áreas de la geografía colombiana.

Es un trabajo serio, elaborado por un excelente equipo técnico de Corpoica, en el cual se condensan investigaciones y experiencias de varios años e identifica un punto común de referencia sobre el pasado, presente y porvenir de la agroindustria.

La investigación ha tenido un importante papel en el desarrollo del sector panelero, como soporte para la competitividad y nos ha permitido pensar inclusive en ganancias interesantes de nuevos mercados nacionales e internacionales; los avances en estas áreas del conocimiento se reflejan en los diferentes capítulos.

Dentro del material se destaca un aporte valioso de nuestro expresidente de la Academia de Historia de Santander, don Ramiro Blanco Suárez, quien con su sabia y amena pluma nos describe el origen de la caña en Santander, el procesamiento en los trapiches, el trajín de la molienda, el esfuerzo físico monumental de sus protagonistas y el aroma que endulza la vida.

Es que la caña y la panela hacen parte fundamental de nuestra cultura, así lo han reconocido diferentes escritores, poetas y compositores a través de creaciones de relevancia, algunos de cuyos apartes también se reseñan en la obra.

Los autores y la Federación Nacional de Productores de Panela "FEDEPANELA" - Fondo Nacional de la Panela, tienen la esperanza de contribuir con este manual al conocimiento y reflexión sobre el sector, que sirva de base para que los responsables y dirigentes del gremio ejecuten cambios importantes y proyecten adecuadamente la actividad en el próximo siglo.

En fin, este es un documento valioso y obligado de referencia para los hacedores y gestores de las políticas, los actores permanentes de la actividad agrícola, estudiosos del tema, educadores, transferidores, investigadores y a los empresarios progresistas y laboriosos de este país.

Christian José Mora Padilla

Director CORPOICA, Regional Siete

LA CAÑA PANELERA

■ **Ramiro Blanco Suárez¹**



scribir sobre la caña implica interesante y grato traslado al tiempo pasado y a la rural campiña en donde ha desempeñado preferencial oficio al servicio de la humanidad. Desde primitivos tiempos en los que cumplió misión de dar dulce a la raquítica dieta de los indígenas, hasta la modernidad ostentosa de los preferidos en cuya mesa no puede faltar el testimonio de su edulcorar presencia.

Del origen de la caña hay versiones diferentes, explicadas en diversos tratados de quienes estudian las gramíneas a que pertenece y más concretamente, según el LAROUSE, a la familia de plantas monocotiledóneas que tienen tallos huecos divididos por nudos y flores en espigas. En el mismo diccionario se la califica a la caña de azúcar como una de las riquezas de las Antillas.

Otros más distantes, y la versión la recoge con adicionales datos de interés la Geografía Económica de Colombia (Tomo VIII - Edición 1947), la consideran originaria de la India, o de la Cochinchina, o de Mesopotamia y algunos afirman que viene del archipiélago polinesio. Historiadores sostienen que Alejandro Magno la encontró en la India y que a su regreso la hizo cultivar en Persia y de allí la llevaron los árabes a Egipto y Siria. En el Siglo IX - se agrega- los moros la introdujeron a España y ya por el siglo XII se la cultiva en muchas partes de la costa mediterránea. De Sicilia pasó a las islas Canarias y Madeira y de esta última al Brasil, Santo Domingo, México, Martinica, Cuba y Venezuela.

1. Expresidente de la Academia de Historia de Santander.

La de Santander se trajo de la hermana república a mediados del siglo XVII. Primeramente se cultivó en San Gil y Cúcuta y de tales

municipios se extendió luego a los demás del departamento. Al principio se denominó caña solera y después se la designó con los nombres de cañaduz, caña dulce y caña de azúcar.

En el Valle del Cauca estudiosos de la Caña, entre éstos doña Isabel Cristina Bermúdez Escobar, siempre estimulados por la familia Eder, notables pioneros del progreso colombiano, establecen el origen de la caña que vino a Colombia de Santo Domingo, agregando que fue don Sebastián de Belalcázar quien la sembró primero en su estancia de Jamundí, siguiendo su camino por la banda izquierda del río Cauca.

En su reciente artículo de “Credencial” la ya citada doctora Bermúdez Escobar, transcribe apartes de la obra “Maravillas de la Naturaleza” en la que Fray Juan de Santa Gertrudis describe así los trapiches en que se beneficia la caña:

“Trapiche llaman el ingenio de moler caña dulce, para hacer azúcar. Son tres palos parados redondos a punta de compás, de vara y media de alto, engarzados uno con otro con sus dientes al modo de rueda de la matraca. El de en medio tiene su espiga y con ella engarza la hembra de un timón como en una noria. Este tiran caballos o bueyes, y cuanta caña se mete entre los tres, metida por éste y sacada por el otro, la estruja de tal suerte que sale hecha una hiesca. El caldo cae abajo en una canal y va a dar a una poza donde se recoge. De allí los pasan a los fondos de la hornaza, en donde con la candela se cuaja la miel”.

En Santander, la caña, el trapiche, la miel y la panela han sido, a lo largo de los años, una institución que obviamente involucra a la familia campesina en la alegre y aromada industria que como en un ceremonial religioso imprime carácter y prolonga sin protestas ni dolores una repetición de siembras, cortes y beneficios inacabables. Los cañaduzales y las “empresas” paneleras de Piedecuesta, Floridablanca, Girón, Rionegro, las provincias de Socorro, San Gil, Vélez, García Rovira, son espacios que endulzaron las comarcas y embriagaron a la clase campesina en

un hontanar de salutación y esperanza.

De la caña se vive como ella diga y de la caña se hace patria a todo vapor, en prolongados días de cultivar la estancia, de accionar la macheta los corteros, de colocarla en las angarillas los alzadores y de aupear los mulas los conductores (Figura 68). Son largas horas de molienda, de batir la miel caliente, de descachazarla hasta que dé punto y pase a las gaveras, a tomar forma de panela y prepararse al empaque en la propia hoja seca de su alma ajustadora. Ya se consumió el ramaje de los caracolies en la hornilla rugiente de los atizadores. Está concluida la molienda y todos se despiden entonados con su “arroba” hasta el siguiente apronte en que de nuevo preñeros, cañeros, pertrecheros, relimpiadores, puntidores y paileros deberán estar sincronizados como en la fatiga anterior, en el trapiche que protege y convence.

En los tiempos que corren inquieta la masiva sustitución de la caña y la consecuencial parálisis de la molienda. Cada año disminuye el hectariaje cultivado porque el desequilibrio de los costos y los precios del mercado es avasallante. Como en el tabaco el cultivo de la caña está siendo improductivo y parecería no proceder alternativa distinta al abandono del plantío. Aún nos resistimos a pensar y a aceptar que no surja una política salvadora de la caña y el trapiche.

Mientras tanto recordemos la inspiración de Rafael Ortiz González en su canto a Piedecuesta panelera:

*Piedecuesta es una rosa de abolengo,
flor hermosa de la stirpe
y de la sangre el más límpido blasón!
Piedecuesta sueña y canta,
baila y danza
con la música predial de los trapiches,
con sus cañas cimbradoras,
sus abejas zumbadoras
que fecundan sus colmenas
de hidro-miel!
Y que hincha de dulzura a las mujeres
y maduran con azúcares y mieles
las colmenas de su sangre y de su piel.*

Bucaramanga, septiembre de 1997.

FIGURAS

FIGURA 1	Relación entre la fotosíntesis y la intensidad de radiación en hojas de caña de azúcar. .	43
FIGURA 2	Fotosíntesis en relación con la radiación artificial para cuatro especies de plantas.	43
FIGURA 3	Efectos de la temperatura en la germinación medidos por la altura de las plantas.	43
FIGURA 4	Precipitación promedia SANDONÁ - LINARES, período 1963-1987	48
FIGURA 5	Preparación manual del terreno con azadón o pica	52
FIGURA 6	Preparación con arado de bueyes	52
FIGURA 7	Caña // Maíz a 50 cm entre plantas	56
FIGURA 8	Caña // Frijol	56
FIGURA 9	Control químico de malezas	60
FIGURA 10	/TABLA 31 Características agronómicas e industriales de la variedad POJ 2878	72
FIGURA 11	/TABLA 32 Características agronómicas e industriales de la variedad PR 61-32	74
FIGURA 12	/TABLA 33 Características agronómicas e industriales de la variedad PR 1141	75
FIGURA 13	/TABLA 34 Características agronómicas e industriales de la variedad PR 67-1070	76
FIGURA 14	/TABLA 35 Características agronómicas e industriales de la variedad My 54-65	77
FIGURA 15	/TABLA 36 Características agronómicas e industriales de la variedad Mx 64-1487	78
FIGURA 16	/TABLA 37 Características agronómicas e industriales de la variedad RD 75-11	79
FIGURA 17	/TABLA 38 Características agronómicas e industriales de la variedad Co 421	80
FIGURA 18	Suelos Estructurales Coluviales	87
FIGURA 19	Suelos Erosionales Coluviales	87
FIGURA 20	Suelos Coluvio-Erosionales	87
FIGURA 21	Suelos Coluviales	90
FIGURA 22	Suelos Coluvio-Aluviales	90
FIGURA 23	Valles estrechos y terrazas (suelos aluviales)	90
FIGURA 24	Adultos: Hembra y macho de <i>Podischnus agenor</i>	100
FIGURA 25	Daño característico por <i>Podischnus agenor</i> O.	100
FIGURA 26	Adultos de <i>Metamasius hemipterus</i>	102
FIGURA 27	Larva de <i>Metamasius hemipterus</i>	102
FIGURA 28	Pupa de <i>Metamasius hemipterus</i>	103
FIGURA 29	Daño causado por <i>Metamasius hemipterus</i>	103
FIGURA 30	Postura de <i>Diatraea sana</i> (superior) y parasitada por <i>Trichogramma</i> (inferior) ...	106

FIGURA 31	Larva de <i>Diatraea</i> en sus primeros estados de desarrollo	106
FIGURA 32	Daño causado por <i>Diatraea</i> en semilla asexual	106
FIGURA 33	Daño característico causado por <i>Diatraea</i> en caña adulta	106
FIGURA 34	Adultos de <i>Telenomus</i> sp y de <i>Trichogramma</i> sp	108
FIGURA 35	Adulto hembra de <i>Paratheresia claripalpis</i>	108
FIGURA 36	Adulto hembra de <i>Jayneleskia jaynessi</i>	108
FIGURA 37	Larva de <i>Castnia</i>	110
FIGURA 38	Adulto de la pupa <i>Castnia</i>	110
FIGURA 39	Característica morfológica del adulto de <i>Castnia</i> sp	110
FIGURA 40	Ciclo de vida de <i>Castnia</i> sp	110
FIGURA 41	Daño causado por la larva de <i>Castnia</i> sp en caña adulta	110
FIGURA 42	Daño significativo causado por <i>Castnia</i> en caña adulta	110
FIGURA 43	Trampa para captura de adultos de <i>podischnus</i> y picudos	112
FIGURA 44	Trampa de luz negra utilizada en la captura de adultos de <i>Diatraea</i> y otras especies	112
FIGURA 45	Efecto del “Muermo rojo” en la semilla	114
FIGURA 46	Efecto del “Mal de piña” en la semilla, en diferentes estados de desarrollo	117
FIGURA 47	Pudrición de las raíces en la variedad POJ 2878, con síntomas avanzados hacia las raíces principales	117
FIGURA 48	Mancha amarilla donde se observan puntos cloróticos alternando con manchas marrón rojizo	117
FIGURA 49	“Mancha de anillo” en hojas de la variedad Co 421	117
FIGURA 50	“Mancha de ojo” en hojas de la variedad MZC 74275	119
FIGURA 51	Síntomas severos del complejo “Mancha de ojo - Mancha de anillo” encontrados en el Municipio de Charalá Sanander	119
FIGURA 52	<i>Pokkah-boeng</i> con clorosis hacia la base de las hojas jóvenes	119
FIGURA 53	Látigo con producción de esporas de carbón	121
FIGURA 54	Carbón en la variedad H507209, en cuya parte terminal del tallo se observa la elongación del látigo	121
FIGURA 55	Síntoma secundario	121
FIGURA 56	Formación de brotes herbáceos en cepa infectada por carbón en el material H507209	121
FIGURA 57	Roya en la variedad CP 57603 con producción de pústulas y esporas	121
FIGURA 58	Raquitismo de la soca en la variedad POJ 2878 donde se observan las “comas” de color rojo anaranjado en la zona nodal	123
FIGURA 59	Mosaico de zonas cloróticas que alternan con el verde oscuro de las hojas (Tomado de CENICAÑA, Serie Técnica No.2, 1984)	123
FIGURA 60	Roya clorótica en la variedad POJ 2878 en la cual se observan bandas amarillas con bordes irregulares	126
FIGURA 61	Daño en el sistema radical producido por el ataque de nemátodos	126
FIGURA 62	Operaciones de beneficio en la producción de panela	133
FIGURA 63	Molino horizontal de tres mazas con transmisión incorporada en la misma base	134
FIGURA 64	Vista de techo, corte A-A' y vista de frente del prelimpiador 2	136
FIGURA 65	Vista lateral y superior de la hornilla panelera CIMPA	138
FIGURA 66	Punteo de la panela	139
FIGURA 67	Moldeo de la panela	139
FIGURA 68	Cargue, transporte de caña y aspectos de la molienda	142
FIGURA 69	Producción de economía semi-empresarial ubicada en La Hoya del Río Suárez	144
FIGURA 70	Producción tipo empresarial de La Hoya del Río Suárez	144
FIGURA 71	Índice estacional de los precios de la panela al nivel mayorista en Santa Fé de Bogotá.	148
FIGURA 72	Variación del precio real de la panela al nivel mayorista en Santafé de Bogotá.	149

TABLAS

TABLA 1.	Producción mundial de panela	26
TABLA 2.	Valor de la producción de los principales cultivos y participación dentro del PIB agrícola en 1998.	26
TABLA 3.	Superficie cosechada de los principales cultivos en 1998.	27
TABLA 4.	Ponderación de 15 bienes y servicios y grupos de alimentos dentro de la canasta familiar.	28
TABLA 5.	Ponderación de los principales productores dentro de la canasta de alimentos, según grupos de ingreso. Total nacional.	29
TABLA 6.	Area cosechada, producción y rendimiento de caña panelera en Colombia Distribución por departamentos en 1998	30
TABLA 7.	Participación del consumo de panela dentro de la canasta familiar y en el gasto en alimentos, según ciudad y grupo de ingresos.	36
TABLA 8.	Consumo per cápita de panela y azúcar (kg/año) en seis ciudades colombianas, según estratos socioeconómicos.	36
TABLA 9.	Consumo per cápita de panela, miel y azúcar en 26 municipios rurales de Boyacá, Cundinamarca y Santander, según la presencia de necesidades básicas insatisfechas, NBI (Kg/persona/año).	37
TABLA 10.	Factores que inciden en el desarrollo de las plantas de caña.	41
TABLA 11.	Valores característicos de precipitación en mm. Período 1954-1985 Estación La Cómoda, Santana, 1242 msnm.	46
TABLA 12.	Valores característicos de precipitación en mm. Período 1952-1983 Estación Berta. Moniquirá, 1700 msnm.	46
TABLA 13.	Valores característicos de precipitación en mm. Período 1956-1971 Estación Güepsa - Güepsa, 2000 msnm.	47
TABLA 14.	Valores característicos de humedad relativa (%). Período 1955-1983 Estación Berta -Moniquirá, 1700 msnm.	47
TABLA 15.	Valores característicos de temperatura °C. Período 1955-1983 Estación Berta - Moniquirá, 1700 msnm.	47
TABLA 16.	Caracterización de la precipitación en mm. 1963-1987. Sandoná, Nariño, Corriente Guáitara, 1960 msnm.	48
TABLA 17.	Valores característicos de la precipitación mm. Período 1981-1987. Linares - Nariño. Estación vivero Linares.	48

TABLA 18. Evaluación de métodos y distancias de siembra.	53
TABLA 19. Efecto de la sombra del maíz regional sobre la producción de caña.	55
TABLA 20. Alternativa de producción en el arreglo caña // fríjol.	55
TABLA 21. Efecto del genotipo fríjol sobre la producción de caña en el arreglo C//M//F.	57
TABLA 22. Fertilización caña panelera.	58
TABLA 23. Herbicidas y surfactantes más usados en el cultivo de la caña de azúcar.	59
TABLA 24. Valores mínimos, máximos y promedios de las variables de campo y balance de materia en el cultivo de caña panelera para cinco regiones del país. 1993.	65
TABLA 25. Valores mínimos, máximos y promedios de las variables de laboratorio en jugo y panela en el cultivo de caña panelera para cinco regiones del país. 1993.	65
TABLA 26. Niveles de oscilación promedia de 25 variables agronómicas, a nivel de unidades productoras de caña panelera en la Hoya del Río Suárez, área agronómica. 1992.	67
TABLA 27. Variedades de caña introducida a la colección Regional CIMPA -1988. Caracterización de variedades para producción de panela.	68
TABLA 28. Variedades de caña para la producción de panela - Caracterización agroindustrial avanzada Rendimiento y calidad de panela - Descarte 60% (18 variedades). Resultados promedios de 3 cortes (18 meses).	70
TABLA 29. Variedades de caña para la producción de panela - Pruebas regionales - Producción y calidad de panela - Descarte = 73.3%.	71
TABLA 30. Variedades de caña para la producción de panela de mejor comportamiento en la Hoya del Río Suárez y Chicamocha. Características agronómicas. Descarte = 87.7% k. 1988-1996.	71
TABLA 31. Características agronómicas e industriales de la variedad POJ 2878.	72
TABLA 32. Características agronómicas e industriales de la variedad PR 61-632.	74
TABLA 33. Características agronómicas e industriales de la variedad PR 1141.	75
TABLA 34. Características agronómicas e industriales de la variedad PR 67-1070.	76
TABLA 35. Características agronómicas e industriales de la variedad My 54-65.	77
TABLA 36. Características agronómicas e industriales de la variedad Mx 64-1487.	78
TABLA 37. Características agronómicas e industriales de la variedad RD 75.11.	79
TABLA 38. Características agronómicas e industriales de la variedad Co 421.	80
TABLA 39. RD 75-11, Nueva alternativa tecnológica para la producción de panela en la Hoya del Río Suárez y Chicamocha. Descarte: 96.7%. 1996.	81
TABLA 40. Difusión de la variedad RD 75-11 en parcelas semicomerciales y comerciales. Marzo 1993-abril 1996.	81
TABLA 41. Comportamiento de RD 75-11 respecto a PR 61-632 (Testigo) en relación con la incidencia de plagas y enfermedades en la Hoya de los ríos Suárez y Chicamocha. 1988-1996.	82
TABLA 42. Incidencia en látigos (%) de <i>Ustilago scitaminea</i> Sydow en 3 variedades de caña para panela según el corte en la Hoya del Río Suárez.	82
TABLA 43. Definición y explicación de las unidades morfogenéticas. Cuenca media del Río Suárez.	88
TABLA 44. Clasificación de suelos cultivados en caña para panela, según su fertilidad determinada por los programas de suelos y de caña panelera.	92
TABLA 45. Contenido nutricional de N, P, K en diferentes residuos orgánicos animales.	94
TABLA 46. Contenido de algunos elementos nutritivos en kg/ton de materia orgánica.	94
TABLA 47. Contenido de MO en suelos de varias regiones de Colombia.	95
TABLA 48. Efecto sobre el rendimiento de caña (TCH) ante la fertilización orgánica y química a partir del cuarto corte en tres fincas de la Hoya del Río Suárez.	96
TABLA 49. Ciclo biológico de los principales insectos plaga en caña para la producción de panela.	101
TABLA 50. Distribución porcentual de nemátodos fitoparásitos aislados de muestras de suelos provenientes de lotes comerciales de caña panelera en la Hoya del Río Suárez.	128
TABLA 51. Distribución porcentual de nemátodos fitoparásitos de muestras de raíz en plantas de caña procedentes de lotes comerciales de la Hoya del Río Suárez.	128
TABLA 52. Comportamiento de variedades de caña respecto a enfermedades patogénicas.	129
TABLA 53. Control de enfermedades con tratamiento térmico de la semilla.	130

RECONOCIMIENTO



a Regional 7 de CORPOICA agradece la valiosa participación a las siguientes Instituciones que hicieron posible la elaboración y publicación del presente manual.

Federación Nacional de Productores de
Paneta FEDEPANELA
Fondo Nacional de la Paneta

COLCIENCIAS

PRONATTA

Academia de Historia de Santander

CORPOICA - CIMPA

Agricultores de la zona productora de
la Hoya del Río Suárez



Contenido

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

Pàg.

LA CAÑA PANELERA

Reg. 24475
doc. 18867

- falta pdf

falta proceso y pdf

falta proceso y pdf

falta proceso y pdf

falta pdf

falta proceso y pdf

falta pdf y registros

analizado ok

analizado ok

I	APUNTES SOBRE EL ORIGEN DE LA CAÑA E HISTORIA DEL GREMIO PANELERO EN COLOMBIA	12
II	LA PANELA EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS DE LA CADENA AGROINDUSTRIAL	25
III	ASPECTOS ECOLÓGICOS Y FISIOLÓGICOS RELACIONADOS CON EL CULTIVO DE LA CAÑA EN ZONAS PANELERAS.	40
IV	ASPECTOS AGRONÓMICOS DEL CULTIVO DE LA CAÑA PANELERA	49
V	VARIETADES DE CAÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA	61
VI	SUELOS, NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN DE LA CAÑA PARA PANELA	83
VII	PLAGAS Y ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES EN CAÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA	97
VIII	BENEFICIO DE LA CAÑA PANELERA	132
IX	HACIENDAS Y NOTAS DEL FOLCLOR PANELERO	141
X	ANEXO - LOS PRECIOS Y SU VARIACIÓN	147
XI	BIBLIOGRAFÍA	151

doc. 16351
Reg. 18975

24476
24477

Apuntes sobre el Origen de la Caña e Historia del gremio panelero

■ **Por: Christian José Mora Padilla¹**

1. ORIGEN



son contradictorias las versiones sobre los orígenes de la caña a nivel mundial, continental y nacional; para algunos autores es de Nueva Guinea y se extendió luego a Borneo, Sumatra y la India.

Posteriormente Alejandro Magno la llevó a Persia (331AC) y los árabes la diseminaron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde pasó a Africa y España.

Otros estudiosos del tema ubican su origen en Indochina y hay quienes aseguran que tuvo lugar en la India, de donde más tarde se llevó a Indochina y China.

Para algunos autores la región originaria de la caña es la región nordeste de la India, específicamente la Provincia de Bengala, de aquí el nombre de su capital, Gaura, de la palabra "Gur" que significa azúcar.

Hay algunos textos antiguos muy interesantes: "Todos nos inclinan a creer, dice Liautaud, que fue en las regiones intertropicales del Indostán, donde los Indios cultivaron por primera vez la caña y que más tarde la llevaron al norte de la Península hasta los 37

1. Director Regional Siete de Corpoica
Especialista en Administración de Empresas



Hacienda El Puente Piedecuesta, Santander

grados de latitud boreal, pues sabemos que una de las variedades más precoces, “La caña verde” (Arichú), se cultiva desde Patua hasta Bahar y en el reino de Cabul. Por otra parte, el azúcar constituyó siempre un objeto del rico comercio entre el Indostán y los demás países del antiguo mundo, sobre todo la Persia y la Arabia”.

Pero tal vez el texto de vieja data en el que se hace referencia a la caña es el Código de Manú, escrito por el primero de los Manú, personajes heroicos de la India, más de mil años antes de la era cristiana, habla de la caña dulce y en su ley o versículo 341 del libro 8, dice: “El Duidja que viaja y cuyas provisiones son muy mezquinas, si coge dos o tres cañas de azúcar o dos pequeñas raíces en el campo del vecino, no debe pagar tributo alguno”. Y en el versículo 143, del libro II, se dice: “Por haber muerto toda clase de insectos que nacen en el arroz y en otros granos y en los líquidos como el jugo de la caña de azúcar... etc.

1.1 INTRODUCCIÓN EN AMÉRICA

La hizo Cristóbal Colón en su segundo viaje (1493) a la Isla de la Española, hoy Haití y República Dominicana; de ahí pasó a Puerto Rico en 1513., Perú 1535, México 1553, Brasil 1551; anteriormente Cuba 1523.

Para Gonzalo Fernández de Oviedo, primer cronista del Nuevo Mundo, las primeras cañas se introdujeron en la Española (Santo Domingo) en 1505 por don Pedro de Atienza; versión en la que coinciden el padre Fray Bartolomé de las Casas y don Antonio de Herrera cronista mayor de su majestad de la India y cronista de Castilla y el padre Bernabé Cobo en su libro “Historia del Nuevo Mundo”.

Parece sin embargo más convincente el testimonio de J.A. Saco en su “Historia de la Esclavitud de la Raza Africana en el Nuevo Mundo”, cuando dice : “ Erróneas son las opiniones de todos los autores que acabo de citar, porque la caña entró en aquella isla (La Española) al siguiente año de su descubrimiento, siendo Cristóbal Colón su primer introductor desde el segundo viaje que hizo a ella en 1493. Oigámosle

“Somos bien cierto como la obra lo muestra, que en esta tierra, así el trigo como el vino, nacerá muy bien; pero hace de esperar el fruto, el cual si tal será, como muestra la presteza del nacer del trigo y de algunos poquitos de sarmientos que se pusieron, es cierto que non fará mengua el Andalucía, ni Cecilia aquí, ni en las cañas de azúcar, según unas poquitas que pusieron han prendido” (Memorial de Cristóbal Colón a los reyes Católicos el 30 de enero de 1494, publicado en la colección Navarrete, tomo cuatro, página 229).

1.2 LLEGADA A COLOMBIA

En Colombia se sembró por primera vez en 1510 en Santa María Antigua del Darién; posteriormente en el Valle del Cauca.

“Belalcázar, que más que conquistador fue gran fundador y poblador, trajo desde Quito caballos, acémilas, aves domésticas y, según memoria no comprobada, las primeras estacas de caña de azúcar. Por tradición oral se afirmó que en el fondo que poseyó en las tierras que habían sido de los yumbos, nacieron cañamelares que llegaron a ser centenarios”. “Como me lo contaron, te lo copio...”.

“En el Valle del Cauca, ningún producto ha precipitado tantas transformaciones culturales como la caña de azúcar. Ellas se pueden observar desde épocas tan tempranas como el siglo XVI, cuando Sebastián de Belalcázar introdujo la gramínea desde Santo Domingo y la sembró en su estancia situada en cercanías a lo que hoy es Jamundí, desde donde se dispersó por la banda izquierda del río Cauca. Los estancieros más grandes de la zona en la época de Belalcázar, Gregorio de Astigarreta y los hermanos Lázaro y Andrés Cobo, empezaron a sembrarla e instalaron trapiches en sus tierras. Esto permitió que los indígenas fueran trasladados desde las cordilleras al valle, surgiendo así el pueblo de San Jerónimo de los Ingenios, hoy Amaime”.

Según Víctor Manuel Patiño en su libro “Esbozo Histórico sobre la Caña de Azúcar” : “La caña vino a Colombia en el año 1538 a través del Puerto de Cartagena y dos años después en 1540 entró por

Buenaventura al valle geográfico del Río Cauca, plantándose inicialmente en la margen izquierda del río Cauca, en Arroyohondo y Cañas Gordas, lugares muy cercanos a Cali, donde operaron sendos trapiches paneleros”. Para el mismo autor la penetración en el resto del país se hizo a partir de María La baja en Bolívar, Valle de Apulo, Rionegro y Guaduas en Cundinamarca, Valle de Tensa en Boyacá y Vélez en Santander.

“La caña criolla que trajeron los españoles a fines del periodo colonial, llegó de las Guayanas; la caña Tahití u “Otaihiti” fue introducida al Valle entre 1802 y 1808”. Entre 1930 y 1932 llegó la variedad POJ-2878 que hoy persiste en gran proporción en todas las zonas cañicultoras de Colombia, por recomendación de la Misión Chardón procedente de Puerto Rico.

“A mediados del siglo XVI se inicia el cultivo sistemático de la caña de azúcar. Pedro de Atienza, un español bragado, es su primer industrial. La milagrosa gramínea había sido transportada en viveros especiales, construidos en la sentina de las carabelas, desde la Gran Canaria hasta Santo Domingo. En la isla se dió con un furor genésico irresistible. De este modo esos cañadulzales vinieron a ser los abuelos de los que hoy presentan sus armas a los vientos de toda la zona tropical. El cita Pedro de Atienza fue el primer testigo de un milagro agrícola, cuando comprobó que en este valle la gramínea producía durante todo el año, sin que fuera necesario limitarse a las periódicas zafras. Con ese argumento parece que convenció a los estancieros que no querían salir del cultivo del maíz, el cacao o el plátano; o de la ganadería, que había sido impulsada por Belalcázar” .

“El vasco Gregorio de Astigarreta tampoco se andaba por las ramas. A finales del siglo XVI compró fundos en el río Amaime, con impresionante intuición, y los sembró de caña de azúcar. Trajo de España a Juan Francisco, Pedro Miranda y Rafael Guerra, quienes parece que habían sido cultivadores de cañamelares en Granada y las Islas Canarias, para que dirigiesen sus fundos. Al vizcarrieta y su hijo se unieron los hermanos Andrés y Lázaro Cobo, y poco a poco se fue extendiendo la mancha de los cañadulzales por toda la planicie”.

2. HISTORIA DEL GREMIO

2.1 INTRODUCCIÓN

Al hacer un análisis retrospectivo del gremio de este importante sector de la economía, se encuentran una serie de constantes a través de su devenir histórico; un desarrollo todavía incipiente en algunas zonas del país e intermitente de acuerdo con las problemáticas del momento; ausencia de representatividad de las bases; interrelación aguda con estructuras inadecuadas de mercadeo, lo cual afecta su capacidad financiera y por ende de aporte a los organismos asociativos.

La historia del cultivo y el desarrollo gremial se entrelazan bastante; lo mismo que aspectos culturales, que aparecen en muchos episodios como condicionantes de la situación.

El gremio se consolida, o ve la necesidad de hacerlo cuando hay fenómenos críticos que lo afectan, depresiones acentuadas de precios, producción masiva de panela por parte de los ingenios azucareros o los llamados “derretideros”; pero paradójicamente en épocas de bonanza el desinterés es la constante, cuando precisamente existen los excedentes de ingresos generados, que podrían cristalizar las líneas de trabajo que se han identificado previamente para la Institución gremial, en momentos de crisis.

Las causas principales de esta situación son los bajos niveles de productividad, la dispersión de los productores en toda la geografía nacional, su poco poder adquisitivo, la estructura minifundista, la falta de una planificación sectorial, el adolecer de muy poca conciencia de grupo y el tradicionalismo secular.

2.2 FASES DEL DESARROLLO GREMIAL

Se pueden definir tres etapas en el desarrollo del Gremio Panelero.

2.2.1 I FASE 1939- 1977: Desarrollo regional con énfasis en organizaciones cooperativas: 38 años.

Fue una época caracterizada por desarrollos autónomos, en algunos departamentos, inconexos entre sí, en torno al Sistema Cooperativo, con enfoque prioritario hacia las inquietudes de provisión de insumos y mercadeo del producto.

La Cooperativa Panelera de Santander fue constituida según acta de Estatutos firmada el 2 de Octubre de 1939, por iniciativa de la Sociedad de Agricultores de Santander.

Su creación se debió a la situación caótica que atravesaban los paneleros de la época, suscitada por variaciones de precios fijados por intermediarios mayoristas, que dominaban el mercado.

De una revisión minuciosa de documentos se encuentra un interesante mensaje del Gobernador de Santander en 1940 a la Asamblea de ese departamento, donde registraba una situación que aún es válida hoy para muchas Regiones Paneleras Colombianas, que no tienen consolidada ninguna forma asociativa : dentro de las realizaciones de su mandato y específicamente de la sección de Cooperativas de la Secretaría de Agricultura refería: “ La Cooperativa Panelera de Santander formada por la mayoría de productores de Panela de Piedecuesta, Floridablanca, Girón y Rionegro, se propone crear la sección de compraventa pero también la sección de producción. Esta Cooperativa trata ante todo, de estabilizar el precio del dulce, para impedir que las constantes y fuertes fluctuaciones a que está sometido este negocio, produzca los descalabros de que han sido víctimas los productores de Panela de otros tiempos”.

En 1964 el Dr. Vitaliano Izquierdo comentaba: “Es bueno también agregar, que los mismos paneleros serían también responsables de la presencia de buena parte de los factores que se oponen al progreso de su negocio, ya que no han exigido, ni planteado al Gobierno los problemas con la dureza y prontitud que su solución requiere”.

Agregaba también: “casi todos ellos han actuado solos frente a los más variados problemas”.

En el estudio de Fedesarrollo las “Industrias azucarera y Panelera en Colombia en 1976” al referirse a los antecedentes y acción de Asociaciones Cooperativas y Gremiales, se registraba textualmente: “ Recientemente ha comenzado a funcionar la Federación Nacional de Paneleros (FENALPA), una de cuyas funciones es promover la divulgación de información tendiente a mejorar entre sus afiliados el nivel de la industria panelera en sus fases de campo, fábrica y mercadeo. Su influjo ha sido muy reducido hasta ahora, dada su reciente creación y limitado número de miembros”.

También se hacía referencia a ciertos desarrollos Cooperativos que se empezaban a gestar en varios Departamentos, siguiendo el modelo de Santander.

Otra cuestión muy importante como antecedente es el planteamiento en relación con la necesidad de crear el Fondo Nacional del Azúcar y la Panela como un foro de concertación, donde valdría la pena evaluar el impacto que sobre la industria panelera podrían tener las decisiones de Política Azucarera; con una estructura Institucional de Economía Mixta y para ser manejado por una Junta con representantes del sector público y privado; este sería básicamente un mecanismo de estabilización de precios, y una relación de los mismos con los internacionales.

Esta temática de la creación del Fondo, nació como un desarrollo de la Comisión Nacional Azucarera, la cual había sido creada mediante Resolución No. 121 del 23 de marzo de 1977, como foro permanente donde se analizan, discuten y acuerdan las políticas azucareras en todos sus aspectos relacionados con producción, regulación del mercado, exportación, importación, crédito, desarrollo y, además, administración del referido Fondo.

Al analizar este recorrido histórico del desarrollo gremial es interesante enfatizar en la gran interrelación que ha existido entre las dos Industrias, la Azucarera y la Panelera; apenas natural pues se comparten materias primas, recursos humanos y naturales, relaciones de consumo como productos sustitutos, etc.



La Molienda
Luz Stella Mora Fajardo
Pintora Santandereana

2.2.2 II FASE 1978-1986: Desarrollo organizacional nacional: 8 años

Se hace notoria la necesidad de conformar un ente nacional cúpula, y empieza la aglutinación con base en algunos esfuerzos anteriores y la creación también de asociaciones departamentales con bastante interacción y orientación con el ente nacional, el cual tendría la representatividad de los intereses de sus asociados, el ser interlocutor válido ante el Gobierno Nacional y tramitador, entre otros, de licencias de exportación; es importante anotar que el aspecto de buscar mecanismos financieros permanentes para el ente, no fue prioridad, ni se pudo consolidar; prácticamente se nutría de cuotas simbólicas de las formas jurídicas asociadas.

Uno de los antecedentes más importantes para la cristalización de la conformación de un gremio Nacional auténtico y representativo, fue la realización del Primer Foro Nacional de Productores de Panela de Bucaramanga con participación de trece Departamentos productores y algo más de 500 delegados, en 1978 en plena crisis de precios y una sobreproducción sin precedentes; “La Industria Panelera ha venido atravesando una situación difícil desde 1977, agravada por los precios Internacionales del dulce e internamente por la inflación de costos que vive el país”.

Los preámbulos y temática del Primer Foro Nacional fueron los siguientes : Necesidad de Agremiaciones, problemas de precios, norma Icontec 1311, debilidades en Investigación, Trapiches comunales, Fondo Nacional de Azúcar y la Panela, uso del clarol y calidad del producto, entre otros.

El Dr. Carlos Buenaventura comentaba: “Hablar de Unidad de criterios en una industria integrada por 65.000 productos disgregados a lo largo y ancho del país y que salvo contadas excepciones trabajan individualmente es un tanto utópico”.

El mismo autor afirmaba: “Por estas razones el Comité Nacional de Caña de la Oficina de Planeación del Sector Agropecuario (OPSA) se ha propuesto reunir por primera vez a nivel nacional a un grupo selecto de productores de panela, con tres objetivos principales:

1. Analizar la participación del sector panelero en el Fondo Nacional de Azúcar y la Panela.
2. Analizar y dar algunas soluciones a los problemas de Comercialización y Mercadeo.
3. Organizar a los productores mediante una sólida Asociación Nacional.

Tal vez la siguiente consigna, resume muy bien el ambiente previo al Foro: “Compañeros Paneleros, ha llegado el momento en que pensemos en grande, la magnitud de los problemas, no da tregua ni espacio, las soluciones deben ser efectivas, superemos nuestro individualismo, asociémonos”.

Como cuestión concreta de dicha reunión, se creó la Asociación Nacional de Productores de Panela ASOPANELA , se nombró su Junta Directiva con representación de todas las regiones Paneleras del país, con participación, entre otros, de Guillermo Pabón, Mario Melo, Alvaro Uribe , Saúl Sotomonte y Christian Mora, entre otros.

En anexo 1 (página 23), se presentan apartes de la convocatoria del 1er. Foro divulgativo celebrado en Bucaramanga en 1978.

Posteriormente en 1979 se realizó el Segundo Foro Nacional en Medellín; ASOPANELA empezaba a tener algunos problemas; en una ponencia presentada con ocasión de los 40 años de existencia de la Cooperativa Panelera de Santander en octubre de 1979, se decía : “Todo este espíritu asociativo enmarcado jurídicamente en el seno del Foro de Bucaramanga, con la formación de la Asociación Nacional, ha tenido los problemas clásicos de un organismo que se ha gestado sin poderío financiero y dentro de una concepción que ignora virtualmente el poder creativo y generador de los departamentos productores”. “ Lo valioso de todo este proceso es que el gremio está despertando del letargo en que siempre se mantuvo, hoy al menos se detecta y analizan las situaciones, y se piensa en soluciones a mediano y largo plazo. Este estado de postración en que se encuentra el sector panelero, ha hecho que se piense en soluciones permanentes, mediante un estilo agremiativo que permita dirigirse como un todo ante el Gobierno Central, dejándose el papel tradicional de sujeto pasivo de su destino, reclamando por el contrario, un tratamiento acorde con su relieve e importancia dentro del contexto económico Colombiano”, reseñaba Vanguardia Liberal en la edición de Noviembre de 1979. En este mismo año se realizó el Segundo Foro Nacional de Productores en Medellín.

Dentro de las gestiones importantes de ASOPANELA que tuvieron muchos tropiezos en la práctica fue la consecución ante el Consejo de Comercio Exterior de un cupo de 5000 toneladas, siendo Ministro de Hacienda el Dr. ALFONSO PALACIO RUDAS (+); el cual debería distribuirse entre los departamentos productores; se hablaba entonces de ventas a países como Venezuela y al interés de sondear mercados Europeos.

Otro de los momentos importantes para el gremio en 1976, fue cuando se cristalizó la alianza con la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia ASOCAÑA, siendo Presidente de la misma el exministro de Gobierno Dr. Rodrigo Escobar Navia y Director de ASOCAÑA en Santafé de Bogotá el actual Contralor General de la República, el doctor Carlos Ossa Escobar; además se asignó un puesto en la Junta Directiva para un miembro del país Panelero, posición ocupada sucesivamente por los doctores Fernando Puyana Mejía, Christian Mora Padilla y Gildardo Santoyo; posteriormente se consiguió representatividad en el Centro de Investigación de la Caña, CENICAÑA.

En esta época se incentivó la creación de Asociaciones Departamentales ASOPANELA en Antioquia, Tolima, Huila, Nariño y Valle, algunas de las cuales aún subsisten.

2.2.3 III FASE 1987 A LA FECHA: Consolidación gremial y desarrollo normativo

Se retoma el modelo de ente nacional y se crea la Federación FEDEPANELA, simultáneamente se presentan avances en el campo legislativo y se definen los mecanismos que garanticen mayor estabilidad y proyección de largo plazo del gremio.

En esta etapa se tuvo en cuenta que : “ Asociaciones sin fortaleza financiera, no pueden ser más que entidades con buenas intenciones”.

Dentro de la realización del Cuarto Congreso Panelero en septiembre de 1987, los paneleros del Valle encabezados por Alfredo Cruz, Hernando Gaona, Humberto Bejarano y otros, lideraron un movimiento de reivindicación del sector amenazado por la producción de panela con azúcar.

La situación se agudizó posteriormente y en el sexto Congreso se pasó a la denuncia pública y a la movilización de productores; empezando a generar nuevos esfuerzos organizativos en varios Municipios del país.

Esta vieja contienda tuvo otros ribetes, como la toma pacífica del Ministerio de Agricultura, hasta lograr un pacto con el gremio azucarero, donde explícitamente se prohibía para los últimos, la producción panelera con azúcar.

Todo este proceso cristaliza el 4 de noviembre de 1988 cuando en Villeta en el Quinto Congreso Panelero se oficializa la conformación de FEDEPANELA, con participación de importantes dirigentes como Camilo Cifuentes, Camilo Pinzón, Luis E. Parra, Luis Fernando Londoño, Carlos Henao, Julio César Sanín (+), Gilberto Hernández, Hernando Sierra, Mario Elejalde, Félix Vélez y Rodrigo Restrepo.

La personería Jurídica se obtiene en Marzo de 1989; siendo sus objetivos principales la consecución de un Marco Jurídico, la consolidación organizativa y el impulso a la Investigación y a la calidad del producto.

Hoy Fedepanela tiene representación en Antioquia, Cundinamarca, Nariño, Boyacá, Caldas, Cauca, Norte de Santander y Risaralda.

Anteriormente en 1988 en un interesante estudio de FUNDECOOP sobre las Cooperativas Agropecuarias en Colombia, se hacía alusión en el censo de entidades de economía solidaria, sobre 4 formas Asociativas: La Integral Panelera de Supía -Caldas, la Panelera del Oriente de Caldas, la Cooperativa de Productores de Panela del Huila, y productores de Panela del Bajo Ricaurte.

Los Congresos de 1989, 90 y 91 se ocupan de muchos de estos asuntos; hasta lograr en diciembre de 1990 la aprobación por el Congreso de la Ley 40 con ponencia del Senador santandereano Hugo Serrano Gómez y la Resolución 4127 del Ministerio de Salud.

La referida Ley se constituyó en un gran avance, por medio de ella se da protección y desarrollo a la in-

dustria y se establece la cuota de fomento panelero en su artículo 7o.

En el artículo 5o. "Queda prohibida la utilización del azúcar como insumo en la fabricación de panela".

El artículo 8º define la destinación exclusiva de los recursos del Fondo del Fomento Panelero así:

- "Actividades de Investigación y Extensión relacionadas con producción de semillas, técnicas de cultivo, recolección y procesamiento de caña, energéticos, conservación, empaque y comercialización de panela, diversificación de la producción, conservación de cuencas hidrográficas y entorno ambiental.
- Promoción del consumo de panela Nacional e Internacional
- Campañas educativas sobre características nutricionales; actividades de comercialización local y fuera del país; programas de conservación de cuencas.
- Hasta un 10% como máximo para gastos de funcionamiento de Fedepanela, sus seccionales o de otras asociaciones sin ánimo de lucro, representativas de la actividad panelera".

El Fondo Nacional de la Panela tendrá una Junta Directiva presidida por el Ministro de Agricultura o su delegado, tres representantes del Ministerio y tres de Fedepanela o de las organizaciones sin ánimo de lucro que representan al sector panelero; dentro de sus funciones está aprobar los programas y proyectos financiados por el Fondo y señalar las orientaciones que debe seguir la entidad administradora del mismo.

El Ministerio tendrá poder de veto en decisiones que comprometan dichos recursos (artículo 12).

El decreto 1999 del 22 de agosto de 1991 reglamentó algunos aspectos de la Ley.

Dentro de los principales se cuenta (artículo 19) "El control y seguimiento de Programas y Proyectos que se financien con recursos provenientes de la cuota



Hacienda La Esperanza Floridablanca, Santander

de fomento panelero y su inversión lo ejercerá la Dirección General de Producción del Ministerio de Agricultura”.

Posteriormente el Congreso de la República promulgó la Ley 101 de 1993 (Ley Agraria) y en su capítulo V, artículo 29, se refiere a las contribuciones parafiscales Agropecuarias, el artículo 30 define la administración de las mismas por parte de las entidades gremiales que reúnan condiciones de representatividad Nacional y que hayan celebrado un contrato especial con el Gobierno.

El artículo 31 especifica la destinación de los recursos y los clasifica en Investigación y Transferencia, asesoría, asistencia técnica, control sanitario, organización, desarrollo de comercialización, fomento de exportaciones, promoción de consumo, regulación del mercado, programas económicos, sociales y de infraestructura para beneficio del subsector.

Para el caso del Fondo Panelero el artículo 8o. de la Ley es prácticamente ratificado, pues contemplaba actividades similares para el uso de los fondos; tal vez lo interesante en el numeral 7o. es lo concerniente a los gastos de funcionamiento de FEDEPANELA y sus seccionales, o de otras asociaciones sin ánimo de lucro representativas, como las Cooperativas de Producción y Comercialización de Panela.

2.3 AGENDA HACIA EL FUTURO

Hacia el Siglo XXI es muy importante que el Gremio Panelero, con el fin de garantizar un desarrollo sostenible y un crecimiento adecuado con proyección, trabaje en las siguientes líneas:

- * Formulación de un Plan Estratégico de Desarrollo del Sistema de Producción Caña para el próximo quinquenio, donde se analicen las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas; con los diferentes componentes de investigación, comercialización, infraestructura, crédito, transferencia de tecnología; presupuesto, mecanismos de evaluación y seguimiento del Plan.

- * Elaboración de un censo actualizado del sector panelero: áreas, producción, número de trapiches, número de productores, etc.
- * Consolidación de la Federación Nacional de Paneleros, con sólido desarrollo organizativo en las diferentes zonas del país, enfoque descentralista, autonomía Regional, lo cual permitirá aumentar su representatividad y autenticidad.
- * Estrategia publicitaria impactante sobre sus bondades nutricionales y nuevas formas de presentación del producto para ganar mercados nacionales e internacionales.
- * Conformación de un Comité Nacional de concertación con el Gobierno, donde se discutan las políticas y especialmente la propuesta del Plan Estratégico.
- * Definición de áreas óptimas, número de hectáreas para el cultivo y estimativos realistas sobre las demandas y consumo de la población, industrial y para exportación.
- * Promover una campaña de modernización de los diferentes establecimientos de procesamiento, de acuerdo con los requerimientos reales del mercado
- * Modernización tecnológica a través de un Plan de Investigación y Transferencia de Tecnología, que hagan parte del Plan Estratégico; y complementen los paquetes tecnológicos elaborados por Corpoica -Cimpa, con su correspondiente presupuesto.
- * Programas amplios de conservación de Cuenca Hidrográfica y de Reforestación en zonas paneleras, para recuperar la tala indiscriminada y la utilización de leña en las hornillas.
- * Gestionar la inclusión tanto del Plan Estratégico, como el de Investigación dentro de los Planes de Desarrollo Agropecuario del país, de los departamentos y municipios productores.

ANEXO 1



PARTICIPACION Y REGLAMENTOS DEL PRIMERO FORO NACIONAL DE PANELEROS

A continuación se presentan apartes de la convocatoria del 1er. Foro Divulgativo celebrado en Bucaramanga en 1978:

PREAMBULO: Podrán participar en el Primer Foro Nacional de Paneleros a celebrarse en la ciudad de Bucaramanga del 19 al 21 de Abril de 1978 todos los productores de panela del país de conformidad con requisitos que adelante se enunciarán:

PRIMERO: Participarán con voz y voto en el Primer Foro Nacional de Panela:

- a) Los representantes de agremiaciones de paneleros reconocidos por el Gobierno.
- b) Los delegatarios elegidos en asambleas regionales de productores en aquellas regiones donde no existan agremiaciones reconocidas.
- c) Los productores provenientes de regiones donde no existan agremiaciones o no se hayan efectuado asambleas para elegir delegatarios.

SEGUNDO. La calidad de productores de panela se acreditará con certificación expedida por entidades del sector agropecuario. Este requisito deberá ser cumplido por todos los participantes.

TERCERO. La calidad de delegatario designado en las respectivas asambleas regionales de productores, se acreditará mediante acta debidamente autenticada.

CUARTO. Participarán con voz pero sin derecho a voto, las personas que por su condición de funcionarios públicos del sector agrícola deban hacerlo o sean invitados.

QUINTO. Participarán como observadores, las personas invitadas de manera especial por el Comité Organizador.

SEXTO. Los participantes deberán inscribirse en las correspondientes comisiones de trabajo.

SEPTIMO. Las decisiones tanto en las comisiones como en la plenaria deberán ser aprobadas con el voto afirmativo de la mitad más uno de los participantes con derecho privado.



A manera de epílogo

“Ser panelero se convirtió en una filosofía de vida, en sinónimo de gentes honestas, laboriosas, fuertes y sufridas, es, dentro del modo de ser Colombiano, una identidad con su geografía agreste, clima variable, tierra abrupta, caminos inaccesibles.

La miel y la panela que endulzan la vida con su aroma y fortalecen el cuerpo y el espíritu, no pueden desaparecer del concierto de la patria.

Está en los dirigentes tanto del Gobierno como del gremio, luchar por su supervivencia, estimulando las medidas equitativas a esta gente, que en lo recóndito de sus almas, guardan una profunda esperanza la de ser algún día valorados y reconocidos”.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- COOPERATIVA PANELERA DE SANTANDER 1998. Primer Foro Nacional de Productores de Panela, Boletín divulgativo. Bucaramanga.
- FEDESARROLLO. 1976. LA INDUSTRIA AZUCARERA Y PANELERA EN COLOMBIA.
- FUNDECOOP - FINANCIACOP. 1988. LAS COOPERATIVAS AGROPECUARIAS EN COLOMBIA, 1983-1987. Tendencias del Desarrollo.
- GOBERNACIÓN DE SANTANDER. 1940. Mensaje del Gobernador a la Asamblea de Santander. Sesiones. Imprenta del Departamento.
- Henao, C. Moreno, R. Olarte, G. 1995. LA PANELA UNA AGROINDUSTRIA QUE SE CONSOLIDA. FEDEPANELA - MINISTERIO DE AGRICULTURA.
- Instituto Colombiano Agropecuario, ICA 1973. Manual de Asistencia Técnica No. 9. Tibaitatá.
- Izquierdo, V. 1964. CAÑA, TRAPICHES Y PANELA EN CAUCA, VALLE Y CALDAS. Asocaña.
- Ramos, N.G. 1970. Panela y Trapiches, 2ª ed. Secretaría de Agricultura de Antioquia.
- VANGUARDIA LIBERAL. Ediciones Noviembre de 1979.

La panela en Colombia frente al nuevo milenio: Un análisis de la Cadena Agroindustrial



■ Gonzalo A. Rodríguez Borray¹

1. IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA

En el mundo cerca de treinta países producen panela. Colombia es el segundo productor después de la India, con un volumen que representa más del 9% de la producción mundial registrada por la FAO (1999) (Tabla 1). Sin embargo, en términos de consumo por habitante, Colombia ocupa el primer lugar con un consumo promedio de 31 kg de panela por persona al año, cantidad que supera en más de tres veces a otros consumidores importantes. Se puede afirmar que el consumo de panela constituye uno de los rasgos característicos de la identidad cultural de la nacionalidad colombiana.

A pesar de su apreciable significancia en la producción mundial, la importancia socioeconómica de la panela se analiza a nivel interno debido a que casi la totalidad de su producción se destina al consumo doméstico. La producción de panela es una de las principales actividades agrícolas de la economía nacional, entre otras razones por su participación significativa en el Producto Interno Bruto (PIB) agrícola, la superficie dedicada al cultivo de la caña, la generación de empleo rural y su indiscutida importancia en la dieta de los colombianos.

¹ Economista Agrario e Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Investigador Adjunto del Programa Nacional de Maquinaria Agrícola y Postcosecha de CORPOICA. Centro de Investigaciones de Tibaitatá, A.A. 240142 Las Palmas, Santafé de Bogotá. Correo electrónico: grodriguez@corpoica.org.co

En 1998 la producción panelera se valoró en cerca de \$915 mil millones y aportó el 7,3% a la formación del PIB agrícola, ocupando el cuarto lugar en importancia dentro de los renglones del sector. (Tabla 2).

En cuanto se refiere a las actividades clasificadas dentro de la agroindustria rural, la elaboración de panela es considerada como la segunda en importancia eco-

nómica después del beneficio de café, tanto por el número de establecimientos productivos, como por la cantidad de mano de obra que vincula (REDAR-Colombia, 1990).

En el país se estima que existen cerca de 70.000 unidades agrícolas que cultivan caña panelera y aproxi-

TABLA 1. Producción mundial de panela. 1998* .

País	Producción (miles de ton)	Participación en la producción (%)	Consumo per cápita (kg/año)
1. India	9.857	71,3	10,0
2. Colombia	1.276	9,2	31,2
3. Pakistán	743	5,4	5,0
4. China	458	3,3	0,4
5. Bangladesh	440	3,2	3,5
6. Myanmar	354	2,6	8,0
7. Brasil	240	1,7	1,4
8. Filipinas	108	0,8	1,5
9. Guatemala	56	0,4	5,2
10. México	51	0,4	0,5
11. Indonesia	39	0,3	0,2
12. Honduras	27	0,2	4,4
Otros países	172	1,2	
Total mundial	13.821	100,0	

FUENTE: Calculado con base en el Anuario de producción de la FAO. Vol. 52 (1999).

TABLA 2. Valor de la producción de los principales cultivos y participación dentro del PIB agrícola en 1998.

Cultivos	Valor (Millones de \$ de 1975**)	Participación en el PIB agrícola (%)
1. Café	16.330	16,9
2. Caña de azúcar	12.151	12,6
3. Flores	7.745	8,0
4. Caña panelera	7.100	7,3
5. Plátano	6.872	7,1
6. Palma africana	6.828	7,1
7. Papa	6.515	6,7
8. Arroz	6.221	6,4
9. Frutales	5.934	6,1
10. Hortalizas	4.318	4,5
11. Otros cultivos	16.740	17,3
Total agrícola	96.754	100,0

FUENTE: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (1999) y cálculos del autor.

* La FAO registra la panela como "azúcar no centrifugado". La panela recibe diversas denominaciones; se le conoce con los nombres de: *gur* en la India y Pakistán; *rapadura* en Brasil y Ecuador; *chancaca* en Perú y Chile; y *papelón* en México, Guatemala y otros países de Centro América.

madamente 15.000 trapiches en los que se elabora panela y miel de caña. (CIMPA, 1992).

En 1998 se cultivaron en Colombia 249.000 hectáreas de caña con destino a la producción panelera, de las cuales se cosecharon 210.858 ha, ocupando así el quinto lugar en cuanto a la participación en la superficie total cosechada (Tabla 3).

La producción de panela en 1998 fue de 1'309.679 toneladas, con un rendimiento promedio de 6,2 t/ha

cosechada. Sin embargo, este promedio presenta unas desviaciones altas debido a la heterogeneidad de los contextos socioeconómicos y tecnológicos en que se desarrolla la producción.

La mayoría de las actividades de producción se realizan dentro de esquemas de economía campesina en unidades de pequeña escala, con alto uso de mano de obra y bajos niveles de inversión en mejoras tecnológicas. Simultáneamente se encuentran explotaciones medianas con mayor grado de

TABLA 3. Superficie cosechada de los principales cultivos en 1998

Cultivos	Superficie cosechada (ha)	Participación en el total (%)
1. Café	730.000	20,4
2. Maíz	454.629	12,7
3. Arroz	402.780	11,2
4. Plátano	365.907	10,2
5. Caña panelera	210.858	5,9
6. Yuca	176.944	4,9
7. Caña de azúcar	174.445	4,9
8. Papa	164.759	4,6
9. Palma africana	147.878	4,1
10. Frutales	134.278	3,7
11. Otros cultivos	622.735	17,4
Total área cosechada	3.585.213	100,0

FUENTE: Minagricultura. (1999) y cálculos del autor.

tecnificación y algunas de mayor escala en las que se desarrolla la producción con índices de productividad y beneficios más altos.

En materia de generación de empleo, se considera que el cultivo de la caña y la elaboración de la panela son las actividades productivas que más utilizan unidades de trabajo por hectárea cosechada y beneficiada. En la actualidad se emplean cerca de 25 millones de jornales y se vinculan a esta actividad alrededor de 350.000 personas, es decir, el 12% de la población rural económicamente activa, siendo el segundo renglón generador de empleo después del café.

Sin duda, la panela constituye uno de los principales productos alimenticios de la canasta familiar de los colombianos; como se dijo antes, su consumo anual per cápita se estima en 31 kg y corresponde al 0.76% de la canasta familiar de toda la población y al 2.18% del gasto en alimentos. (Tabla 4).

Tabla 4. Ponderación de 15 bienes y servicios y grupos de alimentos dentro de la canasta familiar .Total nacional

Grupos, bienes y servicios	Participación en el total de la canasta (%)	Participación en el grupo de alimentos (%)
Alimentos:	34,84	100,00
1. Carne de res	6,38	18,31
2. Leche	2,33	6,68
3. Arroz	1,80	5,17
4. Pan	1,65	4,74
5. Aceite vegetal	1,54	4,42
6. Carne de pollo	1,25	3,59
7. Huevos	1,19	3,42
8. Papa	1,09	3,13
9. Bebidas gaseosas	1,02	2,92
10. Plátano	0,91	2,61
11. Azúcar	0,80	2,30
12. Pescado	0,77	2,21
13. Panela	0,76	2,18
14. Queso	0,70	2,01
15. Fríjol seco	0,68	1,95

FUENTE: Calculado con base en: DANE. (1989).

La panela está considerada dentro de los llamados bienes salario por su participación en el costo de sostenimiento de obreros y campesinos. En el ámbito urbano la panela representa el 2.94% del gasto en alimentos del grupo de habitantes de ingresos bajos y el 1.6% para el grupo de ingresos medios. (Tabla 5).

A pesar de los múltiples factores que destacan la importancia de la producción panelera en la economía del país, la agroindustria enfrenta una problemática compleja que impide su mayor desarrollo. A continuación se describen algunas características esenciales de su ciclo económico de producción, distribución y consumo.

Tabla 5. Ponderación de los principales productos dentro de la canasta de alimentos, según grupos de ingreso. Total nacional

Productos	Ingresos bajos (obreros) (%)	Ingresos medios (empleados) (%)
1. Carne de res	18,98	15,58
2. Arroz	6,56	4,09
3. Leche	6,24	7,02
4. Pan	4,87	4,63
5. Aceite vegetal	4,83	4,11
6. Papa	3,86	2,58
7. Huevos	3,42	3,39
8. Plátano	3,07	2,27
9. Carne de pollo	3,04	3,99
10. Panela	2,94	1,60
11. Bebidas gaseosas	2,73	3,07
12. Azúcar	2,49	2,16
13. Fríjol seco	2,16	1,76
14. Pescado	2,14	2,24
15. Tomate	1,68	1,63
16. Yuca	1,63	1,00
17. Queso	1,53	2,35
18. Harina de maíz	1,48	1,00
19. Chocolate	1,36	1,14
20. Carne de cerdo	1,36	1,97
21. Resto de alimentos	23,63	32,42
Total	100,00	100,00

FUENTE: Calculado con base en: DANE.(1989).

2. PRODUCCIÓN

2.1 CONDICIONES AGROECOLÓGICAS

El cultivo de la caña panelera se desarrolla principalmente en la Región Andina sobre las laderas de las tres cordilleras que atraviesan el país, en la franja altimétrica comprendida entre 700 y 2.000 m.s.n.m. Las condiciones fisiográficas en que se desenvuelve el cultivo de esta especie son muy variadas dependiendo de la región; sin embargo, las que más predominan son las áreas de pendientes medias a altas con inclinaciones que oscilan entre el 10 y el 40% (Región de la Hoya del río Suárez, Cundinamarca, Nariño, Antioquia, Eje Cafetero y Norte de Santander). Algu-

nas otras, aunque mucho menos frecuentes, se encuentran en regiones planas de los valles interandinos y vegas de los ríos (Valle del río Cauca en los departamentos de Risaralda y Valle y el valle de la quebrada “El Ropero” en Santander).

El predominio del relieve de alta pendiente en que se cultiva la caña hace que los suelos sean muy propensos a la erosión y que la caña, por su carácter de cultivo semipermanente, y en muchas regiones permanente, contribuya en alto grado a la protección de dicho recurso.

Las condiciones agroecológicas características del cultivo de la caña panelera son las de clima templado, con temperaturas promedias comprendidas entre 15°

y 28°C, superando con frecuencia diferencias de 10°C entre las temperaturas mínimas y máximas, lo cual contribuye a la concentración de azúcares en la planta. Los niveles de pluviosidad varían entre 1.500 y 2.500 mm anuales, con una distribución de lluvias que alterna los períodos de alta pluviosidad de marzo a mayo y de septiembre a noviembre, con los períodos secos de diciembre a febrero y de junio a agosto. La humedad relativa, dependiendo de las épocas de invierno y verano, varía sus valores medios entre 70 y 80%. El brillo solar presenta valores propicios para el cultivo de la caña con promedios entre 4 y 6 horas-luz diarias.

Los suelos son muy variados en cuanto a su profundidad y fertilidad. En general, se dispone de suelos me-

dianamente profundos, con texturas de franca a arcillosa y de mediana a alta fertilidad natural. El contenido de nutrientes está dentro de los niveles de mediano a bajo, siendo necesario el uso frecuente de fertilización complementaria para ajustar las deficiencias, especialmente de fósforo (P), nitrógeno(N) y potasio(K). Los suelos presentan una acidez que va desde ligeramente ácida a fuertemente ácida, razón por la cual , en términos generales, se recomienda el uso de correctivos, como la cal.

2.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La producción de panela se halla ampliamente dispersa en la geografía colombiana, siendo una activi-

TABLA 6. Area cosechada, producción y rendimiento de caña panelera en Colombia. Distribución por departamentos en 1998.

Departamento	Superficie (ha)	Particip.	Producción (panela)	Particip.	Rendimiento (kg/ha)
Antioquia	35,412	16.79%	139,834	10.68%	3,949
Arauca	360	0.17%	907	0.07%	2,519
Bolívar	1,058	0.50%	6,510	0.50%	6,153
Boyacá	20,991	9.96%	285,048	21.76%	13,580
Caldas	11,470	5.44%	40,939	3.13%	3,569
Caquetá	2,481	1.18%	13,371	1.02%	5,389
Cauca	11,386	5.40%	49,896	3.81%	4,382
Cesar	2,511	1.19%	8,883	0.68%	3,538
Chocó	1,856	0.88%	2,515	0.19%	1,355
Córdoba	7	0.00%	28	0.00%	4,000
Cundinamarca	45,529	21.59%	181,423	13.85%	3,985
Huila	8,468	4.02%	79,795	6.09%	9,423
Meta	1,433	0.68%	1,803	0.14%	1,258
Nariño	10,300	4.88%	76,203	5.82%	7,398
Norte de Santander	13,622	6.46%	52,262	3.99%	3,837
Putumayo	408	0.19%	1,238	0.09%	3,034
Quindío	361	0.17%	3,463	0.26%	9,592
Risaralda	4,809	2.28%	28,804	2.20%	5,990
Santander	18,241	8.65%	240,998	18.40%	13,212
Sucre	177	0.08%	750	0.06%	4,249
Tolima	14,451	6.85%	66,145	5.05%	4,577
Valle	5,142	2.44%	28,864	2.20%	5,613
Total Nacional	210,858	100.00%	1,309,679	100.00%	6,211

FUENTE: Minagricultura. (1999) y cálculos del autor.

dad económica frecuente en casi todos los departamentos del país. Las estadísticas sobre superficie cosechada, producción de panela y rendimiento obtenido son publicadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural con base en estimaciones elaboradas por las Unidades Regionales de Planificación Agropecuaria, URPA. En la Tabla 6 se consignan las estadísticas departamentales correspondientes a 1998. (Las cifras tienen carácter preliminar)

Las regiones colombianas más productoras de panela son Boyacá, Santander, Cundinamarca, Antioquia, Huila y Nariño, departamentos que concentran más de las tres cuartas partes de la producción nacional. Los rendimientos obtenidos por hectárea son muy heterogéneos, debido a las diferencias en los contextos socioeconómicos y tecnológicos en que se desarrolla la producción. Los mayores rendimientos se alcanzan en la región de la Hoya del río Suárez (ubicada en los departamentos de Boyacá y Santander), donde se ha logrado el mayor desarrollo tecnológico tanto del cultivo como del procesamiento de la caña panelera.

2.3. ESQUEMA SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN PANELERA

Como ya se anotó en un párrafo anterior, la producción panelera colombiana se desarrolla simultáneamente en diferentes contextos regionales, con sus propias especificidades tecnológicas y socioeconómicas. Así por ejemplo, en el Valle del Cauca y Risaralda es posible encontrar explotaciones de gran escala con capacidades de producción superiores a los 300 kg de panela por hora. En estas explotaciones, en las cuales la producción tiene un carácter eminentemente comercial, la contratación de personal ocurre en forma permanente, sujeta a la legislación laboral vigente. En estos casos es frecuente la existencia de plantaciones de caña "en propiedad," con extensiones superiores a las 50 ha. En otros casos se presenta la compra de *lotes* de caña que son procesados por los dueños de trapiche para la producción de panela.

Las factorías en que se procesa la caña demandan una inversión de capital considerable (superior a los \$60 millones) que está representada en las instala-

ciones, las hornillas, los motores y los molinos, además de los vehículos para transporte de la caña. A esta escala de producción la tecnología exige niveles intensivos de uso de capital y se presenta un marcado sesgo a ahorrar el uso del factor. Se puede calcular que este tipo de explotaciones representan cerca del 5% de la producción nacional de panela.

Existen también explotaciones de tamaño mediano que predominan en las regiones de la Hoya del río Suárez (Boyacá y Santander), Nariño y algunos municipios de Antioquia, en donde las capacidades de producción oscilan entre 100 y 300 kg/hora. Estas explotaciones muestran una integración al mercado de tipo comercial tanto en materia de contratación de personal y compra de insumos, como en la venta de la panela, pero persisten aún características de economía tradicional como la presencia de la *aparcería*. En este tipo de explotaciones el personal es contratado con carácter temporal para trabajar durante las moliendas y generalmente se le paga a destajo, esto es, en proporción a la panela producida, o en algunos casos, como en Nariño, en proporción al volumen del jugo de caña procesado. Los cultivos de caña por lo general pertenecen a los dueños de trapiches y tienen una extensión que oscila entre 20 y 50 ha. A este nivel es común encontrar trapiches que procesan caña de fincas vecinas, por cuyo uso se paga un alquiler de trapiche o *maquila*, en la cual se establece un valor en dinero por cada carga de panela producida, o un porcentaje de la panela procesada.

Así mismo, es común que se celebren contratos de *aparcería* que consisten en *acuerdos verbales* entre el propietario de la tierra y el *aparcerero* para el cultivo de la caña y la elaboración de la panela, en los cuales el *aparcerero* se responsabiliza del trabajo necesario para la siembra y el sostenimiento de los cañaverales, y, en ocasiones, de algunas de las labores de la molienda. Por su parte, el dueño de la finca se compromete a pagar las labores de preparación del terreno, y a suministrar los fertilizantes y agroquímicos para el cultivo y el transporte de la caña, pagando además un salario a la mayoría de los trabajadores de la molienda. Al finalizar la producción, la panela, o su valor en metálico, una vez realizada (vendida) en el mercado, se reparte en proporciones iguales entre el *aparcerero* y el propietario de la tierra.

En regiones ubicadas al occidente de Cundinamarca, como las Provincias de Gualivá, Rionegro y Tequendama, así como en la mayoría de los municipios de clima medio de Antioquia, Tolima, Huila y Norte de Santander se encuentran explotaciones en pequeña escala, pudiéndose considerar que este nivel de explotación es el más representativo de la agroindustria panelera colombiana. La producción panelera, en este caso, se desarrolla, en su mayor parte, dentro de un esquema de economía campesina, en fincas con extensiones que varían entre 5 y 20 ha y en trapiches de tracción mecánica cuyas capacidades de proceso oscilan entre 150 y 100 kg de panela por hora.

En este tipo de pequeñas unidades productoras son frecuentes el alquiler de trapiches, la molienda en compañía y la aparcería. Otro rasgo característico de estas fincas es el alto uso del factor trabajo, especialmente de carácter familiar, y la contratación de trabajadores temporales para las labores de molienda. La incorporación de tecnología en la producción de pequeña escala es aún muy reducida; se podría afirmar que, en este sentido el, mayor cambio técnico ha sido la introducción de motores para accionar los molinos paneleros.

Por último, existen en Colombia muchos pequeños productores de panela y miel, que producen en condiciones de minifundio o microfundio en fincas menores de 5 ha, y quienes corrientemente procesan la caña en compañía de vecinos propietarios de trapiches, con molinos accionados por pequeños motores o mediante fuerza animal, y con capacidades de producción menores de 50 kg de panela por hora. En estos casos la integración al mercado laboral es baja y la mayor parte de las labores de cultivo y proceso se realizan mediante el empleo de mano de obra familiar, como ya se señaló.

El esquema en que se desarrolla la producción es de economía de subsistencia, en el cual una parte de la panela o de la miel producida se destina al autoconsumo de la unidad, otra es para el intercambio por otros artículos de consumo familiar o por insumos para la producción (que frecuentemente son utilizados como medio de pago a los trabajadores) y el excedente, si aún resta, se vende en los mercados

locales. Estas economías subsisten en las zonas paneleras más deprimidas de los departamentos de Caldas, Risaralda y Cauca y en áreas donde el cultivo de la caña y la producción panelera tienen un carácter marginal. Los adelantos tecnológicos en estas regiones son nulos, debido a los bajos recursos de capital disponibles para invertir y a la aversión de los agricultores a asumir riesgos en la contratación de créditos o en la implementación de técnicas que impliquen un cambio significativo en la tradicional forma de cultivo y de proceso de la caña.

2.4 PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA PRODUCCIÓN

Mediante diagnósticos participativos efectuados con grupos de productores y técnicos en distintas zonas del país, se ha podido identificar la siguiente problemática de la producción de caña panelera:

- Escasez de mano de obra por causa de la alta emigración de trabajadores en busca de mejores oportunidades.
- Dificultad para acceder al crédito e intereses onerosos del mismo.
- Precios altos de los insumos requeridos.
- Incertidumbre del productor por la acentuada fluctuación de precios de la panela.
- Ausencia/deficiencia de la asistencia técnica al productor.
- Falta de mecanización en las labores de cultivo.
- Existencia de cultivos antiguos ; falta de renovación de socas.
- Baja población de tallos por unidad de superficie.
- Desconocimiento del manejo de diferentes variedades de caña.
- Agotamiento o baja fertilidad del suelo.

- Problemas fitosanitarios, especialmente raquitismo y diatraea.
- Inadecuadas prácticas de control de malezas y de manejo de socas.
- Altos costos de corte, transporte y manejo de la caña.
- Bajos niveles de extracción de jugo.
- Deficientes prácticas de limpieza y clarificación de los jugos.
- Uso de leña y llantas como combustible en la hornilla, lo cual origina problemas de deforestación, erosión y contaminación ambiental.
- Subutilización de los trapiches.
- Uso de aditivos no deseables en la elaboración de la panela por exigencia de los intermediarios.
- Desaprovechamiento de los subproductos de la caña y la molienda por desconocimiento de la tecnología para su adecuada utilización.
- Marcada especialización en la producción panelera, la cual origina problemas de inseguridad en la percepción de ingresos y desabastecimiento alimentario a nivel regional.

3. DISTRIBUCIÓN DE LA PANELA

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MERCADO

Las condiciones en que se desarrolla el mercado panelero definen el comportamiento de la oferta por parte de los productores y de su demanda por los consumidores. Como antes se señaló, la producción

de panela se destina casi en su totalidad al mercado nacional para su consumo directo. Se estima que de la producción panelera, menos del 1% se utiliza como insumo en procesos industriales y cerca del 0.1% se destina a la exportación. Al respecto, vale la pena mencionar que en 1997 apenas se exportaron 1.333 toneladas de panela con destino principal a países donde se concentra la mayoría de los migrantes colombianos, tales como Venezuela y Estados Unidos; otros importadores, pero de muy bajos volúmenes todavía, son: Suiza, Italia, Francia y los Países Bajos.

La comercialización de la panela se asimila a un mercado de competencia perfecta, debido a que existe un gran número de productores y un inmenso número de consumidores, cada uno de los cuales tiene un poder insignificante o marginal sobre el mercado. No obstante, en la cadena de distribución se presentan imperfecciones del mercado cuando el número de agentes compradores se reduce y la escala de las negociaciones que realizan algunos de ellos hace que el mercado adquiera unas características de oligopsonio, es decir, de pocos compradores con una influencia relativa sobre la fijación del precio. Este aspecto se analiza brevemente en el punto siguiente, “estructura de la comercialización”.

3.2 ESTRUCTURA DE COMERCIALIZACIÓN

Al considerar los canales de distribución de la panela, se destacan dos entre los más frecuentes: el primero, que corresponde a la zonas planas del Valle del Cauca y de Risaralda, en donde los productores despachan la panela directamente a los supermercados o a las plazas de mercado local para ser vendida al consumidor; y el segundo - y más predominante - corresponde al resto de regiones paneleras del país típicas de pequeños y medianos productores, en el que interviene una cadena más larga de agentes comercializadores.

En este segundo tipo de canal los agentes comercializadores más frecuentes son el acopiador, el mayorista y el minorista o detallista. Como es lógico, se presentan variantes en esta cadena con la intervención de otros intermediarios de diversa escala o, en algunas regiones, de cooperativas de productores.

3.3. MÁRGENES DE COMERCIALIZACIÓN

A pesar de las imperfecciones de mercado que se presentan en la estructura de comercialización de la panela, los intermediarios de gran escala, aunque pueden obtener ganancias extraordinarias que influyen en el nivel de precios en el corto plazo, cumplen una labor necesaria para la regulación de precios en el mediano y largo plazo, al considerar que logran economías de escala con reducción de costos de almacenamiento y transporte del producto.

Las ganancias extraordinarias de los intermediarios de gran escala ocasionan distorsiones de mercado y están en relación directa con el grado de concentración de los volúmenes comercializados. En el caso panelero esta concentración no es tan marcada, pues se estima que cerca del 75% de la producción panelera es adquirida por acopiadores que en forma individual intervienen menos del 5% de la producción total. Además, el margen global de comercialización entre el precio al productor y el precio al consumidor, en el largo plazo, ha sido decreciente, pasando del 100% en 1960 a menos del 30% en 1990. Este último valor se considera relativamente bajo, si se tiene en cuenta la percibibilidad del producto.

3.4 PROBLEMÁTICA DE LA COMERCIALIZACIÓN

Entre los mayores problemas que afectan la fase de comercialización de la panela, se han logrado identificar los siguientes:

- Elevada fluctuación de los precios, que origina incertidumbre en los productores en torno a la rentabilidad de su actividad productiva..
- Presencia, en algunos casos, de largas cadenas de comercialización que dan origen a la elevación de los precios al consumidor y la reducción de los precios al productor.
- Utilización de azúcar en la fabricación de panela por parte de los “derretidores”, lo cual ocasiona excesos de oferta y disminución del precio. Esto, además de ser una competencia desleal, constituye un engaño al consumidor.

- Deficiencias en la calidad de la panela y falta de control efectivo sobre el peso y sobre las características físicoquímicas y microbiológicas de la misma que limitan la expansión del mercado interno y la incursión en mercados internacionales.

- Deficiencias en los sistemas de empaque, transporte y almacenamiento de panela que ocasionan pérdidas considerables por el evidente deterioro del producto.

4. EL CONSUMO DE PANELA

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PANELA COMO BIEN DE CONSUMO

El consumo de panela cumple dos funciones principales: la primera consiste en que sirve como un alimento cuyas características nutritivas especiales permiten considerarla como un bien básico en la alimentación de la población, y cuyo consumo suple, en parte, los requerimientos nutricionales de la gente en materia de carbohidratos, minerales y vitaminas. La segunda función consiste en que actúa como un ingrediente edulcorante o endulzador de otros alimentos.

Tomado el consumo de panela en su función de alimento, se pueden identificar algunos de los alimentos sustitutos más cercanos como la leche, el chocolate y el café, entre otros. En efecto, con el fenómeno de la urbanización progresiva que se ha venido dando en el país y con los llamados procesos de modernización, muchos de los antiguos consumidores de panela han desplazado sus preferencias de consumo hacia otros bienes elaborados. A este respecto vale la pena mencionar algunos ejemplos específicos. En el caso de la alimentación infantil las leches maternizadas y en pol-

vo han venido ocupando el lugar de consumo que antes ocupaba el tetero, preparado con base en leche y panela. En el caso de la alimentación cotidiana de adultos, especialmente en el desayuno, se ha generalizado más el consumo de bebidas calientes de café negro o con leche, de chocolate y de té, que han sustituido el consumo de agua de panela. De igual forma, en los segmentos de población infantil y juvenil se ha vuelto más popular el consumo de productos preelaborados como compotas, avena, yogurt y preparados integrales. Por último, en el campo de las bebidas frías es conocida la creciente acogida que han tenido las bebidas gaseosas y los refrescos artificiales, a los cuales se les invierten grandes sumas de dinero en campañas publicitarias, que han desplazado el consumo de agua de panela fría, de limonada y jugos endulzados con panela, e incluso del guarapo, tan popular en el consumo habitual del campesino.

Considerado el consumo de panela en su función de edulcorante, se pueden identificar sus productos sustitutos directos como el azúcar y la miel de abejas, e indirectos como los azúcares sintéticos de bajo contenido calórico, denominados genéricamente edulcorantes dietéticos. Como edulcorante, el consumo de panela tiene su sustituto más fuerte en el azúcar, el cual, como ya se anotó, proviene de la misma materia prima, la caña. En relación con este punto, vale la pena detenerse en su análisis en forma más profunda.

Por una parte, los ciclos de producción y precios de la panela, tanto al productor como al consumidor, siguen la misma tendencia de los ciclos del azúcar. Así, cuando los precios del azúcar se presentan más bajos que los de la panela, es posible que se dé un desplazamiento del consumo hacia el azúcar por la economía que representa en el gasto familiar. En este sentido se ha encontrado que la elasticidad de sustitución entre el azúcar y la panela es de -0.65, es decir, una disminución del 1% en el precio relativo del azúcar (precio del azúcar/precio de la panela) provoca una disminución de 0.65% en el consumo relativo de panela (consumo de panela/consumo de azúcar). (Fedesarrollo, 1976).

Por otro lado, el mencionado proceso de urbanización y las deficiencias en la presentación y la calidad de la panela inducen al consumidor moderno a pre-

ferir el azúcar como edulcorante por su fácil y rápida disolución y por la homogeneidad de su presentación frente a las dificultades de utilización de la panela y las variantes condiciones de calidad que tradicionalmente exhibe la panela en el mercado. Esta preferencia como edulcorante se manifiesta así la panela se ofrece eventualmente a un menor precio que el azúcar.

Sin embargo, en los últimos años, mediante la investigación de ingeniería de procesos desarrollada por CORPOICA a través del Programa Nacional de Maquinaria y Postcosecha y del CIMPA y la acción de productores particulares, se han logrado posicionar en el mercado nuevas formas de presentación, como la panela granulada, la panela en pastillas, los panelines y la panela fluida, que resultan más prácticas y funcionales frente a los requerimientos del consumidor moderno. Simultáneamente se investiga en la utilización de la panela como materia prima en otros procesos industriales tales como: elaboración de bocadillos, confitería, panadería y fabricación de mieles, ciropes y bebidas gaseosas, entre otros. Estos proyectos de investigación tecnológica buscan básicamente recuperar la demanda interna de consumo directo e industrial y se constituyen en un pivote fundamental para la conquista de mercados internacionales para la panela.

4.2 ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE LA PANELA

Económicamente la panela se ha definido como uno de los llamados bienes salario por la participación que su consumo tiene en la canasta familiar y en el gasto en alimentos de los trabajadores de menores ingresos del campo y la ciudad. (Tablas 4 y 5).

A escala regional se ha observado que los niveles más altos de consumo de panela se encuentran en los departamentos con vocación cafetera. Así por ejemplo, dentro de las ciudades estudiadas por el DANE para la construcción del índice de precios al consumidor, se observa que Manizales, Pereira y Medellín son las ciudades en donde el gasto en panela tiene una mayor participación dentro de la canasta familiar y el gasto en alimentos, tanto para la población de ingresos bajos como para la de ingresos medios. (Tabla 7).

Tabla 7. Participación del consumo de panela dentro de la canasta familiar y en el gasto en alimentos, según ciudad y grupo de ingresos

CIUDAD	En la canasta familiar (%)			En el gasto en alimentos (%)		
	Ingr. bajos	Ingr.medios	Total	Ingr. Bajos	Ingr.medios	Total
Bogotá	0.598	0.176	0.309	1.463	0.604	0.942
Medellín	2.358	0.752	1.315	5.601	2.444	3.785
Cali	0.803	0.306	0.470	1.853	0.986	1.339
Barranquilla	0.310	0.169	0.221	0.657	0.496	0.568
Bucaramanga	1.353	0.411	0.739	3.044	1.373	2.112
Manizales	4.026	1.733	2.565	8.982	5.082	6.752
Pasto	0.271	0.152	0.193	0.580	0.426	0.489
Pereira	3.167	1.357	2.006	7.656	4.079	5.546
Cúcuta	1.581	0.587	0.944	3.661	1.871	2.651
Montería	0.163	0.151	0.155	0.348	0.474	0.417
Neiva	0.588	0.294	0.407	1.401	0.887	1.114
Cartagena	0.211	0.102	0.141	0.453	0.304	0.369
Villavicencio	1.325	0.564	0.860	3.081	1.677	2.307

FUENTE: DANE. (1989) y Cálculos del autor.

También la panela se cataloga económicamente como un bien inferior, en el sentido de que su consumo disminuye a medida que aumentan los niveles de ingresos reales del consumidor. Se ha estimado una elasticidad ingreso de la demanda de -0.5 , lo cual quiere decir que ante un aumento del 1% en el ingreso de los consumidores su demanda disminuye en 0.5%.

En efecto, según las investigaciones socioeconómicas desarrolladas por el CIMPA sobre la estructura de la demanda de panela, el consumo de ésta disminuye a medida que se asciende en la escala de ingresos de los hogares, tanto de los ubicados en las áreas urbanas como de aquellos que habitan las zonas rurales. En la Tabla 8 se registra el consumo per cápita promedio de panela y azúcar para seis ciudades colombianas según estrato socioeconómico, y en la Tabla 9 se detalla el consumo per cápita promedio de panela, miel de caña y azúcar en diferentes áreas rurales productoras y no productoras de panela, según la estratificación socioeconómica de estas zonas.

Tabla 8. Consumo per cápita de panela y azúcar (kg/año) en seis ciudades colombianas*, según estratos socioeconómicos

Estrato socioeconómico	Panela	Azúcar
Bajo	20,92	18,44
Medio	17,30	21,40
Alto	13,64	34,91
Promedio ponderado	18,22	21,69

* Las ciudades son: Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga, Cúcuta, Tunja y Sogamoso.

FUENTE: CIMPA.(1990).

En las Tablas 8 y 9 se observa que en los estratos de más bajos ingresos se da un mayor consumo relativo de panela y simultáneamente un menor consumo relativo de azúcar, tanto a nivel urbano como a nivel rural. Vale destacar también que existe una marcada diferencia entre los niveles de consumo per cápita de panela y azúcar entre las áreas rurales y las urbanas; así, se tiene que en las zonas rurales se presenta, en promedio, un consumo de panela muy superior al de las áreas urbanas e, inversamente, un menor consumo de azúcar. Por lo demás, en las áreas rurales se destaca un significativo consumo de miel de caña para la preparación del guarapo, el cual es utilizado especialmente en la dieta de los trabajadores agrícolas.

Tabla 9. Consumo per cápita de panela, miel y azúcar en 26 municipios rurales de Boyacá (1), Cundinamarca (2) y Santander (3), según la presencia de necesidades básicas insatisfechas, NBI (4) (Kg/persona/año)

Hogares	Panela	Miel	Azúcar
Con NBI	46.00	46.72	8.17
Sin NBI	38.36	9.80	14.36
Promedio ponderado	43.00	32.21	10.61

FUENTE: CIMPA (1991).

(1) Chitaraque, Gámbita, Moniquirá, Santa Ana, San José de Pare, Toguí, Arcabuco, Cómbita, Santa Sofía, Saboyá, Ventaquemada y Villa de Leiva.

(2) Chocontá, Gachantivá, Sesquilé, Suesca, Sutatausa, Tausa y Toncancipá.

(3) Barbosa, Chipatá, Güepsa, Puente Nacional, San Benito, Suaita y Vélez.

(4) Clasificación del DANE de hogares, según la presencia de necesidades básicas insatisfechas.

4.3 PROBLEMÁTICA DEL CONSUMO

La problemática del consumo de panela se puede sintetizar en los siguientes aspectos:

- La demanda de panela en la actualidad se restringe al consumo interno de carácter directo; la demanda industrial es aún muy limitada y los mercados externos son marginales.
- El consumo de panela por habitante se está reduciendo gradualmente debido al cambio de preferencias y a los hábitos alimenticios de los consumidores.
- El consumo de panela está siendo desplazado por otros productos sustitutos directos como el azúcar y

los edulcorantes sintéticos, e indirectos como las bebidas gaseosas y los refrescos artificiales de bajo valor nutritivo.

- La panela está perdiendo gradualmente su participación en la canasta de alimentos de los colombianos, especialmente en la de hogares urbanos de ingresos medios y altos.
- Las características actuales de calidad y presentación de la panela no están correspondiendo a los requerimientos del consumidor moderno.
- No se han diseñado y puesto en práctica campañas de promoción del consumo de panela a nivel interno y menos aún en el exterior.

5. ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA AGROINDUSTRIA PANELERA

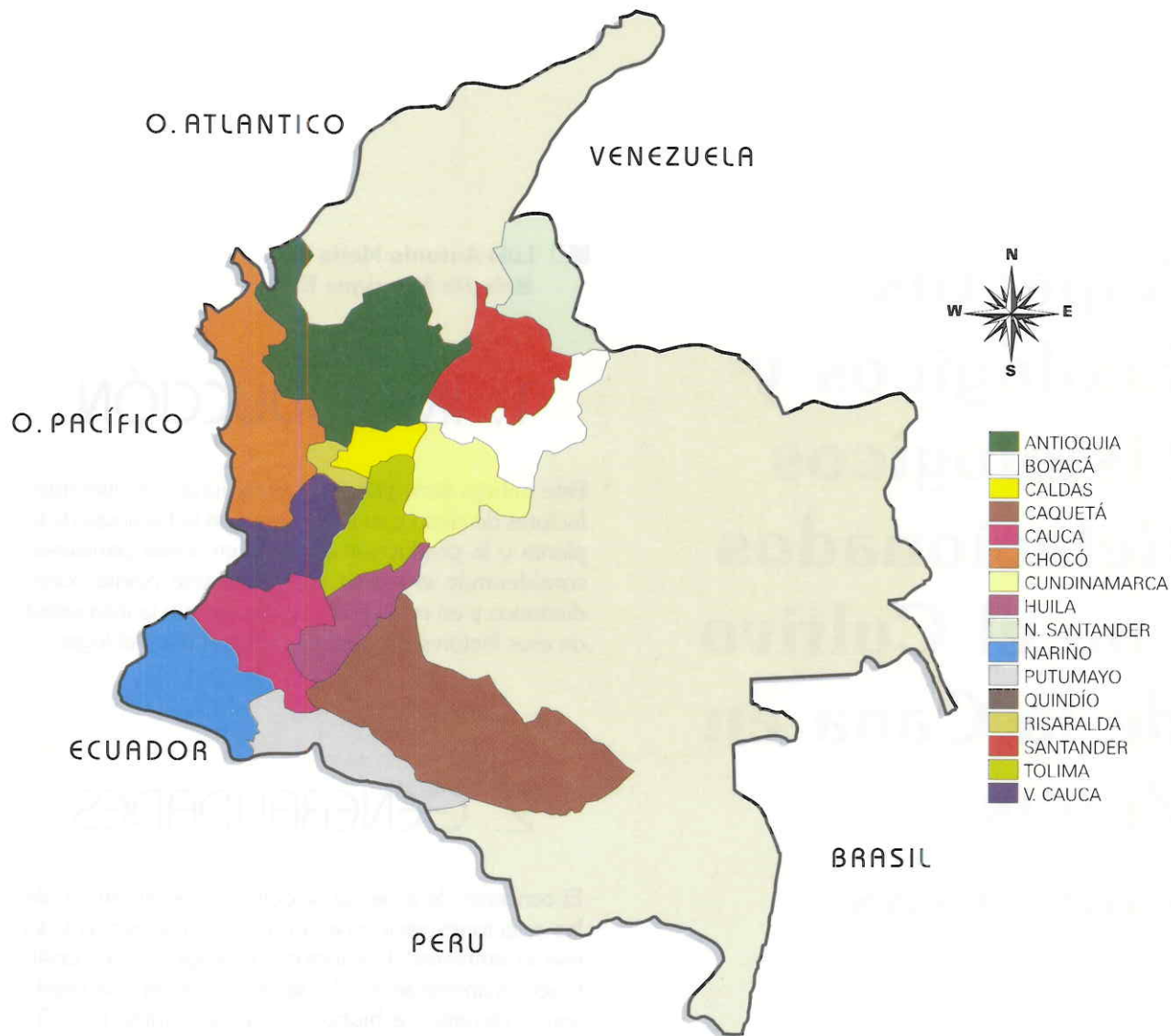
Para contribuir a la solución de la problemática panelera, CORPOICA a través del Programa Nacional de Maquinaria y Postcosecha y del Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Industria Panelera, CIMPA, ha venido realizando actividades de generación y transferencia tecnológica en el cultivo de caña, la elaboración de panela y el aprovechamiento económico de los subproductos del cultivo y del proceso, con resultados satisfactorios en las zonas paneleras de la Hoya del río Suárez y Cundinamarca. Sin embargo, para lograr un mayor impacto y cobertura de la tecnología desarrollada se necesita la participación activa de las instancias corporativas del nivel regional y local en el ajuste de esa tecnología a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas específicas de las diferentes regiones paneleras del país, y en la capacitación de técnicos y profesionales de las entidades encargadas de la transferencia tecnológica al productor.

De igual forma, se requiere establecer alianzas estratégicas con el gremio panelero y con entidades gubernamentales y privadas, con el fin de transferir la tecnología generada al productor y de lograr una mayor cobertura en la adopción de la misma. El trabajo investigativo y de ajuste debe involucrar permanentemente al productor, consultando sus necesidades reales y ofreciéndole alternativas factibles para la solución de sus problemas tecnológicos. A nivel regional, el trabajo conjunto con las UMATA reviste especial importancia, mediante el establecimiento de demostrativos de la tecnología panelera en unidades comerciales; de esta forma se logra la capacitación simultánea de los técnicos y la difusión de la tecnología a los pequeños productores paneleros.

Para responder a los desafíos de la agroindustria panelera frente al nuevo milenio, durante el segundo semestre de 1999, CORPOICA y FEDEPANELA se han empeñado en la construcción, en forma conjunta y participativa con diferentes actores de la cadena panelera, del “Plan Estratégico para el Fortalecimiento y la Modernización de la Agroindustria Panelera”, el cual será la carta de navegación del sector durante los próximos cinco años. En dicho Plan se han incluido aspectos como el fortalecimiento de organizaciones empresariales paneleras y del gremio, la promoción de la panela en los mercados nacionales e internacionales y la modernización de la producción a través de proyectos de generación y transferencia de tecnología.

La integración interinstitucional y el trabajo interdisciplinario, en torno al Plan Estratégico, permitirán responder con un alta probabilidad de éxito a la compleja problemática de esta importantísima agroindustria, de la cual depende el bienestar de una buena parte de los productores campesinos de nuestro país.

DEPARTAMENTOS PRODUCTORES DE CAÑA PANELERA EN COLOMBIA



CAPITULO III

Aspectos Ecológicos y Fisiológicos Relacionados con el Cultivo de la Caña en Zonas Paneleras

■ Luis Antonio Mejía F.¹
Roberto Manrique E.²

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objeto relacionar los diferentes factores de clima y su influencia, con la fisiología de la planta y la producción de caña en zonas paneleras, considerando el medio natural de una planta como dinámico y en constante cambio, ya que la intensidad de esos factores varía con la hora, el día y el lugar.

2. GENERALIDADES

El concepto de ecología se define como el estudio de las relaciones recíprocas entre los organismos y su medio ambiente. Los factores ecológicos que constituyen el ambiente en el cual se desarrolla una planta son: el climático, el biótico y el edáfico (Tabla 10) (25).

La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas que contienen clorofila por acción de la luz solar, sintetizan compuestos orgánicos a partir del agua y el anhídrido carbónico, CO₂. En la fotosíntesis de la caña

1. Coordinador Grupo Regional Agrícola - CORPOICA - Bucaramanga.
2. Coordinador Red Grupo Caña Panelera CORPOICA - CIMPA Barbosa Santander.

ocurre primero una formación de azúcares simples llamados glucosa y fructuosa, o también azúcares invertidos. La condensación de estas dos moléculas produce una molécula de sacarosa. Las reacciones que ocurren son las siguientes:



Azúcares invertidos



Sacarosa

Tabla 10. Factores que inciden en el desarrollo de las plantas de caña

Grupo	Factor	Subfactor	Aspectos	
Climáticos	Radiación		Longitud de onda. Intensidad Fotoperíodo	
			Aire Suelo	
	Temperatura			
		Agua	Valor	Cantidad Evaporación Transpiración
			Precipitación	Cantidad Frecuencia
	Agua del suelo		Humedad del suelo Higroscópica Agua capilar Agua freática	
	Gases atmosféricos	Composición		Contenido CO ₂ Contenido O ₂
			Presión	Altitud Cambios de presión
		Vientos	Ciclones Frecuencia	
	Edáficos	Material de origen	Materiales ácidos	Minerales presentes Estructura Meteorización
Suelo		Propiedades físicas	Estructura Textura Aire del suelo Humedad del suelo	
			Propiedades químicas	Minerales de arcilla Bases intercambiables Acidez (grado). Aniones Compuestos orgánicos
		Propiedades bióticas	Flora del suelo Fauna del suelo Humus	
Geográficos	Posición geográfica		Latitud Longitud	
Bióticos	Otras plantas	Competencia	Luz - agua - nutrientes	

Son varios los factores que afectan la fotosíntesis de una planta. Los más importantes son la luz, la temperatura, el CO₂, la disponibilidad de humedad, los nutrientes, la porción de la hoja y su posición en el tallo, la edad de la planta y las diferentes variedades. Con base en estos dos factores ecológicos y fisiológicos, se estudiarán el ambiente y su influencia sobre el desarrollo del cultivo.

2.1 LUZ

La luminosidad es un factor de gran importancia en la formación y porcentaje de acumulación de almidón en las hojas; este proceso se afecta con la nubosidad que reduce considerablemente la luminosidad. Dicho factor está en razón directa con la función de la clorofila: a mayor brillo solar corresponde una mayor actividad fotosintética y por consiguiente, un aumento de la producción de caña y panela, según Gómez. (16).

En la figura 1 se puede observar cómo la intensidad lumínica es responsable de la tasa de fotosíntesis medida en términos de dióxido de carbono (CO₂).

La Figura 2, permite ver que las plantas responden en forma diferente a la acción de la luz, debido a la composición de las sustancias de las hojas y específicamente al contenido de clorofila, el cual es distinto en todas las plantas.

Además del efecto directo que tiene la luz sobre la clorofila para actuar sobre la síntesis de carbohidratos y la asimilación de los excedentes de sustancias orgánicas, la longitud del día ejerce una influencia directa en el crecimiento de la caña y desarrollo vegetativo del tallo. Es de anotar que ensayos realizados con caña demuestran que las plantas que reciben más luz, es decir, que se desarrollan en zonas con días largos y bastante brillo solar, producen más cantidad de sacarosa, con mayor Brix y un alto porcentaje de pureza.

Los cultivos de caña que se desarrollan en iguales condiciones de suelo, humedad y temperatura, pero que no difieren en el número de días con alta nubosidad, producen menos toneladas de caña con contenidos deficientes de sacarosa y menor calidad.

Relacionando los aspectos edáficos con la respuesta de la caña, se ha encontrado que aún mejorando las condiciones fisicoquímicas de los suelos, no es posible incrementar los rendimientos en zonas donde predominan los días cortos y alta nubosidad, según Humbert (22).

La baja luminosidad actúa en detrimento de la translocación de hidratos de carbono de las hojas al tallo; es decir, que inhibe en alguna forma el transporte de sacarosa al tallo. Fisiológicamente, este fenómeno se explica porque la radiación absorbida comunica a la clorofila energía, y activa los intercambios gaseosos y el metabolismo o conversión de los elementos simples en complejos como azúcares, carbohidratos, grasas y otros.

Respecto a la influencia que la luz ejerce sobre la intensidad de la síntesis y asimilación de los glúcidos, se puede decir que:

- Los rendimientos de azúcar pueden reducirse en 25-35%, cuando se cultiva caña en zonas de alta nubosidad y bajo brillo solar.

- Aunque se hagan esfuerzos por mejorar las condiciones del suelo, los rendimientos no se incrementarán en zonas donde los factores de clima son desfavorables.

2.2 TEMPERATURA

Este es un factor importante tanto para el desarrollo de la caña, como para la elaboración y acumulación de la sacarosa. Existe una relación directa entre la elongación del tallo y la temperatura media mínima

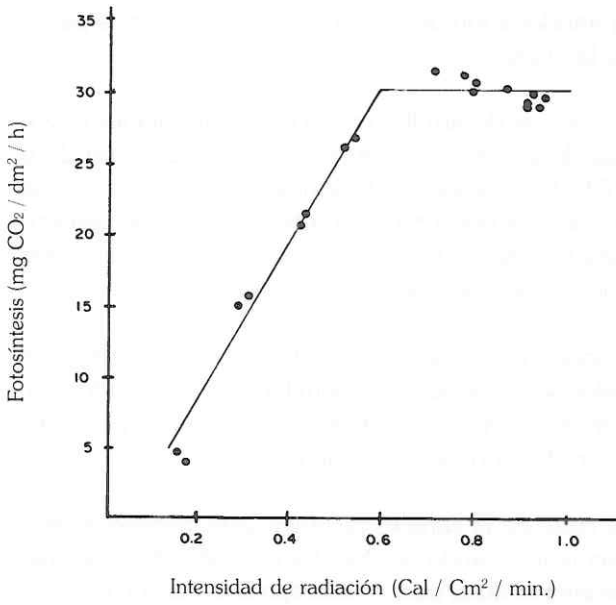


Figura 1. Relación entre la fotosíntesis y la Intensidad de radiación en hojas de caña de azúcar.

Figura 2. Fotosíntesis en relación con la radiación artificial para cuatro especies de plantas.

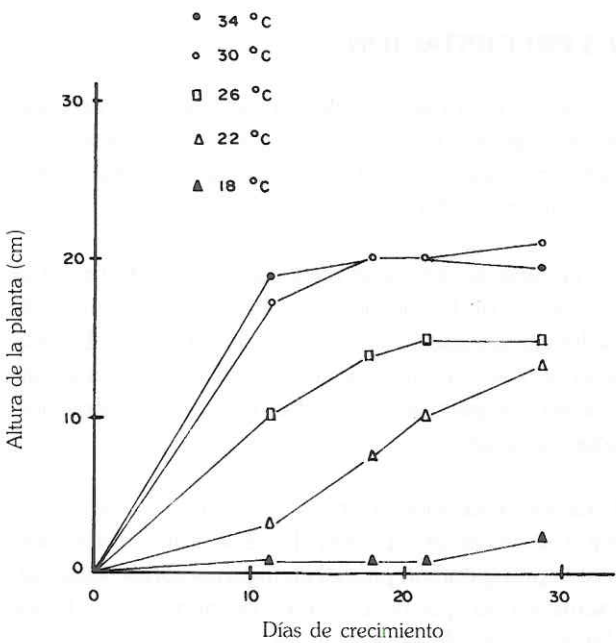
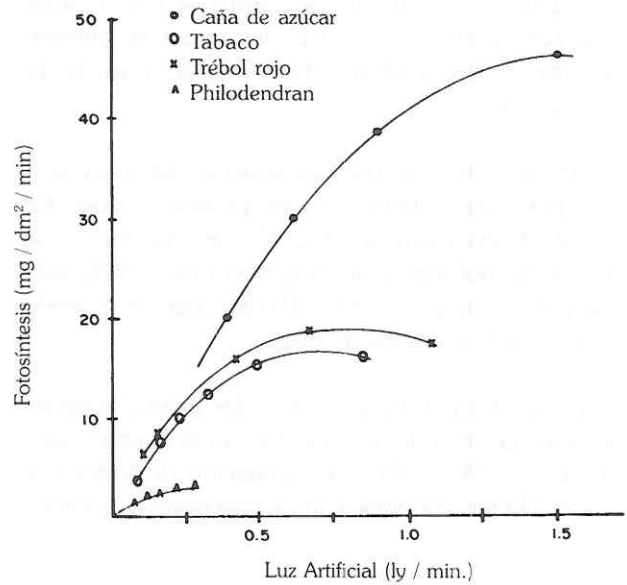


FIGURA 3. Efectos de la temperatura en la germinación medidos por la altura de las plantas.

mensual; pues a medida que ésta se incrementa, la elongación es mayor ; es decir, que hay un mayor crecimiento de las partes vegetativas (Humbert, 23).

La temperatura media de 25 a 27°C es la más adecuada para una mayor producción, pero se puede aceptar, como rango permisible, temperaturas de 20 a 30°C.

En zonas donde la temperatura es inferior a 19°C, el crecimiento se retarda, los entrenudos son más cortos y el período vegetativo se incrementa, bajando considerablemente el tonelaje de panela por unidad de área. Es muy importante tener en cuenta la temperatura del suelo; se considera que de 29 a 32°C es la adecuada para la toma y translocación de nutrimentos, respiración y desarrollo. Cuando el suelo tiene temperatura superior a 37°C, las raíces se pueden quemar, y por debajo de 17°C se impide la germinación.

La Figura 3. ilustra el comportamiento del crecimiento de plántulas respecto a la temperatura media. En ella se observa que a 18°C el crecimiento no se incrementa notoriamente, mientras que a 30°C este desarrollo es, máximo, a los 10 días, permaneciendo casi constante hasta los 30 días.

La temperatura en la zona radicular influye notablemente en la toma de nutrimentos por la planta; cuando baja de 24 a 18°C, la asimilación de fósforo se reduce a la tercera parte y la de nitrógeno a la mitad.

2.2.1 Oscilación de temperatura

Se denomina oscilación de temperatura a la diferencia que hay entre el día y la noche. Cuando la temperatura es uniforme o sufre poco cambio, las plantas no cesan de crecer y en cualquier momento habrá un alto contenido de azúcares reductores. Cuando los entrenudos inmaduros del tallo están en actividad de crecimiento, no hay almacenamiento de sacarosa en los entrenudos maduros del mismo.

Las fluctuaciones de temperatura mayores de 8°C son importantes porque ayudan a formar y retener sacarosa, Ramos (44). Cuando la temperatura de día sube alrededor de 30°C y en la noche es de 17°C, favorece

la translocación de azúcar de las hojas a otras partes de la planta.

La caña se desarrolla con excelentes resultados en zonas donde la temperatura media fluctúa entre 25 y 27°C. Una oscilación de temperatura entre el día y la noche superior a 8°C, contribuye con mayor eficiencia a la síntesis y translocación de azúcares de las hojas a los entrenudos de almacenamiento.

Cuando la temperatura media es inferior a 19°C, los tallos se desarrollan con lentitud, los entrenudos son cortos, el período vegetativo es más largo y por tanto, la producción de panela/ha disminuye.

El corte de la caña es recomendable hacerlo preferiblemente cuando ocurran las más altas fluctuaciones de temperatura, pues en esta época es cuando la planta tiene una mayor cantidad de azúcares acumulados.

La temperatura ideal del suelo para el desarrollo normal de las raíces y la toma de nutrientes oscila entre 29.4 y 32.2°C; temperaturas superiores a estos valores pueden causar daños por quema, y las inferiores a 15°C inhiben la germinación. Si la temperatura es inferior a 21°C, la probabilidad de un desarrollo normal de la caña de azúcar es baja.

2.3 PRECIPITACIÓN

Un elemento indispensable para el desarrollo de cualquier organismo viviente es el agua. En las plantas es factor necesario para la formación de carbohidratos y constituye un alto porcentaje de su peso.

En la caña de azúcar el agua es fundamental para la formación de los glúcidos, la disolución y transporte de los metabolitos y la turgencia de los tejidos. Durante el período de crecimiento (germinación y macollamiento) las plántulas necesitan una buena disponibilidad de agua.

Estudios realizados sobre la influencia que ejerce el agua sobre la producción de caña han demostrado que la precipitación pluvial en algunas zonas, especialmente en las que no disponen de riego, es un factor determinante de la producción.

La caña necesita de 8 a 9 mm de agua/ha/día durante la época de verano caluroso, y entre 3 y 4 mm por día en la época más fría, (Ramos 44).

La mayor parte de la zona productora de panela en Colombia no dispone de riego y por tanto, está sujeta a la distribución de la lluvia año por año, que generalmente no es la más adecuada.

Se ha considerado que una precipitación de 1.500 a 1.750 mm/año es suficiente para suplir las necesidades del cultivo en suelos de textura franco limosa o franco-arcillosa.

2.4 VIENTOS

Es importante hacer referencia a los vientos, ya que en zonas en donde hay influencia de fuertes vendavales, éstos arrancan las plantaciones, y cuando son calientes y secos aumentan la transpiración de las plantas y resecan el suelo. Tal situación conlleva a un consumo mayor de agua por parte de la planta.

3. CLIMATOLOGÍA DE LAS ÁREAS AGROECOLÓGICAS

De acuerdo con los parámetros descritos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se definieron dos zonas aptas para el cultivo de la caña.

3.1 ZONA SUBHÚMEDA

La zona se caracteriza por presentar precipitaciones entre 500 y 1000 mm anuales; dentro de esta franja se pueden agrupar dos áreas agroecológicas : La Ma y la Mb. La primera la conforman suelos de planicie aluvial, de relieve plano a ligeramente ondulado con pendientes hasta del 7%, formados de material sedimentario, con baja a moderada evolución, poco

profundos, bien drenados y pueden presentar vocación para otros cultivos como cítricos, frijol y hortalizas.

El área agroecológica Mb, corresponde a terrenos con pendientes mayores del 12% y de relieve quebrado a escarpado. Los suelos se derivan de material heterogéneo, con baja evolución, poco profundos, susceptibles a la erosión, de baja fertilidad y localmente pedregosos; son aptos para reforestación y en las áreas de menor pendiente pueden plantarse cultivos transitorios tales como tomate, cebolla y maíz, y también ser explotados con ganadería extensiva.

3.2 ZONA HÚMEDA Y PERHÚMEDA

Esta zona presenta una precipitación entre 1.000 y 4.000 mm anuales. En ella se agrupan tres áreas agroecológicas: Me, Mf y Mg. El área agroecológica Me corresponde a terrenos de planicie aluvial con pendientes hasta del 25% y altiplanicies de relieve ondulado a quebrado. Estos suelos son de cenizas volcánicas o material heterogéneo con influencias variables de alofana; presentan baja evolución, son moderadamente profundos, bien drenados y de fertilidad moderada a baja; dichas áreas también son aptas para otros cultivos semipermanentes y permanentes como café, yuca, plátano y frutales.

El área agroecológica Mf corresponde a terrenos de cordillera, altiplanos y abanicos disectados de relieve profundamente quebrado, con fertilidad baja a moderada y localmente pedregosos o rocosos. Los suelos de esta área son aptos, además, para cultivos permanentes o semipermanentes como el café con sombrero, el plátano y los frutales.

3.3 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE ALGUNAS ZONAS PRODUCTORAS DE PANELA

Los datos meteorológicos de las estaciones de Güepesa, La Cómoda (Santana), Berta (Moniquirá), correspondientes al período 1954 - 1985, indican que el promedio de lluvias para la zona de Moniquirá es de 2.475 mm anuales, presentándose un período lluvioso alternado con períodos secos.

De acuerdo con los datos de las tablas 11, 12 y 13, los meses de mayor precipitación van de abril a noviembre y marzo. Y los de mayor registro pluviométrico son mayo, junio y julio, con un promedio mensual de 900 mm.

La humedad relativa registra un promedio anual de 78% con niveles máximos de 87% y mínimos de 62%. También se observa que los meses con mayor humedad relativa corresponden al período marzo - noviembre (Tabla 14).

Los valores de temperatura (Tabla 15) muestran que para el período 1955 - 1983 se registraron valores promedios de 18°C, con temperaturas máximas de 21 y mínimas de 16°C. Es importante tener en cuenta la fluctuación de sacarosa en los tejidos del tallo de la caña.

Tabla 11. Valores característicos de precipitación en mm, Período 1954 - 1985. Estación La Cómoda, Santana, 1242 msnm

VALORES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	\bar{X} ANUAL
Medios	87	184	168	262	331	235	225	214	245	295	214	182	2475
Máximos	327	246	379	698	826	930	934	599	433	891	664	252	934
Mínimos	19	41	31	64	169	55	103	135	117	0	55	0	0

FUENTE: Sistema de información hidrometeorológica HIMAT.

La zona cañera de Nariño, de acuerdo con los datos de las estaciones de Sandoná y Linares, registró un promedio de precipitación de 1.714 mm entre 1963 y 1987. Aparentemente la distribución de lluvias favorece el desarrollo agrícola, ya que muestra una tendencia a la lluviosidad desde enero hasta abril - junio, meses en que las precipitaciones oscilan entre 38 y 96 mm mensuales. El segundo semestre, tiende a ser lluvioso, concentrándose las mayores precipitaciones a partir de junio y registrándose un valor máximo en el mes de diciembre de 1964 (1.186 mm) (Tablas 16 y 17, Figura 4).

Tabla 12. Valores característicos de precipitación en mm, Período 1952 - 1983. Estación Berta, Moniquirá, 1700 msnm

VALORES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	\bar{X} ANUAL
Medios	53	72	158	258	276	196	147	150	185	250	167	86	1998
Máximos	198	192	295	392	492	374	242	264	276	396	324	231	492
Mínimos	7	3	67	116	100	45	8	47	65	124	103	17	3

FUENTE: Sistema de información hidrometeorológica HIMAT.

Dentro del período anteriormente señalado, los años 1969 a 1972 se caracterizaron por registrar promedios de lluvia superiores al promedio general con mínimos de 1.663 mm y máximos de 2.481 mm. El período 1976 - 1981 se caracterizó por su sequía, ya que los promedios de lluvia oscilaron entre 863 y 984 mm.

Tabla 13. Valores característicos de precipitación en mm. Período 1956 - 1971. Estación Güepsa - Güepsa, 2000 msnm

VALORES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	̄ ANUAL
Medios	35	55	91	197	277	179	135	144	168	274	138	97	1792
Máximos	74	110	150	328	395	286	220	214	336	369	211	196	395
Mínimos	11	8	33	113	195	113	93	98	98	286	77	23	8

FUENTE: Sistema de información hidrometeorológica HIMAT.

Tabla 14. Valores característicos de humedad relativa (%), Período 1955 - 1983. Estación Berta Moniquirá, 1700 msnm

VALORES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	̄ ANUAL
Medios	76	74	76	79	81	80	76	76	78	80	80	78	78
Máximos	80	80	80	83	87	85	84	83	84	86	84	82	87
Mínimos	68	67	70	74	75	70	67	62	72	76	74	73	62

FUENTE: Sistema de información hidrometeorológica HIMAT.

Como se observa en la Tabla 17, el promedio de lluvias entre 1981 y 1987 para la zona de Linares fue de 1.582 mm, caracterizándose esta zona por tener un período muy seco de junio a septiembre.

Tabla 15. Valores característicos de temperatura °C. Período 1955 - 1983. Estación Berta - Moniquirá, 1700 msnm

VALORES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	̄ ANUAL
Medios	18	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	18	18
Máximos	20	21	21	20	20	19	19	20	20	20	20	20	21
Mínimos	16	17	18	18	18	16	16	16	17	17	17	17	16

FUENTE: Sistema de información hidrometeorológica HIMAT.

Tabla 16. Caracterización de la precipitación en mm 1963 - 1987. Sandoná, Nariño, Corriente Guaitara, 1960 msnm

VALORES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	\bar{X} ANUAL
Medios	83	123	126	172	179	96	38	93	119	219	253	289	1714
Máximos	254	586	488	400	328	324	147	787	396	733	928	1186	1186
Mínimos	0	20	21	40	52	13	0	0	30	22	11	62	0

FUENTE: Sistema de información hidrometeorológica HIMAT.

Tabla 17. Valores característicos de la precipitación mm. Período 1981 - 1987. Linares -Nariño. Estación vivero Linares

VALORES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	\bar{X} ANUAL
Medios	165	183	156	221	135	42	47	49	47	234	169	208	1582
Máximos	273	234	270	366	190	76	120	115	129	345	267	289	366
Mínimos	27	14	76	109	89	11	10	20	15	142	83	62	20

FUENTE: Sistema de información hidrometeorológica HIMAT.

Durante el resto del año las lluvias se distribuyeron normalmente, pero con más intensidad en el primer semestre, correspondiendo el valor más alto de precipitación al mes de abril de 1984 y el valor mínimo al mes de agosto de 1982.

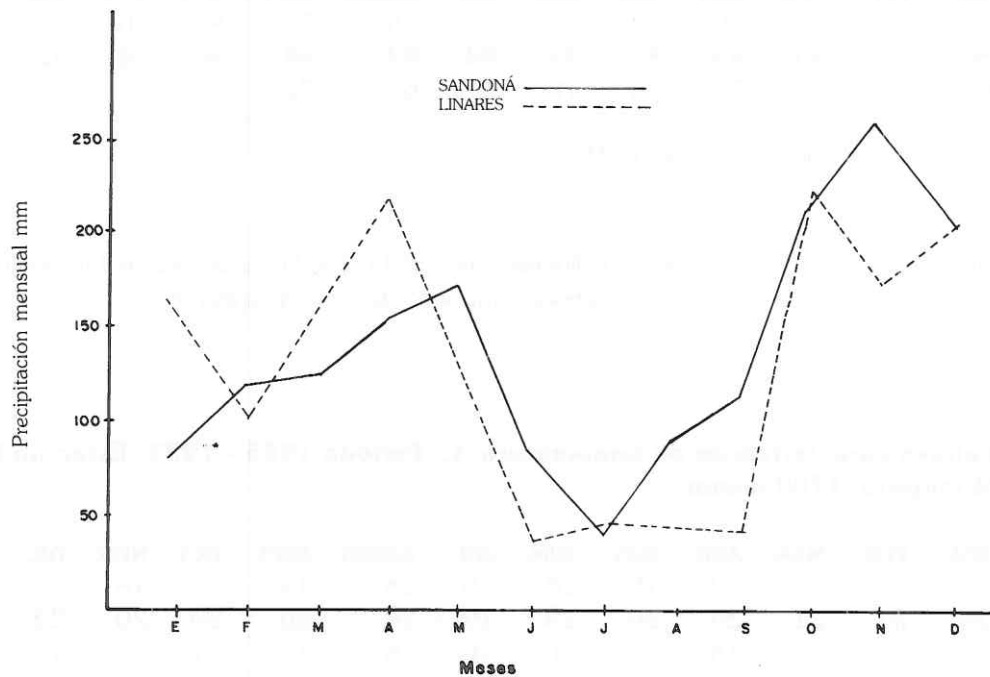


Figura 4. Precipitación promedio Sandoná - Linares, período 1963 - 1987

CAPITULO IV

Aspectos Agronómicos del Cultivo de la Caña Panelera



■ **Roberto Manrique E.** ¹
Orlando Insuasty B. ²

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar en su aspecto productivo, esto es, azúcar, panela, mieles y alimentación animal, está determinado por la marcada diferenciación de los contextos socioeconómicos regionales en que se desarrolla la producción panelera que, en su mayor parte, revela índices de baja productividad, altos costos de producción y utilización de tecnologías agrícolas e industriales rudimentarias. Aunque el estudio de algunos factores de tipo genético (variedades), ecolimático (ambiente), edáfico (suelos), y técnicos relacionados con el manejo del cultivo, son inmodificables, permitirá ubicar los aspectos agronómicos en rangos permisibles preestablecidos.

El estudio genético de variedades permite ubicarlas dentro de los rangos ecológicos de acuerdo con su grado de adaptación, pues se sabe que cada variedad se comporta de modo diferente en cada medio ecológico particular. Sin embargo, el cultivo de una

1. Respectivamente Ing. Agrónomo, M. Sc. Investigador Asociado.
2. Ingeniero Agrónomo, Investigador Asociado, Programa Agrícola de la Regional 7 de CORPOICA

variedad determinada en las condiciones óptimas de adaptación no es suficiente para obtener altos rendimientos ; son necesarias también prácticas apropiadas de cultivo como: adecuación y preparación de la tierra, sistemas de siembra, fertilización, control de malezas, manejo de plagas y enfermedades, riego, control de maduración y cosecha.

2. LABORES DE ADECUACIÓN Y PREPARACIÓN DEL SUELO

2.1 ADECUACIÓN DE LA TIERRA

Aunque ésta es una práctica poco conocida en la producción de caña panelera, es importante resaltarla pues contribuye al incremento de la productividad, mediante el mejoramiento del sistema de producción del cultivo. La adecuación de la tierra, comprende principalmente labores de planificación de los lotes de caña, definición de sus dimensiones y construcción de acequias y caminos para movilizar la caña cortada.

El término “adecuación” se refiere a los métodos tecnificados de áreas planas, donde se usan las técnicas agrícolas más avanzadas y donde se realizan en orden las labores de : limpieza y descepada, levantamiento topográfico, diseño de campo, nivelación, subsolada, arada, rastrillada y surcada. En efecto, en zonas tradicionales o de ladera, la adecuación del suelo consiste en : diseño de campo, desmonte del terreno, picado de leña, construcción de canales de riego y construcción de drenaje (en caso de suelos mal drenados).

En el diseño de campo se debe orientar el surco de tal manera que se evite al máximo la erosión, para lo cual, en terrenos inclinados, deben disponerse las hileras del cultivo a través de la pendiente ; así, cada surco forma un obstáculo donde choca el agua de escorrentía. En regiones lluviosas se debe surcar el terreno con pendientes del 2 x 1000, con el objeto de evacuar el agua de escorrentía. La longitud del surco para ladera no debe pasar de 60 m y los lotes o tablonos deben ser moderados.

2.2 PREPARACIÓN DEL SUELO

Para plantar la caña se puede abrir solamente un agujero para enterrar en él, el trozo de semilla, o roturar únicamente el surco donde va a sembrarse la caña (labranza mínima), como se procede en zonas de ladera, o bien se puede emplear una técnica avanzada con maquinaria pesada para realizar las labores de subsolado, barbecho, cruza, rastra y nivelación.

Para el cultivo de la caña panelera se utiliza comúnmente una combinación de los siguientes sistemas de preparación del suelo:

- Corte y quema del rastrojo;
- Preparación manual con azadón o pica;
- Roturación con arado reversible tirado por bueyes, y
- Arado, rastrillado y surcado con maquinaria pesada.

2.2.1 Corte y quema de rastrojo

El corte y la quema constituyen el sistema de preparación más tradicional en zonas paneleras y se emplea en lotes nuevos con rastrojos viejos. Consiste en cortar la madera utilizable (como leña para la hornilla) y luego quemar los residuos. Aunque es una práctica inadecuada, es la única posible en zonas quebradas donde no se puede usar maquinaria y donde para compensar los daños ocasionados se deben realizar prácticas adecuadas de cultivo.

2.2.2 Preparación manual con azadón o pica

Este método se emplea cuando se van a renovar socas viejas y no es posible el uso de maquinaria. Consiste en arrancar las socas viejas con pica y luego roturar el sitio donde se va a colocar la semilla. Cuando se trata de lotes que han sido explotados con otros cultivos, la labor se reduce a abrir la zanja y el hoyo donde se va a depositar la semilla, según el sistema de siembra que se tiene previsto utilizar (Figura 5).

2.2.3 Preparación con arado de bueyes

El arado con bueyes usualmente se emplea en lotes en descanso o lotes en potreros previamente sobrepastoreados, que hayan sido destroncados. El mejor implemento es el arado de vertedera y el número de pases a efectuarse depende del tipo de suelo, de la profundidad de siembra y de los residuos de vegetales y malezas que es necesario desmenuzar para lograr una mejor descomposición. Los bueyes se desempeñan mejor en los suelos que no están demasiado húmedos ni demasiado secos.

Todo lo anterior sólo se refiere a un barbecho superficial. La práctica de arada y los continuos pases dejan el terreno bien mullido y cuando las condiciones físicas del suelo son favorables, la caña alcanza un desarrollo óptimo. Por otro lado, si se presentan capas impermeables cercanas a la superficie, es necesario hacer el subsolado para romperlas y propiciar el enraizamiento profundo (Figura 6)

2.2.4 Surcado

En regiones lluviosas se debe surcar el terreno de pendientes moderadas, con el objeto de evacuar el agua de escorrentía. La profundidad del surco es de 0.20 a 0.30 m y su ancho de 0.30 m. Esta labor se puede efectuar con surcadores si se dispone de maquinaria, o manualmente con pica y azadón. La longitud del surco en laderas no debe sobrepasar los 60 m y los lotes, tablones y/o "suertes", deben ser moderados en extensión.

3. SISTEMAS DE SIEMBRA Y POBLACIÓN DE PLANTAS

El sistema de siembra de caña panelera depende del grado de tecnología que se utilice. Sin embargo, esa tecnología suele estar limitada por la topografía del terreno. Para cultivos mecanizados, la distancia de siembra se ha establecido en 1.50 m, siendo muy reducida la flexibilidad de esta medida.

Resultados de investigación realizados por el ICA y CORPOICA permiten señalar que de los diferentes métodos y distancias de siembra, en los sistemas a chorrillo y mateado con preparación manual utilizando el azadón y la pica, el sistema a chorrillo con distancias de 0.80 a 1.20 m, entre surcos, ofrece los mejores resultados en producción de caña. (Tabla 18).

El mateado, con distancias entre 1.0 a 1.30 m entre surcos y con distancias entre plantas de 0.25 a 0.50 m, con uno y dos esquejes por sitio respectivamente, en suelos con buena estructura, permite obtener rendimientos muy similares a los del sistema en chorrillo. A los tres meses de sembrado el cultivo, cierra en forma similar al método en chorrillo. Sin embargo, la falta de agua en la época de siembra, la desigualdad en el crecimiento de los tallos (primarios, secundarios y terciarios) y el mayor riesgo de vuelco, hacen que el sistema de mateado sea menos eficaz que el chorrillo.

A distancias de siembra mayores de 1.20 m, se registran bajos rendimientos, debido ante todo a la mayor competencia de malezas con el cultivo. Conviene recordar que los rendimientos están directamente relacionados con una buena densidad de población. En suelos de ladera, no se puede mantener esa población con una óptima densidad de yemas por metro lineal, debido a obstáculos (como piedras, árboles, etc.) que lo impiden. Esta restricción física se obvia aumentando la población mediante la disminución de distancias entre surcos.



Figura 5. Preparación manual del terreno con azadón o pica.



Figura 6. Preparación con arado de bueyes.

Tabla 18. Evaluación de métodos y distancias de siembra

Método	Distancia (m)	Densidad Yemas/mata y/o Esquejes/sitio	Caña (ton/ha) *
Chorrillo	0,8	8 yemas	109
Chorrillo	1,0	8 yemas	89
Chorrillo	1,2	8 yemas	99
Chorrillo	1,4	8 yemas	75
Chorrillo	1,6	8 yemas	81
Mateado	1,0 x 0,25	1 esqueje	93
Mateado	1,0 x 0,50	2 esquejes	88
Mateado	1,30 x 0,25	1 esqueje	70
Mateado	1,30 x 0,50	2 esquejes	79
Mateado	1,50 x 1,0	3 esquejes	80

* Promedio de tres replicaciones y dos cortes de 3 localidades en Boyacá y Santander.

No se observan diferencias en rendimiento entre los dos métodos (mateado y a chorrillo). La diferencia apreciable se da en la distancia entre surcos, siendo mejores las distancias de 100 cm con rendimientos promedios de 120 ton de caña, mientras que con distancias de 160 cm, entre surcos, se obtienen rendimientos de 60 ton/ha.

3.1 SELECCIÓN DE SEMILLAS Y SEMILLEROS

La caña es una planta altamente heterocigota, que en condiciones normales no produce semilla verdadera, razón por la cual hay que propagarla mediante trozos de tallo o estacas, desde una yema hasta el tallo entero. Dichas estacas reciben el nombre de «semilla». Al seleccionar una semilla debe tenerse en cuenta que reúna las siguientes características:

- Libre de plagas y enfermedades.
- Estado nutricional adecuado.
- Edad de corte y tamaño recomendados.
- Semilla pura (libre de mezcla de otras variedades), y
- Yemas funcionales.

La semilla para siembra puede obtenerse: del cogollo, de bretones de plantaciones maduras, de plantilla o primeras socas y de semilleros. La utilización de semi-

lleros se ha impuesto en el cultivo de la caña, especialmente porque es la forma más fácil de asegurar que la semilla sembrada tenga pureza varietal, esté libre de enfermedades y sea una semilla joven que garantice una germinación uniforme.

Los semilleros deben establecerse con anticipación para asegurar la cantidad de semilla básica necesaria para la siembra comercial. Aproximadamente una hectárea (ha) de semillero proporciona semilla para 10 hectáreas comerciales.

Un método para producir semilla básica de buena calidad que asegure la pureza varietal consiste en obtener una pequeña cantidad de material vegetativo de la variedad o variedades que se desea propagar. Esta actividad se puede realizar en las granjas experimentales de entidades que investigan en este cultivo, como CENICAÑA y CORPOICA. Con este material se establecen los semilleros básicos que proporcionan semilla para los semilleros semicomerciales y éstos, a su vez, para las plantaciones comerciales.

Cuando la variedad de caña es bien conocida y se dispone de plantaciones comerciales, se seleccionan las mejores semillas y se establece con ellas el semillero básico. El método de semillero básico y semillero comercial implica un trabajo cuidadoso, tardío y costoso, pero que retribuye el esfuerzo realizado, además de que garantiza una buena planeación del cultivo desde las labores de adecuación y preparación del terreno hasta la siembra.

3.2 SIEMBRA

Por lo general, la siembra debe realizarse al inicio de las lluvias, especialmente cuando no se dispone de riego o la pendiente del terreno no permite instalar diseños funcionales de sistemas de riego.

En el sistema de siembra a «chorrillo» la semilla se coloca acostada en el fondo del surco y, de acuerdo con su calidad, se sembrará empleando el sistema de chorrillo sencillo, chorro medio o chorro doble.

El chorro sencillo y el medio se utilizan para producir semilla de muy buena calidad, los cuales dan densidades de 7 a 10 yemas por metro lineal. El chorro doble se utiliza cuando la semilla no proviene de semilleros o es de mala calidad, correspondiendo una densidad de 10 a 12 yemas por metro lineal. La semilla debe quedar cubierta con una capa de suelo de 2 a 5 cm para que no se afecte la germinación.

En el sistema mateado se utilizan dos o tres esquejes de tres yemas por hoyo, pasando por dos y un esqueje, según el método empleado. Generalmente se usa semilla de cogollo.

3.3 RESIEMBRA

Cuando se utiliza semilla de buena calidad no se necesita la resiembra, pues ésta aumenta los costos de producción; además, la sombra y competencia de las plantas vecinas contribuyen al debilitamiento de las nuevas plantas que muchas veces mueren.

3.4 CULTIVOS INTERCALADOS

Una de las mejores alternativas del pequeño productor cañero para obtener ingresos y alimentación en el corto plazo, son los cultivos intercalados. Como la caña es uno de los grandes pilares de la economía campesina, alrededor de este cultivo los agricultores le intercalan maíz, frijol, yuca y arracacha. Ello con el fin de minimizar riesgos en los precios de la panela y poder recuperar en breve tiempo las amplias erogaciones que implican los costos de producción de este cultivo.

Consciente de la importancia de los citados arreglos, el ICA y luego CORPOICA, realizaron investigaciones sobre los mejores intercalamientos en términos agronómicos y económicos. Las dos mejores respuestas en productividad en los sistemas de manejo evaluados las dieron el maíz y el frijol intercalados con caña. Luego, el Programa de Caña continuó realizando este tipo de investigación en tres arreglos prioritarios, a saber:

Caña//maíz (caña intercalada con maíz).

Caña//fríjol (caña intercalada con frijol) y

caña//maíz//fríjol (caña intercalada con maíz, intercalado con frijol).

En estos arreglos se investigó el efecto de la sombra del maíz regional sobre la producción de caña bajo diferentes densidades de siembra, población que el agricultor venía manejando. Simultáneamente se trabajó en los arreglos diferentes a los del agricultor, en alternativas de producción del arreglo caña // frijol. Luego se investigó el efecto de los genotipos del maíz y del frijol sobre la producción de caña en el arreglo caña//maíz//fríjol.

Los datos de la tabla 19 muestran cómo los agricultores combinan diferentes densidades de población, iniciando con dos granos por sitio y distancias de 50 a 60 cm entre plantas, pasando por tres y cuatro granos por sitio a distancias de 70 y 90 cm, para llegar a 5 y 6 granos, con distancias de 100 a 120 cm entre plantas. El maíz va sembrado en medio de las calles de la caña.

Tabla 19. Efecto de la sombra del maíz regional sobre la producción de caña

Tratamiento	Maíz (ton/ha)	Caña (ton/ha)	Rendimiento equivalente (ton/ha)
1. Caña (0)		169,87 A	169,87
2. Caña//maíz 50 cm	3.128 A	132,44 B	172,08
3. Caña//maíz 60 cm	3.074 A	126,28 B	165,23
4. Caña//maíz 70 cm	3.224 A	120,77 B	161,23
5. Caña//maíz 90 cm	2.577 B	116,54 B	149,19
6. Caña//maíz 100 cm	2.561 B	116,41 B	148,86
7. Caña//maíz 120 cm	1.984 C	140,38 B	165,53

EL tratamiento Caña//Maíz a 50 cm entre plantas (figura 7), depositando dos granos por sitio, fue el de mayor rendimiento en maíz y mejor rendimiento equivalente en caña (el cual equivale al rendimiento en caña más el rendimiento en maíz, por el precio de una unidad de maíz, dividido por el precio de una unidad equivalente de caña).

Generalmente, cuando la caña se cultiva en monocul-

tivo rinde más que cuando se intercala con maíz, como lo señalan los rendimientos de caña sola (Tabla 19). Sin embargo, el rendimiento equivalente simula las condiciones del agricultor que tiene que comprar maíz cuando sólo explota caña. En la Tabla 20, donde se consignan los resultados para los diferentes arreglos de caña//fríjol (Figura 8), se observa que el fríjol regional se comporta mejor en los arreglos con surco doble y sencillo por entre las calles de la caña.

Tabla 20. Alternativa de producción en el arreglo caña//fríjol

Tratamiento	Fríjol (kg/ha)	Caña (ton/ha)	Rendim. equivalente (ton/ha)
C//Fr. surco a lado y lado de la caña	421 C	134	144
C//Fr. surco doble en el centro	946 A	135	159
C//Fr. surco sencillo por el centro	840 A	133	154
C//Fm. Surco al lado de la caña	302 C	133	140
C//Fm. Surco doble en el centro	318 C	133	141
C//Fm. Surco sencillo por el centro	322 C	129	137

Fr. : Sánchez o puentano ; C//Fr. : (Caña intercalada con fríjol regional).

Fm. : Diacol calima ; C//Fm. : (Caña intercalada con fríjol mejorado).

La Tabla 21 muestra los resultados experimentales para la evaluación de los diferentes arreglos: caña (o), caña//maíz regional, caña//maíz mejorado, caña//fríjol

mejorado (figura 8), caña//fríjol regional, para conocer los mejores comportamientos de los genotipos maíz y fríjol dentro del arreglo. (Figura 7).



Figura 7. Caña//Maíz a 50 cm entre plantas



Figura 8. Caña//Frijol

Tabla 21. Efecto del genotipo frijol sobre la producción de caña en el arreglo C//M//F

Tratamiento	Frijol (kg/ha)	Maíz (kg/ha)	Rend. promedio Caña (ton/ha)	Rendim. equivalente Caña (ton/ha)
1. Caña (0)	—	—	154	154
2. Caña/MR	—	2.418 AB	131	149
3. Caña/Mm	—	3.863 A	151	185
4. C//MR//FR	240	1.769 C	135	154
5. C//Mm//FR	376	2.857 AB	138	169
6. C//Mm//Fm	365	2.818 AB	160	190
7. C//Mm//Fm	457	3.149 AB	145	179
8. C//FR	568	—	133	140
9. C//Fm	457	—	151	162
10. C//Mm	—	—	—	—
11. C//Fm	303	2.257 AB	135	157

C//MR//FR : (Caña intercalada con maíz regional, intercalado con frijol regional).

C//Mm//Fm : (Caña intercalada con maíz mejorado, intercalado con frijol mejorado).

Del análisis de los diferentes tratamientos se dedujo que el arreglo caña//maíz mejorado se destaca en forma notoria, debido al genotipo maíz. Y se concluyó que las diferencias significativas entre los genotipos del maíz influyen ampliamente en este arreglo. Los maíces mejorados más destacados fueron : ICA-H 207, ICA-H 211 e ICA-V 304.

3.5 FERTILIZACIÓN

La caña, es un cultivo permanente que anualmente remueve grandes cantidades de elementos nutritivos del suelo, los cuales deben devolverse mediante fertilizaciones minerales. La capacidad de absorción de los nutrientes del suelo cambia con la variedad sembrada; algunas de ellas, en igualdad de condiciones, pueden absorber mayores cantidades de nutrientes y rendir mejores cosechas de caña de panela. Se ha determinado que la germinación y el vigor de la planta dependen, en gran parte, del estado nutricional de la semilla, lo cual, a su vez, depende de una buena fertilización.

Se recomienda, hacer análisis de suelos para detectar las necesidades nutricionales y, basados en las calificaciones de las diferentes características químicas (alto, medio y bajo), dosificar de acuerdo con los rangos establecidos (Tabla 22). Esta Tabla se elaboró con base en el análisis de suelos y ensayos exploratorios calibrados y ajustados en diferentes suelos de zonas paneleras del país. En Nitrógeno (N) se exploró desde 0 hasta 150 kg/ha, en Fósforo (P) de 0 a 200 kg/ha y en Potasio (K), entre 0 y 200 kg/ha.

3.6 CONTROL DE MALEZAS

Aunque las malezas disminuyen los rendimientos hasta en un 60%, el control que sobre ellas se ejerce en las zonas paneleras es, por lo general, deficiente. Así mismo, se ha determinado que el periodo más crítico de competencia por agua, luz y nutrientes entre las malezas y el cultivo ocurre en la etapa de macollamiento. Después de que la caña cierra, la sombra que produce el follaje es suficiente para controlarlas. Sin embargo, el control de malezas debe hacerse en forma integrada, combinando métodos culturales, mecánicos y químicos (Figura 9).

Tabla 22. Fertilización caña panelera

Características		Calificación	Dosis (ton/ha)	Fuente
pH	6.5 - 7.2	Excelente	—	
	5.5 - 6.5	Bueno	—	
	4.5 - 5.5	Regular	1000 a 3.000	Cal dolomítica
	>7.2 - <4.5	Inadecuado		Fosforita Huila y/o calfos
Materia orgánica (%)	> 5	Alto	0 - 50	Nitrógeno
	3 - 5	Medio	50 - 100	Nitrógeno
	3 a menos	Bajo	75 - 150	Nitrógeno
P (ppm)	>10	Alto	0 - 50	P ₂ O ₅
Bray II	5 - 10	Medio	50 - 75	P ₂ O ₅
	5 a menos	Bajo	75 - 100	P ₂ O ₅
K (meq/100 g)	> 0.6	Alto	0 - 50	K ₂ O
	0.3 - 0.6	Medio	50 - 100	K ₂ O
	0.3 a menos	Bajo	100 - 150	K ₂ O
Ca (meq/100 g)	> 3.0	Alto	—	Cal dolomítica Fosforita Huila y/o calfos
	1.5 - 3.0	Medio	1.000	
	1.5 a menos	Bajo	3.000	
Mg (meq/100 g)	> 1.5	Alto	—	Cal dolomítica Fosforita Huila y/o calfos Cal dolomítica
	0.5 - 1.5	Medio	100 a 3000 Kg	
	0.5 a menos	Bajo	3000 o más	

3.6.1 Control cultural

El control cultural es el ejercido por el mismo cultivo sobre las malezas, debido a la capacidad que tiene de competirles por agua, luz y nutrientes. Todas las prácticas de manejo como: preparación de suelos, sistemas y distancias de siembra, semilla de buena calidad, semilleros, fertilización, riego, control adecuado de plagas y enfermedades, contribuyen a definir lo que es el control cultural.

3.6.2 Control manual y mecánico

Es el más convencional de los tres tipos de control mencionados y puede ser manual y mecánico. En el control manual se utilizan la pala o azadón y, por lo general, se requieren dos a cuatro desyerbas. Aunque este método reporta beneficios sociales por la considerable mano de obra que ocupa, ofrece ciertos inconvenientes debidos al hecho de aplicarse cuando las malezas ya están establecidas o pasadas de control, que es cuando más competencia perjudicial le hacen al cultivo; al mismo tiempo, el uso del azadón maltrata los rebrotes, lo cual disminuye la producción. El control mecánico se realiza con implementos adaptados al tractor o a los bueyes.

3.6.3 Control químico

Este sistema de control es el más estudiado de los tres y se efectúa mediante la aplicación de productos es-

pecíficos para caña panelera. Además, es el más aconsejable; sin embargo, el agricultor lo usa en forma restringida, por las siguientes razones fundamentales :

- Desconocimiento del método y de sus bondades.
- Deficiente preparación del suelo.
- Falta de equipos de aplicación.
- Mezcla de cultivos o cultivos intercalados
- Desconocimiento de los productos más indicados con sus respectivas dosis.

En la Tabla 23 se consignan los nombres de los herbicidas y surfactantes - con sus respectivas dosis - más utilizados para el control de malezas en caña, los cuales varían de acuerdo con la edad de las malezas y otras variables. Cuando en el cultivo de caña panelera, la preparación del suelo es deficiente, las aplicaciones de mezclas de herbicidas contra malezas en post-emergencia temprana han dado resultados favorables.

Tabla 23. Herbicidas y surfactantes más usados en el cultivo de la caña de azúcar

Nombre comercial	Nombre genérico
Gesapax combi 500 FW	Ametrina + atrazina
Cañero super 500 FW	Ametrina + atrazina
Atramet combi 80 WP	Ametrina + atrazina
Ametrex 500	Ametrina + atrazina
Cañero 500 FW	Ametrina
Gesapax 500 FW	Atrazina
Karmex PM	Diurón
Sencor	Metribuzina
Roundup	Glifosato
Tordón 101	Piclorán + 2.4 - D.
Banvel D	Dicamba + 2.4 - D.
Anikilamina 4 y 6	2.4 - D
Gesapax H 500 EC	Ametrina + 2.4 - D.
Tritón ACT	Isooctili F.P. + sulfacinato
Extravón	Octilfenol ofixilato
Agrostín	Varios
Agral 90	Polieter alcohol

3.6.4 Control de la maduración y la cosecha

Los máximos rendimientos en panela se obtienen cuando la caña está sazónada antes del corte. Este estado se alcanza cuando los tallos detienen la velocidad de crecimiento al final del período vegetativo. Durante esta época, las oscilaciones de temperatura, la sequía moderada y la necesidad de nitrógeno son factores que determinan la maduración de la planta.

La edad y las condiciones físicas en que se desarrolla el cultivo cumplen una función fundamental en su maduración. La edad está influida por la altura sobre el nivel del mar y por la temperatura, pues al aumentar la edad, la temperatura disminuye, alargándose, por tanto, el período vegetativo. Mientras que al disminuir la altura, la temperatura se eleva y el período vegetativo se reduce. Estos factores influyen, en igual forma, en la concentración de sacarosa: a baja altura, la concentración es menor, la cual va aumentando con la altura hasta llegar a un máximo teórico de sacarosa, que es

del 26%. De 0 a 600 m.s.n.m., la caña madura entre 11 y 12 meses ; de 600 a 1.200 m.s.n.m madura entre 12 y 15 meses, y de 1.200 a 1.600 m.s.n.m., alcanza su maduración entre 14 y 18 meses.

En caña para panela se utilizan dos sistemas de corte : a) por entresaque o desguíe, y b) corte por parejo. El corte por entresaque consiste en recolectar las cañas maduras, quedando en el campo las inmaduras para su posterior recolección. La frecuencia de este tipo de corte depende de la capacidad que tenga la planta para producir nuevos tallos. El corte por entresaque es el más utilizado por los pequeños productores que utilizan el sistema de siembra mateado.

El corte por parejo se utiliza en cultivos tecnificados en los cuales, debido al crecimiento uniforme de los tallos, éstos maduran a la misma edad. Para ambos métodos, el corte debe hacerse a ras de tierra porque un corte de caña mal efectuado disminuye la vida de las socas.



Figura 9. Control químico de malezas

Variedades de Caña de Azúcar para la Producción de Panela



1. y 2. Investigadores Grupo Regional Agrícola Caña Panelera, CORPOICA - CIMPA Barbosa - Santander.

CAPITULO V

Orlando Insuasty Burbano ¹
Roberto Manrique Estupiñán ²

El cultivo de la caña de azúcar es uno de los más importantes en la agricultura Latinoamericana. En Colombia se destaca por ocupar el segundo lugar en extensión después del café dentro de los cultivos permanentes. Del área cultivada el 32% se dedica a la producción de azúcar, el 7% a mieles, guarapos y forrajes, y el 61% a panela. Este porcentaje dedicado a panela, justifica cualquier esfuerzo que se haga para tecnificar la industria panelera y aumentar su rentabilidad.

El estudio de nuevas variedades de alta producción y resistentes a plagas y enfermedades de importancia económica, que sustituyan a las tradicionalmente cultivadas, es una etapa indispensable en este proceso de tecnificación, dado que a un mismo sistema de producción puede estar incorporada una variedad de altos o bajos rendimientos, influyendo así, positiva o negativamente en la rentabilidad del cultivo o sistema.

El mejoramiento genético en caña panelera está orientado a la remoción de materiales genéticos fisiológicamente viejos y de bajo potencial productivo, mediante la caracterización y adaptación de variedades de alto rendimiento y agroindustrialmente deseables, que se adapten a las condiciones de manejo de las áreas paneleras.

Es importante establecer que no existen marcadas diferencias entre variedades de caña para panela o azúcar, solo hay diferencias en tecnologías de producción y la función objetivo del sistema.

Sin embargo, algunas características agronómicas o industriales exigidas por la industria azucarera no son estrictamente aplicables a la producción panelera.

2. IMPORTANCIA DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO EN CAÑA DE AZÚCAR

La importancia de un programa de mejoramiento genético en caña de azúcar se basa en remover periódicamente un material vegetal fisiológicamente viejo que ha perdido su capacidad de producción, lo cual se denomina deterioro o declinación en la producción. Este fenómeno, que se presenta después de muchos años de estar cultivando una determinada variedad, se debe a diferentes causas, entre las cuales sobresalen las plagas y enfermedades, los aspectos genéticos, el material de propagación y las condiciones edáficas.

El mejoramiento se puede definir como el desarrollo de cultivos genéticamente superiores con buenas características agronómicas para el beneficio de una comunidad. Los nuevos materiales genéticos, deben garantizar por lo menos los siguientes aspectos:

- a) Incrementos en los rendimientos.
- b) Disminución de los costos de producción.
- c) Reducción de los ciclos de producción.
- d) Mejoramiento en la calidad de los productos.
- e) Disminución de los problemas fitosanitarios, entre otros.

3. CARACTERÍSTICAS DESEABLES EN VARIEDADES PANELERAS

Las características agronómicas e industriales más importantes que deben reunir las variedades de caña para panela se pueden clasificar en: características básicas y características secundarias o complementarias.

3.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Son aquellos caracteres distintivos o notables que se consideran fundamentales y que se deben tener en cuenta prioritariamente en un proceso de determinación precisa de los mismos; por lo tanto, en un proceso de caracterización de un material genético de caña panelera se debe considerar :

- a) Altos tonelajes de caña por unidad de superficie, sin decrecer la producción por lo menos hasta el quinto corte.
- b) Resistencia a plagas y enfermedades de importancia económica para el sistema.
- c) Amplio rango de adaptación a diferentes ecologías.
- d) Jugos con alto contenido de sacarosa, que sean fáciles de clarificar y den panela de buena calidad y agradable sabor.

Al estudiar las variedades cultivadas en Colombia a través del tiempo, podemos dividir las en tres grupos:

a) Variedades pioneras:

Criolla	Otaheite.	Morada	Cristalina
POJ 2878	POJ 2714	POJ 2961	H 371933
EPC 48-863	EPC 48-859	AZUL CASAGRANDE	B 49-119
Co 421	CP 38-34	PR 980	PR 1048
PR 1059	H 50- 7209	H 38- 2915	

b) Variedades actualmente cultivadas:

POJ 2878	POJ 27 14	CP 57-603	ICA 70-36
MZC 74-275	PR 61-632	PR 1141	ICA 69-11
Co 421	Co 419	H 50- 7209	M 336 X PR 980

c) Variedades del Futuro:

My 54-65	PR 67-1070	RD 75-11	Mx 64-1487
Mx 68-200	CC 83-25	CC 84-75	79F 149
76F 1553	CB 36-14	CC 82-15	CC 83-04

5. ESTUDIO DE VARIEDADES DE CAÑA PARA PANELA Y RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 ESTUDIO AGROINDUSTRIAL DE CAÑA PARA PANELA EN CINCO ZONAS DEL PAÍS

Con el propósito de conocer el comportamiento del cultivo de la caña a nivel comercial y caracterizar parámetros agronómicos, industriales y de manejo como punto de referencia para el estudio de nuevas variedades, se propuso un estudio con el apoyo y patrocinio de Colciencias. Los resultados del estudio obtenidos tanto en campo como en laboratorio, corresponden al promedio de 5 zonas paneleras del país: Nariño, Cundinamarca, Antioquia, Boyacá y Santander (Tablas 24 y 25).

Tabla 24. Valores mínimos, máximos y promedios de las variables de campo y balance de materia en el cultivo de caña panelera para cinco regiones del país. 1.993

Variabes	Valor mínimo	Valor promedio	Valor máximo
Variabes de campo			
Edad de corte	12,0	17,7	22,0
Población tallos /ha	30445,0	73949,0	125078,0
PINFD	20,0	75,0	100,0
IINFD	1,0	11,3	44,6
Caña (ton/ha)	53,5	117,5	177,7
Palma (ton/ha)	7,3	22,0	48,0
Cachaza (ton/ha)	1,1	4,2	8,0
Panela (ton/ha)	6,1	13,3	23,7
Balance de materia, %			
Extracción	49,5	56,1	68,9
Jugo clarificado	45,9	52,6	65,6
Bagazo	31,1	44,1	50,5
Panela	8,7	11,4	13,6
Cachaza.	1,9	3,5	6,1

PINFD = Porcentaje de infestación de *Diatraea* spp.

IINFD = Intensidad de infestación de *Diatraea* spp.

Tabla 25. Valores mínimos, máximos y promedios de las variables de laboratorio en jugo y panela en el cultivo de caña panelera para cinco regiones del país. 1993

Variabes	Valor mínimo	Valor promedio	Valor máximo
Análisis de jugos			
Brix de campo	17.2	20.6	24.0
Brix de molino	15.4	18.7	21.4
Índice de madurez	0.816	0.926	1.058
Brix de laboratorio	16.9	20.6	23.8
pH	5.060	5.32	5.58
Azúcares reductores	0.900	1.900	4.500
Sacarosa	12.6	18.1	21.5
porcentaje de pureza	71.7	87.7	94.0
Fosfatos, ppm	62.0	334.0	753.0
Análisis de panela			
Brix	60.4	91.9	94.0
Humedad	6.1	8.2	9.8
pH	5.52	6.02	7.16
Azúcares reductores	8.9	15.6	26.7
Sacarosa	64.8	74.2	80.0
Porcentaje de pureza	70.1	80.4	87.5
Color, índice atenuac.	3564.0	14159.0	22240.0
Turbied. Absorbancia	0.105	0.583	1.517
Fosfatos, ppm	191.0	1107.0	1979.0

Al observar los resultados de las tablas anteriores se puede destacar un amplio rango entre los valores mínimos y máximos de cada una de las variables en estudio. Situación ésta que refleja una alta heterogeneidad de los resultados en las diferentes áreas de estudio.

Entre los resultados promedio a nivel Nacional, se observa en las variables de campo que la edad de corte mínima está en 12 meses y máxima en 22 meses con un promedio de 17.7 meses; la población de tallos/ha oscila entre 30.445 hasta 125.000 con un promedio de 73947 tallos/ha ; en toneladas de caña por hectárea (ton/ha) varía entre 53 hasta 177 con un promedio de 117 ton/ha. Igualmente se presentan los resultados de balance de materia %, análisis de jugos y análisis de panela. Esta última en la parte de Brix oscila entre 96.4, hasta 94.0 con promedio de 91.9; en azúcares reductores oscila entre 8.9 hasta 26.7 ; en sacarosa desde 64.8 hasta 80.0, con promedio de 74.2 de sacarosa.

5.2 ESTUDIO AGRONÓMICO E INDUSTRIAL DE UNIDADES PRODUCTORAS DE CAÑA EN LA HOYA DEL RÍO SUÁREZ

Con el propósito de conocer el comportamiento del cultivo de caña a nivel comercial y la interacción con el manejo que le dan los productores de la región, se adelantó un estudio tendiente a buscar respuestas en variables de tipo agronómico e industrial en relación con la tecnología generada y transferida a los productores de esta especie. Para el efecto se evaluaron 10 fincas representativas de la región de la Hoya de los ríos Suárez y Chicamocha. La tabla 26 muestra los valores mínimos, máximos y promedios de algunas de las variables en estudio.

Al analizar la tabla 26 para la Hoya del Río Suárez se encuentra un número de 3 cortes con un máximo de 6, para un promedio de 4 cortes.

La edad de corte varía entre 14 a 23 meses, con un promedio de 18 meses. El rendimiento de caña, ton/ha oscila entre 84 a 205, con un promedio de 129 ton/ha. La sacarosa en los jugos, oscila entre el 17 al 21% con un promedio de 19.0. Los azúcares reductores, entre 0.5 a 2.0% con promedio de 0.9. Es importante destacar que para una área agroecológica más definida como la Hoya del Río Suárez las oscilaciones son menores, si se compara con el nivel Nacional en relación con las variables de calidad de jugos especialmente.

Tabla 26. Niveles de oscilación promedio de 25 variables agronómicas, a nivel de unidades productoras de caña panelera en la Hoya del Río Suárez, área agronómica. 1992

No.	Variables	Niveles de oscilación		
		Mínimo	Máximo	Promedio
1.	Número de cortes	3.0	6.0	3.6
2.	Edad de corte, meses	14.0	23.0	18.5
3.	Pendiente del terreno, %	5.0	20.0	14.5
4.	Cantidad de semilla, ton/ha	3.5	9.0	6.8
5.	Aniquilamina, 1Kg/ha	3.0	8.0	5.1
6.	Karmex, kg/ha	1.5	5.0	2.9
7.	Nitrógeno, kg de N/ha	85.0	156.0	110.0
8.	Fósforo, kg de P ₂ O ₅ /ha	0.0	160.0	86.0
9.	Potasio, kg de K ₂ O/ha	13.0	133.0	85.0
10.	Incidencia de raquitismo, %	23.0	70.0	37.7
11.	Infestación de <i>Diatraea</i> , %	53.0	83.0	67.3
12.	Intens. de infestación de <i>Diatraea</i> , %	5.5	13.7	9.4
13.	Volcamiento de tallos, %	0.0	50.0	27.1
14.	Altura de plantas, m	2.4	3.9	2.9
15.	Grosor de tallo, cm	2.5	3.2	2.8
16.	Tallos molibles/ha	63000	132000	86000.0
17.	Rendimiento de caña, ton/ha	84.0	205.1	128.6
18.	Rendimiento de cogollo, ton/ha	5.8	22.6	11.2
19.	Rendimiento de palma, ton/ha	16.3	36.8	23.0
20.	Índice de madurez	0.839	0.955	0.917
21.	Extracción, %	52.7	68.4	58.8
22.	Brix de laboratorio, %	18.8	22.0	20.5
23.	Sacarosa de jugos, %	17.1	20.9	18.9
24.	Azúcares reductores, %	0.5	2.0	0.9
25.	Fosfatos de jugos, ppm	183.0	490.0	325.0

5.3 METODOLOGÍA DE INTRODUCCIÓN Y SELECCIÓN DE VARIETADES EN ZONAS PANELERAS

5.3.1 Introducción del material de las colecciones nacionales

El proceso para el manejo de materiales genéticos de las colecciones regionales en la Hoya del Río Suárez, comienza con la introducción de los materiales genéticos provenientes de las colecciones nacionales ubicadas en Palmira y Caribia por parte del ICA, y la estación experimental San Antonio de los Caballeros, CENICANA, en el Valle del Cauca (Tabla 27).

Tabla 27. Variedades de caña introducidas a la colección Regional CIMPA- 1988.
Caracterización de variedades para producción de panela

Nº	VARIEDAD	Nº	VARIEDAD	Nº	VARIEDAD
1	Co 421	11	CP 70-321	21	My 54-65
2	POJ 28'78	12	H 50-7209	22	CP 82-1986
3	PR 61-632	13	POJ 2714	23	PR 67-1070
4	CP 72-356	14	RAGNAR	24	CP 82-1995
5	CP 70-330	15	ICA 70-36	25	Mx 64-1487
6	CP 72-370	16	L 7065- A	26	RD 75-11
7	CP 78-2086	17	79F 149	27	CP 82-1328
8	CP 78-1204	18	V 71-51	28	PR 62-66
9	CP 78-1150	19	CP 82- 1306	29	76F 1553
10	V 71-49	20	MZC 74- 175	30	Co 419

Variedades en su mayoría procedentes de CENICAÑA, Valle del Cauca.

Los materiales introducidos han pasado por una serie de filtros de carácter sanitario que garantizan resistencia genética combinada a enfermedades como Carbón, Roya, Mosaico y Raquitismo; lo cual constituye uno de los principios básicos de la selección y caracterización de materiales genéticos, respondiendo a políticas institucionales del Nivel Nacional e Internacional.

5.3.2 Vivero con los nuevos materiales genéticos

Los materiales provenientes de CENICAÑA y las colecciones nacionales del ICA, tan pronto son recibidas, se establecen en bolsas de polietileno previamente preparadas con una relación 3:2:1 de tierra, arena y material orgánico. En esta etapa se siembran aproximadamente entre 60 a 100 yemas por variedad, las cuales permanecen por un período de 45 días, hasta que las plántulas hayan emergido completamente (Tabla 27).

5.3.3 Caracterización preliminar de materiales genéticos

Tan pronto las plántulas que se hallan en la etapa de vivero han alcanzado una altura de 15 cm, se

transplantan al sitio definitivo, en un lote previamente preparado para tal fin. En esta etapa se establecen aproximadamente 4 surcos de 7.0 m de largo y distanciados entre ellos 1.20 m para cada variedad. Esta fase cubre un período comprendido entre 7 y 10 meses, y, paralelamente, da base a la etapa siguiente.

En esta caracterización preliminar se hace un seguimiento de los materiales desde el punto de vista sanitario (plagas y enfermedades), con el objeto de ir descartando aquellos que puedan constituir problemas serios para los cultivadores de la región (Tabla 27).

5.3.4 Multiplicación de semilla básica y estudios de evaluación agroindustrial hasta la cosecha

En la caracterización preliminar se genera esta etapa, siguiendo dos vías:

- **Primera vía:** Cada variedad o unidad experimental se compone de cuatro surcos : dos se toman como semilla para multiplicación a la edad de ocho meses, con los materiales que, en forma preliminar, se observan como sobresalientes. Por esta vía, desde el estado de vivero, se cumple un período que va de 15 a 18

meses de edad. Esta fase puede ser alimentada por variedades de otras colecciones que hayan sido introducidas con anterioridad y, a su vez, retroalimentar la etapa de caracterización preliminar.

• **Segunda vía:** Se toman los dos surcos siguientes o restantes y se les lleva seguimiento hasta el corte. En estos surcos se continúa con los estudios fitosanitarios (plagas y enfermedades) y las evaluaciones preliminares de aspectos agronómicos e industriales en cuanto a calidad de jugos y panela. Es en esta vía donde se definen variedades precoces o tardías por período vegetativo. Desde el vivero hasta la segunda vía se cumple un período de 26 a 29 meses.

Entre las características agronómicas preliminares que se tienen en cuenta, figuran:

- Floración.
- Susceptibilidad al volcamiento.
- Altura de planta.
- Grosor de la planta.
- Longitud de los entrenudos, y
- Presencia de plagas y enfermedades.

Entre las propiedades industriales se contemplan las siguientes :

Variable	Jugo	Panela	Caña
Brix, %	X	X	—
pH	X	X	—
Sacarosa, %	X	X	—
Azúcares Reductores, %	X	X	—
Turbiedad	X	X	—
Impurezas físicas	—	X	—
Humedad, %	—	X	X
Fibra, %	—	—	X

Estimación de : Rendimientos esperados en panela = REP.
Rendimientos esperados en caña = TCH.

Entre la vía 1 y 2 se puede generar un proceso de retroalimentación, en razón a que los materiales promisorios pueden pasar a la fase de multiplicación de semilla básica o viceversa.

5.3.5 Caracterización avanzada por rendimiento y calidad

En esta etapa aún existe un número elevado de materiales genéticos (12 a 15) y sirve para confrontar las etapas anteriores. En la presente fase ya se parte de un diseño experimental de campo con tamaño de unidad experimental definida. Aparte de los criterios agronómicos e industriales planteados en la vía 2, se tiene en cuenta en la caracterización los rendimientos físicos de caña y panela, y en la calidad del producto final. Esta etapa, desde luego, cumple con todo el período vegetativo hasta el momento del corte (18 a 20 meses) (Tabla 28).

Tabla 28. Variedades de caña para la producción de panela - Caracterización agroindustrial avanzada. Rendimiento y calidad de panela - Descarte 60% (18 variedades). Resultados promedios de 3 cortes (18 meses)

Variedades	TCH	TPH	Tcza.H	TBH	Calidad panela
1 PR 61-632	169.1	19.62	8.69	70.1	Muy buena
2 PR - 67-1070	185.7	23.02	6.04	77.7	Muy buena
3 PR 62-66	140.4	16.16	3.87	64.8	Regular
4 My 54- 65	162.7	19.35	6.25	61.5	Muy buena
5 Mx 64-1487	113.1	13.99	4.82	46.8	Muy buena
6 CP 82-1306	62.2	6.25	8.76	29.3	Regular
7 CP 82- 1328	179.9	22.95	7.67	78.9	Regular
8 CP 82-1995	148.1	15.41	8.76	69.9	Regular
9 76 F 1553*	230.2	26.41	6.38	99.9	Muy mala
10 79F 149*	280.9	31.64	9.37	111.5	Muy mala
11 V 71-51	126.0	13.58	4.41	59.8	Regular
12 RD 75-11	230.0	27.02	8.49	92.7	Muy buena
Promedio	169.0	19.62	6.96	71.9	—

* 76 F 1553 Y 79 F 149 Presentaron floración superior al 40%.

TCH = Toneladas caña/ha.
TPH = Toneladas panela/ha.

TCzaH. = Toneladas cachaza/ha.
TBH = Toneladas bagazo/ha.

Es importante tener en cuenta que el establecimiento de esta etapa experimental parte de la base de la vía 1, de donde se abastece el material de propagación (semilla) y de la vía 2, alimentando con materiales e información de suministro, como base de confrontación.

Las pruebas se manejan bajo condiciones de diseño experimental de campo, que generalmente responde a bloques completos al azar con tres repeticiones y donde las condiciones lo permitan; de no ser así, se tomaría una repetición por finca con igual número de tratamientos, repitiéndose por lo menos en tres fincas.

5.3.6 Pruebas regionales y semilleros con los mejores materiales en fincas de productores

Con las variedades tamizadas de la caracterización avanzada se obtiene un número reducido de variedades (5 a 7), las cuales entran a ser probadas en diferentes ambientes agroecológicos en fincas de productores bajo condiciones de manejo propios de la región. En esta etapa es conveniente hacer seguimiento diferencial de variedades precoces y tardías, que hayan sido definidas ya en etapas anteriores (Tabla 29, 30).

Los ensayos de pruebas regionales pueden ser dirigidos con ciertas variables manejadas por el investigador que estén debidamente probadas y definidas, con el fin de transmitir tecnologías de manejo adecuadas al cultivo; en tal caso, se podrían incluir la fertilización, las distancias y densidades de siembra, los métodos de siembra, etc. Esto se puede hacer siempre y cuando todos los tratamientos de la prueba lleven el mismo manejo, tomándose como variable de estudio el factor variedad únicamente. El uso de estas estrategias ha dado buenos resultados en el proceso de transferir tecnologías al productor rural.

**Tabla 29. Variedades de caña para la producción de panela - Pruebas regionales
- Producción y calidad de panela - Descarte = 73.3 %**

Variedad	TCH	TPH	TCza.H.	TMtH.	TBH	Rendimiento panela %	Calidad panela
1 PR 61-632 1)	145.7	16.46	5.10	1.82	55.1	11.3	Buena
2 PR 1141 2)	131.3	15.10	4.86	1.82	51.2	11.5	Buena
3 PR 67-1070	172.3	20.50	5.69	2.20	67.2	11.9	Muy buena
4 My 54-65	168.9	20.61	5.91	2.29	64.2	12.2	Muy buena
5 Mx 64-1487	98.4	12.69	3.74	1.53	34.4	12.9	Muy buena
6 MZC 74-275	101.5	12.18	4.57	1.82	37.6	12.0	Regular
7 76 F 1553	175.4	20.00	7.37	2.56	66.7	11.4	Mala
8 RD 75-11	193.5	24.19	7.50	2.70	77.4	12.5	Muy buena
Promedio*	148.4	17.72	5.59	2.09	56.7	11.96	

* Resultados promedios de 3 cortes y en 8 ambientes diferentes de la Hoya de los Ríos Suárez y Chicamocha.

TMtH = Toneladas de Melote/ha.

1) = Variedades utilizadas como testigos experimentales y comerciales.

Tabla 30. Variedades de caña para la producción de panela de mejor comportamiento en la Hoya de los Ríos Suárez y Chicamocha. Características Agronómicas. Descarte = 86.7 %k. 1988 - 1996

Características	PR 61-632 testigo	PR 67-1070	My 54-65	RD 75-11
Producción caña (ton/ha)	145.7	172.3	168.9	193.5
Producción panela (ton/ha)	16.46	20.50	20.61	24.19
Rendimiento panela (%)	11.3	11.9	12.2	12.5
Producción melote (ton/ha)	1.82	2.20	2.29	2.70
Calidad de panela	Buena	Muy buena	Muy buena	Muy buena
Contenido de pelusa	Ausente	Abundante	Poca	Ausente
Hábito de crecimiento	Erecto	Erecto	Reclinada	Reclinado
Deshoje natural - %	Parcial- 70	Parcial-35	Total-85	Sin deshoje-15
Desarrollo de lalas	Ningunas	Ningunas	Muchas	Algunas
Rajadura de corteza - %	70.0	5.0	40.0	5.0
Floración - %	0.0	0.0	0.0	5.0
Volcamiento de tallos - %	5.0	65.0	75.0	55.0
Número de tallos molibles	110.690	115.136	105.127	118.120
Longitud de entrenudos- cm	8.97	9.17	11.75	9.70
Diámetro de tallo - cm	2.97	2.89	2.85	2.93
Altura de planta - m	2.69	3.05	2.97	3.30
Índice de crecimiento - cm/mes	14.74	16.94	16.50	18.33
Edad óptima de corte - meses	20.22	16.18	14.16	16.18

5.3.7 Descripción de las variedades para producción de panela

A continuación se hace una breve descripción de algunas de las características agronómicas e industriales de las variedades cultivadas y

Tabla 31. Características agronómicas e industriales de la variedad POJ 2878

CARACTERÍSTICAS			
A. Aspectos agronómicos			
Deshoje parcial		Crecimiento cm/mes	13.1
Resistente al volcamiento		Crecimiento entrenudos/mes	1.4
No florece		Tallos molibles al corte	79.167
No presenta rajadura de corteza		Toneladas caña/ha	88.4
Ausencia de lalas o chulquines		Toneladas panela/ha	8.9
Contenido abundante de pelusa		Rendimiento panela	10.07
Altura promedio de planta	2.62 m	Toneladas cachaza/ha	2.24
Altura promedio corte	2.14 m	Toneladas melote/ha	1.04
Diámetro de tallo	2.3 m	Toneladas bagazo fresco/ha	44.7
Longitud entrenudo	9.7 cm	Calidad de panela :	Muy buena

Figura 10.



B. Aspectos industriales

Variables	Jugos	Panela
°BRIX %	19.8	88.8
pH.	5.38	5.88
Azúcares reductores %	1.1	7.8
Pol % (Sacarosa)	18.3	79.7
Pureza %	92.4	89.7
Fósforo (ppm)	209.0	455.3
Humedad	—	11.2

de otras que aún están en proceso de caracterización como futuras variedades paneleras.

5.3.7.1 Variedad POJ 2878

Este material fue obtenido en la Isla de Java e introducido en Colombia en 1929. Tiene tallos largos, diámetro mediano a grueso, color amarillo verdoso, entrenudos de longitud media y cubiertos con cerosina ; su hábito de crecimiento es semierecto y sus hojas abiertas. Contiene bastante pelusa, se deshoja fácilmente y se adapta bien a diferentes ecologías. La maduración es tardía, la floración escasa y genera jugos de buena calidad (Tabla 31, Figura 10).

La producción promedia de caña/ha de esta variedad es aceptable (88.4 ton), lo mismo que los rendimientos en panela (8.9 ton). Es resistente al carbón, a la roya y al mosaico: susceptible a la raya clorótica y al raquitismo de las socas, lo es en forma moderada a la mancha de anillo. No tolera malos drenajes ni suelos ácidos.

5.3.7.2 Variedad PR 61-632

Originaria de Puerto Rico, tiene tallos erectos, porte alto y color morado, con entrenudos largos, gruesos y cubiertos de cerosina. Sus hojas tienen puntas erectas y son de color verde natural que se torna amarillento a medida que envejecen. Presenta buena germinación, crecimiento lento en sus primeros estados de desarrollo y floración temprana en algunas zonas paneleras.

Se adapta a la mayoría de las regiones productoras de panela del país. Su producción promedia/ha es elevada, con un porcentaje de extracción de jugos alto, y la panela que de ella se obtiene es de excelente calidad. Presenta resistencia combinada a enfermedades de importancia económica como el carbón, la roya, el mosaico, el raquitismo de las socas y otros complejos fungosos. (Tabla 32, Figura 11).

5.3.7.3 Variedad PR 1141

Este material también es originario de Puerto Rico. Se caracteriza por tallos erectos, porte alto, entrenudos largos y gruesos, macollamiento regular y buen deshoje. Tiende a inclinarse o caerse a edades tempranas. Su rango de adaptación es limitado; no tolera la acidez y es exigente en suelos ricos en materia orgánica, fósforo y potasio. Se comporta mejor en suelos de texturas livianas.

En condiciones favorables de cultivo esta variedad produce buenos rendimientos de caña y panela y permite fácil extracción de jugos. Además, es resistente a enfermedades como la roya, el carbón y el mosaico (Tabla 33, Figura 12).

5.3.7.4 Variedad PR 67-1070

Es una variedad traída de Puerto Rico que ha mostrado excelente adaptación a suelos de

TABLA 32. Características agronómicas e industriales de la variedad PR 61- 632.

CARACTERÍSTICAS	
A. Aspectos agronómicos	
Resistente al volcamiento	
No florece	
Deshoje natural parcial	
Rajadura corteza	30% de los tallos
Ausencia de lalas o chulquines	
Ausencia de pelusa	
Altura promedia planta	2.69
Altura promedia corte	2.21 m
Diámetro del tallo	2.9 cm
Longitud de entrenudo	9.1 cm
Crecimiento cm/mes	13.45
Crecimiento entrenudos/mes	1.45
Tallos molibles al corte	108.333
Toneladas caña/ha	145.7
Toneladas panela/ha	16.46
Toneladas cachaza/ha	5.10
Toneladas melote/ha	1.82
Toneladas bagazo fresco/ha	55.1
Rendimiento panela	11.30
Calidad panela	Muy buena

Figura 11



B. Aspectos industriales

Variables	Jugos	Panela
°BRIX %	20.3	88.0
pH.	5.38	5.92
Azúcares reductores	1.3	6.00
%	18.9	81.8
Pol % (Sacarosa)	93.1	12.0
Pureza %	243.0	92.9
Fósforo (ppm)	—	534.0
Humedad		

las localidades paneleras donde se ha venido estudiando. Es un material de tallos altos de color verde amarillento con presencia de cerosina. La longitud y diámetro de sus entrenudos son medianos. Presenta buen deshoje y pelusa abundante. Exhibe tendencia al volcamiento por las altas producciones de caña y contiene jugos de excelentes calidades para la producción de panela y de fácil extracción. Es resistente a las enfermedades más importantes como el carbón, la roya y el mosaico (Tabla 34, Figura 13).

5.3.7.5 Variedad My 54-65

Nativa de Cuba, esta variedad tiene un período vegetativo corto, porte alto, tallos erectos, color morado, entrenudos largos y medianamente gruesos. El deshoje es total con presencia de cerosina. Ha presentado volcamiento en las zonas donde ha sido estudiada.

La producción de caña es alta, con buena extracción y jugos de alto contenido de sacarosa. Se adapta a diferentes condiciones ecológicas y es exigente en fertilización. Resiste bien el ataque de enfermedades de importancia económica como el mosaico, el carbón, la roya y otros complejos fungosos, requiere de suelos con buena fertilidad natural y es exigente en prácticas de manejo agronómico, especialmente a nivel de socas. (Tabla 35, figura 14).

Tabla 33. Características agronómicas e industriales de la variedad PR 1141

CARACTERÍSTICAS	
A. Aspectos agronómicos	
Tendencia al volcamiento	
No florece	
Deshoje natural parcial	
No presenta rajadura de corteza	
Ausencia de lalas o chulquines	
Ausencia de pelusa	
Altura promedia planta	3.18 m
Altura promedia de corte	2.66 m
Diámetro tallo	2.9 m
Longitud entrenudo	10.5 cm
Crecimiento cm/mes	15.9
Crecimiento entrenudos/mes	1.50
Tallos molibles al corte	79.167
Toneladas caña/ha	100.2
Toneladas panela/ha	11.42
Rendimiento panela	11.40
Toneladas cachaza/ha	4.01
Toneladas melote/ha	1.73
Toneladas bagazo fresco/ha	43.01
Calidad de panela	Muy buena

Figura 12



B. Aspectos industriales

Variables	Jugos	Panela
° BRIX %	21.0	90.8
pH.	5.45	5.78
Azúcares reductores %	0.9	12.00
Pol % (sacarosa)	19.9	78.2
Pureza %	94.7	86.1
Fósforo (ppm)	380.0	1.184.0
Humedad	—	9.2

5.3.7.6 Variedad Mx 64-1487

Su origen es mexicano y proviene de un cruce con POJ 28-78, exhibe apariencia general muy buena, tallos de mediano grosor, hábito de crecimiento semi-inclinado y entrenudos de mediano grosor. Su textura es blanda pero con buen contenido de sacarosa.

Tiene un comportamiento regular en suelos ácidos, presenta problemas de volcamiento y frente a enfermedades de importancia económica como las antes nombradas, muestra un comportamiento aceptable. Altamente susceptible al complejo fungoso *Helminthosporium sacchari* - *Leptosphaeria sacchari*, (Tabla 36, figura 15).

Tabla 34 Características agronómicas e industriales de la variedad PR 67-1070.



CARACTERÍSTICAS		Figura 13			
A. Aspectos agronómicos					
Susceptible al volcamiento (65%)					
No florece					
Deshoje natural parcial					
Tendencia a rajadura de corteza (30%)					
Ausencia de lalas o chulquines					
Contenido abundante de pelusa					
Altura promedia planta	3.12 m				
Altura promedia corte	2.65 m				
Diámetro de tallo	2.5 cm				
Longitud de entrenudo	10.4 cm				
Crecimiento cm/ mes	15.6				
Crecimiento entrenudos mes	1.50				
Tallos molibles al corte	108.333				
Toneladas caña/ha	172.3				
Toneladas panela/ha	20.5				
Rendimiento panela	11.9				
Toneladas cachaza/ha	5.69				
Toneladas melote/ha	2.20				
Toneladas bagazo fresco/ha	67.2				
Calidad de panela	Muy buena				
B. Aspectos industriales					
Variables	Jugos			Panela	
°BRIX %	21.5			89.6	
pH	5.41			5.79	
Azúcares reductores %	1.1			8.6	
Pol % (sacarosa)	20.2	79.8			
Pureza %	93.9	89.8			
Fósforo (ppm)	207.0	398.0			
Humedad	—	10.4			

Tabla 35. Características agronómicas e industriales de la variedad My 54-65

CARACTERÍSTICAS		Figura 14
A. Aspectos agronómicos		
Altamente susceptible al volcamiento (75%)		
No florece		
Deshoje natural total		
Presenta rajadura de corteza (40%)		
Mucha presencia de lalas o chulquines		
Poco contenido de pelusa		
Altura real de planta	2.89 m	
Altura de corte	2.51 m	
Diámetro de tallo	2.85 m	
Longitud entrenudo	1.75 cm	
Crecimiento cm/mes	16.50	
Crecimiento entrenudos/mes	1.65	
Tallos molibles al corte	105.127	
Toneladas caña/ha	168.9	
Toneladas panela/ha	20.61	
Rendimiento panela	12.2	
Toneladas cachaza/ha	5.91	
Toneladas melote/ha	2.29	
Toneladas bagazo fresco/ha	64.2	
Calidad de panela	Muy buena	
B. Aspectos industriales		
Variables	Jugos	Panela
°BRIX %	21.8	91.2
pH	5.37	5.76
Azúcares reductores %	1.1	9.6
Pol % (sacarosa)	20.6	79.0
Pureza %	94.4	86.6
Fósforo (ppm)	417.0	1.133.0
Humedad	—	8.8

5.3.7.7 Variedad RD 75-11

Originaria de República Dominicana, es una variedad procedente del cruzamiento de CB 38-22 X CP 57 - 603 y se caracteriza por presentar tallos largos, reclinados y curvados, de color amarillo-verdoso y recubiertos con cerosina. Entrenudo cilíndrico y largo con anillo ceroso difuso y canal de yema pequeño. El

nudo tiene anillo de crecimiento ancho y la yema es ovalada y protuberante. Posee hojas largas y angostas con las puntas dobladas. No tiene buen deshoje natural y la pelusa es ausente o ligeramente escasa y rala. Puede alcanzar una germinación superior al 80%. Es fuerte y vigorosa con macollos entre 10 a 12 tallos por cepa con tendencia al volcamiento y a la floración. Presenta la tendencia a ser más atacada por *Diatraea*

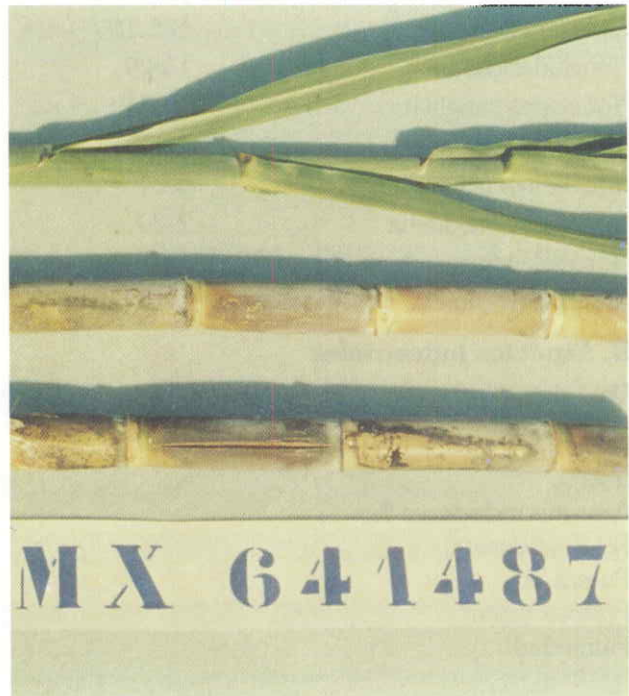
spp, con un índice de intensidad de infestación superior al 10% y es resistente a las enfermedades del carbón, Roya, Mosaico, Mancha de ojo y Mancha de anillo.

El contenido de sacarosa es superior al de PR 61-632, al igual que la producción de caña. la maduración en la Hoya del Río Suárez ocurre entre los 17 y los 18 meses de edad y posee un buen contenido de fibra (Tabla 37, Figura 16).

Tabla 36. Características agronómicas e industriales de la variedad Mx 64-1487

CARACTERÍSTICAS	
A. Aspectos agronómicos	
Altamente susceptible al volcamiento (90%)	
No florece	
Deshoje natural total	
Rajadura corteza en el 10% de los tallos	
Presencia de algunas lalas o chulquines	
Poco contenido de pelusa	
Altura promedia de planta	2.71 m
Altura promedia de corte	2.29 m
Diámetro de tallo	2.1 m
Longitud del entrenudo	6.8 cm
Crecimiento cm/mes	13.55
Crecimiento entrenudos/mes	2.0
Tallos molibles al corte	129.167
Toneladas caña/ha	103.0
Toneladas panela/ha	11.7
Rendimiento panela	11.37%
Toneladas cachaza/ha	2.35
Toneladas melote/ha	0.96
Toneladas bagazo /ha	36.01
Calidad de panela	Muy buena

Figura 15



B. Aspectos industriales

Variables	Jugos	Panela
°BRIX %	19.8	90.8
pH	5.21	5.74
Azúcares reductores %	1.4	10.0
Pol % (sacarosa)	18.2	79.0
Pureza %	91.9	87.0
Fósforo (ppm)	203.0	525.0
Humedad	—	9.2

Tabla 37. Características agronómicas e industriales de la variedad RD 75- 11

CARACTERÍSTICAS	
A. Aspectos agronómicos	
Susceptible al volcamiento (55%)	
Floración en un 5% de los tallos	
No presenta buen deshoje natural	
Rajadura de corteza en un 5% de los tallos	
Presencia de algunas lalas o chulquines	
Ausencia de pelusa	
Altura promedia de planta	3.77 m
Altura promedia de corte	3.12 m
Diámetro de tallo	2.93 m
Longitud de entrenudo	9.70 cm
Crecimiento cm/mes	18.33
Crecimiento entrenudos/mes	2.0
Tallos molibles al corte	118.120
Toneladas caña/ha	193.5
Toneladas panela/ha	24.19
Rendimiento panela %	12.5
Toneladas cachaza/ha	7.50
Toneladas melote/ha	2.70
Toneladas bagazo /ha	77.4
Calidad de panela	Excelente

Figura 16



B. Aspectos industriales

Variabes	Jugos	Panela
° BRIX %	21.4	90.8
pH	5.46	5.85
Azúcares reductores %	1.1	6.0
Pol % (sacarosa)	20.1	82.2
Pureza %	93.9	90.5
Fósforo (ppm)	84.0	278.0
Humedad	—	9.2

5.3.7.8 VARIEDAD Co 421

Esta variedad es originaria de Coimbatore y se caracteriza por su tendencia al volcamiento en el 10% de los tallos, no presenta floración y su deshoje natural es parcial. Los tallos reportaban crecimiento semierecto, sin rajadura de corteza, ausencia de lalas o chulquines y con contenido abundante de pelusa en la yagua de las hojas. Presenta buen porte o altura de planta (2.88 m) y tallos medianamente grue-

sos (2.7 cm de diámetro). La población final de tallos molibles al momento del corte, puede alcanzar los 96.296, con una producción de 164.9 toneladas de caña por hectárea. Puede registrar un rendimiento en panela del 10.51% con un producto de excelente calidad bajo buenas condiciones de manejo agronómico y de proceso. Es susceptible a enfermedades como la mancha de ojo, mancha de anillo y resistente al carbón, la roya y el Mosaico de la caña. (Tabla 38, figura 17)

Tabla 38. Características agronómicas e industriales de la variedad Co 421

CARACTERÍSTICAS	
A. Aspectos agronómicos	
Presenta tendencia al volcamiento (10%)	
No presenta floración	
Deshoje natural parcial	
No presenta radura de corteza	
Ausencia de lalas o chulquines	
Contenido abundante de pelusa	
Altura promedia de planta	2.88 m
Altura promedia de corte	2.27 m
Diámetro de tallo	2.7 cm
Longitud de entrenudo	9.5 cm
Crecimiento cm/mes	14.4 cm
Crecimiento entrenudos/mes	1.5
Tallos molibles al corte	96.226
Toneladas caña/ha	164.9
Toneladas panela/ha	17.3
Rendimiento panela %	10.51
Toneladas cachaza/ha	4.55
Toneladas melote/ha	2.00
Toneladas bagazo /ha	73.6
Calidad de panela	Excelente

Figura 17



B. Aspectos industriales

Variables	Jugos	Panela
° BRIX %	19.0	88.8
pH	5.3	5.72
Azúcares reductores %	1.0	6.7
Pol % (sacarosa)	17.5	81.3
Pureza %	92.1	91.5
Fósforo (ppm)	202.0	398.0
Humedad	—	11.2

5.3.8 Semilleros y/o parcelas semicomerciales

Con las variedades escogidas a nivel de prueba regional se da paso a esta importante etapa, donde los mejores materiales (2 ó 3) son llevados bajo condiciones de manejo, por parte del productor, en semilleros y/o parcelas más grandes que permitan hacer evaluaciones de seguimiento a nivel de campo (Tabla 39).

Es prácticamente en el 80% de esta etapa donde los procesos de transferencia deben estar articulados con la comunidad de usuarios intermediarios y finales, de tal manera que también permita hacer seguimiento y evaluación y retroalimentación al investigador. Es muy importante que en el desarrollo de estas parcelas tome parte activa el productor, quien primordialmente va a ser el beneficiario directo de la tecnología generada.

Tabla 39. RD 75-11, Nueva alternativa tecnológica para la producción de panela en la Hoya de los Ríos Suárez y Chicamocha
Descarte: 96.7%. 1.996

Variables de Producción - ton/ha	PR 61- 632 (Testigo)	RD 75 - 11	Diferencia relativa	
			Cantidad	%
1 Caña	145.7	193.5	47.80	32.81
2 Panela	16.46	24.19	7.73	46.96
3 Cogollo	11.15	16.43	5.28	47.35
4 Palma	14.92	21.33	6.41	42.96
5 Cachaza	5.10	7.50	2.40	47.06
6 Melote	1.82	2.70	0.88	48.61

Resultados promedios de 3 cortes y ocho ambientes diferentes.

Lo anterior, implica que el investigador debe estar muy atento al desarrollo de esta etapa interactuando con el productor, ya que dicha relación permite un proceso eficaz de retroalimentación. Es al final de esta etapa cuando se hace la entrega de un nuevo material como variedad para una región determinada. (Tablas 40, 41 y 42).

Tabla 40. Difusión de la variedad RD 75-11 en parcelas semicomerciales y comerciales.
Marzo 1993 - abril 1.996

Departamento	Semicomercial		Comercial		Total	
	ton	ha	ton	ha	ton	ha
1 Santander	52.7	7.03	185.7	24.8	238.4	31.80
2 Norte de Santander	2.5	0.33	3.9	0.52	6.4	0.85
3 Boyacá	8.9	1.19	11.3	1.51	20.2	2.70
4 Antioquia	2.4	0.32	3.8	0.51	6.2	0.83
5 Nariño	1.2	0.16	1.7	0.23	2.9	0.39
6 Cundinamarca	6.2	0.83	7.3	0.95	13.5	1.78
7 Cauca	0.9	0.12	9.2	1.23	10.1	1.35
8 Tolima	4.7	0.62	2.3	0.31	7.0	0.93
9 Llanos	17.1	2.27	1.7	0.23	18.8	2.50
10 Caldas	1.5	0.20	3.5	0.47	5.0	0.67
TOTAL	98.1	13.07	230.4	30.76	328.5	43.83

Tabla 41. Comportamiento de RD 7 5-11 respecto a PR 61-632 (Testigo) en relación con la incidencia de plagas y enfermedades en la Hoya de los Ríos Suárez y Chicamocho. 1988 - 1996

Plaga o enfermedad	PR 61- 632	RD 75 - 11	Diferencia relativa	
			Cantidad	%
1 Infestación <i>Diatraea</i> sp (%)	59.45	63.18	3.73	6.27
2 Intensidad de Infestación <i>Diatraea</i> sp (%)	6.39	11.00	4.61	72.14
3 Plantas afectadas por complejo H-L (%) *	55.12	58.71	3.59	6.51
4. Hojas afectadas por planta por complejo H-L (%) *	52.82	57.39	4.57	8.65
5 Severidad del daño causado por complejo H- L (%) *	8.33	6.64	-1.69	-20.29
6 Incidencia en látigos de <i>Ustilago scitaminea</i> S (%)	4.66	1.79	-2.87	-61.59

* Complejo H-L : Complejo fungoso *Helminthosporium sacchari* - *Leptosphaeria sacchari* asociados con manchas foliares.

Tabla 42. Incidencia en látigos (%) de *Ustilago scitaminea* Sydow en 3 variedades de caña para panela según el corte en la Hoya del Río Suárez

Variedad	Corte			Valoración general
	1	2	3	
1 H 507209 (Testigo)	53.17 AS	60.63 AS	44.70 AS	52.83 AS
2 PR 61-632	2.70 AR	5.29 R	6.00 R	4.66 R
3 RD 75-11	0.81 AR	2.86 AR	1.70 AR	1.79 AR

AR: Altamente Resistente

R: Resistente

AS: Altamente susceptible

5.3.9 Semilleros y cultivos comerciales.

Esta fase empieza con el establecimiento de semilleros y cultivos a escala comercial con las nuevas variedades definidas para una zona determinada. Es importante destacar la necesidad imperiosa de estimular entre los productores el establecimiento de semilleros, los cuales serán la base de los cultivos comerciales.

La diseminación de las nuevas variedades es tomada directamente por el productor, quien parte de un seguimiento y motivación a través de todo el proceso de manejo de los nuevos materiales genéticos.

Además es importante destacar que a nivel de finca, conjuntamente con el desarrollo de las pruebas regionales se inicia la motivación del establecimiento de semilleros con los mejores materiales. Esta acción se constituye en la base del establecimiento de las parcelas semicomerciales las que, a su vez, darán la pauta y el material suficiente para la propagación de semilla a escala comercial.

CAPÍTULO VI

Suelos, Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar para Panela



▣ Roberto Manrique E.¹

1. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de un cultivador de caña para panela es obtener la máxima producción en la forma más económica. Para alcanzar este propósito es conveniente fertilizar los suelos que no dispongan de los nutrientes necesarios, suministrándoselos en forma adecuada y oportuna.

En general, la vegetación natural dispone de los elementos esenciales para su sostenimiento. Además, la incorporación permanente de esa vegetación y su descomposición y mineralización es un continuo aporte nutritivo. En cambio, en los cultivos comerciales no todo el volumen va a incorporarse al suelo, siendo necesaria la adición de nutrientes basados en la fertilidad natural del suelo y acorde con los requerimientos del cultivo. La caña panelera se cultiva en una amplia gama de texturas, pH, geomorfología de suelos, propiedades físicas, químicas, variedades con diferentes requerimientos, explotaciones de economía campesi-

1. I.A., M.Sc. Coordinador Nacional Red Caña Panelera, CORPOICA - CIMPA - Barbosa Santander

na y empresas comerciales. Conocer toda esta gama de condiciones y tratar de aproximarse a un conocimiento de suelos, requerimientos nutritivos y fertilización en caña, es el propósito de este capítulo.

2. TEXTURA DE SUELOS EN ZONAS PRODUCTORAS DE CAÑA

Es la proporción porcentual de los agregados arcilla, arena y limo para formar 12 clases texturales. La posición geomorfológica, la estructura y la textura hacen mayor o menor provecho al cultivo de acuerdo con la interacción que se presente.

2.1 SUELOS FRANCO ARENOSOS

Son suelos fáciles de cultivar, cuyos rendimientos en caña dependen en alto grado de la fertilización. La economía y facilidad de laboreo compensan las inversiones que se hagan en fertilizantes. Esta clase de textura no es muy típica en caña, pero en algunas regiones como la zona tabacalera de García Rovira, produce excelentes resultados después de un cultivo de tabaco, siempre y cuando se disponga de riego oportuno.

2.2 SUELOS FRANCO Y FRANCO ARCILLOSOS

Son éstas las texturas más adecuadas para el cultivo

de la caña. En condiciones geomorfológicas aluviales y coluvio aluviales con buenos drenajes, las texturas franco y franco-arcillosas generan excelentes rendimientos físicos y buena calidad de panela.

2.3 SUELOS ARCILLOSOS, ARCILLO LIMOSOS Y FRANCO ARCILLO LIMOSOS

Cuando estas clases texturales se dan en formaciones planas y cóncavas, el drenaje natural puede ser muy deficiente, perdiéndose mucha semilla en siembras hechas en épocas de alta lluviosidad, o muchas cepas cuando se cosecha caña en períodos de fuerte invierno; situación ésta que encarece las prácticas de adecuación de los lotes (drenajes, subsoladas, etc.).

Si en suelos con horizontes superficiales arcillosos, se acumula suficiente materia orgánica y se construyen buenos drenajes con antelación a la siembra, éstos pueden producir abundantes cosechas en los primeros cortes; pero al irse compactando por el pisoteo de las mulas, la aireación va disminuyendo, en consecuencia, las aguas se estancan y las cepas mueren por enfermedades radiculares, perjudicando notoriamente las plantaciones.

Hay suelos con apariencia de texturas pesadas, pegajosas y plásticas, pero son abiertos y porosos y no presentan problemas de drenaje. Son suelos pardo negruzcos, negros y rojos (Andepts, Dystropept). La coloración rojiza se debe al hierro cuyo contenido puede ser de 8 hasta 20%. Estos suelos inicialmente son ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, pero debido a su porosidad se lavan rápidamente y después de varios años de cultivo necesitan fertilización.

En general, un suelo pesado es de difícil manejo y trae como consecuencia una menor duración de las socas, un mayor costo de adecuación de los lotes y una mayor predisposición a la presencia de enfermedades radiculares.

3. ESTRUCTURA DE SUELOS

Es la forma como se unen las partículas para formar terrones. No hay estructuras en suelos gredosos en donde se forma una masa que no se rompa en terrones. Tampoco las hay en suelos arenosos.

Un suelo con buena estructura facilita el desarrollo del cultivo, pues el agua y el aire penetran muy bien. No lo arrastran fácilmente ni la lluvia ni el viento y las raíces de las plantas se desarrollan en buenas condiciones.

Una mala estructura del suelo, cuando está húmedo, forma una gran masa que anula la aireación de las raíces y dificulta el laboreo, porque al realizarse esta actividad las herramientas de trabajo se atascan o se pegan; además induce a un desarrollo deficiente del sistema radicular, ocasionando la muerte prematura de las cepas.

3.1 ESTRUCTURA LAMINAR

Es la manera como se unen las partículas de suelo para conformar láminas o lajas.

3.2 ESTRUCTURA COLUMNAR

Es la que se configura cuando las partículas de suelo se unen y forman columnas con bordes redondeados.

3.3 ESTRUCTURA PRISMÁTICA

Esta estructura se presenta cuando las columnas tienen bordes angulosos.

3.4 ESTRUCTURA BLOCOSA

Si las partículas de suelo se unen en forma de bloques de varios tamaños con bordes redondeados o angulosos, se tiene un suelo con estructura blocosa.

3.5 ESTRUCTURA GRANULAR

Esta clase de estructura surge cuando las partículas de suelo forman terrones pequeños y redondeados como gránulos.

4. EL pH DE LOS SUELOS EN RELACIÓN CON EL CULTIVO

La caña para panela puede cultivarse relativamente bien dentro de los límites de pH que van de 5.5 a 7.5.

Khanna en estudios realizados en la India, encontró que las raíces de la caña crecen con normalidad dentro de pH de 6.1 a 7.7 y que los suelos ácidos son indudablemente más dañinos que los suelos alcalinos.

Los suelos ácidos de Hawai producen excelentes rendimientos de caña de azúcar con pH de 4.5 a 5.0, en tanto que en otro extremo se obtienen buenos rendimientos en suelos con 8.0 a 8.3 de pH.

En suelos donde se cultiva caña como Antioquia y Santander, es frecuente encontrar suelos extremadamente ácidos o fuertemente ácidos (pH de 4.1 a 5.5). Las manchas foliares, tales como la “mancha de ojo” y la “mancha de anillo”, abundan en este medio ácido, tal vez debido a que tienen amplia correlación suelo-hongo. Otro gran porcentaje de suelos para caña panelera tienen pH de 5.6 - 6.5 (moderada o ligeramente ácidos), donde se adaptan más fácilmente las variedades traídas de la zona azucarera del Valle del Cauca; ello implica menos uso de correctivos, lo cual permite disminuir el costo de manejo, y el proceso de nitrificación resulta mayor por la abundancia de bacterias nitrificantes.

La alcalinidad excesiva se encuentra con frecuencia en las regiones secas, especialmente en los suelos que contienen una regular cantidad de carbonato de cal-

cio. Debido a esta circunstancia, se forma carbonato de sodio que es tóxico para las plantas. Este problema se puede tratar lavando los suelos previamente, drenando o neutralizando el álcali con yeso (sulfato de calcio).

En caña panelera no se presentan problemas mayores por salinidad. Sin embargo, a $\text{pH} > 7.2$ puede pensarse en problemas de salinidad, que afectan el comportamiento del cultivo especialmente en cuanto se refiere al crecimiento y concentración de sacarosa en la caña.

5. GEOMORFOLOGÍA DE LOS SUELOS EN CULTIVOS DE CAÑA PANELERA

La caña para panela se cultiva con óptimos rendimientos en las hondonadas y partes planas bien drenadas. En las cuchillas o lomas (suelos residuales) el crecimiento de la caña es menor, pero tiene mayor concentración de sacarosa.

La Tabla 43, define y explica las unidades geomorfológicas de la Hoya del Río Suárez, las cuales pueden extrapolarse a las demás zonas paneleras a nivel nacional.

5.1 SUELOS ESTRUCTURALES COLUVIALES

Estos suelos se presentan donde hay acumulación de material coluvial sobre la pendiente estructural. Su posición típica se halla en laderas bajas donde los cambios de pendiente facilitan la coluviación. Son suelos ligeramente inclinados con pendientes entre el 7 - 12%.

El cultivo de caña en este tipo de suelos tiene la limitante de la profundidad del perfil. A nivel de la Hoya del Río Suárez se cultivan uno o dos cortes en estas unidades geomorfológicas.

(Figura 18).

5.2 SUELOS EROSIONALES-COLUVIALES

Se localizan donde predominan procesos denudativos; pero hay procesos importantes de acumulación en sitios altos ubicados inmediatamente debajo de las cuchillas erosionales donde se inicia la coluviación. También en sitios quebrados a fuertemente ondulados con pendientes entre 25 y 40%. El cultivo de caña en esta unidad, con buena fertilización, permite obtener hasta tres cortes. La heterogeneidad de los lotes implica que se debe aplicar mayor fertilización en las partes erosionales y disminuir en las coluviales. Esta unidad de suelos tiene mayor vocación cafetera (Figura 19).

5.3 SUELOS COLUVIO-EROSIONALES

Se localizan en áreas donde predomina la acumulación de materiales, pero que sufren procesos denudativos importantes. Son áreas intermedias entre las unidades erosionales coluviales donde se encuentran los coluvios carpos de las laderas, moderadamente ondulados a manera de lomas (relieve convexo o cóncavo), con pendientes entre 12 y 25% (Figura 20).



Figura 18. Suelos estructurales coluviales



Figura 19. Suelos erosionales coluviales



Figura 20. Suelos coluvio-erosionales.

Tabla 43. Definición y explicación de las unidades morfogénéticas. Cuenca media del Río Suárez

Unidad Geo-morfológica	Génesis	Posición típica	Relieve - pendiente
Estructural.	Unidad donde la estructura geológica del área es la causante del relieve actual.	Partes más altas de monoclinales y anticlinales.	Laderas largas de superficie homogénea.
Estructural erosional	Estructuras geológicas plegadas y erosionadas por procesos de solevantamiento.	Partes altas de los monoclinales y anticlinales con laderas largas y cortas con pendientes complejas.	Crestas y escarpes de anticlinales. Relieve escarpado pendientes mayores del 40%.
Estructural coluvial.	Acumulación de materiales coluviales sobre la pendiente estructural.	Posiciones bajas de las laderas estructurales donde los cambios de pendiente han facilitado la coluviación.	Ligeramente inclinado con rango pendiente entre 7 y 12%.
Erosional	Labrado de la superficie por agua de escorrentías u otros procesos denudativos.	Zonas más altas de montañas y colinas que no están dominadas por pendientes estructurales.	Quebrado o escarpado con pendientes complejas superiores al 40%.
Erosional coluvial	Donde predominan procesos denudativos, pero hay procesos importantes de acumulación.	Sitios más altos que quedan inmediatamente debajo de las cuchillas erosionales donde se inicia la coluviación.	Quebrado a fuertemente ondulado con pendientes del 25 al 40%.
Coluvio-erosional	Areas donde predomina la acumulación de materiales, pero sufren procesos denudativos importantes.	Areas intermedias entre las unidades erosionales coluviales y donde se encuentran los coluvios cuerpo de las laderas.	Moderadamente ondulado a manera de lomas (relieve convexo cóncavo) Pendientes del 12 al 25%.
Coluvial	Acumulación de materiales por escurrimiento superficial o movimientos en masa.	Pie de laderas contiguas a los ríos principales.	Laderas aproximadamente uniformes con longitud variada - ligeramente inclinada . Pendiente del 5 al 12%.
Coluvio-aluvial.	Acumulación de materiales por procesos coluviales y además, transporte por corrientes de agua.	Pie de laderas con influencia de pequeños conos aluviales.	Laderas con pendiente suave y longitud variada. Rango de 3 a 7%.
Valles estrechos y terrazas	Corresponden a aportes recientes de tipo lateral y longitudinal por corrientes que forman cauces principales.	Posiciones más bajas de las depresiones entre colinas y montañas.	Relieve casi plano, 0 a 3%.

5.4 SUELOS COLUVIALES

Se originan por la acumulación de materiales causada por el escurrimiento superficial o movimientos en masa. Son característicos del pie de laderas contiguas a los ríos principales, laderas aproximadamente uniformes con longitud variada, ligeramente inclinadas con pendientes del 5 a 12%. Esta unidad de suelos y la anterior son los suelos de típica vocación cañera. En ellos se producen las mejores calidades de panela (Figura 21).

5.5 SUELOS COLUVIO -ALUVIALES

Estos suelos se forman en aquellas acumulaciones de materiales ocurridos por procesos coluviales y, además, por transporte de corrientes de agua, al pie de laderas influenciadas por pequeños conos aluviales y laderas con pendiente suave y longitud variada. Rango del 3 al 7% (Figura 22).

5.6 VALLES ESTRECHOS Y TERRAZAS (SUELOS ALUVIALES)

Corresponden a aportes recientes de tipo lateral y longitudinal hechos por corrientes que forman cauces principales. Se ubican en posiciones más bajas de las depresiones entre colinas y/o montañas. Presentan relieve casi plano de 0 a 3 %. En las dos unidades anteriores la fertilidad del suelo para caña es muy buena. Con buenos drenajes se pueden obtener hasta 10 cortes; sin embargo, la sacarosa es menor y la cristalización de la panela sin aplicaciones de potasio que ayuden a aumentar la sacarosa, es muy deficiente (Figura 23).

6. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN

6.1 NUTRIENTES EXTRAÍDOS POR LA CAÑA Y SUS REQUERIMIENTOS

Un cañaduzal se encuentra en óptimas condiciones cuando tiene hojas de color verde oscuro, entrenudos largos y de buen diámetro, «dependiendo de la variedad», y un sistema radical sano y bien desarrollado.

La cantidad de nutrientes extraídos por la caña puede variar dentro de límites muy amplios dependiendo de la variedad, el estado de fertilidad del suelo y la edad de la caña en el momento de realizarse el corte.

Según Barnes, citado por Muñoz y Molina (41), 50 ton, de caña de molienda extraen del suelo 34 kg de nitrógeno, 23 kg de P_2O_5 y 68 kg de K_2O . Dutroit, citado por Muñoz y Molina (41), considera que 50 ton/ha de caña de la variedad POJ-2714, extraen entre 126 y 165 kg de nitrógeno; 78 a 94 kg de P_2O_5 ; 233 a 276 kg de K_2O ; 173 a 181 kg de CaO y 139 a 168 kg de MgO . Ramos citado por Muñoz (40) considera, en términos generales, que para producir 1 ton de tallos y los residuos correspondientes, se requieren 1.2 kg de nitrógeno; 0.9 kg de P_2O_5 ; 5 kg de K_2O ; 1.6 kg de calcio y 1.2 kg de magnesio. Para producir 1 ton de azúcar, se necesitan 5.85 kg de N, 3.70 kg de P_2O_5 , 16 kg de K y 16.8 kg de calcio.

Samuels, citado por Muñoz y Molina (41), en la Estación Experimental de Río Piedras, determinó que se requieren 1.36 kg de N/ton de caña producida y 10.4 kg del mismo elemento por ton de azúcar.



Figura 21. Suelos coluviales

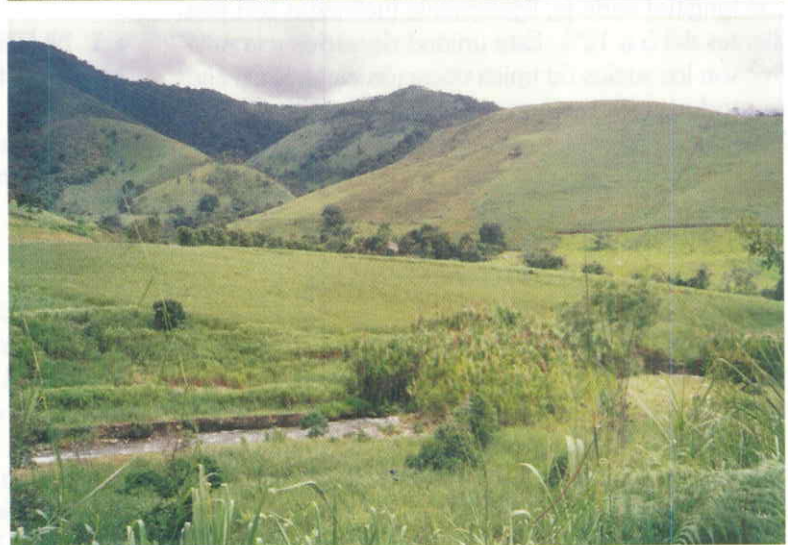


Figura 22. Suelos coluvio-aluviales



Figura 23. Valles estrechos y terrazas (Suelos aluviales)

6.2 REQUERIMIENTOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR

6.2.1 Nitrógeno

Barnes, citado por Vélez y Lotero (48), calculó que 50 ton de caña de molienda extraen del suelo 34 kg de nitrógeno, aunque esta cantidad puede fluctuar de acuerdo con la variedad cultivada, la fertilidad del suelo y la edad de la caña en la época de corte.

6.2.2 Fósforo

En comparación con la demanda de N y P, la de fósforo es baja. Las aplicaciones promedias fluctúan entre 45 y 112 kg/ha de P_2O_5 . En Hawai consideran como nivel crítico 12 y 20 ppm de fósforo extraído por el método de Bray I para suelos pesados y livianos respectivamente. Por otro lado, una ton de caña de molienda extrae del suelo 0.46 kg de P_2O_5 (Barnes, cit. por Vélez y Lotero, 48).

6.2.3 Potasio

Shaw, citado también por Vélez y Lotero (48), afirma que en Jamaica, en arcillas pesadas, las mayores deficiencias de K se presentan durante la primera mitad de la vida del cultivo. La falta de aireación del suelo y la compactación que impiden el normal desarrollo de las raíces, hacen que el potasio cercano a los valores marginales no pueda ser tomado por la planta. El cultivo de la caña en esas arcillas pesadas implica por tanto, una nutrición potásica adicional junto con roturaciones de las capas impermeables del suelo para promover el desarrollo de las raíces.

Tabayo y Jong, citado por Vélez y Lotero (44), fija como nivel crítico de potasio en suelos de Filipinas, 100 ppm. Con aplicaciones de 300 kg/ha de K_2O obtuvo la mejor cosecha en suelos con menos de 40 ppm de potasio. El efecto de este nutrimento se manifestó no solamente en aumento de tonelaje, sino de los rendimientos.

Las cañas deficientes se mostraron propicias al encamado y experimentaron una considerable reduc-

ción de su capacidad de crecimiento; además, la mortalidad de los vástagos en desarrollo fue muy alta.

En suelos aluviales de Sur Africa se han obtenido extracciones de K_2O que fluctúan entre 1.0 y 1.36 kg /ton de caña de molienda.

Humbert, citado por Jacob, revisado por Vélez y Lotero (48), afirma que una deficiencia potásica, que aparece en Hawai cuando el contenido foliar de potasio es menor de 1.5%, conduce a una acumulación de compuestos nitrogenados de bajo peso molecular en las hojas y un retardo general de crecimiento. Así mismo, las plantas con bajo contenido potásico foliar no pueden absorber la elevada cantidad de agua que requieren para su normal crecimiento.

6.2.4 Características químicas del suelo en caña panelera

Entre las características más importantes de conocer en el cultivo de la caña, figuran las mínimas cantidades de nutrientes que debe tener un suelo para obtener su máxima cosecha.

Los síntomas de deficiencia y toxicidad han sido inducidos por muchos investigadores.(40). Los síntomas específicos del desastre se emplean para identificar deficiencias y toxicidades en condiciones de campo.

Generalmente se observan deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio en casi todas las regiones cañeras. En la literatura se reportan también deficiencias de calcio, magnesio, azufre, zinc, boro, cobre, molibdeno y sílice.

Los cambios en el color de las hojas y la aparición de manchas, rayas, clorosis y necrosis de los tejidos son expresiones indicativas de estos síntomas. Las plantas con deficiencia, primero muestran un desarrollo retardado característico del «hambre oculta».

A medida que la deficiencia es más aguda, el desarrollo se reduce más, las plantas se achaparran y frecuentemente desarrollan los síntomas de deficiencia. La proporción de crecimiento es baja o varía con el abastecimiento de los elementos limitantes.

En Hawai se considera como nivel crítico de fósforo en suelos pesados y livianos un contenido de 12 a 20 ppm cuando se extrae con el método de Bray I (Hel 0,025 N+NH₄F 0,03N) (40).

Marín (37) dice que en Colombia los suelos con menos de 10 ppm, 10 a 20 ppm y mayores de 20 ppm, son calificados como bajos, medios y altos, cuando el fósforo se extrae mediante el método de Bray II (Hel 0.1N+NH₄FO.03N). En este mismo orden se recomiendan 100 a 225, 75-100 y 0-75 kg/ha de P₂O₅, respectivamente, o sea que los contenidos son bajos, medios y altos para suelos de ladera cultivados en caña panelera en las tres cordilleras (Occidental, Central y Oriental). La fuente de fósforo debe ser soluble en agua y/o citrato; en suelos de pH inferior a 5,5 se debe preferir el calfos o las Escorias Thomas.

El Programa de Caña Panelera tiene clasificados los suelos cultivados en caña para panela por su fertilidad, como se indica en la Tabla 44.

Tabla 44. Clasificación de suelos cultivados en caña para panela, según su fertilidad determinada por los programas de suelos y de caña panelera

Concepto	Excelente	Bueno	Regular	Inadecuado
ph	6.5 - 7.2	5.5 - 6.5	4.5 - 5.5	> 7.2 - < 4.5
Materia orgánica %	5% o más.	< 3 - 5 %	< 3%	—
Fósforo: P(ppm) BRAY II	>20.	10 - 20	< 10	—
Potasio: K(mg/100 g).	>0.6	0.3 - 0.6	< 0.3	—
Calcio (Ca): meq/100g	>3.0	1.5 - 3.0	< 1.5	
Magnesio (Mg): meq/100g	> 1.5	0.5 - 1.5	< 0.5	
Aluminio (Al) meq/100g	Al > (Ca+Mg+N) o Al > 4.0 meq/100 g	Al = (Ca+Mg+K + Na) o Al = 2 - 4 meq/100 g	Al < (Ca+Mg+K+ Na) o Al 2 meq/100 g	—

6.3 FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN CAÑA

Muñoz (41) investigando sobre fertilización en suelos de Antioquia (municipios de Cocorná, Barbosa y Amagá), cultivados en caña panelera, encontró las dosis con las cuales se pueden obtener altos

rendimientos. Estas dosis varían entre 50 y 75 kg/ha de nitrógeno; 75 a 150 kg/ha de P_2O_5 y 75 a 225 kg/ha de K_2O . Además el bórax, el $MgSO_4$ y el S elemental, son otros nutrientes que parecen tener mucha importancia en la nutrición de la caña en Antioquia.

En relación con fuentes y fraccionamiento de nitrógeno, se obtuvieron resultados que permiten establecer que la urea, el sulfato de amonio y el nitrón 26, pueden ser utilizados para fertilizar caña, en dosis que oscilan entre 75 a 150 kg/ha de nitrógeno.

En cuanto a fuentes de fósforo, se puede indicar que la caña panelera necesita recibirlo en la siembra y en la soca subsiguiente. La fuente más indicada parece ser el superfosfato triple, seguida en eficiencia por las Escorias Thomas. La roca fosfórica de origen colombiano con 20% de P_2O_5 total mejoró sensiblemente su eficiencia en el segundo corte en relación con el corte de plantilla, a tal punto que en este corte una dosis de 150 kg/ha de P_2O_5 (como roca fosfórica) fue tan eficiente como 75 a 150 kg/ha de P_2O_5 (como Escorias Thomas).

García, citado por Vélez y Lotero (48), realizó un experimento en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Palmira, con tratamientos de N-P-K en diferentes proporciones y en análisis foliares periódicos por varios cortes. Aunque el experimento no se concluyó pudo observarse que el nitrógeno en las hojas decrece con la edad y que el incremento de nitrógeno aplicado al suelo con fósforo o potasio corresponde a un aumento en el nitrógeno foliar (nitrógeno total, determinado por el método de Kieldohl).

García y Castillo, citados por Vélez y Lotero (48), tras evaluar en el municipio de Chinchiná (Caldas) la respuesta de la variedad M-666 a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, determinaron que el tonelaje de caña/ha con fósforo aumentó de 113.9 a 173.8 ton/ha; el porcentaje de sacarosa cambió de 16 a 17 y se incrementó el número de tallos por planta; el potasio, aunque en menor escala, aumentó el tonelaje de caña y el número de tallos por planta; la aplicación del calcio facilitó la absorción de fósforo, aumentando indirectamente el tonelaje y no hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno.

Creps, citado por Vélez y Lotero (48), efectuó una

serie de ensayos de aplicación de fertilizantes líquidos a la caña de azúcar. Los resultados obtenidos demuestran la acción eficaz del nitrógeno absorbido por las hojas; el incremento fue de 30 ton de caña/ha. En las socas no produjeron efecto ni el ácido fosfórico ni el de potasio aplicado en forma foliar, debido posiblemente a un desequilibrio en el nitrógeno. Con mezclas de fosfatos monoamónicos y aplicados para acelerar la madurez 24 días antes del corte, se logró un aumento de rendimiento de 2.01%.

Vélez y Lotero (48), en un ensayo de fertilización de caña de azúcar para la producción de panela en la zona de Frontino (Antioquia), concluyeron que la mejor aplicación parece ser de 200 kg/ha de nitrógeno, 100 de P_2O_5 y 150 de K_2O .

Teniendo en cuenta el aspecto depresivo que en los rendimientos de sacarosa en la caña de azúcar propicia un exceso de nitrógeno, se podría rebajar la dosis de este elemento hasta 150 kg/ha, perdiendo un poco los tonelajes en beneficio de la concentración de sacarosa.

Gómez y Sánchez (17), en ensayos de fertilización nitrogenada en caña de azúcar concluyeron, en general, que al aumentar la dosis de nitrógeno aplicado en dosis de 80 y 100 Kg de nitrógeno/ha se aumentó la producción de dicho cultivo en forma significativa, 60% en las 4 localidades. Las dosis de 80 y 100 kg de nitrógeno fueron más eficientes que las dosis de 40 y 60 en todas las localidades.

Los promedios de producción para ton de caña de azúcar/ha, fueron más altos cuando se utilizó urea que cuando se empleó nitrato de amonio. Las dosis óptimas de nitrógeno se fijaron entre 80 y 100 kg/ha aplicada en un período de tres meses después de cada corte (17).

En la Hoya hidrográfica del Río Suárez, Manrique et al (36) encontraron que la caña intercalada con maíz y frijol responde agroeconómicamente en forma positiva a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio; sin embargo, los resultados económicos fueron bajos y para algunos modelos, negativos. El tratamiento recomendado para la zona (150-100-30) presentó una rentabilidad de 1.90; en tanto que el mejor trata-

miento con base en el análisis gráfico y de promedios (100-100-30) mostró rentabilidad de 5.53.

En caña como único cultivo, los tratamientos 100-200-100 y 100-100-50 presentaron rentabilidades similares de 3.85 y 3.67, respectivamente; mientras que el tratamiento recomendado para la zona, 150-100-30 mostró una rentabilidad por peso invertido de 2.33.

6.4 FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN CAÑA

La materia orgánica, (MO) del suelo consiste en un amplio grupo de sustancias que van desde tejidos vegetales y animales y células microbianas no descompuestas, pasando por productos de descomposición de corta duración, hasta material estable amorfo sin vestigios de la estructura anatómica del material original (Russell y Russel, 1968). Los componentes se pueden clasificar en dos grupos de sustancias: no

húmicas y húmicas.

La fracción no húmica de la MO incluye los residuos inalterados. La fracción húmica son las sustancias que han sido ampliamente modificadas. Esta fracción es la más activa y reacciona con moléculas orgánicas, iones inorgánicos, células microbianas, coloides, etc.

En el suelo, la MO se transforma por la acción de los microorganismos, los cuales derivan de ella el carbono y/o la energía para su crecimiento. En el proceso de descomposición, gran parte del carbono se libera como dióxido de carbono (CO₂).

Algunas formas orgánicas de ciertos nutrimentos (N-P-S) son convertidas en formas inorgánicas disponibles para las plantas (mineralización). Además de aportar nitrógeno, fósforo, azufre, se enriquece el suelo con potasio, magnesio, calcio, manganeso, boro y cobre, dependiendo de la clase de condición y alimento consumido por el animal (Tablas 45 y 46).

Tabla 45. Contenido nutricional de N, P, K en diferentes residuos orgánicos animales

Clase de estiércol	N	Kg/100 dg de estiércol	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
De caballo	6.7	2.3	7.2
De vaca	3.4	1.3	3.5
De cerdo	4.5	2.0	6.0
De oveja	8.2	2.1	8.4
De gallina	15.0	10.0	4.0

Tabla 46. Contenido de algunos elementos nutritivos en kg/ton de materia orgánica

Nutrientes	Unidades
Azufre	0.5
Magnesio	2.0
Calcio	5.0
Manganeso	30 - 50 g
Boro	4.0
Cobre	2.0

La MO, dada la condición de humedad entre 50 y 85% de agua según esté descompuesta o fresca, ayuda a refrescar el cultivo de caña cuando se aplica en verano.

Varios factores influyen en la tasa de descomposición de la MO. La naturaleza química de los residuos, la temperatura, la humedad, la aireación, la posición geomorfológica del suelo, el p.H, el contenido de nitrógeno y la composición mineralógica de las arcillas.

Las arcillas amorfas, como la alófona, tienden a retardar la tasa de mineralización de la MO a través de varios mecanismos. El contenido de MO aumenta a medida que aumenta la altura (Tabla 47). Los contenidos de MO contribuyen a la capacidad de intercambio catiónico.

Tabla 47. Contenido de MO en suelos de varias regiones de Colombia

Región	Temperatura media anual (°C)	Altitud media	% Materia orgánica MO
Páramo, (Cundinamarca)	10	3400	24.0
Sabana de Bogotá	14	2600	12.0
Zona Cafetera	19	1400	8.0
Valle del Cauca	24	1000	4.2
Llanos Orientales	27	300	3.4
Costa Atlántica	28	100	2.5

La MO es tan importante que da origen a un orden de suelos llamado Histosoles. Además sirve para diferenciar los horizontes diagnóstico “molino y úmbrico”.

En caña el grupo CORPOICA-CIMPA, ha venido investigando en MO a partir de los residuos de cosecha (encalle), los diferentes subproductos del molino (ceniza, bagazo, bagacillo, etc.). Los animales empleados en el alce de la caña (mulas), las gallinas, cerdos y bovinos alimentados con subproductos (melote, palma o cogollo y cachaza). Todo este volumen de residuos hacen posible volver a revivir la tecnología de siglos pasados, los fosos orgánicos.

Una tecnología moderna que se puede adicionar es la

lombricultura. Dado que en caña se tiene cosecha permanente, es posible utilizar la tecnología del plástico para construir cubiertas de fosos de abonos y así poder aplicarlos durante todo el año a cortes, antes de cumplir los seis meses.

En estas condiciones, en trabajos exploratorios realizados en tres fincas con bajos contenidos de MO, bajos en fósforo y en potasio, y con contenidos de aluminio entre 2.0 y 5.0 meq/100 g, se aplicó MO al cuarto y quinto corte en dosis de 3 ton/ha con calfos y fosforita Huila (1 ton y 1/2 ton respectivamente). Además, se adicionó, en forma complementaria, una segunda aplicación de cloruro de potasio y urea, tal como se muestra en la Tabla 48.

Tabla 48. Efecto sobre el rendimiento de caña (TCH) ante la fertilización orgánica y química a partir del cuarto corte en tres fincas de la Hoya del Río Suárez

Corte	Estiércol (ton/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	
		NxK (kg/ha) 45 x 30	NxK (kg/ha) 100 x 60
3	0	80	110
4	3	160	155
5	3	*	*

* Falta cosechar.

Al pasar del tercer corte al cuarto y quinto, se aplicaron 3 ton/ha de MO a un suelo residual o de ladera. En el cuarto ciclo se notaron cambios de 80 a 160 ton/ha y de 110 a 155 ton/ha, con dosis constantes de P₂O₅ (100 kg/ha), y con cantidades cambiantes de nitrógeno y potasio 45 a 100 de nitrógeno y 30 a 60 kg/ha de potasio.

6.5 DOSIS Y SISTEMAS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES

La dosis de fertilizante para aplicar al cultivo de caña depende de la fertilidad natural del suelo. Para los diferentes suelos de ladera donde se cultiva caña para panela, debe practicarse el análisis de suelos antes del establecimiento y después de cada corte.

El Programa Nacional de Suelos de CORPOICA elaboró una tabla, en cuarta aproximación, basada en los análisis hechos mediante datos experimentales tomados en ensayos establecidos a nivel de fincas de agricultores por el Programa de Caña Panelera, y se obtuvieron los siguientes resultados:

a) En suelos con bajos contenidos de materia orgánica (< 3%), fósforo (<10 ppm) y potasio (<0,3 Meq/100 g), se recomienda aplicar de 75 a 125 kg/ha de nitrógeno, 100 a 175 kg/ha de P₂O₅ y 125 a 150 kg/ha de K₂O.

b) Si los suelos tienen contenidos medios de MO (3-5%), fósforo (10-20 ppm, Bray II) y potasio (0.3 - 0.6 Meq/100 g), se aconseja aplicar de 50 a 100 kg/ha de nitrógeno, 75 a 150 kg/ha de P₂O₅ y 50 a 100 kg/ha

de K₂O.

c) Cuando los suelos tienen contenidos altos de MO (>5%), fósforo (>20 ppm) y K (>0,6 Meq/100 g), se puede aplicar de 0 a 75 kg/ha de nitrógeno, 0 a 75 kg/ha de P₂O₅ y 0 a 75 kg/ha de K₂O.

d) En suelos de ladera el fertilizante se aplica completo al momento de la siembra en el fondo del surco, tapando con una pequeña capa de suelo para que no quede en contacto con la semilla.

e) En socas, el fertilizante se aplica en banda sobre la parte superior de las mismas, una vez efectuado el encalle y cepillado de las cepas. En lo posible, conviene hacer un rayado con bueyes o tractor en la parte superior de la cepa, para luego aplicar el fertilizante y taparlo con el segundo pase. Además, esta práctica en suelos pesados sirve como medio para oxigenar las cepas.

f) En suelos con pH inferior a 5.5 debe preferirse el calfos (Escorias Thomas) como fuente de P₂O₅. Si la relación Ca/Mg es superior a 3, se debe aplicar cal dolomítica para evitar la defoliación prematura por deficiencia de Mg. Estos correctivos localizados al fondo del surco y cubiertos con una capa de tierra para que no queden en contacto con la semilla, permiten evitar su aplicación en altas cantidades.

Cuando haya deficiencia de azufre y magnesio, elementos secundarios indispensables para la caña, se debe aplicar entre 50 y 100 kg/ha de MgSO₄ al momento de la siembra o inmediatamente después del corte.

CAPÍTULO VII

Plagas de la Caña de Azúcar para Panela



■ Orlando Insuasty Burbano ¹
Jorge Libardo Pinto ²

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de caña para panela ocupa un lugar de importancia en la economía agrícola del país. No obstante que con la introducción de una amplia tecnología ajustada a la realidad de las zonas paneleras en aspectos genéticos, edafológicos y fisiológicos, se han logrado avances significativos en los rendimientos de esta especie; las plagas se constituyen, por la frecuencia e intensidad de sus ataques, en enemigos potenciales, que afectan la producción y productividad, debido, en gran parte, al desconocimiento que se tiene de ellas en cuanto al daño y formas más efectivas para su manejo y control adecuados.

En este artículo se presenta un breve resumen que permitirá conocer las 5 especies de insectos de mayor incidencia en las regiones paneleras, en aspectos como: distribución, plantas hospederas, ciclo de vida, hábitos, daño causado y los métodos más eficientes para su control, los cuales, al utilizarlos en forma integral, reducen sustancialmente sus poblaciones.

1. I.A. Investigador Asociado Corpoica, Caña panelera.
2. I.A. M. Sc. ICA Seccional Santander

Otro aspecto importante dentro del conjunto plagas, son las enfermedades fitopatogénicas, que revisten gran importancia económica y quizás son las que menos atención han recibido por parte de los cultivadores de esta especie en el país.

Algunas de las enfermedades patogénicas que afectan este cultivo han ocasionado grandes pérdidas a la producción en todo el mundo y motivado intensos estudios y controversias. En Colombia la primera enfermedad registrada fue el “mosaico”, que produjo pérdidas físicas y económicas considerables; problema que se solucionó mediante la introducción de variedades resistentes a esta enfermedad.

Estudios realizados en este sentido han logrado establecer diferentes tipos de afecciones asociadas con las distintas etapas del ciclo vegetativo de la caña de azúcar en Colombia.

Otro aspecto importante que puede llegar a disminuir los rendimientos hasta en un 60%, son las malezas. De acuerdo al tipo de economía (empresarial o campesina), el control que de esto se hace es muy deficiente en las zonas paneleras. Los períodos más críticos en que las malezas ejercen mayor competencia al cultivo de la caña se dan en las etapas de germinación y macollamiento de la misma y dicha competencia está favorecida por agua, luz y nutrientes.

Este capítulo dedicado al estudio de las plagas dentro del componente de la fitosanidad vegetal, al igual que los capítulos relacionados con los suelos, la nutrición y fertilización, aún muestran una serie de inconsistencias relacionadas con la articulación de prácticas integrales de manejo desde el punto de vista cultural, físico, mecánico y/o químico, que apunten hacia la sostenibilidad del sistema y a la obtención de productos naturales conforme a los requerimientos del mercado. Sin embargo, vale la pena destacar que los dos tipos de economía (empresarial y campesina) que se tienen en el

país, ofrecen una variada gama de productos ecológicos y no ecológicos, sustentados en la demanda actual de panela de acuerdo con las necesidades y requerimientos del consumidor. Por su parte, la economía campesina, en un 70% ofrece productos aún no contaminados por pesticidas, pero con una regular a mala calidad y que pueden seguir la ruta hacia mercados de consumo natural, previamente caracterizados para tal fin. En cambio, los sistemas de producción de economía empresarial distinguidos por altos rendimientos de panela (> 9 ton/ha), aún no permiten el descarte total de las alternativas ofrecidas por los tratamientos químicos, en razón a que si éstos son eliminados de una manera no gradual, ejercen un impacto económico negativo por causa de los decrecimientos de los rendimientos ya alcanzados y que son el producto del modelo llamado “la revolución verde”, donde se hizo énfasis en el uso de agroquímicos en la agricultura mundial. Por tal motivo, los procesos de investigación y transferencia de tecnología en sistemas de economía campesina, deben ser enfocados hacia el manejo de la sostenibilidad mediante la caracterización agroindustrial de componentes tradicionales como el entresaque y en lo posible sin utilización de productos químicos y dirigido especialmente hacia un manejo cultural con empleo de ingredientes de carácter orgánico; con una proyección futurista de transferencia tecnológica hacia los sistemas de economía empresarial de aquellos componentes de respuesta positiva alcanzados en dichos sistemas.

De esta manera, se plantea la conveniencia de fomentar programas que permitan el desarrollo de tecnologías de manejo racional y adecuado de los aspectos fitosanitarios que procuren el aumento de la productividad, la disminución de costos de producción, la recuperación del equilibrio ecológico, la preservación y aprovechamiento de la biodiversidad de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad de los productos.

2. EL CUCACHO, CORNUDO O CUCARRÓN DE INVIERNO

Podischnus agenor Olivier
Coleoptera: Scarabaeidae

2.1 DISTRIBUCIÓN Y HOSPEDEROS

El cucacho ha sido reportado en Colombia y otros países de Centro y Sur América. Entre sus hospederos figuran la caña de azúcar, la guadua, la caña brava y el maíz.

2.2. DESCRIPCIÓN, CICLO DE VIDA Y HÁBITOS

Los huevos de este insecto son ovalados y de color crema; se encuentran dentro del suelo a una profundidad hasta de 90 cm. Su incubación dura de nueve a 25 días. La larva es un gusano blanco de color azulado, con cabeza castaña y fuertes mandíbulas. Cuando está bien desarrollada tiene siete cm de larga; es de color blanco amarillento, con patas dobladas hacia el abdomen y encorvados (en forma de C). Se encuentra en suelos húmedos y abundantes en materia orgánica. Dependiendo de las condiciones climáticas y alimenticias, puede vivir hasta 250 días.

La pupa es de tipo exarata, (sus apéndices se encuentran expuestos exteriormente), de color amarillento y más tarde se torna de color marrón. Se encuentra en celdas ovaladas hechas de tierra del tamaño de un huevo de gallina y a profundidades de 30 a 40 cm

bajo tierra. En este estado dura de 40 a 90 días.

El adulto es un escarabajo grande de color caoba, en el cual se opera un dimorfismo sexual: el macho es de mayor tamaño, con un prominente cuerno en la parte superior de la cabeza y una prominencia curvada en el centro del pronotum, generalmente bifurcado y con una superficie peluda de color café, las hembras son de menor tamaño y sin cuernos (Figura 24). Son muy buenas voladoras y activas durante la noche; para ovipositar la hembra se entierra. En este estado pueden durar hasta 120 días. La duración completa de su ciclo de vida se puede observar en la Tabla 49.

2.3 DAÑO E IMPORTANCIA ECONÓMICA

Las larvas no causan daño, se encuentran enterradas alimentándose de materia orgánica en descomposición. El adulto reviste gran importancia económica porque se alimenta de tallos y cogollos de la caña, formando túneles entre los entrenudos. El daño causa la muerte de la planta o la hace muy frágil para el quiebre y volcamiento (Figura 25).

Generalmente, en una planta atacada pueden encontrarse el adulto macho y la hembra. El ataque se localiza a nivel de los bordes del cultivo y en plantaciones mal manejadas.

2.4 MANEJO Y CONTROL CULTURAL DE LA PLAGA

Una buena preparación del suelo antes de la siembra es una medida preventiva y tiene por objeto destruir los huevos, las pupas, los adultos y exponer las larvas a los rayos solares. La realización de buenos drenajes evita el exceso de humedad, que favorece el desarrollo de este insecto-plaga.

El control manual es el más efectivo; golpeando los tallos, los insectos retroceden y salen. También se pueden utilizar trampas de guadua cargadas con bagazo o caña machacada, ubicando ocho trampas/ha.

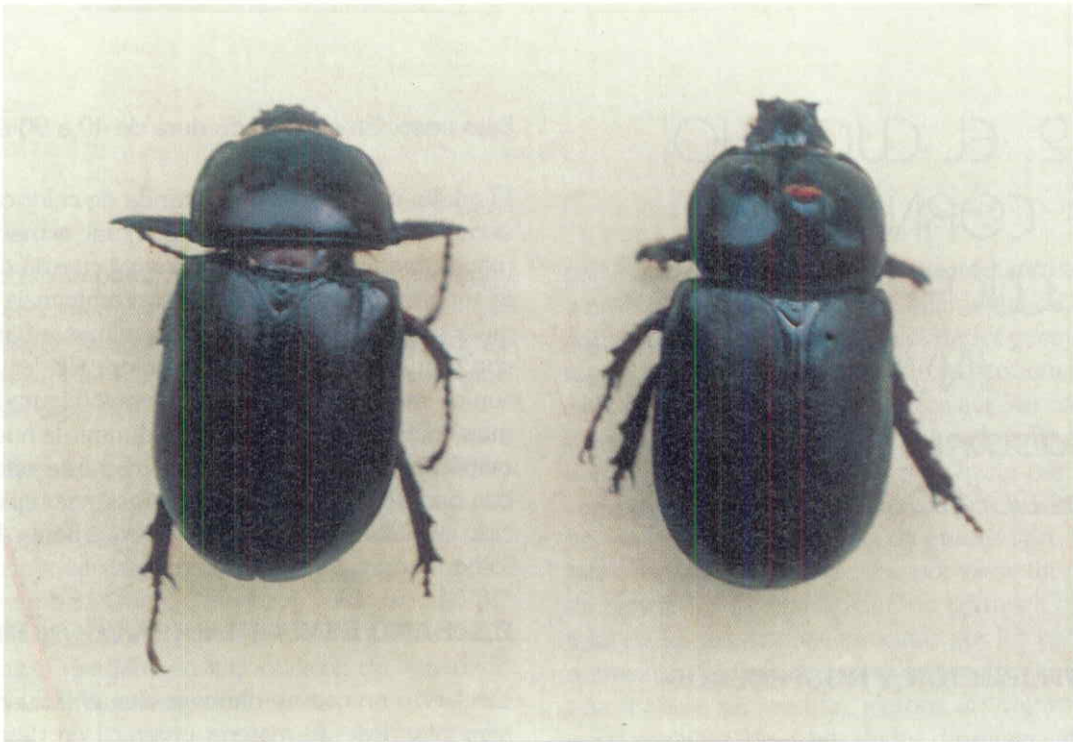


Figura 24. Adultos:hembra y macho de *Podischnus agenor*

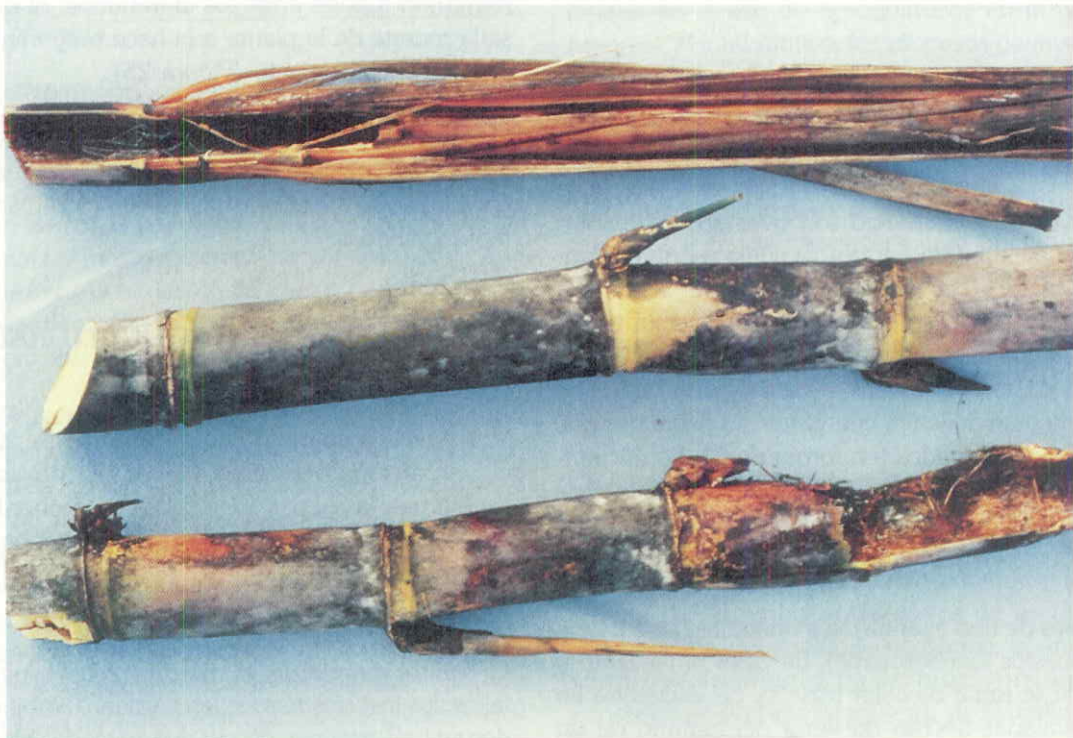


Figura 25. Daño característico por *Podischnus agenor* O.

Tabla 49. Ciclo biológico de los principales insectos plaga en caña para la producción de panela

Insecto plaga	Ciclo biológico - Días				
	Huevo	Larva	Pupa	Adulto	Total ciclo
1 Cucharón de invierno <i>Podischnus agenor Oliver.</i>	9-25	Hasta 250	Hasta 90	Hasta 120	240 - 485
2 Picudo Rayado de la caña. <i>Metamasius hemipterus sericeus.</i>	8 - 15	60 - 120	8 - 30	Hasta 45	110 - 210
3 Barrenador del Tallo <i>Diatraea saccharalis F.</i>	5 - 10	20 - 35	5 - 12	2 - 10	41 - 60
4 Barrenador Gigante. <i>Castnia sp.</i>	10 - 16	60 - 100 hasta 300.	35 - 45	10 - 15	60 - 170

3. EL PICUDO RAYADO DE LA CAÑA

Metamasius hemipterus sericeus

Coleoptera: Curculionidae

3.1 DISTRIBUCIÓN Y HOSPEDEROS

Esta plaga también ha sido reportada en distintos países de Centro y Sur América. Se han registrado muchos cultivos comerciales como hospederos de este insecto, entre los cuales sobresalen el plátano, el banana, la palma (de coco y aceite) y la caña de azúcar. Ocasionalmente puede encontrarse en el maíz y otras gramíneas. Los adultos tienen preferencia para alimentarse de frutos maduros, sobre todo de piña.

3.2. DESCRIPCIÓN, CICLO DE VIDA Y HÁBITOS

Los huevos del picudo rayado son de color crema y

alargados, y se encuentran en grupos dentro de las perforaciones hechas por el barrenador *Diatraea*. Este estado dura de 8 a 15 días.

Las larvas son blanco-amarillentas, con cabeza café oscura, mandíbulas bien desarrolladas, cuerpo periforme algo encorvado y con una longitud de 1.8 cm de largo; pasan por nueve instares con una duración variable de 2 a 4 meses (Figura 26). La pupa es del tipo exarata y se encuentra encerrada dentro de una cápsula de fibras con residuos del daño (Figura 27). En este estado permanecen de 8 a 30 días.

Los adultos son gorgojos de color marrón oscuro, con manchas o rayas castañas o amarillas dispuestas a lo largo del tórax y los élitros (Figura 28). Son atraídos por la fermentación, las hembras pueden ovipositar un promedio de 14 huevos en 34 días. En este estado pueden vivir 45 días.

El ciclo completo del insecto, de huevo a adulto, puede durar seis meses, con poblaciones superpuestas durante todo el año (Tabla 49).

3.3 DAÑOS CAUSADOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA

El picudo rayado de la caña es una plaga localizada

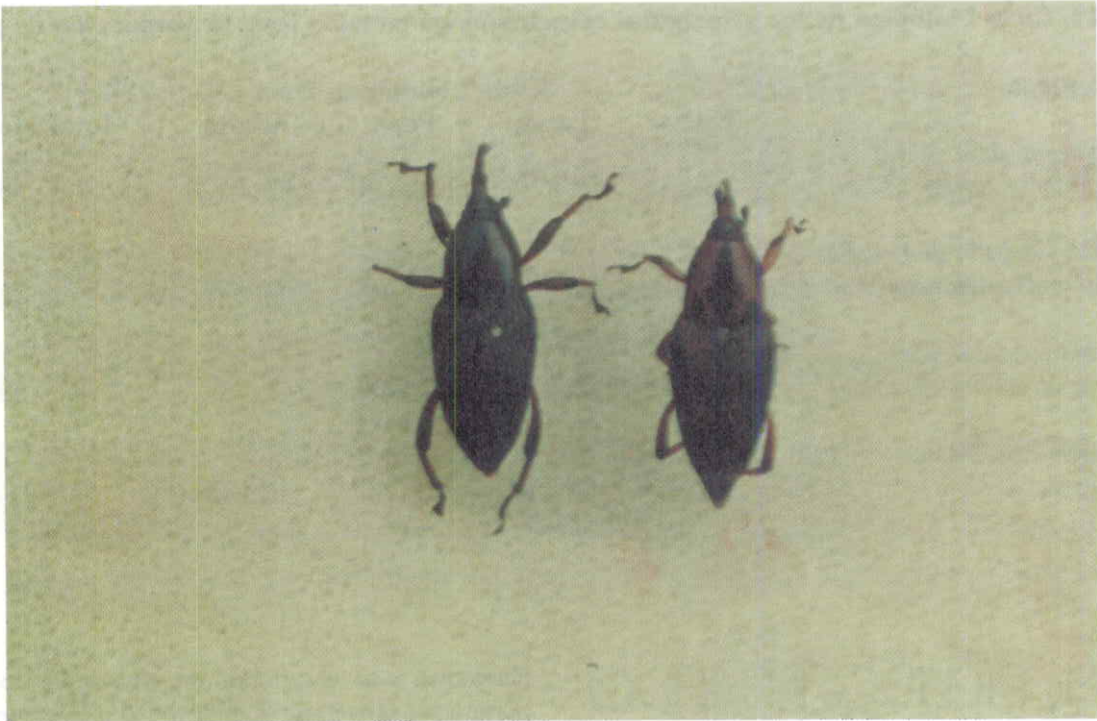


Figura 26. Adultos de *Metamasius hemipterus*



Figura 27. Larva de *Metamasius hemipterus*

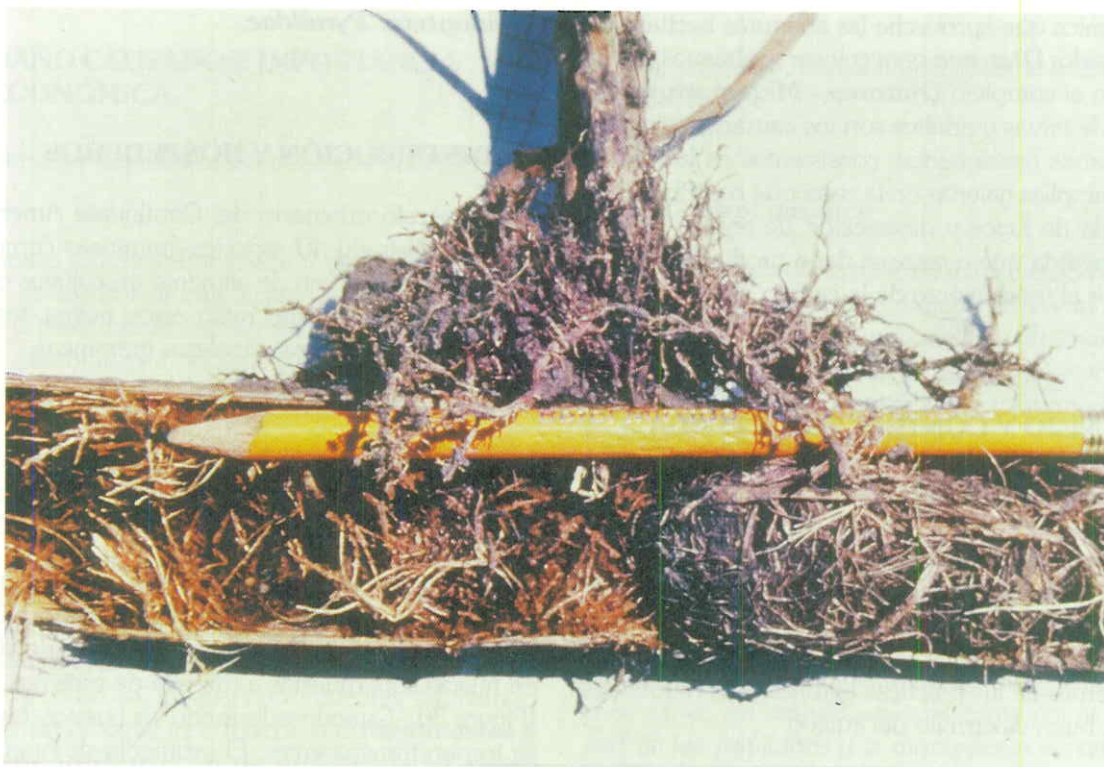


Figura 28. Pupa de *Metamasius Hemipterus*



Figura 29. Daño Causado por *Metamasius Hemipterus*

no endémica que aprovecha las aberturas hechas por el barrenador *Diatraea* para colocar sus huevos, constituyendo el complejo *Diatraea - Metamasius*. Los estados de larvas y adultos son los causantes directos de los daños ocasionados, consistentes en la formación de amplias galerías en la caña que contribuyen a la pérdida de jugos y destrucción de tejidos (Figura 29). A medida que avanza el daño producido puede contribuir al volcamiento de la caña.

3.4 MANEJO Y CONTROL DE LA PLAGA

3.4.1 Control cultural

Las estrategias para controlar esta plaga consisten en: No usar material infestado para la siembra; cortar la caña a ras de suelo en la cosecha; no dejar caña cortada en el campo y sacar del lote los residuos de cosecha, además de las prácticas agronómicas requeridas para un buen desarrollo del cultivo.

3.4.2 Control físico

Para efectuar este tipo de control se deben utilizar cebos trampas, cortando trozos de guadua en forma longitudinal, con perforaciones hechas a los lados en una de las mitades y llenadas con caña madura macedada. Se colocan estos cebos trampas dentro del cultivo cada 50 m entre sitios y se inspeccionan frecuentemente, con el fin de coleccionar y destruir los insectos y cambiar el cebo cuando esté descompuesto.

4. EL BARRENADOR DEL TALLO

Se clasifica dentro de las especies del género *Diatraea*, así: *Diatraea saccharalis* (Fabricius); *Diatraea busquilla* Dyar y Helinrich; *Diatraea rosa*;

Lepidoptera: Pyralidae.

4.1 DISTRIBUCIÓN Y HOSPEDEROS

Es un insecto originario del Continente Americano. Se han registrado 40 especies gramíneas como hospederos que le sirven de alimento en cultivos comerciales como maíz, sorgo, millo, arroz, avena, trigo, cebada, pastos forrajeros y malezas gramíneas.

4.2 DESCRIPCIÓN, CICLO DE VIDA Y HÁBITOS

Los huevos recién depositados son de color amarillo crema y de forma ligeramente elíptica. Se localizan en el haz o en el envés de las hojas, en masas de 20 a 30, en hileras superpuestas a manera de escamas de pez (Figura 30). Cuando eclosionan los huevos, las larvas se tornan transparentes. El promedio de huevos por polilla es de 500. El período de incubación puede durar entre 5 y 10 días, dependiendo de factores climáticos como la temperatura y la humedad relativa.

Al completarse su desarrollo, las larvas miden 2.5 a 3.0 cm de largo; son de color blanco cremoso y cabeza de color café oscuro o canela (Figura 31). En la parte dorsal de cada uno de sus segmentos presentan una serie de puntos o manchas de color oscuro dispuestas en forma de trapecio. La duración de este estado es de 20 a 35 días, dependiendo de las condiciones climáticas.

La pupa o crisálida se encuentra dentro del tallo y cerca del orificio de salida. Al iniciar este estado su color es amarillento, cambiando posteriormente a caoba brillante. Mide de 1.2 a 3 cm. Esta fase dura de 5 a 12 días.

Los adultos son polillas de color pajizo, blanco o habano; las hembras son de mayor tamaño y con palpos labiales muy desarrollados dirigidos hacia adelante; las alas delanteras son más pardas que las traseras, con puntos y líneas hacia el ápice. Son nocturnas y las atrae la luz. Este estado dura de 2 a 10 días. El ciclo de vida total de este insecto varía entre 41 y 60 días (Tabla 49).

4.3 DAÑO CAUSADO E IMPORTANCIA ECONÓMICA

El barrenador del tallo causa tres tipos principales de daño:

a. Cogollos muertos: Por lesión y destrucción de sus puntos de crecimiento, reduciendo el número de tallos/ha y produciendo atraso de las plantillas (cañas que se siembran por primera vez), de preferencia en el período de 1 a 6 meses de edad de la caña.

b. Daño en la semilla asexual (Figura 32), al perforar y destruir las yemas en el material de siembra, en la edad de semilleros.

c. Perforaciones circulares en los nudos o entrenudos, con ataques a partir de los seis meses de edad del cultivo hasta el corte, con reducción sensible en el contenido de sacarosa, inversión de azúcares, facilitando la presencia de otros insectos como el *Metamasius* y el *Rhynchophorus*, o de enfermedades como *Physalospora tucumanensis*, el hongo de la «pudrición roja o «muermo rojo» (Figura 33) y el aumento en la cantidad de fibra.

4.4 MANEJO Y CONTROL DE LA PLAGA

Para el control de esta plaga se deben aplicar las siguientes estrategias:

4.4.1 Control físico

Las trampas de luz negra facilitan su captura. El clima regula su distribución geográfica e incidencia en el desarrollo de la plaga; ésta puede multiplicarse durante todo el año, permitiendo de 6 a 9 generaciones. La mayor población de la plaga coincide con épocas secas de intenso verano.

4.4.2 Control cultural

Este control se realiza utilizando semilla sana, controlando malezas hospederas, realizando labores agrícolas adecuadas y destruyendo los residuos de cosecha. Se recomienda recolectar larvas de *Diatraea* en «co-

razones muertos», con el fin de hacer la limpieza manual del campo.

4.4.3 Control químico

Es contraproducente la aplicación de medidas de control a base de productos químicos, dadas las características propias de las larvas de *D. saccharalis* de barrenar los tallos; además de agravarse el problema, se acaba con la fauna benéfica y se trastorna considerablemente el medio ecológico.

4.4.4 Control biológico

Es uno de los métodos más antiguos y exitosos; con la utilización de enemigos naturales predadores o parasitoides se ha demostrado su beneficio en muchos países del mundo, especialmente por la estabilidad de los resultados y la disminución de riesgos de tipo ecológico.

El manejo de la plaga debe afrontarse mediante la cría sistemática de parasitoides (nativos o importados), de huevos y larvas, y mediante la recolección de larvas en cogollos muertos.

Para el control de *Diatraea saccharalis* F. en las áreas paneleras, se deben cumplir las instrucciones siguientes:

La recolección manual de larvas en «corazones muertos», y la liberación de los parasitoides de huevos: *Trichogramma* sp, en cañas de 1 a 4 meses de edad, distribuyendo 20 a 40 pulgadas/ha en tres fechas, con intervalos de un mes y una distancia no menor de 30 m entre sitios. Otro parasitoide importante para el control de *Diatraea* es el *Telenomus* sp (Figura 34).

En cañas entre 6 y 12 meses de edad se liberan parasitoides específicos de larvas como *Paratheresia claripalpis* Wulp (Figura 35) y *Apanteles flavipes* Cameron, distribuyendo el díptero en parejas de 10 a 15/ha y del Hymenoptero: 1 gramo de cocones/ha.

Dentro de este manejo integrado del insecto se debe velar por la conservación de especies nativas, tales como *Jayneleskia jaynessi* (Figura 36).

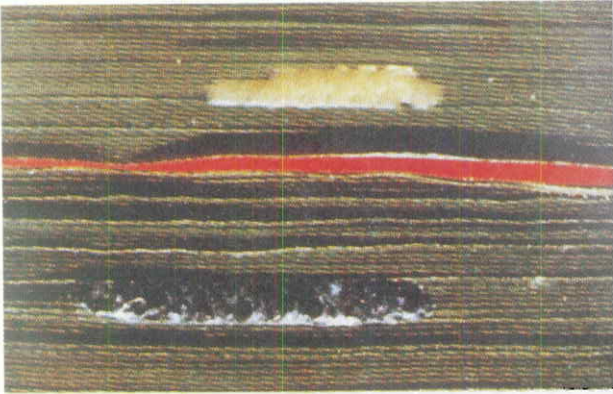


Figura 30. Postura de *Diatraea* sana (superior) y parasitada por *Trichogramma* (inferior)

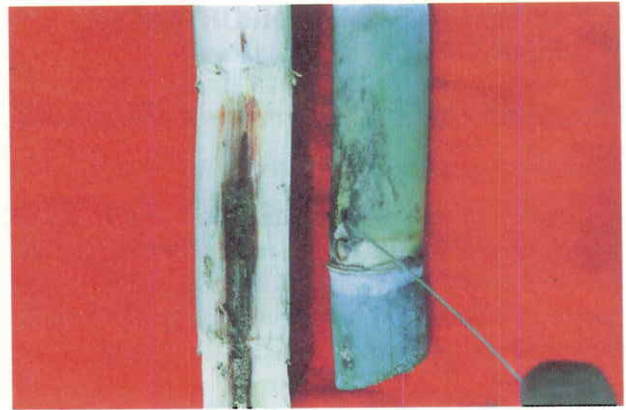


Figura 32. Daño causado por *Diatraea* en semilla asexual

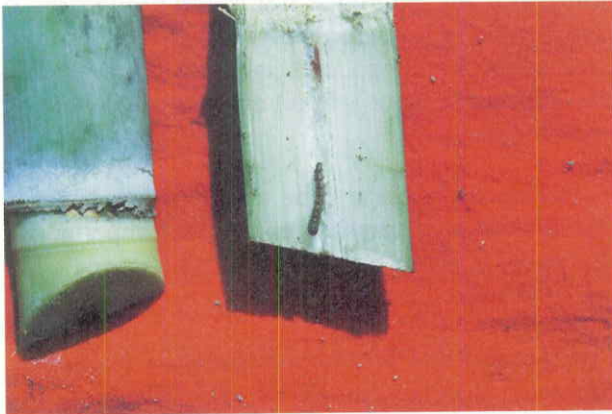


Figura 31. Larva de *Diatraea* en sus primeros estados de desarrollo



Figura 33. Daño característico causado por *Diatraea* en caña adulta

5. EL BARRENADOR GIGANTE DE LA CAÑA DE AZÚCAR, *Castnia* sp.

(Lepidoptera: Castniidae)

5.1 DISTRIBUCIÓN Y HOSPEDEROS

En Colombia existen dos especies de la familia Castniidae; el barrenador gigante de la caña *Castnia pos licus* y el taladrador del banano *Castniomera humboldti*.

El barrenador gigante ha sido reportado en Ecuador, Perú, Bolivia, Guyana, Brasil, Venezuela, Panamá, Costa Rica, México, Surinam y Trinidad.

Entre sus hospederos principales figuran la caña de azúcar, algunos pastos tropicales, el coco y la palma africana; también ha sido observado en algunas musáceas silvestres y en especies de orquídeas.

5.2 DESCRIPCIÓN, CICLO DE VIDA Y HÁBITOS

La hembra deposita los huevos en el suelo en forma individual cerca a la base de los retoños jóvenes, bajo condiciones de buena sombra y humedad. Recién puestos presentan una coloración rosada hacia sus extremos y cuando están próximos a eclosionar son de color amarillo pálido. Su forma es alargada y puntiaguda, con aristas longitudinales dispuestas de tal manera que al hacer un corte transversal se vería como una estrella de cinco puntas. Su tamaño promedio es de 4 a 5 mm de largo.

La larva es de una coloración verdosa a rosada-naranja; recién emergida cambia a blanco marfil en sus primeros estados hasta el amarillo pálido cuando están próximas a empupar. Pasa por 8 a 10 instares, llegando a alcanzar hasta 10.5 cm cuando está bien desarrollada (Figura 37). La duración de este período puede variar, de acuerdo con su alimentación, entre 60 y 100 días o hasta 300 días, dependiendo de las condiciones climáticas que se presenten durante su desarrollo.

La pupa es del tipo obtecto (sus apéndices están adheridos al cuerpo y protegidos por una envoltura), con una longitud de 3.5 a 4.5 cm y una coloración café rojizo oscuro; se puede encontrar a nivel del suelo o en los rizomas de la caña. En este estado dura entre 35 y 45 días (Figura 38).

El adulto es una mariposa diurna, bien robusta, que puede llegar a tener una longitud de 3.0 a 4.0 cm. Presenta una apariencia dorsal oscura, con marcas y dibujos claros muy notorios en sus alas; ventralmente su coloración es ceniza (Figura 39). Su mayor actividad la realiza en las primeras horas de la mañana y en las últimas de la tarde. Durante esta etapa el adulto no se alimenta; su período de vida es de 10 a 15 días. Un ciclo de vida del insecto dura entre 60 y 170 días (Figura 40), (Tabla 49).

5.3 DAÑOS CAUSADOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA

El daño del insecto se presenta en las cepas de la caña

pequeña y de la caña adulta. El daño en la cepas se caracteriza porque después de realizado el corte, la larva se alimenta de los rizomas hasta destruirlos totalmente. En cañas jóvenes, la larva se introduce en los retoños recién brotados, causando su marchitamiento progresivo. En cañas adultas, se presentan galerías profundas de 1 cm de diámetro, que pueden llegar en algunos casos hasta el cogollo. Cuando el ataque es intenso, se pueden observar hojas amarillentas en los cañadulzales y reducción de la población de tallos debido al volcamiento de la caña (Figura 41).

Además de esta sintomatología de daño, se puede afectar también la calidad de los jugos extraídos. Los jugos se fermentan sirviendo como atrayente para otros insectos y patógenos. (Figura 42).

Según datos de Mendoza, citados por Esquivel (1981) (13), una infestación cercana al 15% puede reducir el tonelaje de caña en un 20%.

5.4 MANEJO Y CONTROL DE LA PLAGA

5.4.1 Control químico

Debido a su hábito de permanecer la mayor parte de su ciclo dentro de los tallos, el uso de insecticidas se hace inútil y a la vez deficiente.

5.4.2 Control biológico

Hasta el momento han sido reportados como parasitoides de larvas, la mosca taquinida *Palpozenillia papalis* y otro díptero, el *Emdeninya myersi*. En otros países, Panamá por ejemplo, se han determinado especies de hormigas predatoras, sobresaliendo entre ellas el género *Solenopsis*.

5.4.3 Control cultural

Como práctica cultural estudiada en Guyana y Panamá, se tiene la inundación de lotes afectados tres a cuatro días después del corte durante un período de 48 a 72 horas. La utilización de variedades precoces



Figura 34. Adultos de *Telenomus* sp (izquierda) y de *Trichogramma* sp (derecha)

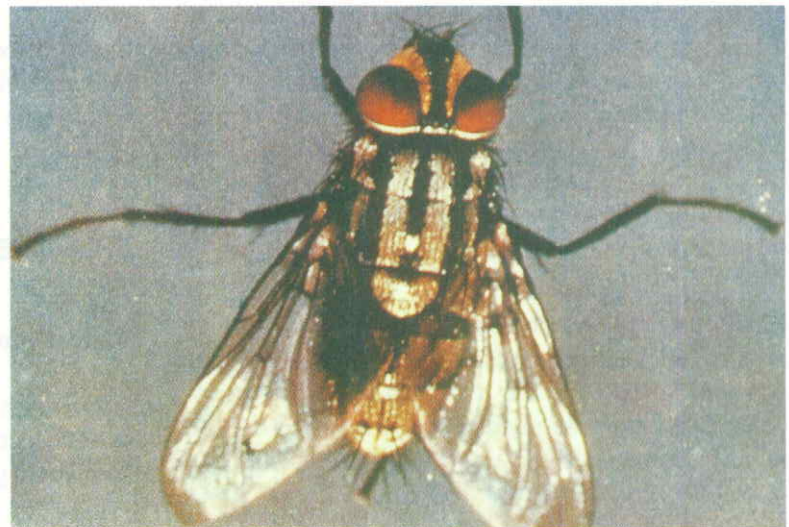


Figura 35. Adulto hembra de *Paratheresia claripalpis*



Figura 36. Adulto hembra de *Jaynelesquia Jaynessi*

también contribuye notoriamente a reducir las poblaciones del insecto. Se recomienda, en ataques severos, la renovación total de áreas afectadas y una preparación eficiente de los suelos en siembras nuevas.

5.4.4 Control mecánico

Estudios realizados en Colombia y otros países del hemisferio, han determinado que una manera eficiente de controlar el insecto, es la utilización de punzones, que, al introducirse dentro de las galerías, producen la muerte de las larvas.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS TRAMPAS PARA CAPTURAR LAS PLAGAS DESCRITAS

6.1 TRAMPA PARA CAPTURAR ADULTOS DEL CUCACHO Y/O PICUDO

Esta trampa para capturar cucachos o picudos consiste en utilizar unos trozos de guadua de dos entrenudos con una longitud aproximada de 50 cm (Figura 43). Estos trozos de guadua se rajan en forma longitudinal con el propósito de que queden dos bolsillos o canoas, tapadas en sus extremos.

En cada una de las caras de estas dos canoas se hacen tres orificios con un diámetro de 2 cm distanciados entre sí 15 centímetros, para permitir la entrada de los insectos adultos atraídos por el cebo.

El cebo consiste en tomar pedazos de caña con principios de fermentación, se machacan bien y se ubican en el fondo de una de las canoas, la cual servirá como base de la trampa y luego se tapa con la otra canoa de

tal manera que coincidan los orificios laterales. Para evitar que se destape la trampa, ésta se amarra en sus extremos con una cabuya.

En una hectárea se deben colocar ocho trampas distribuídas uniformemente dentro del lote, cuidando que tengan una pequeña inclinación para evitar que se llenen de agua en épocas de lluvia. Éstas se deben revisar cada tres días, con el fin de cambiarles el cebo, recolectar los adultos capturados y matarlos mediante la inmersión en aceite quemado.

6.2 TRAMPA PARA CAPTURA DE ADULTOS DEL BARRENADOR DEL TALLO

Diatraea sp

Esta trampa consiste en un dispositivo que emplea la energía radiante y se basa en la respuesta que tienen los insectos a la acción de la luz. Está equipada con una lámpara fluorescente BL lineal, de 15 vatios, montada sobre un embudo que conduce a una cámara recolectora (un envase de vidrio o de hojalata) (Figura 44). Sobre el embudo se ubican cuatro aletas en lámina galvanizada calibre 20, que miden 62 cm de largo y 18.5 cm de ancho; estas aletas se distribuyen de tal manera que la lámpara esté expuesta a la vista en todas las direcciones.

En la cámara recolectora se coloca un agente destructor que puede ser algodón impregnado de xilol, el cual se cubre con yeso. A la trampa se le aplica pintura anticorrosiva y luego pintura blanca.

6.2.1 Materiales para su construcción

- 1 Lámina galvanizada calibre 20
- 10 m de cable displax no.12
- 1 tubo fluorescente BL lineal de 15 W y 60 cm de largo
- 1 balastro
- 1 starter
- 20 soportes o conectores
- 20 unidades de remaches

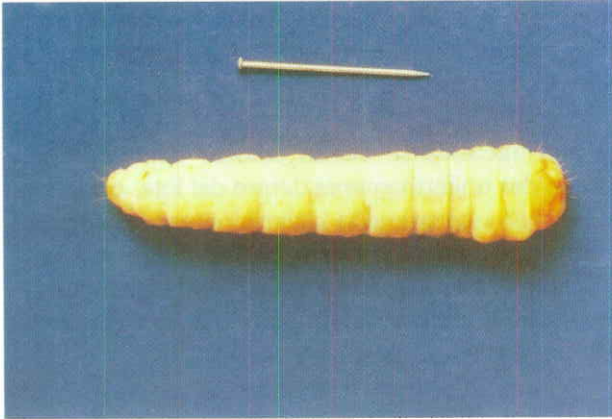


Figura 37. Larva de **Castnia**



Figura 38. Adulto de la Pupa **Castnia**



Figura 39. Característica morfológica del adulto de **Castnia Sp.**

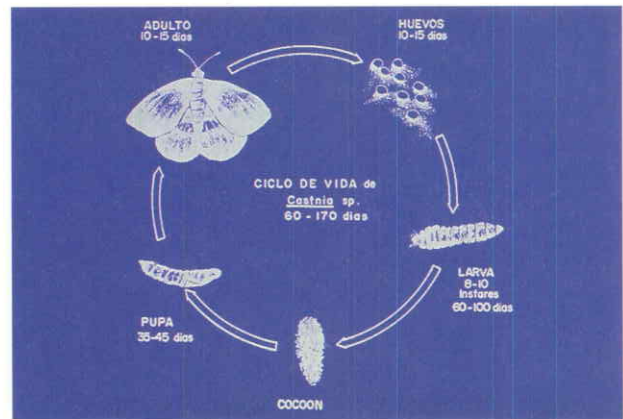


Figura 40. Ciclo de vida de **Castnia Sp.**

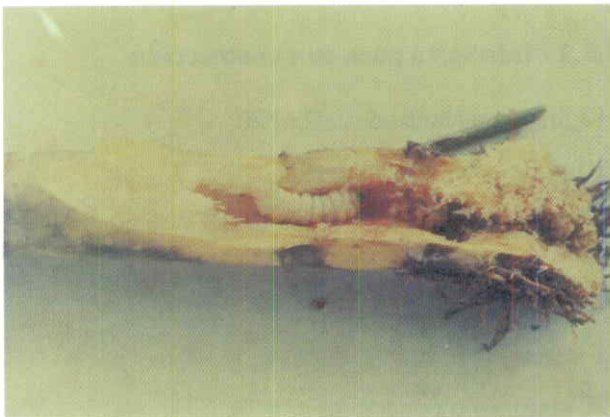


Figura 41. Larva de **Castnia**



Figura 42. Daño causado por el **Castnia**

- 1/4 pintura anticorrosiva
- 1/4 pintura blanca
- 1 polea

6.2.2 Ubicación de la trampa

La trampa se cuelga de tal forma, que la lámpara esté a 1.50 m, sobre el suelo; debe colocarse en una área abierta con cubierta baja del terreno y cerca al cultivo de caña.

7. COMPLEJO SIMBIÓTICO CON LA HORMIGA LOCA

De acuerdo con el soporte histórico de la hormiga loca *Paratrechina fulva* en Colombia, se ha reportado su introducción, desde hace 20 años con el propósito de ejercer control sobre hormiga arriera y algunas especies venenosas de serpientes; contrario a este propósito, los resultados han mostrado un efecto diferente, convirtiéndose en un problema serio en cultivos y potreros.

En el Valle del Cauca después de reportada esta plaga en 1986, se ha constituido en un problema fitosanitario en cultivos de caña de azúcar, cacao, ornamentales y ganadería, entre otros. En la Hoya del Río Suárez y más específicamente en la Región del municipio de San Benito, la hormiga loca se reportó desde hace aproximadamente 8 años y paulatinamente ha venido colonizando áreas que están destinadas a potreros y cultivos de caña para panela con un impacto económico significativo en la producción Regional.

7.1 IMPACTO CAUSADO POR LA HORMIGA LOCA

La importancia económica y el impacto ecológico

causado por la hormiga loca en campos cultivados, se manifiesta por la relación simbiótica con otras especies dañinas como los homópteros (pulgonos, mosca blanca, escamas) y microorganismos fungosos causantes de fumagina o chamusquina (*Nigrospora* sp, *Tripospermum* sp, *Alternaria* sp), los cuales establecen una relación a partir de los excrementos azucarados que deshechan los chupadores (*Sipha flava*, *Bemisia* sp, *pulvinaria* sp) y que son aprovechados por las hormigas y los hongos. A su vez, las hormigas ejercen una acción protectora a los homópteros guardándolos del ataque directo de enemigos naturales como parásitos y depredadores, provocando de esta manera un incremento significativo de sus poblaciones en cultivos como el café, cacao, yuca y caña de azúcar. A lo anterior, se suma el hecho de que las hormigas son muy molestas imposibilitando el desarrollo de las prácticas de campo.

Además, la presencia de esta plaga en una región induce daños a la fauna de vertebrados atacando aves y animales domésticos en los ojos, fosas nasales y pezuñas llegando aún a causarles la muerte por asfixia. También se ha encontrado una acción de desplazamiento o eliminación de otras especies de hormigas nativas, larvas de mariposas, cucarrones, abejas y avispa, disminuyendo de esta manera el número de especies de la fauna existente en una región.

7.2 MANEJO INTEGRADO DE LA HORMIGA LOCA

a) Control físico

Debe ir orientado a disminuir las condiciones propicias para la colonización de nuevas áreas por parte de la hormiga, para lo cual es importante acatar las siguientes recomendaciones:

- * Remoción de basuras y desechos de cortes de árboles y arbustos.
- * Tener cuidados en el almacenamiento y transporte de insumos y productos agrícolas de un lugar endémico a una Región sana.



Figura 43. Trampa para captura de adultos de *podischnus* y picudos



Figura 44. Trampa de luz negra utilizada en la captura de adultos de *Diatraea* y otras especies

b). Control químico

Es recomendable la utilización de cebos tóxicos, aunque actualmente es necesario aún realizar investigaciones en este sentido con el propósito de encontrar aditivos tóxicos para el cebo que no ejerzan repelencia a la hormiga.

Con la utilización de cebos tóxicos efectivos, se puede lograr la disminución de la población de la plaga. A pesar de que los cebos pueden ejercer una acción inhibitoria de población de la hormiga, sin embargo es conveniente utilizarlos racionalmente con el fin de evitar efectos nocivos contra la fauna silvestre (terrestre o acuática) de la región.

La aplicación de los cebos debe realizarse en forma regular y continua en todas las áreas ocupadas por la hormiga loca. Se puede preparar utilizando los siguientes ingredientes:

- 250 gramos de carne molida.
- 3 huevos.
- 2 sobres de gelatina sin sabor
- 750 cm³ de agua.
- 8 gramos de Dimilín 25% polvo mojabla.

Para la preparación del cebo se procede de la siguiente manera:

- Licuar la carne molida, los huevos y el agua.
- Cocinar la mezcla en fuego lento hasta que tome consistencia.
- Disolver la gelatina sin sabor en media taza de agua caliente.

- Agregar la gelatina a la mezcla y licuar nuevamente.
- Dejar enfriar la mezcla.
- Disolver el Dimilín en ½ taza de agua y agregarlo a la mezcla.
- Dejar cuajar el cebo en la nevera hasta que tome el aspecto de un pudín.
- Partir el cebo en trocitos hasta de 1 cm.

Una vez listo el cebo, proceda a su aplicación dependiendo del grado de infestación de la zona. Para una hectárea se ha estimado un promedio entre 4 y 6 Kg, aplicando los trocitos en suelos y árboles, con paleta o guantes.

- En suelo: cada 3 metros un cebo.
- En árboles: según el tamaño y grado de infestación, entre 4 y 8 cebos. (PROCANA, informe CVC y UNIVALLE).
- Disolver la gelatina sin sabor en media taza de agua caliente.
- Agregar la gelatina a la mezcla y licuar nuevamente.
- Dejar enfriar la mezcla.
- Disolver el Dimilín en ½ taza de agua y agregarlo a la mezcla.
- Dejar cuajar el cebo en la nevera hasta que tome el aspecto de un pudín.
- Partir el cebo en trocitos hasta de 1 cm.

Enfermedades

ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES EN CAÑA PARA LA PRODUCCIÓN DE PANELA



Figura 45. Efecto del "Muermo rojo" en la semilla

1. ENFERMEDADES PATÓGENICAS

1.1 ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

1.1.1 Pudrición de la semilla

Esta afección es causada por los siguientes microorganismos:

- a) Pudrición roja o "muermo rojo" *Physalospora tucumanensis* Speg.
- b) Mal de piña *Ceratocystis paradoxa* (de Seynes) Moreau.
- c) Pudrición de las raíces *Pythium spp*, posiblemente *P. arrhenomanes* Dreschsler.
- d) Pudrición de los brotes *Sclerotium rolfsii* Saac.

1.1.1.1 Muermo rojo *Physalospora tucumanensis* Speg

Esta enfermedad presenta pudriciones rojizas en el interior de la semilla, las cuales se extienden en mayor o menor grado de acuerdo con las condiciones externas de humedad (Figura 45). Esta afección se encuentra distribuida en la mayoría de los países productores de caña de azúcar y es de considerable importancia en Australia, India, Louisiana, Florida y Hawai. Abbot y Bourne hacen hincapié en la presencia del muermo rojo como muy asociado con los perjuicios del barrenador *Diatraea saccharalis*.

La enfermedad se transmite por las esporas o las hojas que permanecen en el suelo y se desarrolla muy rápido en tiempos fríos y húmedos; la semilla, recién plantada, es afectada más fácilmente en estas circunstancias. El muermo rojo puede ser transmitido por semilla infectada y reproducirse inoculando las plantas con el organismo causal.

Si se deja que la semilla permanezca varios días sin sembrarse, el organismo causal del muermo rojo puede invadir los cortes de los extremos, ocasionando una reducción en la germinación o la mortalidad de los brotes jóvenes que logran germinar.

El muermo rojo es también un factor desfavorable cuando la caña cortada se demora para la molienda. El hongo invade los tallos a través de alguna quebradura o del corte de las puntas de la caña, causando una inversión de la sacarosa.

1.1.1.2 Mal de piña *Ceratocystis paradoxa* de Seynes Moreau.

La enfermedad denominada comúnmente «Mal de piña» se encuentra prácticamente distribuida por todo el mundo azucarero y es causada por el hongo *Thielaviopsis paradoxa* de Seynes, que en su fase perfecta corresponde a *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau.

El «mal de piña» presenta una pudrición de color amarillo o anaranjado que se inicia a partir de los extremos de la semilla y en ocasiones a partir de las yemas, principalmente cuando éstas han sufrido daños

y heridas durante el manipuleo. En estados avanzados estas pudriciones anaranjadas se tornan de color negro, debido al crecimiento y fructificación del organismo causal. Las estacas se pueden pudrir antes de la germinación de las yemas y los pequeños brotes pueden morirse. Si éstos sobreviven, la planta se desarrolla con un notorio retardo (Figura 46).

La enfermedad se transmite por las esporas presentes en el suelo y por las semillas infectadas. En ocasiones las esporas arrastradas por el viento pueden entrar por las heridas de los tallos. La afección disminuye la germinación y causa grandes pérdidas físicas y económicas.

1.1.1.3 Pudrición de las raíces *Pythium* spp: *P. arrhenomanes* Dreschsler

Normalmente las pudriciones de la raíz, y sobre todo si se trata de semilla, pueden ocurrir más que todo por ataques del hongo *P. arrhenomanes* Dreschsler. Inicialmente afecta las raicillas secundarias de las plántulas y, dependiendo de las condiciones de sequía y altas temperaturas, puede atacar las raíces primarias y provocar la muerte de la plántula (Figura 47).

1.1.1.4 Control

El control de las anteriores afecciones se logra mediante un buen manejo de la semilla, evitando al máximo causar heridas sobre las yemas. Además, se recomienda proteger las semillas por inmersión, en solución de fungicidas.

Entre los fungicidas que se pueden usar figuran: Vitavax 300, Daconil, Saprol, Bayleton y otros productos de género similar.

1.1.2. Mancha Amarilla *Cercospora kopkei* Kruger

La mancha amarilla o peca amarilla es causada por el hongo imperfecto *C. kopkei* Kruger. La afección ha sido registrada en el pasado con baja incidencia en el Valle del Cauca. Sin embargo, parece que recientemente ha aparecido un organismo de alta virulencia

en algunos países del Caribe, el cual podría tratarse de una nueva raza. El síntoma característico de este patógeno consiste en la presencia de manchas amarillas sobre la superficie de la hoja.

Dependiendo de la variedad, estas manchas pueden variar su tamaño, pero generalmente empiezan con la aparición de pequeñas manchas cloróticas que varían desde 1 a 2 mm de diámetro hasta 10 a 15 mm en su máximo tamaño. Cuando las hojas mueren prematuramente, las manchas toman un color marrón rojizo, sobre las cuales en algunas ocasiones se observa un crecimiento verde grisáceo (Figura 48).

La transmisión dentro de un mismo cultivo y de uno a otro ocurre durante los períodos húmedos, cuando las esporas de las lesiones viejas pueden ser arrastradas por el viento o por la lluvia. Se considera que el organismo causal no se transmite por la semilla vegetativa, pero sí es posible que ello ocurra por la práctica frecuente de llevar hojas al campo con el material de siembra.

La enfermedad puede mantenerse inadvertida hasta que prevalezcan condiciones climáticas favorables o un cambio de variedad susceptible; cuando estas condiciones se modifican, pueden sufrirse pérdidas hasta del 25%, según lo registrado en Australia.

1.1.3. Mancha de anillo o anular *Leptosphaeria sacchari* V. Breda de Haan

Es una enfermedad foliar muy común en nuestro medio pero no alcanza niveles perjudiciales, causada por el hongo *Leptosphaeria sacchari* V. Breda de Haan. Inicialmente, las manchas son rojizas y pequeñas, pero luego aumentan su tamaño; el centro de la lesión toma un color pajizo o ceniza característico, rodeado por un anillo café rojizo (Figura 49).

Con preferencia, las manchas se presentan en la parte apical de las hojas más viejas o bajas de acuerdo con las condiciones del suelo y desarrollo de las plantas; las lesiones pueden cubrir en su totalidad el área foliar de dichas hojas y tornarse ascendentes hacia el cogollo de las plantas.

La presencia de la enfermedad se asocia con un pobre desarrollo de las plantas ocasionado por la baja fertilidad de los suelos arenosos y los pedregosos. Con frecuencia se presenta en la POJ 2878 y en menor grado en la Co 421 y CP 3834, y ocasionalmente en la CP 57603, la Co 419 y la Azul Casagrande. La enfermedad no es considerada de mayor importancia económica como para aplicar medidas de control químico; además, se estima que la mayoría de las variedades utilizadas tienen algo de resistencia a la enfermedad.

Sin embargo, los estudios realizados en el área de influencia de la Hoya del Río Suárez, reportan que esta enfermedad ha llegado a afectar el 61.8% de la parte aérea de la planta con índices de severidad en el área de la lámina foliar superiores al 18.5%, además de alcanzar el 100% de distribución en las plantas evaluadas, especialmente en las variedades Co 421, CP 57-603, POJ 27-14, Co 419, POJ 28-78, Azul casagrande y Mx 64 - 1487; donde el patógeno se encuentra atacando a todas o a la mayoría de las plantas y con daños severos esporádicamente en las Regiones templadas húmedas (Th) y muy severos en áreas de influencia de la región Templada muy húmeda (Tmh). Cabe destacar que esta afección ha cobrado importancia económica en las regiones de producción de caña panelera.

1.1.4. Mancha de ojo *Helminthosporium sacchari* V. Breda de Haan (Buttler)

Aunque no reviste especial importancia, la mancha de ojo puede en algunas circunstancias tornarse destructora, si se siembran variedades susceptibles y el clima es favorable para el desarrollo del patógeno. Se difunde rápidamente con la presencia de humedad en las hojas; por esta razón la enfermedad es más seria durante el invierno. Sin embargo, las lluvias fuertes pueden lavar las esporas de las hojas, con lo cual se reduce la infección. Es causada por el hongo *H. sacchari* (V. Breda de Haan) (Butler), el cual produce lesiones que se caracterizan por presentar inicialmente un centro rojizo, con un halo amarillento bien marcado; este halo tiende a desaparecer a medida que aumentan las lesiones rojizas. Dependiendo de las condiciones de humedad relativa, las lesiones se pueden



Figura 46. Efecto del “Mal de piña” en la semilla, en diferentes estados de desarrollo



Figura 47. Pudrición de las raíces en la variedad POJ 2878, con síntomas avanzados hacia las raíces principales

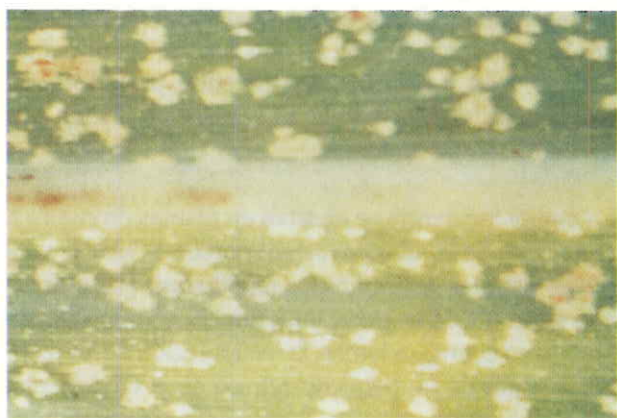


Figura 48. Mancha amarilla donde se observan puntos cloróticos alternando con manchas marrón rojizo

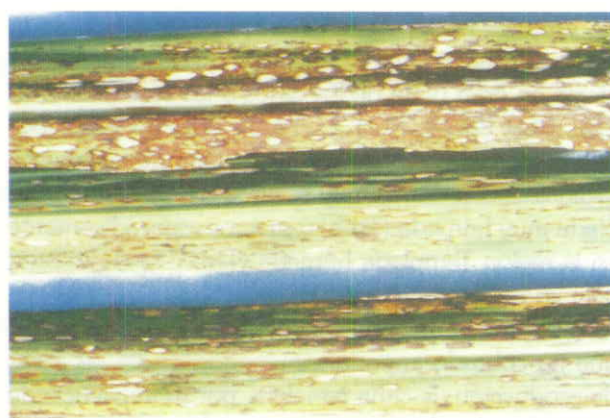


Figura 49. “Mancha de anillo” en hojas de la variedad Co 421

extender en forma longitudinal y afectar grandes áreas de la lámina foliar (Figura 50).

El hongo produce una toxina específica, que, aislada y usada sobre variedades de caña, sirve como sistema de reconocimiento de materiales resistentes sin producir la enfermedad.

Las variedades Co 419, Co 421 y Azul Casagrande, difundidas en zonas paneleras, presentan susceptibilidad a la afección. La enfermedad no tiene importancia económica en otras variedades comerciales como para establecer medidas de control, pues manifiestan resistencia genética.

A pesar de su escasa importancia, al igual que la mancha de anillo, se han encontrado asociadas estas dos enfermedades atacando a variedades como la Azul Casagrande, la Co 421 y la POJ 2714 en la zona cañera del municipio de Charalá, departamento de Santander, y afectando el 98.0% de la parte aérea con niveles de severidad del 45.6% en la totalidad de las plantas evaluadas y un índice de mortalidad de tallos en campo superiores al 40%. Estos estudios resaltan la necesidad de conocer su efecto real sobre la producción de caña panelera, mediante estudios específicos de evaluación de daños ocasionados por este complejo (Figura 51).

En estudios posteriores realizados en la región de la Hoya del Río Suárez se encontró que este patógeno afecta en gran parte de los casos a las variedades Co 421, POJ 28-78, POJ 27-14, H 507209 y Mx 64-1487 atacando a todas o a la mayoría de las plantas evaluadas con daños muy severos en la Región Templada muy húmeda (Tmh) y severos esporádicamente en la región Templada húmeda (Th).

Al igual que la mancha de anillo, es una enfermedad que ha cobrado importancia económica en las áreas de producción de caña panelera, por su frecuencia de aparición y los daños que causa en los cañaduzales.

El complejo *Helminthosporium sacchari* - *Leptosphaeria sacchari*, tiende a ser más virulento especialmente en variedades de alta susceptibilidad, y en la medida que se torna severo puede producir mortalidad de tallos en campo, como la situación re-

portada en lotes comerciales de Charalá - Santander en las variedades Co 421, POJ 27-14, POJ 28-78 y Azul casagrande.

1.1.5 Pokka Boeng o cogollo retorcido. *Gibberella moniliformis* (Sheldon) Wineland (fase perfecta) y *Fusarium moniliforme* Shel. Snuyd et Hans (fase imperfecta)

La enfermedad del cogollo retorcido está muy propagada en todos los países productores de caña de azúcar y su importancia económica es relativa. Es causada por el hongo *G. moniliformis* (Sheldon) Wineland (fase perfecta) y *F. moniliformis* Sheldon Snuyd et Hans (fase imperfecta).

El primer síntoma consiste en el desarrollo de una clorosis hacia la base de las hojas jóvenes, seguida por un retorcimiento, malformación y reducción de las hojas afectadas. En algunas áreas cañicultoras, estos síntomas se encuentran acompañados por una pudrición severa del cogollo y muerte de la planta (Figura 52).

La mayor severidad e incidencia de la afección ocurre sobre plantas de las variedades CP 57603 y PR 61632 y, en menor grado, en la POJ 28-78. La enfermedad se transmite mediante la diseminación de las esporas por las corrientes de aire. Es más notoria cuando a un tiempo seco y caluroso le preceden períodos con condiciones de alta humedad relativa producida por las permanentes lluvias.

La mayor incidencia se observa en plantas de cuatro a seis meses de edad; pero según parece, nunca se producen ataques generalizados (epifitotias). Por esta razón se le ha dado poca importancia económica, teniendo en cuenta, además, la recuperación de las plantas después de un pequeño retraso en el crecimiento.

1.1.6 Carbón *Ustilago scitaminea* Sydow

El nombre de "carbón" se deriva de la masa negra pulverulenta de esporas (Figura 53), que siempre está asociada con la enfermedad. Es causado por el hon-

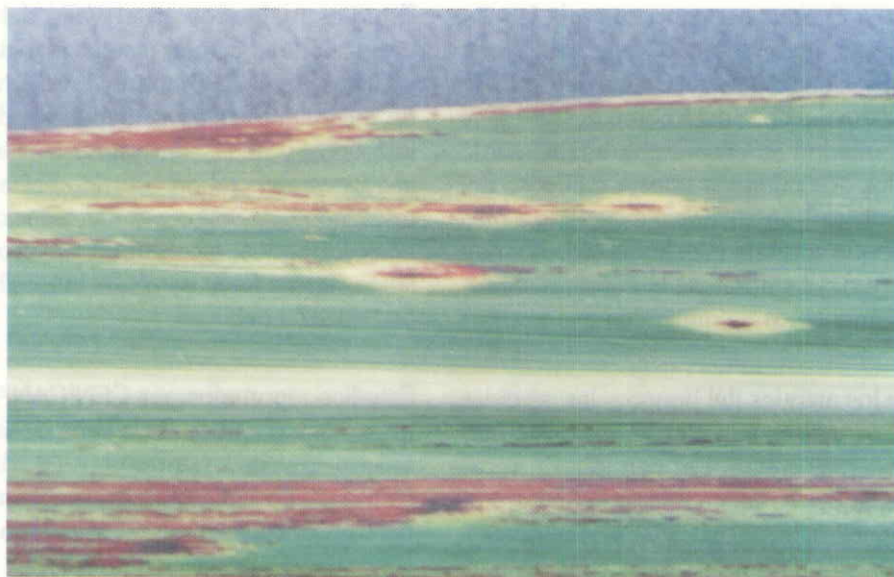


Figura 50. "Mancha de ojo" en hojas de la variedad MZC 74275



Figura 51. Síntomas severos del complejo "Mancha de ojo - Mancha de anillo" encontrados en el Municipio de Charalá Sanander



Figura 52. Pokkah-boeng con clorosis hacia la base de las hojas jóvenes

go *U. scitaminea* Sydow, perteneciente a la familia de las ustilagináceas, presente en el Valle del Zulia y Codazzi desde 1979, en el valle del Cauca desde 1981 y en el área panelera del Valle del Roperero desde 1987. En 1983 la enfermedad se encontraba ampliamente diseminada en los dos primeros sitios; en el caso del Valle del Cauca, el "carbón" se había extendido a más de 2.400 ha, aunque con una incidencia todavía muy baja (4.2 látigos/ha). El carbón de la caña puede reducir significativamente los rendimientos.

La severidad de los ataques del hongo y las pérdidas económicas, ocasionadas van desde insignificantes hasta niveles bastantes graves. Las pérdidas en socas son mayores (hasta del 70%), en relación con las producidas en las plantillas (hasta del 29%). Los tallos afectados por carbón aumentan la producción de miel por incremento de azúcares reductores y por disminución de la concentración de sacarosa.

Las plantas afectadas presentan elongación de los entrenudos y los tallos desarrollan una estructura característica similar a la de un látigo en la parte terminal (síntoma primario, Figura 54); las hojas toman una posición semierecta; sin embargo, también se puede apreciar la formación de "lalas" con posterior desarrollo del látigo, al cual se le conoce como síntoma secundario (Figura 55).

Los látigos varían en tamaño; van desde unos pocos cm hasta más de 1 m; pueden ser erectos o ligeramente curvados y los muy largos toman forma de rizo. En la parte central, el látigo se forma de parénquima y tejido fibro-vascular rodeado de gran cantidad de esporas (aproximadamente 1 a 5×10^{11} esporas por látigo), encerradas inicialmente por una capa membranosa que al final se rompe y deja al descubierto las esporas. Además de la producción de látigos, puede ocurrir la formación de brotes herbáceos (Figura 56), constituidos por la presencia de 25 ó más brotes por cepa infectada, sin ninguna porción molible y en ocasiones sin formaciones de látigos.

En Colombia la enfermedad se ha presentado con mayor severidad en las variedades: B 49119, CP 57603, CP 5973, NCO 310, CP 65357, Phil 5333, H 371933, Co 740, PR 1117, H 507209, HJ 5741, MZC 74275, Co 419 y Co 421.

Estudios realizados en el Valle del Cauca sobre la evaluación del carbón y su incidencia anual en cepas y látigos desde 1981 hasta 1988, muestran una tasa de incremento relativo, dependiendo de la zona de incidencia y de las variedades afectadas. Evaluada la incidencia del carbón ocurrida hacia el año de 1988, resultaron 659.982 cepas afectadas con 3.130.885 látigos formados, alcanzando un promedio de 29.24 látigos formados y de 89.24 látigos/ha en un área de 56.941.22 hectáreas.

Estudios reportados por CENICAÑA en 1990, determinan que el carbón de la caña de azúcar ha sido una enfermedad de lenta distribución, diseminación e incremento en Colombia y especialmente en el Valle del Cauca, cuya expresión está dada mediante la relación exponencial $Y = 352.8 e^{1.2x}$, donde "Y" es la cantidad de látigos producidos en "X" número de años, a partir de 1.981 como primer año. Relación ésta que a 1.990 les permitió hacer un pronóstico crítico de incidencia de la enfermedad, teniendo en cuenta los efectos en la producción de la variedad CP 57-603 dados por la relación $Y = 183.7 - 2.5 X$, donde "y" es la producción de caña (ton/ha) a un porcentaje "X" de tallos infectados.

Entre las variedades más cultivadas, la CP 57603 continúa siendo la de mayor incidencia de la enfermedad. Sin embargo, la alta afección en POJ 2878 posiblemente se deba a mezclas con variedades susceptibles, las cuales la someten a una presión de inóculo constante.

La mejor forma de controlar la afección se logra mediante el uso de variedades resistentes como PR 61632, PR 1141, PR 671070, POJ 28-78 y RD 75-11, considerados los materiales locales en zonas paneleras de mejor comportamiento.

De igual manera, es importante estimular entre los productores de caña, el establecimiento de semilleros con material sano, semilla que debe tratarse en agua caliente o fría con triadimefón, triadimenol o CGA 64250 (Tilt) (250 - 500 ppm), durante un mínimo de 5 minutos. La semilla así tratada tiene una protección hasta de seis meses.



Figura 54. Carbón en la variedad H507209, en cuya parte terminal del tallo se observa la elongación del látigo



Figura 53. Látigo con producción de esporas de carbón



Figura 56. Formación de brotes herbáceos en cepa infectada por carbón en el material H507209



Figura 55. Síntoma secundario

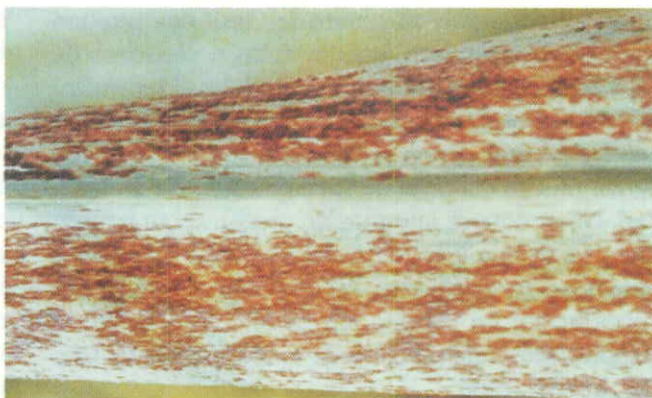


Figura 57. Roya en la variedad CP 57603 con producción de pústulas y esporas

Al igual que la enfermedad del Raquitismo de las socas, el complejo fungoso Mancha de ojo - Mancha de anillo y los nemátodos, el carbón de la caña se constituye en una enfermedad de alta prevalencia y limitante en el sistema de producción caña panelera en la Hoya del Río Suárez y Chicamocha.

1.1.7 *Roya Puccinia melanocephala* H. Syd & P. Syd

Esta es una enfermedad que se halla ampliamente distribuida por todos los países del área del Caribe, afectando principalmente la variedad B 4362. En Colombia se encuentra en el Valle del Zulia, Codazzi y Valle del Cauca y en zonas paneleras del suroeste y occidente antioqueño.

La roya es causada por el hongo *P. melanocephala* H. Syd & P.Syd, el cual ataca el sistema foliar de la planta y se presenta con mayor intensidad en plantas de seis semanas a seis meses de edad. Inicialmente desarrolla pequeñas manchas cloróticas y alargadas de color amarillento, visibles en ambos lados de la hoja. En este estado se puede fácilmente confundir con un desorden genético llamado «Flecking» o pecas genéticas, que al aumentar de tamaño, toman un color herrumbroso y se rodea de un halo amarillento pálido (Figura 57).

Las lesiones forman pústulas en el envés, aunque pueden también aparecer en el haz. Al ocurrir la rotura de la epidermis se liberan masas de esporas de color anaranjado, las cuales son fácilmente diseminadas por el viento a grandes distancias.

Cuando el ataque es severo las lesiones pueden coalescer, formándose grandes áreas o secciones de color rojizo oscuro y llegando a producir el secamiento de las hojas. Después de los seis meses de edad, las plantas presentan una recuperación cuyo grado depende mucho del nivel de susceptibilidad de la variedad. No se conoce información precisa sobre las pérdidas físicas que la roya pueda ocasionar. En algunos países se le considera un problema mayor sin importancia; en cambio, en otros, como Cuba, la responsabilizan de pérdidas de 1.300.000 ton de azúcar durante 1980.

En áreas de influencia de la Hoya del Río Suárez, la

enfermedad se reportó afectando las variedades POJ 27-14, MZC 74-275 y CP 57-603, aunque con una frecuencia ocasional de aparición con daños severos esporádicamente en regiones de influencia Templado húmedo (Th) y con daños leves en cultivares de la región Templada muy húmeda (Tmh). Aunque actualmente no es una enfermedad limitante, es importante continuar con prácticas de seguimiento que permitan conocer el avance de la afección en la región.

Una medida de control adecuada la constituye el cambio de la variedad B 4362 o de aquellas consideradas altamente susceptibles, por variedades resistentes tales como: POJ 28-78, EPC 54839, PR 61-632, ICA 6911, RD 75-11. Los fungicidas aplicados al follaje han resultado ineficaces.

1.2 ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

1.2.1 Raquitismo de la soca (R.S.D.) *Clavibacter xyli subsp xyli* Davis et al

Esta enfermedad ha sido registrada como una de las más importantes en los países productores de caña de azúcar, en donde ha causado grandes pérdidas físicas y económicas. Desde 1945, época en que se presentó por primera vez en Colombia, se tuvo la información sobre el origen viral del agente causal, pero las partículas virales no se llegaron a observar. A partir de 1973 se ha considerado que el agente causal del raquitismo de las socas es una bacteria que siempre se localiza en tejido enfermo sano. La bacteria corresponde al género y especie *Clavibacter xyli subsp xyli* Davis et al.

Los síntomas de la enfermedad varían de acuerdo con condiciones ecológicas, variedad, número de socas, edad de las plantas, etc., las plantas afectadas generalmente sufren retardo en el crecimiento, tendencia a disminuir el número de tallos por cepa, y los tallos son más cortos y delgados. En la zona del nudo, en ciertos casos puede presentar síntomas visibles caracterizados por coloraciones en forma de comas o puntos rojo anaranjados, síntomas que a nivel de campo son difí-



Figura 58. Raquitismo de la soca en la variedad POJ 2878 donde se observan las "comas" de color rojo anaranjado en la zona nodal

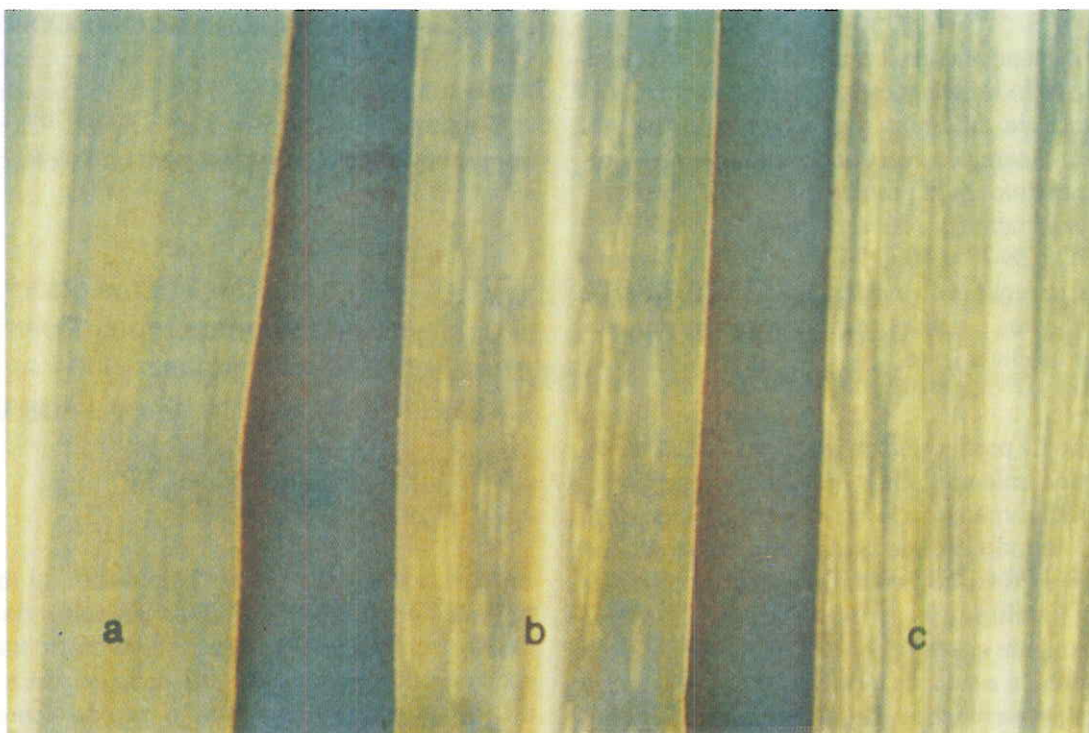


Figura 59. Mosaico de zonas cloróticas que alternan con el verde oscuro de las hojas (Tomado de CENICAÑA, Serie Técnica No.2, 1984)

ciles de apreciar (Figura 58). El efecto principal de la enfermedad consiste en una reducción gradual del rendimiento a medida que aumenta el número de socas, el cual puede correlacionarse significativamente con el incremento en la incidencia de la afección, según el número de cortes efectuados.

La variación de las pérdidas en el rendimiento ocurre de acuerdo con la variedad, la ecología de la zona y el grado de afección. En Australia se han registrado pérdidas del 10 al 15% en plantillas y entre 20 y 25% en socas. En condiciones de sequía, las pérdidas pueden ser mayores. En Hawai se encontró que bajo riego normal las pérdidas eran del 14.7%, pero en condiciones irregulares de riego, las pérdidas ascendían a 33,6%. En Palmira las pérdidas registradas variaron entre 65 y 70% en la variedad EPC 33833.

En general, se asume que el raquitismo de las socas reduce el rendimiento entre 15 y 30%, según la variedad y las condiciones de crecimiento. Cuando la variedad es afectada además por mosaico, los efectos del raquitismo pueden ser mayores.

Mediante evaluaciones realizadas en el Valle del Cauca por el "Servicio de Diagnóstico de Raquitismo", durante el mes de diciembre y el acumulado del año 1988, en comparación con años anteriores, se observa un incremento en el promedio de raquitismo causado principalmente por las variedades Mex 5229, PR 61-632, POJ 28-78 y MZC 74275. De 145 muestras evaluadas, se registraron incidencias de 0; 40.0 y 3.0% correspondientes a niveles mínimos, máximos y promedios, respectivamente.

En las zonas de producción de caña panelera, se constituye en una enfermedad de importancia económica y más específicamente en la Hoya del Río Suárez donde se ha detectado la bacteria atacando las variedades POJ 28-78 y PR 61-632 en todas o la mayoría de las plantas evaluadas con efectos severos esporádicamente en las regiones Th y Tmh; donde el problema tiende a ser más incidente en la medida que los cultivos llevan muchos años sin ser renovados (más de 15 a 20 años) con decrecimientos significativos en la producción de caña y panela.

Para el control es conveniente emplear semilla libre de la enfermedad, prevenir su diseminación y usar variedades resistentes. La obtención de semilla libre de raquitismo puede lograrse mediante el tratamiento del material de caña con aire caliente (54^o C por 8), agua caliente (50^o por 2) o vapor aireado (54^oC por 4). Con aire caliente es necesario efectuar el tratamiento al mismo lote de semilla durante tres períodos vegetativos seguidos, con el fin de obtener semilla aparentemente libre de la afección.

Además del tratamiento de la semilla se debe prevenir la diseminación de la enfermedad mediante la desinfección de la herramienta utilizada en el corte y cosecha de los tallos.

La desinfección puede hacerse usando productos tales como vanodine o sanivet al 1%, o mediante la exposición al fuego de los implementos de corte. La bacteria permanece viable hasta ocho días en la hoja del machete si ésta no es desinfectada.

La forma más económica para controlar la enfermedad se hace a partir del uso de variedades resistentes; sin embargo, éstas se encuentran en su etapa de desarrollo. Las variedades CP 29116, Q 50, CO 775, CB 47355, CB 4962 e IAC 52/150 se han catalogado como tolerantes y la 606909 como inmune a la enfermedad. En Colombia, la variedad PR 61-632 ha mostrado buen desarrollo frente a la infección de la bacteria.

1.3 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

1.3.1 Mosaico (SCMV)

Antes conocido como "rayado amarillo", el mosaico se halla difundido en casi todos los países donde se cultiva la caña a nivel comercial. El mosaico fue calificado como la enfermedad más seria en África Oriental. En 1920 causó gran alarma cuando apareció en Trinidad, pero la entresaca sistemática redujo la infección a un grado muy bajo.

En 1935 el investigador Brandes, reportó nuevas razas de mosaico en la caña y señaló que su control no se lograría únicamente por erradicación; enfatizó en la hibridación con el fin de obtener variedades resistentes. En 1933, el fitopatólogo Ramón Mejía Franco la reportó en Colombia, tras detectarla en las riveras del Río Cauca, departamento de Antioquia en variedades criollas de alta susceptibilidad.

El mosaico se caracteriza por los síntomas que aparecen en el follaje, cuya intensidad depende de la variedad y el tipo (o variante) del virus. Sus daños, consisten en la destrucción de la clorofila, y en las hojas afectadas se observan zonas verdes oscuras alternando con zonas cloróticas (Figura 59).

El investigador estadounidense G.A. Gillasper, identificó las variantes A, B y D del virus del mosaico, en trabajos realizados con diferentes variedades y número de muestras tomadas en el Valle del Cauca y, en algunos casos, reportó muestras de partículas de las variantes A y B del citado virus.

En algunos Ingenios azucareros del Valle del Cauca se detectó en 1978 la incidencia de mosaico en cultivos de la variedad CP 57603, los cuales presentaron un promedio de infección del 15%. En 1983 esta incidencia aumentó considerablemente en todo el departamento y el promedio llegó al 25,8%, aunque algunos lotes sufrieron ataques del 90 y 100% de ataque.

La gran incidencia de mosaico en la variedad CP 57603 no necesariamente significa que ésta sea altamente susceptible, sino que refleja el incremento en las siembras de que fue objeto este material durante 1976 a 1983, sin que se hubieran tomado las medidas de control necesarias. El agente causal de la enfermedad lo transmiten las semillas y los áfidos.

En la Hoya del Río Suárez, el virus del mosaico se reportó en la variedad APTA 8, motivo por el cual esta variedad se descartó de la colección Regional. Su aparición se ha dado ocasionalmente y con daños severos esporádicamente en la región Templada húmeda (Th) y aún no se ha detectado en cultivares del área de influencia de la región Templada muy húmeda (Tmh).

El principal efecto del mosaico se manifiesta en un retardo en el desarrollo de las plantas con la consiguiente reducción en la producción, la cual depende de la variedad de caña afectada, de la variante o raza del virus, así como de las condiciones ecológicas del lugar; las pérdidas pueden variar entre 2.5 y 33.4%.

El control de esta afección es una de las medidas más difíciles de aplicar con éxito. Los sistemas más usuales consisten en: eliminación de plantas enfermas, uso de semilla libre de enfermedad, siembra de variedades resistentes y prácticas de cultivo.

La eliminación de plantas enfermas puede mantener en niveles bajos la incidencia, dependiendo de la variedad o variante del virus, la cual se considera como una práctica costosa por el número de jornales que se requieren; de ahí que en ciertas zonas cañicultoras se haya incrementado el uso de herbicidas para la eliminación de plantas (glifosato, 20 cm³ de producto comercial por litro de agua).

El agente causal del mosaico es sensible a temperaturas perjudiciales para la semilla, razón por la cual es difícil establecer lotes con semilla libre de enfermedades mediante los tratamientos de termoterapia.

Entre las variedades cultivadas en nuestro medio que se destacan como altamente resistentes figuran: la POJ 28-78; la POJ 2714 y la Azul Casagrande; y como resistentes: CP 3834; CO 419, CO 421, B 49119; EPC 54839, EPC 48863 y PR 61-632, RD 75 - 11 y PR 1141.

1.3.2 Raya clorótica

Es una enfermedad de posible origen viral que causa grandes pérdidas en las variedades susceptibles y se presenta en muchos países azucareros. Su origen viral y las posibilidades de que su agente causal sea un micoplasma, hongo o bacteria, aparentemente han sido descartadas.

Se caracteriza por presentar bandas continuas amarillentas en las hojas adultas y discontinuas en las hojas jóvenes o en los estados iniciales de la infección. Los márgenes de las lesiones son irregulares, lo cual permite diferenciarla de otras afecciones con síntomas si-



Figura 60. Roya clorótica en la variedad POJ 2878 en la cual se observan bandas amarillas con bordes irregulares



Figura 61. Daño en el sistema radical producido por el ataque de nematodos

milares (Figura 60). En estados avanzados estas bandas pueden presentar necrosis del tejido en la parte central de la lesión.

Se observa con mayor frecuencia en plantas adultas próximas a la cosecha y con menor intensidad en plantas jóvenes. La enfermedad se ha registrado como transmitida a través de raíces, semillas o insectos.

La importancia económica de esta afección radica básicamente en la reducción de la germinación de la semilla proveniente de plantas enfermas, tanto en plantilla como en soca, y en la disminución del rendimiento. Esta reducción depende de las variedades y áreas donde se encuentran las plantas y puede variar entre 22.4% y 38.3%, según experimentos realizados en Australia. Normalmente, en tierras bajas y mal drenadas hay mayor incidencia de raya clorótica, lo mismo que en suelos pobres.

En la Hoya Hidrográfica del Río Suárez, la raya clorótica se detectó en la variedad POJ 28-78 con un daño moderado sin pérdidas económicas en la región Templada húmeda (Th), mientras que en la zona climática Templada muy húmeda se presentó ocasionalmente con daños leves.

Entre las medidas corrientes de control, además de someter la semilla a los efectos de la temperatura, se incluye el uso de variedades resistentes, entre las cuales se mencionan como moderadamente susceptibles la POJ 2878; CP 3834; POJ 2714; Co 419; Co 421 y la EPC 48863.

1.4 DAÑOS CAUSADOS POR NEMÁTODOS

Los nemátodos, fitoparásitos de la caña de azúcar, han sido estudiados desde 1880, pero apenas en 1953 se determinó su patogenicidad; se encuentran ampliamente distribuidos en todas las zonas cañeras del mundo.

En el Valle del Cauca se ha establecido que los más altos grados de frecuencia de nemátodos en las mues-

tras estudiadas las presentan el *Tylenchorhynchus spp.*, el *Pratylenchus spp* y el *Helicotylenchus spp.*, nemátodos que producen lesiones necróticas y destrucción de las raicillas secundarias, síntomas que también los pueden presentar nemátodos como: *Criconemoides spp*; *Xiphinema spp* y *Trichodorus spp*. Igualmente, *Meloidogyne spp.* y *Radopholus spp.*, afectando las raíces en las cuales producen agallas o nudosidades (Figura 61).

Como consecuencia del daño causado en su sistema radical, las plantas presentan follaje clorótico y tallos delgados y más cortos que se marchitan fácilmente durante los períodos de alta transpiración o sequía. Las pérdidas varían de acuerdo con la variedad afectada y la zona ecológica. En Panamá, cultivos con la variedad B 4362 han registrado disminuciones en los rendimientos superiores al 25%; igualmente en Australia se han contabilizado pérdidas hasta de 25 ton/ ha tanto en plantillas como en socas.

Los estudios de nemátodos fitoparásitos en caña panelera en la Hoya del Río Suárez, reportan en la mayoría de las muestras analizadas tanto en suelos como en raíces, una alta población de nemátodos fitoparásitos, los cuales están relacionados con daños y/o lesiones en el sistema radicular de las plantas.

En la Tabla 50, se observa la distribución porcentual de nemátodos fitoparásitos aislados de suelos de diferentes lotes comerciales, donde se indica claramente que los géneros *Pratylenchus sp*, *Tylenchus sp* y *Tylenchulus sp* son los predominantes en las muestras de suelos analizadas.

La Tabla 51, reporta la distribución porcentual de nemátodos fitoparásitos aislados de muestras de raíz de plantas de caña, donde los géneros *Meloidogyne sp*, *Tylenchulus sp* y *Heterodera sp*, son los géneros de mayor predominancia asociados con los daños en el sistema radicular de las plantas. Es importante mencionar que aquellos lotes procedentes de rastrojos viejos de caña fueron los que presentaron mayor infestación con nemátodos.

Tabla 50. Distribución porcentual de nemátodos fitoparásitos aislados de muestras de suelos provenientes de lotes comerciales de caña panelera en la Hoya del Río Suárez

Género	Conteo en muestras		Frec. de aparición	
	Nº	%	Nº	%
<i>Pratylenchus sp</i>	1.121	49.23	33	100.0
<i>Tylenchus sp</i>	696	30.57	30	90.9
<i>Tylenchulus sp</i>	211	9.27	20	60.6
<i>Meloidogyne sp</i>	84	3.69	16	48.5
<i>Paratylenchus sp</i>	50	2.20	7	21.2
<i>Ditylenchus sp</i>	21	0.92	7	21.2
<i>Tylenchorhynchus sp</i>	18	0.79	3	9.1
<i>Rotylenchus sp</i>	17	0.75	7	21.2
<i>Heterodera sp</i>	13	0.57	16	48.5
<i>Otras spp *</i>	46	2.01	8	24.2
TOTAL	2.277	100.00	—	—

* Corresponde a 8 géneros que del total de la muestra no sobrepasa el 2.01 %.

Tabla 51. Distribución porcentual de nemátodos fitoparásitos de muestras de raíz en plantas de caña procedentes de lotes comerciales de la Hoya del Río Suárez

Género	Conteo en muestras		Frec. de aparición	
	Nº	%	Nº	%
<i>Meloidogyne sp</i>	1047	48.2	30	96.8
<i>Tylenchulus sp</i>	891	41.0	31	100.0
<i>Heterodera sp</i>	214	9.8	23	74.2
<i>Pratylenchus sp</i>	11	0.5	6	19.4
<i>Tylenchulus sp</i>	6	0.3	3	9.7
<i>Otras spp *</i>	4	0.2	4	12.9
	2.173	100.0	—	—

* Corresponde a 4 géneros, que alcanzan el 0.2% del total de la muestra.

El mejor control de estos patógenos se ha logrado con el uso de nematicidas tales como Furadán 5G en dosis de 5 kg de i.a./ha o Temik 10G en dosis de 3 a 5 kg de i.a./ha. En estudios experimentales hechos con estos productos se han obtenido incrementos en la producción entre 14 y 81%.

El Furadán 5G y el Temik 10G son también insecticidas con propiedades sistémicas; por consiguiente, también pueden disminuir el daño producido por barrenadores del suelo.

Entre las medidas de control más eficaces sobresalen el descanso del suelo, que debe ser superior a los 12 meses, la rotación y los cultivos

trampa; incluso se podría hablar de variedades resistentes aunque verdaderamente no se conoce el grado de resistencia.

En la Tabla 52 aparecen algunas de las variedades de mayor distribución en las áreas productoras de caña panelera y se indica su comportamiento ante el ataque de enfermedades de carácter patogénico. Los datos fueron obtenidos de reportes de diversas fuentes, especialmente de los suministrados por CENICAÑA.

1.5 CONTROL DE LAS ENFERMEDADES

En el transcurso de la presentación de este tema se

han mencionado aspectos y medidas importantes para lograr buenos resultados en la erradicación y prevención de enfermedades de la caña panelera. En este capítulo se pretende hacer una síntesis sobre las principales medidas conocidas para atacarlas con el objetivo de lograr un complemento que permita una mayor eficiencia en el control de las mismas.

1.5.1 Tratamiento de la semilla

El uso de la termoterapia en cualesquiera de sus formas es un instrumento importante para complementar un esquema eficiente que viabilice la producción de semilla libre de patógenos. Los principales sistemas utilizados son:

Tabla 52. Comportamiento de variedades de caña respecto a enfermedades patogénicas

Variedad	Mancha Anillo		Mancha de ojo		Pok. Boeng.		Carbón		Roya		RSD		Mosaico		Raya clorótica			
	S	R/T	S	R/T	S	R/T	S	R/T	S	R/T	S	R/T	I	S	R/T	S	R/T	
	POJ 2878	*		*		*		*		*		*				*	*	
POJ 2714	*		*		*	*			*		*				*	*		
Co 421		*	*		*		*		*		*				*	*		
Co 419		*	*		*	*			*		*				*	*		
CP 57603	*		*		*		*		*		*			*				*
PR 61-632	*		*		*		*		*		*				*			*
PR 11 41	*		*		*		*		*		*				*			*
RD 75-11	*		*		*		*		*		*				*			*
Azul casagrande	*		*		*	*	*	*	*						*	*		
CP 3834	*		*		*	*			*						*	*		
B 4362	*		*		*	*			*									
H 507209	*		*		*	*			*						*			
MZC 74275	*		*		*	*			*		*				*			
H 606909														*				

S. Susceptible

R/T Resistente/Tolerante

I: Inmune.

A. Agua caliente

Es un medio altamente efectivo contra el raquitismo de la soca. Se basa en el empleo de agua caliente a 50°C o más, con diferente período de duración, según la temperatura o patógeno por controlar. Este sistema es efectivo en el control de una amplia gama de enfermedades de la caña.

B. Aire caliente

Opera generalmente a una temperatura de 54°C durante ocho horas continuas. En comparación con el sistema anterior, el aire caliente es menos perjudicial para la semilla y permite el tratamiento de tallos jóvenes con nudos inmaduros. Este comportamiento puede deberse a un incremento gradual de la temperatura.

No obstante lo anterior, el aire caliente es menos eficiente para el tratamiento de enfermedades y requiere un manejo más dispendioso por cuanto hay que remover todo el material extraño a la semilla. Además se ha observado variabilidad en el control debido a que por cambios en el volumen o acomodamiento de la semilla no se logra equilibrar la temperatura dentro de la masa de semilla.

C. Vapor aireado

Este sistema ha sido desarrollado considerando las ventajas y desventajas de los sistemas anteriores. Se basa en la mezcla de aire y vapor, en donde una cantidad constante de aire es mantenida a una determinada temperatura mediante la adición permanente de vapor, a 54°C durante 4 horas. Sus ventajas son: Mayor versatilidad, o sea que la semilla puede ser o no limpiada de material extraño; requiere menos mano de obra y el tiempo de tratamiento es más corto que el tratamiento con aire seco caliente.

En la Tabla 53 se puede apreciar el control de enfermedades mediante el uso de sistemas con tratamiento térmico de la semilla.

A. Control de malezas

Para el mantenimiento de campos de caña de azúcar relativamente libres de enfermedades, deben integrarse una serie de labores que permitan un óptimo desarrollo del cultivo y, a su vez, disminuyan el riesgo de infección ocasionado por algunos patógenos. Una de estas labores es el control de malezas pues se ha comprobado que éstas pueden ser hospederos de vectores o fuentes de inóculo, como el caso de la *Rotboelia exaltata*, conocida comúnmente como «la caminadora», la cual puede ser afectada por carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow).

Tabla 53. Control de enfermedades con tratamiento térmico de la semilla

Sistema - Temperatura	Tiempo	Controla
1. Agua caliente	50 °C	Carbón R. clorótica Algunas plagas
	50 °C	R S D
	54.8 °C+ 57.3 °C+ 57.3 °C	C/7' Repetir esta secuencia a las 24h
2. Aire caliente	54 °C	R S D R. clorótica
	54 °C	R. clorótica
3. Vapor aireado	54 °C	R. clorótica

B. Fertilización

El medio nutritivo sobre el cual se desarrolla el cultivo tiene influencia sobre la manifestación de algunas enfermedades.

En aplicaciones altas de N, es más fuerte el ataque de *Pythium* sobre variedades susceptibles.

Mediante estudios efectuados en soluciones nutritivas se ha comprobado que las deficiencias de Ca, Fe, Mg, Mn, P, K y S favorecen el desarrollo de la pudrición de la raíz.

La mancha de ojo es más severa en plantaciones que crecen en suelos muy fértiles o que han recibido fuertes dosis de N.

La mancha café es más notoria en cultivos plantados en suelos pobres, obteniéndose un control eficaz cuando se agregan cantidades adicionales de K y especialmente de P al suelo.

C. Drenaje

Las raíces de las plantas requieren un balance adecuado de aire y agua en el suelo para lograr un óptimo desarrollo. En drenajes deficientes hay condiciones que favorecen el desarrollo y presencia de algunas enfermedades, de las cuales la más importante es la raya clorótica que se encuentra estrechamente ligada a las condiciones de un drenaje pobre.

D. Desinfección de herramientas

Ciertas enfermedades se transmiten por la semilla; por

esta razón, al cortarla es conveniente desinfectar adecuadamente la herramienta de corte. Los métodos de desinfección más conocidos y usuales son el flameado y el empleo de productos químicos como el lisol y el formol para impregnar las herramientas.

E. Corte rasante de la soca

En lugares donde se corta la caña a ras de suelo, es conveniente hacer una labor de cepillada o destoconada, a fin de evitar la aparición de patógenos, que crecen rápidamente aprovechando la fermentación del tallo; o también la penetración de algunas plagas que puedan abrir galerías dentro de la cepa y faciliten así la entrada de microorganismos que propician el deterioro de la misma.

1.5.3 Semilleros básicos

Una alta producción de caña de azúcar se asocia con la buena calidad de la semilla, la cual está determinada por la sanidad, la pureza varietal y la capacidad de germinación de la semilla.

La observación en conjunto de estos factores, requiere un sistema planificado de producción de semilla libre de enfermedades mediante semilleros básicos que han sido sometidos previamente a un tratamiento térmico y a un estricto manejo fitosanitario, para luego realizar incrementos a escala semi-comercial, hasta alcanzar las cantidades necesarias para las siembras comerciales.

Estos esquemas de producción de semilla generalmente tienen niveles mínimos de tolerancia de acuerdo con la enfermedad y el ciclo vegetativo del cultivo.

Beneficio de la Caña Panelera*

 **Gilberto Sandoval S.**¹
Compilador



El término “beneficio” incluye el conjunto de operaciones tecnológicas posteriores al corte de la caña que conducen a la producción de panela, según el orden siguiente: apronte, molienda, limpieza, clarificación y encalado, evaporación del agua y concentración de las mieles, punteo y batido, moldeo, enfriamiento, empaque y embalaje.

¹ Ing. Mecánico, CORPOICA - CIMPA

* Este capítulo fue extractado de: García, H.R.; Quiroga M.C.; Baquero W.; y Guerrero J.C., 1997, LA PANELA BIOLÓGICA: Recomendaciones para su obtención. Tibaitatá.



Figura 62. Operaciones de beneficio en la producción de panela.

1. APRONTE

La operación conocida como “apronte” se refiere a las acciones de recolección de la caña cortada, su transporte desde el sitio de cultivo hasta el trapiche y su almacenamiento en el depósito del trapiche, previo a la extracción de los jugos en el molino.

La caña debe permanecer el menor tiempo posible en el sitio de cultivo después del corte, puesto que el sol deshidrata el tallo y acelera el desdoblamiento de la sacarosa; ello aumenta la concentración de azúcares invertidos en los jugos del tallo, disminuye los rendimientos de producción de panela y reduce su calidad. Ya en el trapiche, la caña no debe permanecer en espera por más de cinco días, pues al sobrepasar este tiempo se presentan aún mayores incrementos en los contenidos de azúcares reductores, lo cual afecta la eficacia del proceso de limpieza y se obtendrá una panela de consistencia excesivamente blanda que se parte con facilidad. Para mejorar la textura y el “grano”, los productores suelen aumentar el uso de cal, recurso incompatible con la fabricación de panela orgánica. Cuando ocurre tal situación, y en vista de los bajos precios con que se castiga la panela de baja calidad, se recomienda como alternativa la producción de miel.

El tiempo de apronte depende, en última instancia, del estado de madurez de la caña: si ésta se corta en el

punto óptimo de madurez, puede durar almacenada en el trapiche entre dos y tres días antes de ser molida; pero si la caña se corta inmadura, el tiempo de almacenamiento se puede extender hasta 5 días.

2. EXTRACCIÓN DE JUGOS

En la etapa conocida como “molienda” o “extracción de jugos”, la caña se somete a compresión en los rodillos o mazas del molino (ver figura 63), lo cual propicia la salida del contenido líquido de los tallos. Para tener una idea de la eficiencia de este proceso de extracción, se calcula el valor porcentual que resulta de dividir el peso del jugo extraído y el peso de la caña molida. Se consideran satisfactorias aquellas relaciones que están entre 58 a 63%, es decir, cuando se obtienen de 580 a 630 kilogramos de jugo por tonelada de caña.

Los productos finales de esta fase son el “jugo crudo” y el “bagazo”; el primero es la materia prima que se destina a la producción de panela, mientras el segundo, se emplea como material combustible para la hornilla una vez se ha secado.

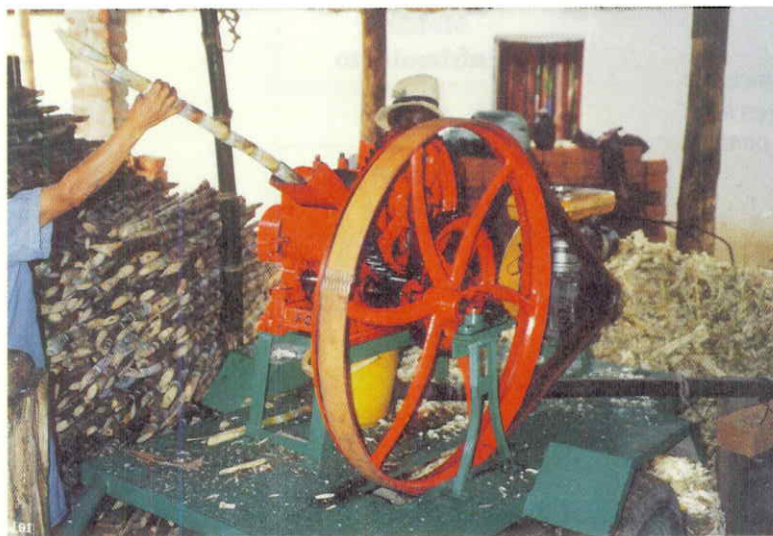


Figura 63
Molino horizontal
de tres mazas con
transmisión incorpo-
rada en la misma
base

En esta fase se recomienda de manera especial evitar la mezcla del jugo crudo con el aceite lubricante de los piñones del molino. Se ha observado que las protecciones usuales que trae el molino no bastan para controlar la contaminación de los jugos con sustancias no deseadas.

3. LIMPIEZA DE LOS JUGOS

En la operación de limpieza se retiran todas aquellas impurezas gruesas y de carácter no nutricional que se pueden separar de los jugos por medios físicos como la decantación (precipitación) y la flotación, así como por medios térmicos y bioquímicos que buscan obtener un producto de óptima calidad. Esta etapa consta de las operaciones de prelimpieza, clarificación y encalado.

3.1 PRELIMPIEZA

El jugo crudo y sin clarificar se limpia en frío utilizando un sistema de decantación natural, por efecto de la gravedad, desarrollado por el CIMPA y que se ha denominado “prelimpiador”. Este dispositivo retiene por precipitación una importante proporción de los sólidos contenidos en el jugo de caña, como son las partículas de tierra, lodo y arena; simultáneamente, por flotación, el prelimpiador puede separar las partículas livianas como el bagacillo, las hojas, los insectos, etc. Estas impurezas flotantes se deben retirar varias veces al día durante la molienda, dependiendo de su saturación en la superficie de los jugos que pasan por el prelimpiador.

Se recomienda retirar periódicamente los tapones de los orificios inferiores para evacuar los lodos acumulados en el fondo del prelimpiador, siempre y cuando el nivel de jugo sea bajo. El prelimpiador se debe asear siempre al final de la molienda, o como mínimo cada 8 horas cuando se trata de moliendas prolongadas,

usando para ello agua limpia; luego, se añade una lechada de cal concentrada para eliminar aquellos residuos de bacterias que pueden inducir procesos de fermentación en los jugos nuevos que llegan al prelimpiador.

El prelimpiador debe estar situado entre la salida del molino y el “pozuelo” o paila “recibidora”, aprovechando la gravedad para la conducción de los jugos. Cuando el volumen de molienda es significativo, es recomendable ubicar un segundo prelimpiador a continuación del primero, para asegurar una limpieza completa de los jugos (ver figura 64).

Los prelimpiadores se deben construir preferiblemente de acero inoxidable, con conducciones del mismo material y sus dimensiones van de acuerdo con el volumen de molienda de cada trapiche. Para lograr el mejor funcionamiento de los prelimpiadores, es preciso seguir las siguientes recomendaciones:

- * Colocar una malla en la salida de los jugos del molino, con el fin de atrapar las impurezas de gran tamaño que pueden saturar con rapidez la capacidad del prelimpiador.
- * Las placas retenedoras de impurezas no se deben mover de sus sitios cuando el prelimpiador se halle en uso.
- * Se debe cubrir la parte superior de los prelimpiadores para evitar la caída del bagazo y otros residuos de molienda en los jugos.
- * Mientras el prelimpiador se encuentre en uso, con un alto nivel de jugos, los orificios de evacuación de lodos deben estar bien cerrados.

3.2. CLARIFICACIÓN

En esta segunda fase, que tiene lugar en la paila recibidora o “descachazadora”, (Figura 65) la limpieza de los jugos ocurre gracias a la acción combinada del calentamiento suministrado por la hornilla y la acción aglutinante de ciertos compuestos naturales.

En efecto, al macerar las cortezas de algunos árboles y arbustos, como el Balso, el Guásimo y el Cadillo –que crecen en casi todos los pisos térmicos cálidos y medios del país en donde se fabrica panela–, se obtiene un mucílago que contiene polímeros celulósicos con

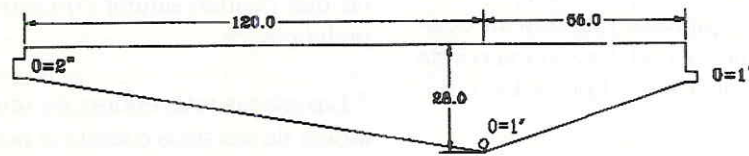
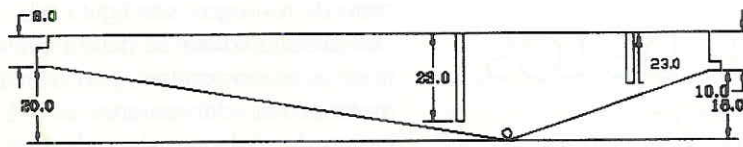
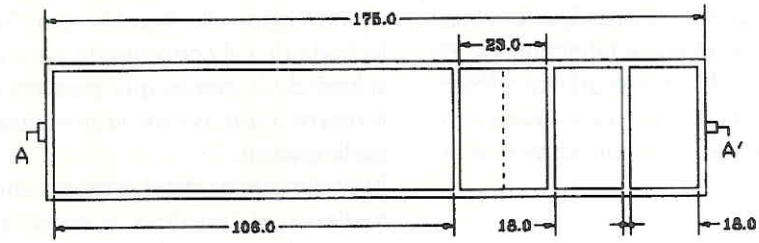
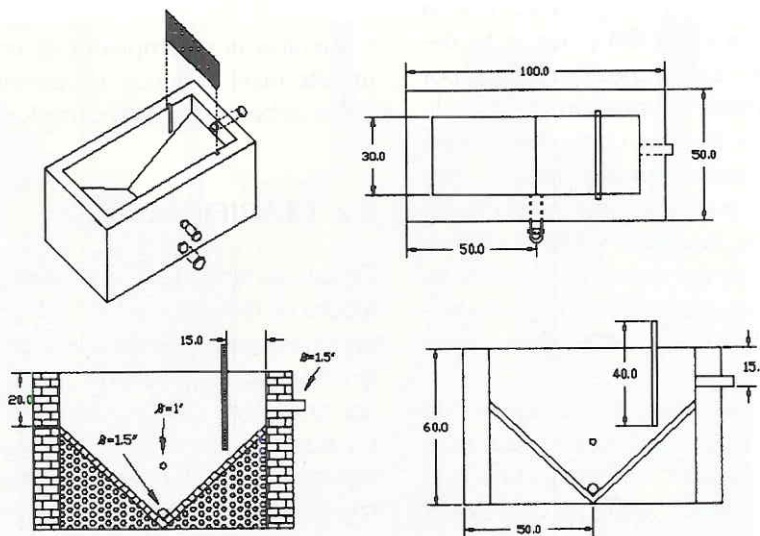


Figura 64. Vista de Techo, corte A-A' y vista de frente del preimplador 2.



Preimplador 1.

propiedades aglutinantes. Los sólidos en suspensión se agregan entre sí y forman una masa homogénea que se conoce como “cachaza”, la cual flota sobre el jugo y permite su superación manual. La clarificación mediante cortezas se suele realizar de dos maneras diferentes:

* La corteza clarificante se sumerge directamente en el jugo, operación que debe comenzar cuando se alcanzan temperaturas entre 60° y 70°C.

* Se añade al jugo una solución clarificante, la cual se prepara sumergiendo la corteza en agua hasta obtener un líquido viscoso.

Así, cuando los jugos llegan a temperaturas entre 75° y 82°C, se forma en la superficie la llamada “cachaza negra” –capa inicial de impurezas resultantes-, la cual se retira usando los recipientes llamados “cachaceras”. A continuación se forma una segunda capa conocida como “cachaza blanca”, más liviana que la anterior, que se debe remover con prontitud, pues si los jugos alcanzan la ebullición, se hace muy difícil remover las impurezas y la panela se torna susceptible al crecimiento de hongos y levaduras, al mismo tiempo que disminuye ostensiblemente su estabilidad y tiempo de almacenamiento. Por tanto, una clarificación adecuada determina, en gran parte, la calidad final de la panela y su color.

3.3. ENCALADO

En la última fase de la limpieza se adiciona cal con el objeto de regular el pH de los jugos. Un valor de 5.8 previene la formación de azúcares reductores y ayuda a la clarificación de los jugos porque hace flotar la materia orgánica. La cal usada debe ser de grado alimenticio para que no contamine la panela con sustancias indeseables; para facilitar la disolución en los jugos, el diámetro de las partículas de cal (su granulometría) debe ser fino.

El sobrecalentamiento de los jugos deriva en la formación de panela con colores oscuros de poca aceptación en el mercado. Por el contrario, una deficiente adición de cal favorece el incremento de azúcares invertidos en el producto final, lo que estimula su contaminación por hongos y reduce su vida útil.

Se ha observado que requiere mayor inclusión de cal aquella caña que proviene de suelos recién desmontados y/o ricos en materia orgánica, así como la que viene de cortes inmaduros o pasados de madurez (florecidos), de primer corte, con cuatro o más días de aprontada y, finalmente, de tallos fuertemente afectados por el ataque de barrenadores.

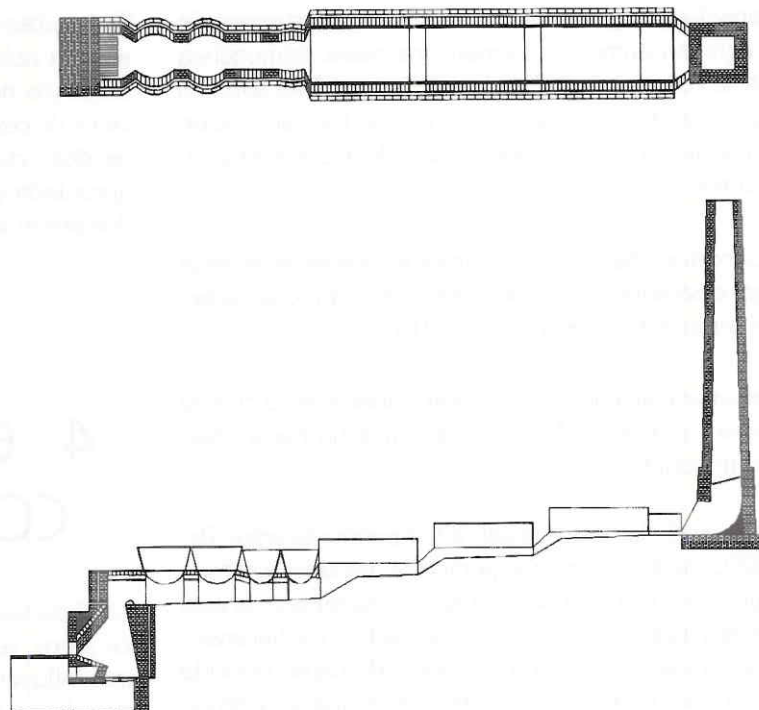
4. EVAPORACIÓN Y CONCENTRACIÓN

La eficiencia térmica de la hornilla, y su efecto sobre los jugos, se cuentan dentro del conjunto de factores que influyen en la calidad de la panela. La evaporación del agua contenida en los jugos por calentamiento a 96°C permite alcanzar la concentración de sólidos apropiada para la consolidación y moldeo de la panela a 120°C. Estas operaciones se llevan a cabo en pailas o fondos dispuestos en línea, que reciben diferentes denominaciones técnicas y regionales. Los jugos se desplazan entre estos recipientes por paleo manual y, al finalizar su tránsito, se denominan “mieles”.

El diseño y materiales de construcción de estas pailas, el tiempo de residencia de los jugos allí depositados y la intensidad del calor que reciben, son índices determinantes en las operaciones de evaporación y concentración. Por ejemplo, si se permite un calentamiento prolongado, se propicia la formación de azúcares reductores con las consecuencias ya mencionadas sobre la calidad del producto final.

Las investigaciones realizadas por el Centro de Investigación CIMPA permitieron la generación de pailas eficientes y las de mejor aprovechamiento del calor disponible. Dicho proceso condujo a la reducción de los tiempos de residencia, a la optimización de las características físicas del producto (en cuanto a su color y consistencia), al aumento de los volúmenes de producción y al incremento del ingreso de los cañicultores. Por otra parte, la notable eficiencia térmica de la hornilla va aparejada con su bajo impacto sobre el medio ambiente, objetivo que se logró al reemplazar los com-

Figura 65. Vista lateral y superior de la hornilla panelera CIMPA



bustibles adicionales (leña y llantas) por el uso exclusivo del bagazo. Este beneficio ambiental propicia la conservación del recurso maderable y la reducción de emanaciones de gases de invernadero a la atmósfera, al tiempo que baja los costos de producción.

rollo de destrezas acordes con la filosofía de la obtención de panela sana de calidad sobresaliente.

5. PUNTEO Y BATIDO

Esta fase de la fabricación de la panela persigue la obtención del “punto”. Mediante paleo manual se incorpora aire a las mieles en presencia de calor, operación que se lleva a cabo en la paila “punteadora” ubicada a continuación de las pailas evaporadoras. (Figura 66).

En los procesos de producción artesanal de panela juegan un papel muy importante los trabajadores encargados de la regulación y el control de la hornilla, pues su destreza para alimentar la hornilla con combustible, así como para palear hasta obtener el “punto”, dependen en gran medida de su conocimiento del oficio. La operación del trapiche, la manipulación de los insumos y del producto final, implican el desa-

6. MOLDEO DE LA PANELA

El cuarto de moldeo consta de mesas para las “gaveras” (es decir, los moldes que dan la forma de la panela), (figura 67) las bateas y el depósito para el lavado y escurrido de las gaveras. Las dimensiones de este conjunto se definen de acuerdo con la capacidad de producción del trapiche y la construcción del mismo.

Entre las condiciones físicas del cuarto de moldeo se recomienda que el piso sea de cemento, lo cual facilita un cuidadoso y frecuente aseo. Así mismo, debe disponer de un suministro regular de agua potable que garantice la limpieza e higiene de los implementos de moldeo; la construcción de claraboyas aseguran una ventilación e iluminación apropiadas que permiten disminuir la humedad ambiental. Debe estar alejado



Figura 66 Punteo de la panela



Figura 67 Moldeo de la panela

de las bagaceras, depósitos de secado del gabazo en los que proliferan hongos que pueden contaminar la panela. Estas medidas mejoran las condiciones higiénicas de la panela, evitan su contaminación por insectos voladores como abejas, avispas y moscas, y hacen más apropiadas las condiciones de trabajo de los obreros del trapiche.

7. EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO DE LA PANELA

La panela es un producto con cualidades higroscópicas, lo cual significa que absorbe o pierde humedad por su exposición al ambiente; ello depende de las condiciones climáticas del medio y de la composición del producto.

La panela es propensa a sufrir alteraciones cuando presenta concentraciones de azúcares reductores altas, bajos contenidos de sacarosa y alta humedad. A medida que aumenta su absorción de humedad, la panela se ablanda, cambia de color, aumenta los azú-

cares reductores, disminuye la sacarosa, condiciones aptas para la contaminación por microorganismos.

La velocidad de las reacciones químicas de degradación –microbiológica o enzimática–, que experimentan los productos biológicos, se relaciona siempre con la humedad relativa y la temperatura predominantes en el medio donde se almacena el producto. Si la panela elaborada posee entre 7 y 10% de humedad, es necesario transportarla, distribuirla y consumirla con rapidez, ya que un almacenamiento prolongado deteriora su calidad. A partir del 10% de humedad, la superficie aparece brillante por la aparición de goticas de melaza; en estas condiciones es imposible almacenarla por el riesgo de invasión microbiológica y de alteración fisicoquímica.

Los materiales más usados para empacar y embalar la panela, son en nuestro medio, las hojas de plátano, el “rusque” u hojas de caña, los costales, el cartón y el plástico termoencogible.

Sin embargo, el más adecuado es el cartón, material que cumple con la función de aislar el producto del ambiente externo, previniendo la absorción de humedad, además de ser reciclable. Los materiales plásticos termoencogibles y las láminas de aluminio plastificado son ideales para almacenar la panela durante largos períodos sin que se modifiquen sus características organolépticas; adicionalmente, facilitan el diseño de empaques individuales higiénicos que satisfacen las expectativas del consumidor.

CAPITULO IX

Haciendas y Notas del Folclor Panelero

■ Christian J. Mora P. ¹
Roberto Manrique E. ²

1. HACIENDAS PANELERAS



En el caso de la producción de caña para panela, se vislumbran tres tipos de sistemas de producción que abastecen el mercado nacional, y que reflejan la estructura socioeconómica y de producción de una economía agraria. Estos sistemas identificados corresponden a:

- a) Producción de pequeños y medianos campesinos típicos de Cundinamarca y el eje cafetero del país.
- b) Producción de economía semi-empresarial con aparceros. (Figura 69)
- c) Producción tipo empresarial localizada en el Valle del Cauca, Risaralda y algunos municipios de Antioquia y Santander. (Figura 70).

1. Director Regional Siete Corpoica. Especialista en Administración de Empresas.

2. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Investigador Asociado



*Figura 68 Cargue,
transporte de caña
y aspectos de la
molienda*

En el sistema de producción con pequeños y medianos campesinos, se encuentra, que en la región de Cundinamarca la producción de panela sigue constituyéndose en el pivote central de su economía, mientras que en el eje cafetero la producción panelera es más que todo una actividad alternativa de diversificación al café. En el 90% de los casos, el sistema de corte se hace por entresaque o desguíe, introduciendo características de sostenibilidad y durabilidad de las socas por períodos superiores a los 20 años. En un 80%, las unidades productivas de caña no superan las 5 hectáreas con producciones que oscilan entre 50 a 70 toneladas de caña equivalentes a convertir entre 5 a 7 toneladas de panela /hectárea /corte.

En cuanto al uso de mano de obra es importante destacar que existe un mayor flujo aportado por la unidad familiar representado en un 85% en relación con la temporal contratada.

En el sistema de producción de economía semi-empresarial con aparcería, ubicado principalmente en la Hoya del Río Suárez (Santander y Boyacá) (figura 69) con ciertos grados de incidencia en los Departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Nariño y Tolima, se reporta de acuerdo con los censos agropecuarios de los años 1960 a 1971, que la forma de tenencia predominante lo constituía la propiedad, seguida de la aparcería y el arrendamiento.

Hacia 1988, el 44% de las fincas desarrollaban el cultivo bajo condiciones de aparcería, el 35% combinaban los lotes en propiedad y en aparcería y tan sólo el 20% de los lotes eran manejados exclusivamente por el propietario de la finca. En esa misma fecha, se estimó que el 66% del área en caña se manejaba bajo el sistema de aparcería.

Actualmente y por estudios realizados por M.C. Rangel y A. Roa D. en 1994, determinaron que el sistema predominante es el que combina la explotación directa por el propietario con el manejo bajo aparcería (74%), seguido por el manejo directo por parte de los propietarios (23%). En lo que se refiere al área en caña bajo aparcería se encontró que ha disminuido a un 29%.

Así mismo, las citadas autoras reportaron una marcada disminución de la aparcería como forma de pro-

ducción en los últimos años. Resultado que es consecuente con los cambios en la estructura empresarial de las fincas, en los que se ha buscado hacer más eficiente la producción agrícola incorporando mayor grado de tecnificación y la administración directa de los cultivos por parte de sus propietarios, aprovechando así la mejor preparación de las generaciones que retornan.

Al disminuir el nivel de aparcería, se han reducido también los cultivos asociados con caña tales como el maíz, fríjol, yuca, arracacha, ahuyama, etc.; reemplazándose estos sistemas de arreglo por áreas en rotación con caña, en barbechos que quedan en descanso por períodos de 3 a 5 años. A lo anterior, cabe agregar la importancia que ha adquirido el desarrollo tecnológico tanto en la caña como en los cultivos de rotación. Los aparceros que se dedican a los cultivos de rotación, complementan esta actividad ocupándose como mano de obra calificada en las labores de producción en los trapiches paneleros.

En cuanto hace referencia a la modalidad de corte, en un 95% se realiza por parejo, introduciendo criterios de alta productividad con innovaciones tecnológicas que le han dado una mayor dinámica al sistema. En este sistema de economía, la producción de caña alcanza en promedio entre 100 a 140 toneladas equivalentes a producir entre 10.5 a 14.7 toneladas de panela/ha/corte.

En el sistema de producción semi-empresarial existe una alta incidencia (95%) de mano de obra contratada que forma parte de las actividades agrícolas y de post-producción.

El sistema de producción tipo empresarial ubicada especialmente en la región geográfica del Valle del Río Cauca, se caracteriza por la inversión de capital con uso de alta Tecnología como insumo de mejoramiento del sistema, el objetivo de la producción está centrado básicamente en la producción de azúcar en cuya estructura se encuentran formando parte los diferentes ingenios azucareros que están distribuidos a lo largo y ancho de esta importante región del país; donde los productores de caña se han constituido como proveedores de la materia prima con destino a los ingenios azucareros, y una mínima parte se dedican a la producción de panela.



Figura 69 Producción de economía semi-empresarial ubicada en La Hoya del Río Suárez

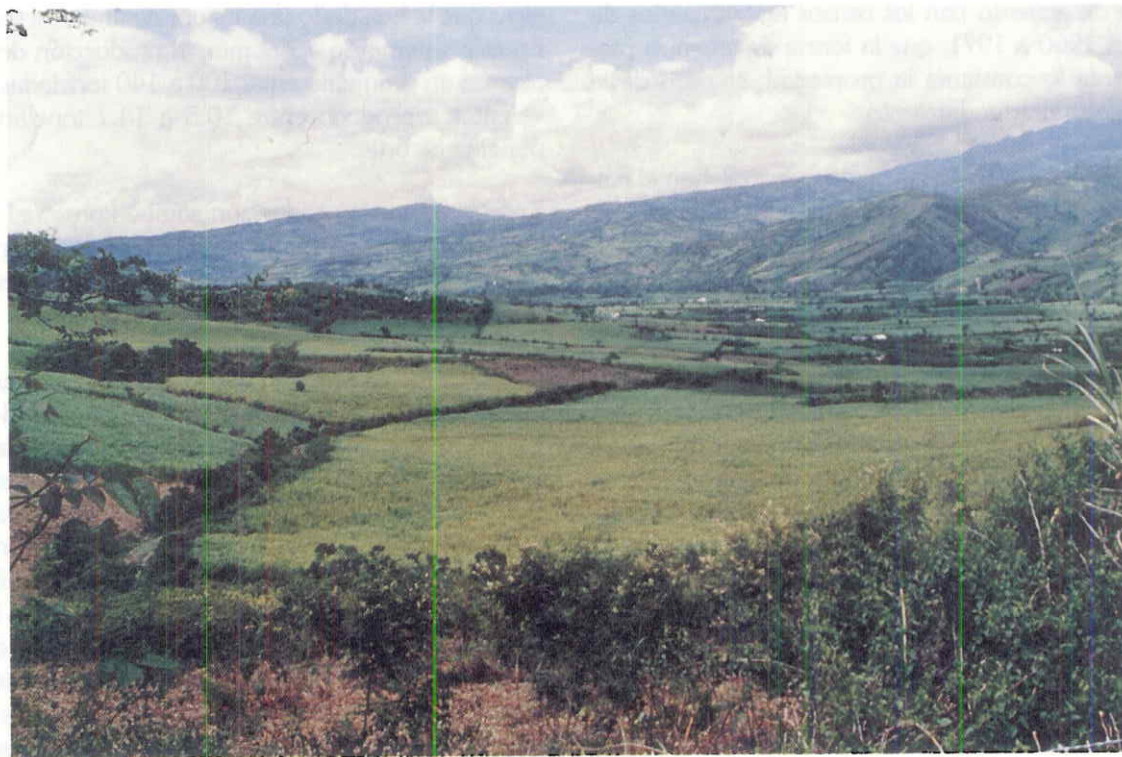


Figura 70 Producción tipo empresarial de La Hoya del Río Suárez

En razón a que la finalidad del cultivo es para la producción del azúcar, su manejo es orientado y estructurado con este fin.

La panela en este sistema se ha considerado como un producto secundario ya que antes de la formulación de la ley panelera, dicha actividad se venía adelantando con alto porcentaje de incorporación de azúcar para la elaboración del producto. La ley 40 y la resolución 4127 del Ministerio de Salud de 1990, se constituyeron en un gran avance que permitió la protección y desarrollo a la industria del sector panelero y el establecimiento de la cuota de fomento panelero (artículo 7), y con el artículo 5 de la misma ley se prohibió la utilización del azúcar como insumo en la fabricación de panela.

Basados en esta situación dichos empresarios dan comienzo a la estructuración de una nueva modalidad de enfoque productivo donde buscan incorporar tecnologías generadas en el sector panelero en cuanto al uso de variedades, diseño de fábricas y de hornillas con evaporación abierta tipo CIMPA.

A pesar de la prohibición hecha en el artículo 5 de la ley 40, existen aún productores que aprovechan la clandestinidad para producir panela a partir de la utilización de azúcar en los derretideros ya existentes y que se han venido incrementando en las diferentes regiones del país panelero.

2. FOLCLOR PANELERO

“La panela permitió al arriero y a su recua vencer todos los caminos llevando víveres, mercancías o máquinas poderosas, genitoras de muchas de las hoy grandiosas empresas industriales; hizo posible el avance y sostenimiento de los que fundaron casi todos los pueblos; dio sostenida energía al brazo que descuajó la selva para crear haciendas y moldear caminos de penetración; mantuvo la indomable resistencia de la que por libertarnos, atravesaron playas, páramos, selvas y pantanos, y aún en nuestras guerras fratricidas (panela o aguardiente: carne o espíritu) sostuvo armado el brazo y el músculo en acción”.

Algunos autores colombianos han engalanado, enaltecido e inmortalizado la actividad a través de los aires autóctonos musicales, han descrito con lujo de detalles a sus protagonistas y la han considerado representativa de nuestra nacionalidad.

Una muestra es la siguiente:

EL CORAZÓN DE LA CAÑA

(Bambuco) José A. Morales

Una noche le cortaron el corazón a la caña
y desde entonces se escuchan lamentos por los trapiches
lamentos que van diciendo nacidos de sus entrañas
para qué le cortarían el corazón a la caña (bis)
lo mismo cortan las vidas por el placer de cortarlas
para que quede la tierra con dolores en el alma
porque las manos labriegas que saben acariciarlas,
las cortan como a las cañas por el placer de cortarlas.
Un funeral de luceros, cubre la piel de la patria.

BAMBUQUITO DE MI TIERRA

(Bambuco) José A. Morales

Bambuco de mi tierra santandereana
oloroso a aguardiente y a mejorana,
a trapiche moliendo caña madura
Bambuquito picante como los ojos de una gitana.
Bambuco empinado como mis montañas,
pendenciero y arisco cual mis arrieros
en tus notas se siente la heroica hazaña
que con sangre humilde escribieron los comuneros...

LA MUELELLANTO

(Bambuco) Carlos Carrascal C.

Serrana triste, que vives siempre como llorando
dime chiquita, qué hacer yo puedo por tus quebrantos,
pues sin quererlo, con tus trapiches que muelen llanto
yo caña fuera, sin sinsabores
sin pedir tanto ...

IBAGUEREAÑA

(Bambuco) E. López; J. Añez

...tu dulzura ibaguereña, yo no sé donde se encierra,
si en tu cuerpo o en tus labios, o en tus mismos ojos crueles,
tu dulzura no la forman las abejas con sus mieles,
ni la tienen en sus pailas, los trapiches de mi tierra...

CAMPESINA SANTANDEREANA

(Bambuco) José A. Morales

Campesina Santandereana, eres mi flor de romero
por tu amor yo vivo loco, si no me besas me muero
me muero por que tus labios,
tienen miel de mis cañales,
que saben a lo que huelen
las rosas de mis rosales (bis)...

LA MOLIENDA

Música: Juan José Briceño

Arreglo: Gustavo Gómez Ardila

Bajo el rumor de arrayanes, muy cerca del río
pasa el trapiche las horas moliendo un cantar
hay un tapiz en el patio, de caña madura
sobre el clavel de las llamas, las mieles burbujan
y sigue volcando el sonoro trapiche las pailas, su verde cantar
Arre, arre, arre mula vieja
arre, arre, sigue la molienda
Sangre verde, mar de cañadulzal el guarapo rueda
en una canción del trapiche al son por las chumaceras
van abriendo, van abriendo, flores de panela
quedan al canrey perfume de miel olor de mi tierra
los tiples se van de vuelta al hogar
por el callejón sube la canción de los molenderos
y sus tiples van por el cafetal cuajando luceros
llega a mí su adiós en luz de arbol que encendía el camino
canta el corazón al ardiente son de su torbellino
van cantando despertando los ecos del río, canta el corazón
de la sierra el son de su torbellino.

MI CABAÑA

Emilio Murillo

...Ven pues mi amor qué triste estoy,
sin tí no hay sol, sin sol no hay luz...
El trapiche se queja, la manada se aleja,
cuando se oculta el sol.
Si pasas por mi cabaña, donde llora la caña,
con suspiros de amor, abrirán todas las flores
y darán sus olores los naranjos en flor.

COPLAS ALUSIVAS A LA CAÑA

El molino quiere caña
el fondo quiere guarapo
la hornilla quiere leña
y el homillero tabaco

La caña tiene trapiche
y el trapiche quiere caña
todos queremos amor
y el amor tiene su maña

Molinito, molinito
molé tu caña morada
molela a la media noche
molela a la madrugada

A trabajar la molienda
empieza ya el finquero
con el apronte de merienda
y a llamar al trapichero

El que fuere enamorado
aprende a tocar vihuela
que aunque no tenga trapiche
no le faltará panela

Nací de la caña de azúcar
y el trapiche me formó
soy sabrosa para el frío
y también para el calor

CAPITULO X

ANEXO

LOS PRECIOS Y SU VARIACIÓN

La producción panelera y sus precios presentan variaciones estacionales y variaciones cíclicas.

Las variaciones estacionales en la producción generalmente están asociadas a factores climáticos, de lluvias, y a algunos factores económicos debido a la competitividad en el uso de mano de obra entre la elaboración de panela y otras actividades agrícolas, los cuales afectan los precios en el corto plazo. (Figura 1). De esta forma, en los meses de lluvia, normalmente hay una tendencia a realizar las siembras de caña, incrementándose en forma relativa la oferta de panela y disminuyendo los precios. De otro lado, debido a que el cultivo de la caña panelera coincide muy frecuentemente con las zonas cafeteras, se ha observado que en épocas de cosecha cafetera disminuye el número de molineras por el desplazamiento de trabajadores a la recolección del grano, disminuyendo simultáneamente la oferta de panela y aumentando su precio.

INDICE ESTACIONAL DEL PRECIO DE LA PANELA (1981-1998)

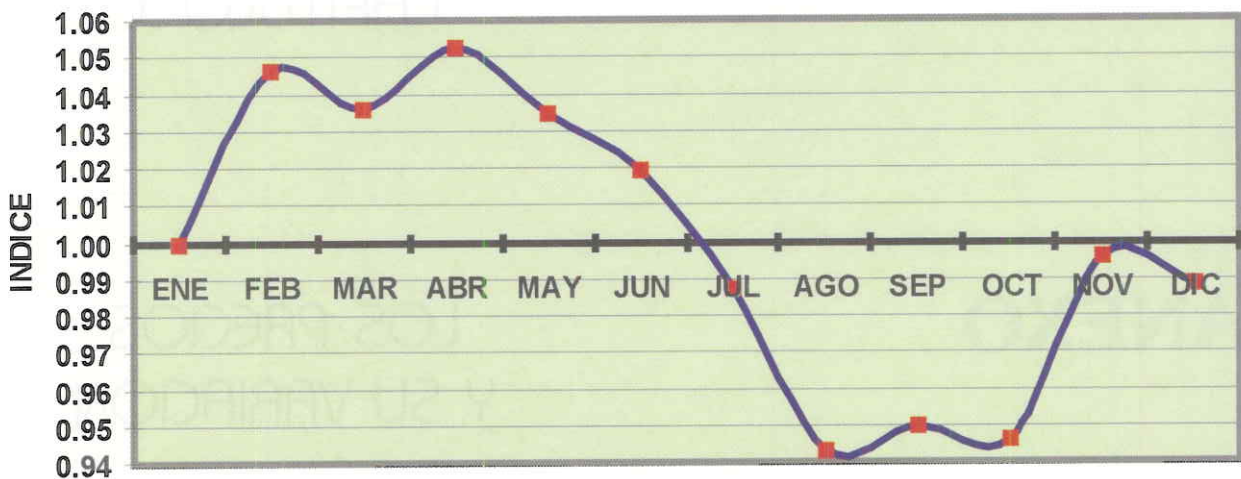


Figura 71. Índice estacional de los precios de la panela al nivel mayorista en Santa Fé de Bogotá. (1981-1998).

Las variaciones cíclicas de la producción y de los precios son debidas a factores climáticos y a otros de carácter eminentemente económico.

Dentro de los factores climáticos el de mayor incidencia es el fenómeno del Pacífico, el cual provoca con periodicidad irregular la presencia de años muy secos, con baja producción de caña y altos precios, y de años muy lluviosos, con alta producción y bajos precios.

La incidencia de los factores económicos resultan más complejos en su explicación. Ante todo, se debe considerar que la panela y el azúcar son bienes competitivos o sustitutos tanto en la producción como en el consumo, por provenir de la misma especie vegetal (*Saccharum officinarum*) y por ser ambos edulcorantes de uso cotidiano. Estas características

hacen que el comportamiento de la oferta y el mercado azucarero tengan una incidencia directa sobre la producción y los precios de la panela.

El azúcar es obtenido en condiciones industriales muy diferentes a las prevalecientes en la agroindustria panelera. La producción azucarera es desarrollada por ingenios de gran escala, ubicados en regiones planas y de buena fertilidad, donde es posible la mecanización de los cultivos y la inversión intensiva de capital. La producción panelera, por el contrario, es desarrollada en su mayor parte por miles de pequeños y medianos propietarios, en tierras de ladera con menor fertilidad y dificultades para mecanizar las labores agrícolas. La estructura de la industria azucarera está basada en el uso intensivo del capital, en tanto que la panelera hace un uso intensivo del trabajo. El azúcar es producido con tecnología sofisticada que

permite obtener rendimientos de caña y azúcar que triplican los equivalentes en el caso panelero.

La producción azucarera se destina en gran parte a la exportación y por tanto sus precios están influidos por las condiciones del mercado internacional. De otro lado, el mercado mundial del azúcar, particularmente el de Estados Unidos, establece cuotas a los diferentes países proveedores. De esta forma, ante una disminución de la cuota de exportación o una disminución en los precios internacionales del azúcar los productores nacionales tienen que destinar el azúcar al mercado interno, provocando una caída en los precios. Ante unos precios relativamente más altos de la panela, se vuelve atractivo destinar la caña a la producción de panela o convertir el azúcar en panela. Esta situación provoca entonces un exceso de oferta panelera y por tanto una caída de su precio, con graves efectos especialmente sobre los productores menos eficientes, quienes, al mantenerse esta situación durante un período largo, no logran competir en costos y se ven avocados a salir del mercado. En forma contraria, cuando las condiciones del mercado azucarero internacional mejoran, los cañicultores de las zonas planas destinan su producción a los ingenios y se provoca una disminución en la oferta panelera y un incremento en los precios de la panela.

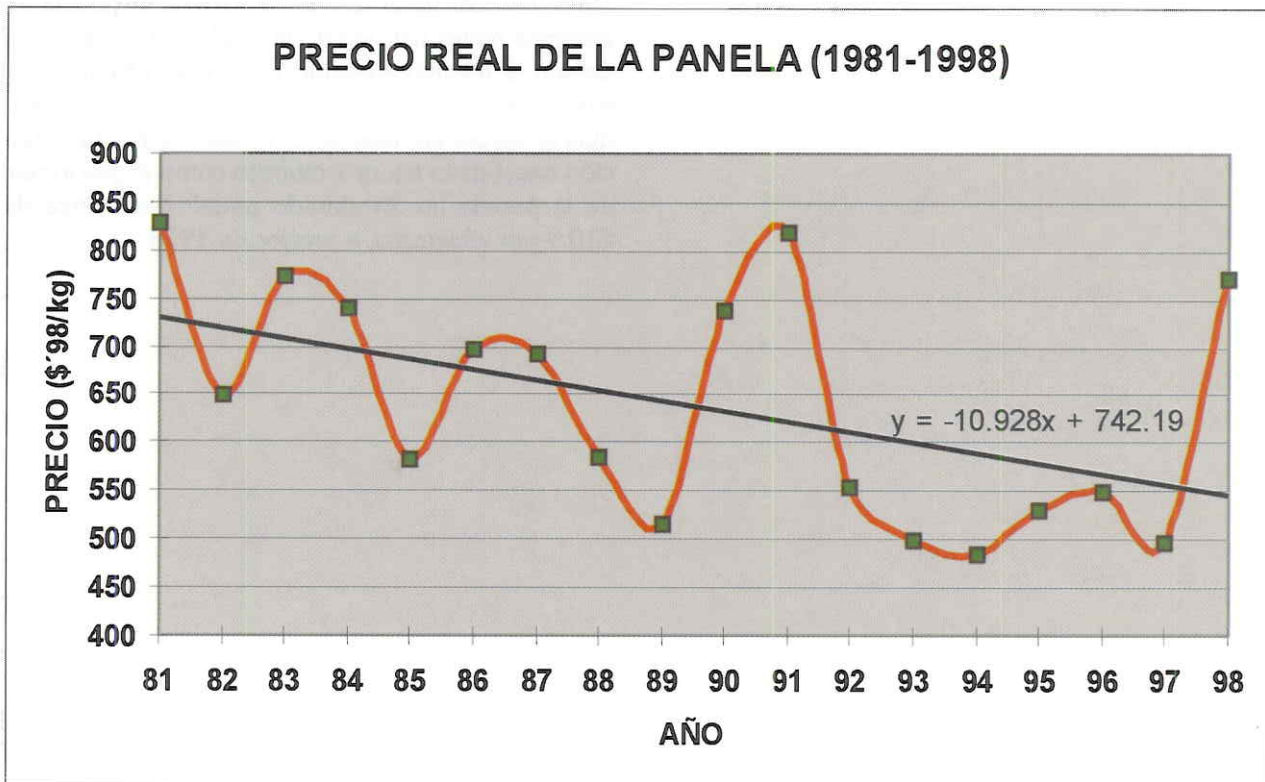
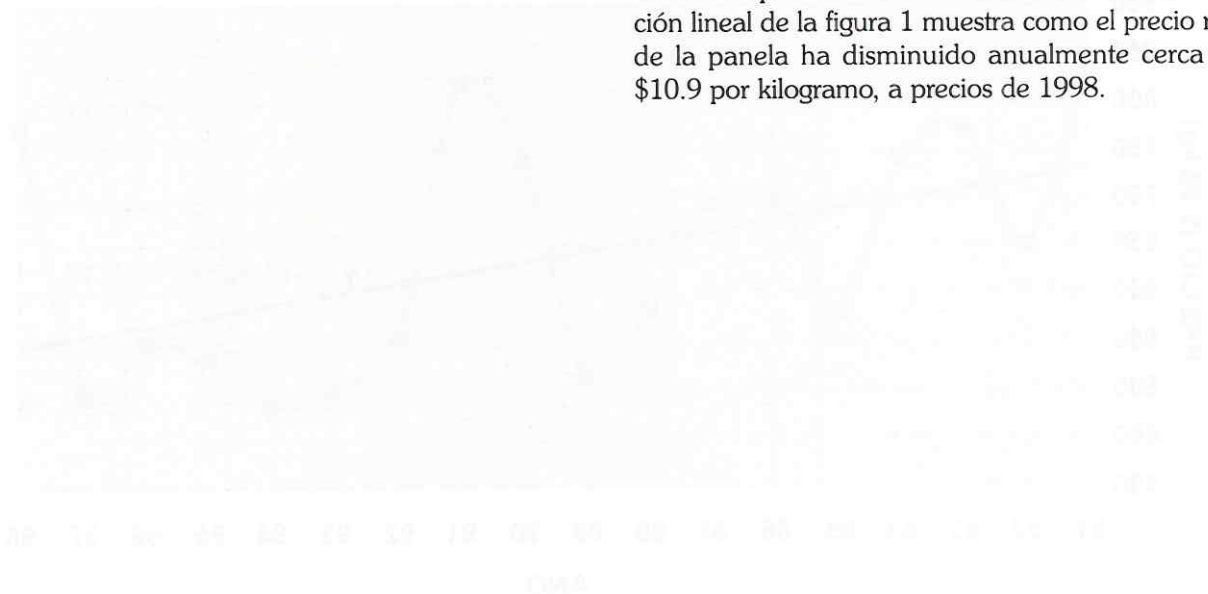


Figura 72. Variación del precio real de la panela al nivel mayorista en Santafé de Bogotá. (\$ de 1998 por kilogramo).

La caída de precios de la panela a niveles poco rentables ocasiona un desestímulo a la siembra de nuevas áreas de cultivo y/o que los cultivos de caña para panela no sean mantenidos en forma adecuada, provocando la disminución del rendimiento y de la producción. La oferta de panela decrece entonces hasta un nivel en que los precios reaccionan y hace nuevamente atractiva la siembra y el mantenimiento adecuado de los cañaverales, iniciándose así un nuevo ciclo de producción y de precios. Estos ciclos alternos tienen una duración bastante irregular pues su comportamiento está influido tanto por los factores del mercado azucarero como por los propios del mercado panelero. (Figura 2).

La correlación directa de los precios del azúcar y la panela hacen que las políticas que se dicten en materia azucarera y los controles de precios en este producto tengan un impacto en la producción panelera.

El análisis retrospectivo de largo plazo, entre 1981 y 1998, permite notar que los precios de la panela en términos reales han tenido la tendencia a disminuir, debido al relativo aumento de la oferta frente a un lento incremento de la demanda y a un cambio gradual en las preferencias de los consumidores. La ecuación lineal de la figura 1 muestra como el precio real de la panela ha disminuido anualmente cerca de \$10.9 por kilogramo, a precios de 1998.





Capítulo XI
CAPITULO XI

Bibliografía

1. Abbott, B.B. 1983. Red rot of sugar cane. U.S. Agr. Tech. Bull. 641 p. 1-96.
2. Arcila P, A. 1991 Enfermedades y plagas que afectan la introducción de variedades de caña al departamento de Antioquía. Caña Panelera, Sección Cultivos Industriales Especiales, ICA, C.I. Tulio Ospina.
3. Ardila V.; González, E.; López, H. 1983. Proyecto de investigaciones para el desarrollo de un área panelera en Colombia: La Hoya del Río Suárez. Informe. CENICAÑA Bogotá, Colombia. 125 pp.
4. Bourne, B.A. 1953. Studios con sugar - cane red rot in the Florida Everglades. Proc. 8 th Congr/ ISSCT. p. 915-924.
5. Buenaventura, O.C. 1981. Siembra de cultivos intercalados con caña de azúcar. ICA (Colombia). Compendio No.42. Industrialización de la caña. p. 57 - 661
6. Box, H.F. 1947. Los taladradores de la caña de azúcar (*Diatraea spp*) en Venezuela, Caracas. Ministerio de Agricultura y Cría (Venezuela). 178 p. (Boletín Técnico).
7. Castro, E.F. 1984. Delimitación y caracterización de áreas agroecológicamente homogéneas en cuatro municipios de la cuenca media del Río Suárez. Tesis M.Sc. PEG, ICA - Univ. Nal. Bogotá, 154 pp.

8. Cárdenas, R.; Raigosa, J. 1972. El gusano cabrito de la caña de azúcar. , ICA, Regional 4. (Publicación Miscelanea No.30). Medellín 12 pp.
9. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. CENICANA Cali, 1982. Informe anual de labores. Programa variedades. 127 pp.
10. China M., A. *et al.* 1989 . Comportamiento de variedades de caña de azúcar con diferente procedencia genética y geográfica ante la Roya. *En:* Revista Asociación de técnicos azucareros de Cuba-ATAC. p. 35 - 42.
11. CORPOICA. Subdirección de Investigación Estratégica. Programa Nacional Manejo integrado de Plagas - MIP. 1996 - 41 pp.
12. Escobar, C.A. 1.962. (s.f.) Enfermedades de la caña de azúcar (*S.officinarum L.*) en el Valle del Cauca. U.N. Facultad de Agronomía. Palmira (Colombia). Acta Agronómica 12 (1-2): 49-123.
13. Esquivel, E.A. (s.f.) El barrenador gigante de la caña de azúcar *Castnia licus* Drury y su control integrado. *En:* Memorias del segundo seminario interamericano de la caña de azúcar.
14. García, FR.; Castillo, J.Z. 1962. Primeros resultados en la fertilización de la caña de azúcar en suelos con altos contenidos de materia orgánica. Revista Cenicafé (Colombia) V. **13**, No.1. p. 23-32.
15. Gómez, L.A. 1986. Las plagas de la caña de azúcar en Colombia. Memorias del curso sobre el cultivo de la caña de azúcar. Tecnicaña. Cali, Colombia. p. 181-197.
16. Gómez, A.F. 1959 El registro agronómico de Clement's y su aplicación en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela. 1959. 125 pp.
17. Gómez P., S.F.; Sánchez, E.O. (s.f.) Fertilización nitrogenada en la caña de azúcar. Revista ICA (Colombia) Vol. 3, No.4. p. 357 - 368.
18. Guaglumi, P. 1962. Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Tomos I y II. Min. Agricultura. y Cría. Centro de Investigación Agronómica. Maracaibo, Venezuela. 850 pp.
19. Hole, F.D.; Nielsen, G.A. 1968. Some processes of soil génesis under prairie proc. SYMP. On prairie and prairie restoration. Knox college, Galesburg, Ill. p. 28-34.
20. Humbert, R.P. (s.f.) El suelo y el rendimiento de la caña. Boletín Azucarero Mexicano. 1 pp.
21. Humbert, R.P. 1978. El cultivo de caña de azúcar. México, Compañía Editorial Continental. 719 pp.
22. Humbert, R.P. (s.f.) Cómo el suelo afecta el éxito de la caña de azúcar. Agr.de las Américas Vol. **19**, No.6. p. 32-51.
23. Humbert, R.P. 1974. El cultivo de caña de azúcar. México, Compañía Editorial Continental. 1974. p. 605-634.
24. ————. 1.968. The Growing of sugar cane. Elsevier publishing company. Amsterdam - London - New York. 779 pp.
25. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 1970 Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Boletín Técnico No.43. Bogotá - Colombia. 484 pp.
26. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 1981. Subgerencia de Investigación, Bogotá (Colombia). Fertilización en diversos cultivos; 4ª aproximación. , Programa Nacional de Suelos. (Manual de Asistencia Técnica No.25). 55 pp.
27. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 1.981 Secretaría de Agricultura y Fomento de Antioquia. Medellín (Colombia). Industrialización de la caña. p. 67-84.
28. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 1983. Subgerencia de Investigación. Programa Nacional de Caña de Azúcar. Palmira (Colombia). Manual de Asistencia Técnica No.9. p. 33-36.

29. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA 1973. Caña de azúcar. División de Investigación. Departamento de Agronomía, Programa Nacional de Caña de Azúcar. Manual de Asistencia Técnica No.9. Palmira (Colombia). p. 205-227.
30. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA 1972. Factores ecolimáticos que influyen en el crecimiento, producción y rendimiento de la caña de azúcar *Saccharum officinarum* L. **En:** Curso sobre el cultivo de caña de azúcar. Bucaramanga, Colombia 1972. (Mimeografiado).
31. Insuasty B., O.I. 1990. Avances de resultados en el manejo del complejo "Mancha de Ojo" - "Mancha de Anillo" (*Helminthosporium Sacchari* - *Leptosphaeria sacchari*), en la vereda El Oso del municipio de Charalá. Caña Panelera, Sección Cultivos Industriales Especiales. ICA. Barbosa, Sant. 8 pp.
32. Insuasty B., O 1990. Principales enfermedades de la caña de azúcar. **En:** Curso nacional de caña panelera y procesamiento. ICA, Regional 7. Barbosa, Sant. p. 110-142.
33. Insuasty B., O.; Manrique E., R. 1997. Reconocimiento de enfermedades en caña panelera *saccharum officinarum* en el sur de Departamento de Santander. **En:** Memorias Seminario Técnico 97, CORPOICA, Regional 7. Bucaramanga. 75 pp.
34. Khanna, R.; Rosales, R.; Martínez, O. 1983. Respuesta de la caña al nitrógeno, fósforo y potasio. I. Arreglo caña intercalada maíz/fríjol. Revista ICA (Colombia).
35. Manrique E., R. **et al.** Avances de resultados de las actividades ejecutadas en 1992 por el programa caña panelera. ICA - CIMPA. Barbosa. 1992. 31 pp.
36. Manrique E., R. **et al.** Manual de caña para panela. ICA- CIMPA. Barbosa. p. 1991 - 154
37. Marín, G. 1980. El análisis del suelo y las recomendaciones de cal y fertilizantes para diversos cultivos. 4 aproximación. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Nacional de Suelos. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Tibaitatá. 83 pp .
38. Méndez, H. 1978. Fertilización de la caña de azúcar para panela con nitrógeno, fósforo y potasio en el Departamento de Nariño. **En:** Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Nacional de Suelos. Informe de Progreso. 1976 -1977. Bogotá. p. 153. - 156.
39. Mejía F., L.A. 1985. Situación actual del cultivo de la caña en zonas paneleras de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Evaluación Sección-Programa Caña Panelera. Cúcuta, Colombia. 12 pp. (Mimeografiado).
40. Muñoz Araque, R. 1986. Características de los suelos y fertilización de la caña panelera en Antioquia. **En:** Instituto Colombiano Agropecuario. Federación Nacional de Cafeteros. Medellín (Colombia). Producción de caña y elaboración de panela. 1986. p. 59-63.
41. Muñoz, R.; Molina, L. 1982. Respuesta de la caña *Saccharum Officinarum* L., variedad POJ-2878 a dosis y fuentes de fósforo en suelos de ladera en Antioquia. Revista ICA. ICA. (Colombia), Vol. 17 No. 2.p. 51-58.
42. Naranjo, N. 1964. Evaluación de los daños causados por *Diatraea saccharalis* . (F). a la industria azucarera del Valle geográfico del Río Cauca. Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía. Manizales. 57pp.
43. Pinto, J.L. 1990. Principales plagas de la caña para panela y sus métodos de control. **En:** Curso nacional de caña panelera y procesamiento. ICA, Regional 7. Barbosa, Sant. - Colombia p. 88-108.
44. Ramos, N.G. 1993 Curso de caña de azúcar. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía. Palmira. 94pp. (Mecanografiado).
45. Raigosa, J. 1980. Fluctuación de la población de *Diatraea saccharalis* F. capturado con trampa de luz negra en caña de azúcar. Rev. Colombiana de Entomol. 6 (1,2): 43-51.
46. Raigosa, J. ; Escobar , J. 1982. Índices para la evaluación de plagas caso del *Diatraea saccharalis* Fabricius en caña de azúcar. I curso Internacional de Control Integrado para el Grupo Andino.

47. USDA. Soil conservation Service. 1975. Soil taxonomo A basic system of soil classification for making and interpreting snking soil surveys. Washington. 754 pp.
48. Vélez W., B.E.; Lotero, C.J. (s.f.) Fertilización de la caña de azúcar para la producción de panela.
49. Victoria K., J.I. **et al.** 1984. Enfermedades de la caña de azúcar de Colombia. Centro de Investigación de la caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). Cali. Serie Técnica No.2. 27p.
50. Victoria K., J.I. 1981. Enfermedades de la caña de azúcar. **En**; Industrialización de la caña. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Compendio No.42. p. 217-227.
51. Victoria K., J.I. 1986. Enfermedades de la caña de azúcar. **En**: El cultivo de la caña de azúcar. TECNICAÑA. Memorias Curso dictado en Cali-Colombia. Ed. Carlos E. Buenaventura O. p. 199-215.
52. Victoria K., J.I. **et al.** 1990. Importancia del carbón de la caña de azúcar y su estrategia de control en Colombia. CENICAÑA. Serie Técnica No.7. Cali. 102 pp.
53. Zenner, I.; Jaramillo, T. ; García, C. 1965. Determinación del parasitismo natural del *Diatraea* spp en dos ingenios del Valle geográfico del Río Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 100 pp.

PUBLICACIÓN DE CORPOICA REGIONAL SIETE
FEDEPANELA - FONDO NACIONAL DE LA PANELA

DIRECTOR REGIONAL
Christian J. Mora Padilla

II EDICIÓN
Oscar H. Parra P.
Héctor José Páez Mozo

FOTOGRAFÍAS
**Roberto Manrique E., Orlando Insuasty B., Oscar H. Parra P.,
Jorge Libardo Pinto**

EJEMPLARES
1.000

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E IMPRESIÓN
Litografía La Bastilla Ltda.

FECHA DE PUBLICACIÓN
Enero del 2000

Bucaramanga

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-, es una Corporación mixta, de derecho privado sin ánimo de lucro, creada con el objetivo de fortalecer y reorientar las actividades de investigación y transferencia en el sector agropecuario.

La Corporación está basada en un esfuerzo común entre el sector público y privado, que reúne los principales gremios, universidades e instituciones del sector agropecuario del país, con el fin de asegurar y garantizar que la investigación responda realmente a la problemática rural, como un importante sector productivo del país.

VALLE DEL ROPERO - SANTANDER

C O N V E N I O

