

# Modelo Productivo

del cultivo del **ají topito** (*Capsicum*  
spp.) para la región Caribe

## Modelo productivo del cultivo del ají topito (*Capsicum spp.*) para la región Caribe

### **Autores**

Manuel Joaquín Pinto Zapata  
Ender Manuel Correa Álvarez  
Alberto Rafael Páez  
Nora Jiménez Mass  
Nelson Guzmán Rozo  
César Baquero Maestre Ingeniero

Mosquera, Colombia, 2013

Modelo productivo del cultivo del ají topito (*Capsicum spp.*) para la Región Caribe / Manuel Joaquín Pinto Zapata [y otros cinco]. – Mosquera (Colombia): Corpoica, 2013.

242 páginas: ilustraciones, datos numéricos

Incluye referencias bibliográficas

ISBN e-Book: 978-958-740-205-6

1. *Capsicum chinense* 2. Manejo del suelo 3. Siembra 4. Diversidad genética como recurso 5. Semillas 6. Análisis de costos I. Pinto Zapata, Manuel Joaquín II. Correa Álvarez, Ender Manuel III. Jiménez Mass, Nora IV. Páez Redondo, Alberto Rafael V. Guzmán Rozo, Nelson VI. Baquero Maestre, César.

**Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc**

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

**Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria**  
**Corpoica**

Centro de Investigación Caribía. Corregimiento de Sevilla, municipio Zona Bananera, departamento del Magdalena, a 65 km al sur de la capital de Santa Marta. Código postal 478037, Colombia.

Esta publicación es el resultado del convenio de cooperación 0181 de 2013 (Contrato 1810) de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), financiado por la Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol), el Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola (FNFH) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

**Serie:** Modelos productivos

**Preparación editorial**

Editorial Corpoica

editorial.corpoica@corpoica.org.co

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@corpoica.org.co

www.corpoica.org.co



[https://co.creativecommons.org/?page\\_id=13](https://co.creativecommons.org/?page_id=13)

**Citación sugerida:** Pinto-Zapata, M. J., Correa-Álvarez, E. M., Jiménez-Mass, N., Páez-Redondo, A. R., Guzmán-Rozo, N., Baquero-Maestre, C. (2013). *Modelo productivo del cultivo del ají topito (Capsicum spp.) para la región Caribe*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

**Cláusula de responsabilidad:** Corpoica no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

## Contenido

<b>Introducción.....</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo I</b>	
<b>Agroecología de los sistemas productivos de ají topito .....</b>	<b>19</b>
Generalidades de la geografía en la costa caribe colombiana .....	20
Zonas productoras de ají topito en la costa caribe.....	20
Ecofisiología del ají topito .....	23
Suelos adecuados para el cultivo de ají topito.....	24
Características agroecológicas de los suelos de la costa caribe.....	25
Características agroecológicas de los suelos del departamento de La Guajira ..	29
Características agroecológicas de los suelos del departamento de Cesar.....	29
Características agroecológicas de los suelos del departamento de Magdalena..	29
Características agroecológicas de los suelos del departamento de Atlántico ....	30
Características agroecológicas de los suelos del departamento de Bolívar .....	30
Características agroecológicas de los suelos del departamento de Sucre.....	31
Características agroecológicas de los suelos del departamento de Córdoba .....	31
Uso actual, potencial y conflictos del uso del suelo en la costa caribe .....	31
Características del régimen de lluvias en la costa caribe .....	34
Descripción de zonas homogéneas y recomendaciones generales.....	37
Zona homogénea 1: Departamentos de Córdoba, Bolívar, Sucre y Depresión Momposina .....	37
Zona homogénea 2: Departamentos del Magdalena, Cesar y Atlántico .....	38
Zona homogénea 3: Departamento de la Guajira, Valle superior del río Cesar y frangas costeras de Bolívar y Atlántico.....	39
<b>Capítulo II</b>	
<b>Taxonomía y botánica del ají topito.....</b>	<b>41</b>
Principales características de la planta del ají topito .....	41
Sistema radical .....	42
Tallos.....	43
Hojas.....	43
Flores .....	44
Fruto .....	44
Semilla .....	46

### Capítulo III

<b>Aspectos de la planeación del cultivo del ají topito .....</b>	<b>48</b>
Planeación del cultivo .....	48
Material para siembra.....	48
Calidad de la semilla.....	48
Recursos genéticos y mejoramiento .....	50
Selección del terreno.....	55
El análisis de suelos y el análisis foliar como elementos importantes en la planeación del cultivo .....	56
Protocolo para un correcto muestreo de suelos .....	58
Pasos previos al muestreo. Verificación de los elementos necesarios para el muestreo. ....	58
Determinación del número de muestras .....	59
Determinación de la época de muestreo.....	59
Determinación de la profundidad de muestreo .....	60
Delimitación de las áreas de muestreo. ....	60
Ubicación de los puntos de muestreo. ....	60
Toma de las submuestras de suelos para conformar las muestras .....	61
Muestreo con pala .....	61
Muestreo con barreno .....	62
Conformación de las muestras de suelos .....	63
Empaque e identificación de la muestra .....	63
Diligenciamiento de las hojas de información .....	64
Recomendaciones generales para el muestreo de suelos .....	65

### Capítulo IV

<b>Manejo de semilleros en ají topito.....</b>	<b>66</b>
Semilleros para plantulación de ají topito.....	66
Situación actual de la plantulación de ají topito.....	66
Tecnología recomendada: semilleros en bandejas .....	69
Ventajas de la siembra de semilleros en bandejas .....	69
Desventajas de producción en bandeja .....	71
Selección del tipo de bandejas .....	71
Desinfección de las bandejas .....	72
Estructura para establecer la germinación por bandejas .....	73
Selección del sitio para ubicación de los semilleros .....	74
Sustratos recomendados para semilleros de ají topito en la región.....	75
Turba .....	76
Compost .....	77
Lombriabono o humus de lombriz.....	77
Cascarilla de arroz.....	78

Fibra de coco .....	78
Suelo en mezclas con otros sustratos.....	80
Arena y grava .....	80
Desinfección de semilleros .....	80
Desinfección por exposición solar (solarización) .....	81
Desinfección con agua caliente.....	84
Desinfección con productos químicos .....	84
Manejo del semillero .....	85
Siembra del semillero .....	85
Cubrimiento del semillero .....	86
Protección de los semilleros .....	86
Manejo de arvenses.....	86
Fertilización de los semilleros.....	86
Manejo del riego en semillero .....	87
Manejo fitosanitario en semillero .....	88
Supervisión y muestreo .....	88

## Capítulo V

### Establecimiento y primeras labores del cultivo .....90

Establecimiento y primeras labores del cultivo .....	90
Preparación de suelo .....	90
Trasplante al campo .....	94
Selección de plántulas .....	94
Revisión y ajuste de la humedad en los semilleros.....	95
Aplicación de productos para protección de las plántulas. ....	95
Densidad de siembra.....	97
Resiembra .....	98
Aporque .....	98

## Capítulo VI

### Manejo del riego y drenaje en el ají topito .....100

Consideraciones para el riego en el cultivo de ají topito .....	100
Factores a tener en cuenta para el manejo del riego en ají topito.....	100
Tecnología de riego recomendada .....	105
Sistema de riego por goteo.....	105
Otras alternativas de riego disponibles .....	110
Sistema de riego por surcos o gravedad:.....	110
Sistema de riego por aspersion .....	114
Avances en evaluaciones de riegos en ají, aplicables al ají topito .....	116
Consideraciones sobre drenajes en ají topito .....	118

## Capítulo VII

<b>Manejo de la fertilización en ají topito.....</b>	<b>120</b>
Consideraciones para la fertilización del ají topito .....	120
Papel de principales nutrientes en la producción del ají topito .....	120
A cerca de las necesidades de fertilización en ají topito .....	128
Establecimiento de un plan de fertilización con el conocimiento de los análisis de suelos .....	129
Utilización de abonos químicos de acuerdo al análisis de suelo.....	133
Orgánicos, enmiendas y abonos verdes en el esquema de fertilización del ají topito. ....	137
Alternativas de fertilización para ají topito con fosfitos y quelatos .....	139
Época de aplicación de los fertilizantes .....	141

## Capítulo VIII

<b>Manejo de arvenses en ají topito.....</b>	<b>142</b>
Manejo de arvenses en el ají topito .....	142
Estrategias de manejo de arvenses. Monitoreo de arvenses.....	144
Manejo preventivo.....	146
Manejo manual .....	146
Control Mecánico.....	147
Control químico.....	149
Cobertura con plástico .....	150
Manejo integrado de arvenses .....	152

## Capítulo IX

<b>Manejo de enfermedades en ají topito.....</b>	<b>154</b>
Descripción de las principales enfermedades del ají topito en la región caribe y consideraciones para su manejo .....	154
Damping off. ....	154
Pata Blanca o marchitez por <i>Sclerotium (Sclerotium rolfsii)</i> . ....	155
Marchitez blanda o fusariosis .....	157
Mancha de Cercospora ( <i>Cercospora capsici</i> Heald & Wolf.).....	158
Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> Sorauer) .....	159
Tizón tardío ( <i>Phytophthora capsici</i> Leonian).....	161
Antracnosis ( <i>Colletotrichum capsici</i> ).....	162
La mancha bacteriana ( <i>Xanthomonas vesicatoria</i> (Doigde) Vauterin et al.) ...	164
Enfermedades producidas por virus .....	165
Daño por nematodos .....	167
Desordenes fisiológicos .....	168

Aspectos epidemiológicos favorables a las enfermedades.....	170
Control biológico de enfermedades.....	170

## Capítulo X

### Manejo de plagas en ají topito.....173

Principales plagas del ají topito en la región caribe y consideraciones para su manejo.....	173
Plagas cortadoras.....	173
Plagas chupadoras.....	175
Minadores de las hojas.....	179
Ácaros.....	181
Manejo integrado de enfermedades y plagas en el ají topito.....	186
Manejo Integrado de Plagas (MIP).....	189
Conceptos generales sobre los componentes del MIP.....	189
Desarrollo del plan de manejo integrado de plagas.....	191
Conceptos generales sobre plaguicidas dentro del MIP.....	192
Tipos de plaguicidas según el mecanismo de acción.....	193
Clasificación de plaguicidas por su toxicidad según la OMS.....	193
Avances de investigación del 2013 en el cultivo ají topito. Contaminación por residuos químicos y microbiológicos. Problemas fitosanitarios.....	196
Recomendaciones para el uso de plaguicidas dentro del MIP.....	201
Manejo de barreras vivas como componente del plan de MIP.....	206
Recomendaciones para la trazabilidad y los registros en el establecimiento y desarrollo del cultivo de ají topito.....	206

## Capítulo XI

### Manejo de cosecha y poscosecha del ají topito.....208

Proceso de cosecha del ají topito.....	208
Características del fruto a la cosecha.....	208
Madurez de Cosecha.....	210
Proceso de cosecha.....	211
Duración de la cosecha.....	213
Empaque de la cosecha.....	213
Postcosecha.....	215
Manejo actual de la poscosecha por los agricultores de las zonas productoras.....	215
Recomendaciones para el acopio, clasificación y empaque.....	216
Recomendaciones para el manejo del transporte del producto desde la finca... ..	218
Potencial de agroprocesamiento para el ají topito.....	218
Producción de Paprika en Ají Topito.....	219
Preparación de mermelada.....	219
Producción de encurtidos.....	220

**Capítulo XII****Comercialización del ají topito..... 221**

Comercialización del ají topito ..... 221

**Capítulo XIII****Costos y aspectos sociales de la producción del ají topito ..... 227**

Costos de producción del ají topito..... 227

Consideraciones sobre la estructura social para el cambio en las diferentes zonas

productoras ..... 229

Bienestar laboral..... 229

Disponibilidad de recurso humano capacitado ..... 230

Asesoría técnica ..... 230

**Anexos ..... 231****Bibliografía ..... 237**

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Vista general de un cultivo de ají topito, establecido bajo el sistema de monocultivo.....	22
<b>Figura 2</b>	Vista general de arreglos temporales palma-ají topito y papaya-ají topito, como alternativas de sistemas productivos al tradicional sistema de monocultivo .....	23
<b>Figura 3</b>	Comparativa del Régimen de Lluvias (mm) de los departamentos de la Costa Caribe .....	35
<b>Figura 4</b>	Ilustración morfológica de la planta de ají.....	41
<b>Figura 5</b>	Detalle de la arquitectura típica de la planta de ají topito.....	42
<b>Figura 6</b>	Detalle de la raíz típica de la planta de ají topito .....	42
<b>Figura 7</b>	Aspecto de la característica del tallo en una planta joven de ají topito .....	43
<b>Figura 8</b>	Detalles de la hoja típica de la planta de ají topito .....	44
<b>Figura 9</b>	Detalle de botones florales y flores típicas de la planta de ají topito.....	44
<b>Figura 10</b>	Distribución de los frutos en una planta con ají topito .....	45
<b>Figura 11</b>	Detalle de frutos mostrando las diferentes coloraciones típicas en ají topito: verdes (con madurez técnica) y rojos (maduros).....	46
<b>Figura 12</b>	Detalle de la morfología y coloración de la semilla típica de ají topito .....	46
<b>Figura 13</b>	Detalle de un fruto cortado por la mitad, mostrando la forma de inserción de las semillas de ají topito.....	47
<b>Figura 14</b>	Centro de origen <i>Capsicum</i> .....	51
<b>Figura 15</b>	Diversidad de frutos de <i>Capsicum</i> spp .....	53
<b>Figura 16</b>	Muestra de un terreno seleccionado para el establecimiento de un proyecto productivo de ají topito .....	55
<b>Figura 17</b>	Esquema de distribución de sitios de muestreo según características del terreno .....	61
<b>Figura 18</b>	Secuencia gráfica de los pasos principales para la obtención de la muestra de suelos utilizando la pala como implemento de muestreo .....	62
<b>Figura 19</b>	Propuesta de modelo de etiqueta para rotular las muestras de suelos ....	64
<b>Figura 20</b>	Ejemplos de semilleros artesanales en eras sobre el suelo o levantados en cajas de madera, empleados tradicionalmente por los agricultores .....	67

**Figura 21** Muestras de semilleros temporales con bordes de madera (A) y semilleros permanentes realizados en concreto (B), empleados por algunos grupos de productores para la plantulación de ají topito..... 68

**Figura 22** Ejemplos de semilleros artesanales en bolsas colocadas en hileras sobre el suelo, empleados tradicionalmente por algunos agricultores de la Costa Caribe ..... 68

**Figura 23** Semilleros en bandejas, mostrando las bandejas rellenas con sustrato y el desarrollo que pueden llegar a tener las plántulas de ají topito con este sistema ..... 69

**Figura 24** Muestra de la variedad de bandejas disponibles en el mercado para plantulación ..... 72

**Figura 25** Detalles de propuesta para el montaje de semilleros en bandejas: con bancos metálicos y sistema de riego incorporado, y una alternativa más artesanal (B) construida con materiales locales ..... 74

**Figura 26** Muestras de sustratos comerciales basados en turba que se pueden utilizar en la plantulación de ají topito ..... 76

**Figura 27** Detalles de modelo de infraestructura para compostación de restos de cosecha y otros residuos vegetales para obtener compost ..... 77

**Figura 28** Detalles del proceso de producción de lombriabono, sustrato recomendado para la plantulación de ají..... 78

**Figura 29** Detalles de la preparación de sustrato para someterlo al proceso de solarización ..... 82

**Figura 30** Humedecimiento del sustrato para someterlo al proceso de solarización ..... 82

**Figura 31** Secuencia gráfica de la colocación del plástico al sustrato para someterlo al proceso de solarización ..... 83

**Figura 32** Detalles del retiro de la cubierta plástica del sustrato cumplido el proceso de solarización ..... 84

**Figura 33** Detalles de la siembra de la semilla de ají topito en bandejas y del proceso inicial de germinación..... 85

**Figura 34** Aplicación de riego en semillero ..... 88

**Figura 35** Esquema del proceso de producción de plántulas de ají topito ..... 89

**Figura 36** Secuencia gráfica de la preparación mecanizada de un lote con destino al establecimiento de ají topito..... 92

**Figura 37** Estado de desarrollo de plántulas de ají topito para trasplantar, provenientes de semilleros en bandejas ..... 95

**Figura 38** Producto comercial a base de Trichoderma ..... 96

**Figura 39** Detalles de la siembra de la plántula de ají topito en el hueco de siembra ..... 97

**Figura 40** Detalles de los portagotos, apertura de hueco de siembra y patrón de humedecimiento de los goteros ..... 106

**Figura 41** Detalles de la instalación de mangueras portagotos sobre un terreno preparado y trazado para el establecimiento de ají topito ..... 107

**Figura 42** Vista del sistema de riego por goteo instalado en el cultivo de ají topito y detalles del desarrollo de las plantas ..... 107

**Figura 43** Detalles del proceso alterno de riego por goteo y de los elementos requeridos para efectuarlo ..... 110

**Figura 44** Detalles de un lote de ají topito recién regado por el método de riego por surcos o gravedad ..... 111

**Figura 45** Detalles de un lote de ají topito (en dos estados de desarrollo) bajo sistema de riego por aspersión ..... 114

**Figura 46** Detalles de aspersores y microaspersores utilizados en el sistema de riego por aspersión en ají topito por productores de la Costa Caribe ..... 115

**Figura 47** Detalles de un sistema de drenaje en un lote para siembra de ají topito ..... 119

**Figura 48** Aplicación de fertilizante localizada en el fondo de los huecos realizados a los lados de la planta de ají topito ..... 134

**Figura 49** Aplicación de fertilizante a la planta de ají topito de forma localizada en corona y en semicorona ..... 134

**Figura 50** Ejemplos de un complejo de arvenses presentes en los sistemas productivos de ají topito ..... 142

**Figura 51** Lote de ají topito con un inadecuado manejo de arvenses y efectos sobre el desarrollo de las plantas de ají topito creciendo bajo estas condiciones ..... 143

**Figura 52** Detalles de la labor de control manual de arvenses en un cultivo de ají topito ..... 147

**Figura 53** Muestra de un Rotavator operando en campo para control de arvenses ..... 148

**Figura 54** Muestra de un Rotavator manual para control de arvenses en cultivo establecido ..... 148

**Figura 55** Detalles del aspecto de un cultivo de ají topito luego de realizada la labor de manejo químico de arvenses ..... 149

<b>Figura 56</b>	Secuencia gráfica del proceso de instalación del plástico para manejo de arvenses en un lote de cultivo (parte 1) .....	151
<b>Figura 57</b>	Secuencia gráfica del proceso de instalación del plástico para manejo de arvenses en un lote de cultivo (parte 2) .....	151
<b>Figura 58</b>	Detalles del desarrollo de un cultivo de ají topito y estado del manejo de arvenses con la utilización de cobertura plástica .....	152
<b>Figura 59</b>	Ilustración del proceso del cultivo de ají topito .....	153
<b>Figura 60</b>	Sintomatología de una planta de ají topito afectada por <i>damping off</i> ....	154
<b>Figura 61</b>	Sintomatología típica del ataque de <i>Sclerotium rolfsii</i> sobre la planta de ají topito .....	156
<b>Figura 62</b>	Sintomatología de daño por <i>Fusarium</i> causando marchitez blanda....	157
<b>Figura 63</b>	Sintomatología de daño por Mancha <i>Cercospora</i> en hojas de ají topito .....	159
<b>Figura 64</b>	Sintomatología de la afectación de solanáceas por <i>Alternaria solani</i> ...	160
<b>Figura 65</b>	Síntomas de tizón tardío en plantas de ají .....	161
<b>Figura 66</b>	Sintomatología de daño de hojas y fruto por Antracnosis.....	163
<b>Figura 67</b>	Manifestación de la sintomatología de mancha bacteriana en ají topito .....	164
<b>Figura 68</b>	Muestra de la variada sintomatología de enfermedades virales afectando plantas de ají topito.....	166
<b>Figura 69</b>	Daño por nematodos en plantas de ají .....	167
<b>Figura 70</b>	Apariencia de frutos afectados por golpe de sol .....	169
<b>Figura 71</b>	Aspecto de fruto de ají afectado por pudrición negra apical.....	169
<b>Figura 72</b>	Ciclo biológico .....	173
<b>Figura 73</b>	Grillo en plantas de ají .....	174
<b>Figura 74</b>	Ciclo biológico y adultos de <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius afectando plantas de ají.....	175
<b>Figura 75</b>	Áfidos o pulgones afectando plantas de ají y presencia de control biológico .....	177
<b>Figura 76</b>	Galerías del minador <i>Lyriomisa sativae</i> en plantas de ají .....	180
<b>Figura 77</b>	Detalles de la sintomatología expresada en la planta de ají topito debido al ataque de ácaros .....	181
<b>Figura 78</b>	Toma de muestras de berenjena y ají topito para el análisis de Límite Máximo de Residuo (LMR) y contaminantes microbiológicos en el cultivo de berenjena y ají en los Departamento de Córdoba y Sucre .....	197
<b>Figura 79</b>	Daño viejo de Ácaro Blanco <i>Polyphagotarsonemus latus</i> en plantas de ají dulce .....	200

**Figura 80** “Churrusca” agente causal bacteria (*Xanthomonas* sp) de acuerdo al ICA ..... 200

**Figura 81** Daño por *Symmetrischema* sp y Topotoropo, *Physalis* sp Hospedero 201

**Figura 82** Características de frutos de ají topito con grado de madurez técnica y los tamaños acordes a las preferencias actuales del mercado..... 210

**Figura 83** Muestra de frutos de ají topito con características que no corresponden a las preferencias actuales del mercado ..... 211

**Figura 84** Secuencia gráfica del proceso de recolección deficiente que normalmente llevan a cabo los productores ..... 211

**Figura 85** Secuencia gráfica de un adecuado proceso de recolección de frutos en el campo ..... 213

**Figura 86** Detalle de la práctica tradicional del llenado de sacos de fique con el producto recolectado en campo ..... 214

**Figura 87** Detalles del empaque tradicional, sin un verdadero proceso poscosecha, que realizan normalmente los agricultores utilizando sacos de fiques de 3 rayas ..... 216

**Figura 88** Ejemplo de canastillas plásticas que se proponen para mejorar el empaque y posterior traslado a los sitios de acopio o de venta directa ..... 217

**Figura 89** Contraste entre las formas de comercialización de frutos de ají topito en supermercados, en plazas de mercado y la comercialización directa en carretillas ..... 222

**Figura 90** Volúmenes anuales (Ton) de ají topito en Granabastos (Barranquilla, Atlántico) según el lugar de procedencia Períodos 2005-2007; 2011-2013..... 223

**Figura 91** Distribución porcentual de volúmenes de ají topito en Granabastos (Barranquilla, Atlántico) según el lugar de procedencia Períodos 2005-2007; 2011-2013 ..... 224

**Figura 92** Precio de ají topito (\$/Kg) en Granabastos (Barranquilla, Atlántico) Períodos 2005-2007; 2011-2013 ..... 225

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Municipios productores de ají topito en los departamentos de la Costa Atlántica (2013) .....	21
<b>Tabla 2</b>	Niveles de reducción del rendimiento de especies de <i>Capsicum</i> en función de la Conductividad eléctrica del extracto de Saturación.....	25
<b>Tabla 3</b>	Características agroecológicas de los suelos.....	27
<b>Tabla 4</b>	Uso actual de los suelos, en el universo de estudio, en los departamentos de la Costa Caribe (2012) .....	32
<b>Tabla 5</b>	Vocación de uso de los suelos de los departamentos de la Costa Caribe (2002) .....	33
<b>Tabla 6</b>	Número potencial de hectáreas que se debería dedicar a cada actividad .....	33
<b>Tabla 7</b>	Especies silvestres, semidomesticadas y domesticadas de <i>Capsicum</i> .....	52
<b>Tabla 8</b>	Ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de desinfección de suelos comúnmente empleados .....	81
<b>Tabla 9</b>	Relación lectura del tensiómetro – condición de humedad del suelo ...	103
<b>Tabla 10</b>	Aspecto del suelo al tacto y recomendaciones para la toma de decisión de riego .....	104
<b>Tabla 11</b>	Factor de cultivo (kc) y agua consumida durante el ciclo vegetativo del ají chino .....	117
<b>Tabla 12</b>	Primera opción de fertilización para el ejercicio de fertilización en ají .....	133
<b>Tabla 13</b>	Segunda opción de fertilización para el ejercicio de fertilización en ají .....	133
<b>Tabla 14</b>	Fertilizantes comerciales comunes y concentración de elementos.....	135
<b>Tabla 15</b>	Efecto de los abonos químicos y orgánicos sobre la producción del ají chino (t/Ha) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena durante dos ciclos de siembra (Corpoica, 2005) .....	136
<b>Tabla 16</b>	Principales herbicidas recomendados para el cultivo de ají topito en la Costa Caribe .....	150
<b>Tabla 17</b>	Descripción de la biología, daño y consideraciones sobre las medidas de control de las principales plagas del ají topito .....	184
<b>Tabla 18</b>	Clasificación de plaguicidas según la OMS (2009) .....	193
<b>Tabla 19</b>	Resultados Límite Máximo de Residuos (total de muestras colectadas, enviadas y analizadas, 39) .....	198

<b>Tabla 20</b>	Resultados Análisis Microbiológico de muestras de berenjena y ají topito en Córdoba (total de muestras colectadas, enviadas y analizadas, 20) .....	198
<b>Tabla 21</b>	Resultados Análisis Microbiológico de muestras de berenjena y ají topito en Sucre (total de muestras colectadas, enviadas y analizadas, 19) .....	199
<b>Tabla 22</b>	Estructura de costos del ají topito bajo las condiciones de la Costa Caribe .....	228
<b>Tabla 23</b>	Resumen de costos de producción del ají topito bajo las condiciones de la Costa Caribe.....	229

## Introducción

El ají topito (*Capsicum chinense*) es una de las solanáceas que se cultiva tradicionalmente en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Guajira, Córdoba, Sucre, Cesar y Magdalena. Esta hortaliza presenta una demanda aceptable y es utilizada como un condimento tradicional en las comidas de la Costa. La forma como se usa en la región es en su estado verde; su mercado no solo se limita a plazas de mercado, tiendas y vendedores ambulantes, sino también a supermercados, generando empleos directos e indirectos.

El cultivo de ají topito requiere de la tecnología apropiada para alcanzar los mejores rendimientos, para lo cual se debe contar con semilla de una variedad adaptada en las diferentes zonas y la puesta en marcha de prácticas agronómicas ya probadas como el establecimiento de semilleros, adecuados planes de fertilización que involucren el análisis de suelos, adecuación de riegos y drenajes, manejos integrados de arvenses, plagas y enfermedades, así como prácticas de cosecha y poscosecha que garanticen la calidad del producto hasta los puntos de venta.

Actualmente, se las prácticas agronómicas aplicadas en los cultivos de la región son muy limitadas por lo que se requiere llenar los vacíos tecnológicos existentes para el buen desarrollo del cultivo, aumentar su productividad, mejorar su eficiencia y cambiar los parámetros tradicionales de producción, lo que llevaría a elevar el nivel de vida de los pequeños y medianos productores de este sector permitiéndoles incursionar en el ámbito nacional y en el agro procesamiento.

Adicionalmente, es preciso contar con la formación de los agricultores para acceder a beneficios gubernamentales a través de la asociatividad con miras al aprovechamiento de las oportunidades de exportación que ofrecen los nuevos tratados de mercado con países altamente demandantes del producto en sus varias presentaciones.

Los planes departamentales están en la línea de contribuir con la diversificación agrícola a través de la producción de hortalizas para el consumo regional (seguridad alimentaria), nacional (almacenes de cadena y centrales de abastos) y de exportación, aprovechando las ventajas competitivas de la región Caribe, debido principalmente a una oferta ambiental que permite producción durante todo el año,

la cercanía a los principales puertos para la exportación, adecuada infraestructura vial y marítima y la experiencia de los productores en la producción de ají topito.

El presente modelo productivo para el ají topito se ha desarrollado con miras a plantear la tecnología en este cultivo; el documento está dividido en 13 capítulos que son los aspectos claves para el desarrollo un buen cultivo. En el capítulo 1 se describen los requerimientos agroecológicos, así como las características de las zonas productoras y potencialmente productoras. El capítulo 2 muestra la taxonomía y características botánicas de la planta para orientar al técnico en la identificación del material en campo. Los aspectos claves de la planificación del cultivo que apoyan la conveniencia de asumir el reto de establecer una actividad productiva alrededor del ají topito se analizan en el capítulo 3. Para tomar la decisión de implementar el cultivo, un punto clave es la producción de plántulas bien desarrolladas, para lo cual se deben tener en cuenta los diferentes factores que se describen en el capítulo 4. El capítulo 5 presenta el detalle de las primeras labores del cultivo, con indicaciones puntuales para cada una de ellas; los capítulos 6, 7 y 8 desarrollan las estrategias para el correcto manejo del riego, drenajes, la fertilización y el manejo de arvenses. Los capítulos 9 y 10 abordan los principales problemas fitosanitarios del cultivo y las estrategias de manejo. Finalmente, en los capítulos 11,12 y 13 se abarcan los temas de manejo cosecha y poscosecha del cultivo, comercialización y costos de producción del mismo.

Este documento fue elaborado con la participación de Ingenieros Agrónomos expertos en diferentes temáticas, lo cual contribuyó a la consolidación de varios capítulos. Se destaca la participación de docentes en la Universidad del Magdalena en capítulos de riego y enfermedades del cultivo, así mismo la participación de investigadores del C.I. Turipaná y del C.I. Caribia de Corpoica en capítulo de plagas, suelos y mejoramiento genético.

## Capítulo I

# Agroecología de los sistemas productivos de ají topito

Los sistemas de producción de cultivos comprenden el conjunto de actividades que se realizan y de materiales que se usan para que un cultivar o un conjunto de ellos convierta los recursos de un ambiente en productos para satisfacer una necesidad. Generalmente, en un área geográfica dada existe uno o más sistemas de producción de cultivos.

La investigación en sistemas de producción de cultivos es una actividad sistemática y organizada, mediante la cual y a través de modificaciones en el manejo y/o el arreglo de los cultivos permita una intervención más eficiente del sistema de producción. Sin embargo, sobre el cultivo de ají topito es poco lo que se ha investigado para optimizar su sistema productivo actual.

Con el propósito de mejorar estos sistemas, en primer lugar, se debe caracterizar el área y seleccionar uno o más sistemas de producción relevantes y luego también caracterizarlos. Después de estos procesos de caracterización de ambientes y de sistemas, se puede establecer en forma más clara la relación ambiente-sistema que es el primer paso o punto de partida para el desarrollo futuro de alternativas tecnológicas.

Durante el proceso de caracterización del ambiente físico biológico y socioeconómico de una región, se establecen más claramente las posibilidades y limitaciones que ofrece el ambiente para que los sistemas de producción en uso actual transformen los recursos en productos en forma más eficiente. A su vez, en el proceso de caracterización de los sistemas productivos, se establecen, por otra parte, las posibilidades y limitaciones biológicas de los componentes (plantas) y los deseos, aspiraciones y capacidades del operador (agricultor), frente a la disponibilidad de conocimientos tecnológicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, para establecer un modelo productivo eficiente para el ají topito, se debe partir de información básica relacionada con las condiciones

agroclimáticas (oferta ambiental) de las zonas productoras actuales y de las potenciales para dicho cultivo.

Por esta razón, en este capítulo, además de presentar el estado actual de las zonas productoras de ají topito, se presenta una descripción de los diferentes aspectos agroecológicos de la Costa Atlántica, enfocados en los suelos, vocación y uso de la tierra, régimen de lluvias y otras características de la agroecología de la región.

## **Generalidades de la geografía en la costa caribe colombiana**

La región Caribe está conformada por 7 departamentos continentales y un área insular, los cuales a su vez agrupan a un total de 192 municipios y 1.367 corregimientos que representa el 11,6% (equivalente a 132.297 km<sup>2</sup>) de los 1.141.748 km<sup>2</sup> que comprende el total del territorio nacional, y presenta, entre otros aspectos, gran importancia en la oferta hídrica nacional, con un 25% del total de hectáreas ocupadas por los cuerpos de agua en el país, y sobresaliendo además por contener el 82% de todas las ciénagas del país.

La región actualmente está conformada por siete departamentos en su parte continental (La Guajira, Magdalena, Atlántico, Cesar, Córdoba, Sucre y Bolívar), y uno en su parte insular (San Andrés y Providencia), con un total de 196 municipios. En su aspecto físico, la Región Caribe está constituida predominantemente por tierras bajas y planas (menos de 130 m.s.n.m.) y con una alta temperatura media (28°C), con parte del territorio enmarcado por las estribaciones de las tres cordilleras y además con la presencia de la sierra Nevada de Santa Marta.

## **Zonas productoras de ají topito en la costa caribe**

El ají topito se cultiva en todos los 7 departamentos continentales de la Costa Caribe (como se observa en la tabla 1), pero los datos de comercialización de las principales centrales de abastos de la Costa señalan que la mayor cantidad de producto que se recibe y comercializa provienen, en su orden, de los departamentos de Magdalena, Bolívar y Córdoba.

Como se observa en la tabla 1, en total se tienen reportes de siembra de ají topito en 47 municipios, siendo Magdalena el departamento con mayor cantidad de municipios (10), seguido por Atlántico (7), Córdoba (8), Cesar (7), La Guajira (7), Sucre (5) y finalizando con el de menor cantidad de municipios, que es Bolívar (3).

**Tabla 1.** Municipios productores de ají topito en los departamentos de la Costa Atlántica (2013)

		Departamentos						
		Atlántico	Bolívar	Cesar	La Guajira	Sucre	Córdoba	Magdalena
Municipios productores	Campo de la Cruz		Carmen de Bolívar	La Paz	Riohacha	Sampués	Montería	Santa Marta
	Suan		San Jacinto	Codazzi	San Juan	Corozal	Cereté	Ciénaga
	Repelón		San Juan Nepomuceno	Curumaní	Dibulla	Sincelejo	Sahagún	Zona Bananera
	Sabanalarga			El Copey	Fonseca	Ovejas	Lorica	Aracataca
	Sabanagrande			Manaure	Villanueva	Chalán	San Andrés de Sotavento	El Retén
	Santa Lucía			La Jagua de Ibirico	Urumita		San Carlos	Fundación
	Santo Tomás			Valledupar	Matitas		San Pelayo	Pivijay
							Canalete	El Piñón
								Sitio Nuevo
								Remolino

En varias zonas productoras se cuenta con acceso a los distritos de riego de mediana y gran escala, entre los cuales se pueden mencionar: Santa Lucía, Manatí, Repelón y Campo de la Cruz en Atlántico; María la Baja en Bolívar, Buenos Aires en Cesar; Mocarí y La Doctrina en Córdoba, Cañaverales y Matitas en La Guajira. Actualmente se adelanta la construcción del megaproyecto de Ranchería en La Guajira, que beneficiará a miles de familias campesinas.

Generalmente, el sistema de producción de ají topito se había venido trabajando como un cultivo de economía campesina en pequeñas áreas bajo el sistema de monocultivo (figura 1), o en huertas caseras, sin embargo, en los últimos años se han venido incrementando sus áreas de siembra, aunque con la misma tecnología.



**Figura 1.** Vista general de un cultivo de ají topito, establecido bajo el sistema de monocultivo.

Por otro lado, actualmente se presentan alternativas de los agricultores en relación a sistemas de producción, en cultivos de ají asociativos con maíz y yuca, principalmente y como componente de arreglos en los primeros años con cultivos semipermanentes y permanentes entre ellos la papaya, la palma de aceite y el mango (figura 2), lo cual se deberá validar.

Estas nuevas alternativas, además del manejo de la diversificación en el uso del suelo, permitirían aprovechar no solo el área disponible en los primeros años de los cultivos permanentes, sino que brinda a los agricultores una fuente de ingresos temporales mientras comienza la producción del cultivo que decidieron colocar como permanente.

Por otro lado, estos sistemas alternativos de producción que involucran al ají topito pueden llegar a ser ambientalmente amigables, si se utiliza un paquete tecnológico que permita un manejo adecuado con el mínimo impacto posible al ambiente.

En el presente Modelo Productivo se presentan una serie de estrategias para el manejo del cultivo de ají topito que apuntan a una optimización de los procesos, con una utilización racional de los recursos para lograr buenas producciones con el mínimo detrimento ambiental posible.



**Figura 2.** Vista general de arreglos temporales palma-ají topito y papaya-ají topito, como alternativas de sistemas productivos al tradicional sistema de monocultivo.

Aunque no se dispone de estadísticas bien precisas, atendiendo entre otras cosas al estilo de cultivo que como ya se mencionó es principalmente de economía campesina, los reportes indican que el departamento con mayor producción es Magdalena, abarcando un 40%, seguido por Bolívar con 19,9%, La Guajira con 9,2% y Córdoba, con 5,16%. El restante 25,74% se reparte entre los otros 3 departamentos de la Costa Atlántica (Atlántico, Cesar y Sucre).

Los rendimientos promedios del ají, bajo las condiciones actuales de manejo, con poca o nula inclusión de tecnología, se encuentran entre 8 - 10 t/ha. Atendiendo las recomendaciones del presente Modelo Productivo, se podría aumentar significativamente estos rendimientos hasta unas 20 t/ha.

## Ecofisiología del ají topito

Las características botánicas y fisiológicas de la planta permite obtener cosechas continuas, en cuanto al ciclo de vida, por lo cual el ají topito se puede considerar como semi-perenne, pues se llega a obtener producción por más de un año, sin embargo, para explotación comercial no debe ser mantenido por un periodo mayor a 2 años, siendo necesario entonces renovar la plantación (en algunas zonas incluso, de acuerdo al manejo y las condiciones agroecológicas, se trabaja en forma anual o semestral), esto podría ser determinante en la programación de las cosechas.

La cosecha del ají topito inicia en promedio a los 60 días después del trasplante y continúa durante varios ciclos, que pueden extenderse hasta alcanzar 18 meses (desde la siembra a la última cosecha). Aunque el ají topito se puede continuar cosechando, después de este tiempo, no es recomendable porque el cultivo se vuelve más propenso al ataque de plagas y enfermedades y la cantidad de frutos que se cosechan disminuye drásticamente, volviéndose antieconómico continuar con el mismo.

En Colombia las diferentes especies de *Capsicum* se encuentran distribuidas entre 0 y 2000 m.s.n.m. Para el caso del ají topito, su rango de altura está entre los 0 y 400 m.s.n.m. El ají topito se adapta bien en climas templados y cálidos, con temperaturas óptimas entre 18°C y 27°C durante el día y de 15°C a 18°C en la noche. Sin embargo, es capaz de adaptarse a temperaturas hasta de 30-32°C, sin que se afecte su desarrollo. Temperaturas nocturnas más cálidas, favorecen una floración temprana. Dentro de las especies de *Capsicum*, los cultivares de frutos pequeños son muy rústicos y se adaptan a condiciones extremas de temperatura.

Para un adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo, el ají requiere entre 600 a 1250 mm como régimen de pluviosidad (Guzmán, 2009). Una lluvia intensa, durante el periodo de floración, ocasiona la caída de la flor y un mal desarrollo del fruto y, durante su período de maduración, ocasiona la pudrición de los frutos. Las condiciones óptimas de humedad se encuentran alrededor de 60%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados. El ají topito también es exigente en luminosidad durante todo su ciclo vegetativo, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración.

## Suelos adecuados para el cultivo de ají topito

La adaptación del ají topito a los suelos es amplia, dependiendo de la disponibilidad de riegos y drenajes, se puede sembrar en suelos arenosos si existe buena disponibilidad de agua, pero su comportamiento productivo es mejor en suelos con textura franco-limosa y franco arenosa; el pH adecuado para el cultivo es de 6.0 a 6.5, en el cual la planta adquiere un mejor desarrollo.

Lo ideal para el ají topito sería disponer de terrenos profundos (1 m) que permitan el buen desarrollo del sistema radical, sin embargo, las plantas alcanzan a desarrollarse

bien con profundidades mucho menores, hasta del orden de unos 30-50 cm. Cuando este problema de poca profundidad llega a ser un obstáculo para el desarrollo de la planta, antes de establecer el cultivo se recomienda la realización de prácticas que permitan a mediano y largo plazo el mejoramiento del suelo, tales como el manejo de residuos vegetales para fabricación de compost y la incorporación de materia orgánica directamente al suelo.

En razón a que los suelos no presentan los mismos contenidos de nutrientes en todas las regiones productoras es de vital importancia realizar el muestreo adecuado y el respectivo análisis del suelo, con el fin de suministrar adecuadamente los nutrientes requeridos por el cultivo. En capítulo posterior se hace descripción del procedimiento de muestreo. El cultivo de ají es moderadamente sensible a la salinidad del suelo, aunque en la etapa de semillero es más sensible. La disminución del rendimiento en *Capsicum* para distintos niveles de conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (CEe) es como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Niveles de reducción del rendimiento de especies de *Capsicum* en función de la Conductividad eléctrica del extracto de Saturación.

Conductividad eléctrica del extracto de saturación (dS·m <sup>-1</sup> )	Porcentaje de disminución del rendimiento
1,5	0%
2,2	10%
3,3	25%
5,1	50%
8,5	100%

Fuente: Doorenbos J, Kassam A. 1994.

Como se observa el cultivo soporta valores de conductividad eléctrica cercanos a 2dS/m, sin que se den disminuciones de rendimiento. El agua de riego tiene gran importancia en todos los problemas relacionados tanto con la salinización como con la sodización.

## Características agroecológicas de los suelos de la costa caribe

Si se quiere viabilizar el desarrollo del ají topito como un cultivo competitivo en la Costa Caribe, es muy importante conocer las características agroecológicas de sus

suelos, tales como el clima, erosión, fertilidad y drenaje, entre otros, enmarcados en el uso actual que se le da a dichos suelos, para poder visualizar el potencial de aprovechamiento de las tierras agrícolas para el aumento de las áreas de siembra de ají topito y el mejoramiento de las condiciones de siembra de las áreas actuales.

Durante un recorrido realizado en 2013 por Corpoica en las zonas productoras de la Costa Atlántica se encontraron cultivos de ají topito en zonas cuyos suelos presentan paisaje de planicie aluvial o lacustre, con relieves planos de inundación, moderadamente profundos a profundos y litología correspondiente a depósitos aluviales recientes.

Taxonómicamente, estos suelos pertenecen a los órdenes entisoles o inceptisoles. El pH de los suelos donde se encontraron cultivos oscila entre ligeramente ácido a neutro, e incluso se encontraron algunos cultivos en suelos ácidos. Con relación a la saturación de bases se concluye que esta generalmente es alta, con presencia de sales de sodio en algunos sitios.

El análisis de la información recopilada permite evidenciar que los agricultores no siempre tienen en cuenta las características ideales para el establecimiento del cultivo (esto, se describe más adelante en las secciones ecofisiología y suelos adecuados para el cultivo).

Las tablas 3a y 3b presentan un resumen de las características agroecológicas de los suelos de los 7 departamentos, basado en el trabajo de consolidación hecha por Meisel y Pérez, 2006, con base en información del IGAC. Seguidamente, se presenta, para cada departamento, un análisis de la información contenida en dichas tablas, combinando parte de la descripción hecha por los mencionados autores, con la potencialidad de establecimiento de áreas de cultivo de ají topito, sobre la base de la ecofisiología del cultivo que incluyen las recomendaciones de suelos adecuados para el cultivo y las recomendaciones técnicas del modelo productivo planteado.

**Tabla 3.** Características agroecológicas de los suelos

a. Características agroecológicas de los suelos de los departamentos de La Guajira, Cesar, Magdalena y Atlántico

	Grado	La Guajira		Cesar		Magdalena		Atlántico	
		Area (has.)	(%)	Area (has.)	(%)	Area (has.)	(%)	Area (has.)	(%)
CLIMA	Cálido	1.852.104	90,3%	1.775.876	78,80%	1.841.452	79,90%	300.759	90,80%
	Medio	127.590	6,20%	273.356	12,10%	143.327	6,20%	0	0,00%
	Frío	42.266	2,10%	109.024	4,80%	86.367	3,70%	0	0,00%
	Muy frío	22.969	1,10%	34.002	1,50%	47.611	2,10%	0	0,00%
	Nival	0	0,00%	0	0,00%	1.898	0,10%	0	0,00%
	Subnival	5.649	0,30%	8.591	0,40%	25.983	1,10%	0	0,00%
PAISAJE	Altiplanicie	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	Altilanura	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	Lomeríos	901.451	43,90%	198.685	8,80%	880.172	38,20%	123.620	37,30%
	Montaña	348.930	17,00%	798.810	35,40%	435.104	18,90%	0	0,00%
	Sup. Aplanam.	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	Piedemonte	100.353	4,90%	955.285	42,40%	101.110	4,40%	3.479	1,10%
	Planicie	524.850	25,60%	218.900	9,70%	730.252	31,70%	167.327	50,50%
Valle aluvial	174.995	8,50%	29.169	1,30%	0	0,00%	6.333	1,90%	
PENDIENTE	a; b (0% a 7%)	919.186	44,80%	1.222.408	54,20%	832.943	36,20%	177.139	53,50%
	c; d (7% a 25%)	703.562	34,30%	94.517	4,20%	570.641	24,80%	77.858	23,50%
	e (25% a 50%)	143.366	7,00%	107.737	4,80%	95.703	4,20%	45.762	13,80%
	f y g (> 50%)	284.464	13,90%	722.231	32,00%	562.692	24,40%	0	0,00%
EROSIÓN	0,1,6	1.641.772	80,00%	1.238.461	55,00%	1.704.740	74,00%	156.736	47,30%
	2 Moderada	243.325	11,90%	863.034	38,30%	427.544	18,60%	128.557	38,80%
	3 Severa	165.480	8,10%	99.354	4,40%	14.354	0,60%	15.466	4,70%
	Muy severa	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
PROFUNDIDAD	Muy superficial	949.111	46,30%	1.433.186	63,60%	782.283	34,00%	103.803	31,30%
	Superficial	815.722	39,80%	360.570	16,00%	1.106.091	48,00%	196.733	59,40%
	Moderadam. prof.	7.870	0,40%	368.322	16,30%	40	0,00%	0	0,00%
	Profundo	277.875	13,50%	38.771	1,70%	255.612	11,10%	223	0,10%
	Muy profundo	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
DRENAJE	Excesiv. drenado	271.198	13,20%	406.040	18,00%	358.241	15,60%	0	0,00%
	Bien drenado	1.186.669	57,80%	831.218	36,90%	1.351.475	58,70%	159.885	48,30%
	Moderadam. dren.	19.359	0,90%	57.870	2,60%	84.659	3,70%	223	0,10%
	Imperfectam. dren.	537.904	26,20%	822.976	36,50%	209.631	9,10%	45.709	13,80%
	Pobrem. drenado	27.711	1,40%	2.141	0,10%	11.109	0,50%	78.585	23,70%
	Muy pobrem. dren.	7.736	0,40%	80.604	3,60%	127.013	5,50%	16.359	4,90%
FERTILIDAD	Muy baja	478.809	23,30%	946.519	42,00%	337.241	14,60%	70.913	21,40%
	Baja	552.016	26,90%	423.498	18,80%	676.943	29,40%	5.570	1,70%
	Moderada	992.733	48,40%	573.725	25,50%	1.039.249	45,10%	205.158	61,90%
	Alta	25.389	1,20%	224.454	10,00%	88.694	3,90%	6.556	2,00%
	Muy alta	1.630	0,10%	30.741	1,40%	0	0,00%	12.563	3,80%

Fuente: Meisel y Pérez, 2006, con base en información IGAC 2002.

b. Características agroecológicas de los suelos de los departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba.

	Grado	Bolívar		Sucre		Córdoba	
		Area (has.)	(%)	Area (has.)	(%)	Area (has.)	(%)
CLIMA	Cálido	2.293.630	86,20%	1.013.376	94,80%	2.437.787	97,20%
	Medio	175.359	6,60%	0	0,00%	29.283	1,20%
	Frío	0	0,00%	0	0,00%	1.228	0,00%
	Muy frío	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	Nival	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	Subnival	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
PAISAJE	Altiplanicie	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	Altillanura	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
	Lomeríos	574.450	21,60%	320.879	30,00%	705.829	28,20%
	Montaña	879.701	33,10%	59.563	5,60%	420.105	16,80%
	Sup. Aplanam.	0	0,00%	0	0,00%	233.246	9,30%
	Piedemonte	284.186	10,70%	29.577	2,80%	30	0,00%
	Planicie	693.379	26,10%	442.442	41,40%	1.093.145	43,60%
	Valle aluvial	37.273	1,40%	160.915	15,10%	15.946	0,60%
PENDIENTE	a; b (0% a 7%)	953.825	35,90%	632.004	59,10%	1.023.626	40,80%
	c; d (7% a 25%)	262.446	9,90%	230.416	21,60%	766.876	30,60%
	e (25% a 50%)	418.028	15,70%	72.484	6,80%	207.059	8,30%
	f y g (> 50%)	770.398	29,00%	67.826	6,30%	470.739	18,80%
EROSIÓN	0,1,6	1.895.972	71,30%	840.926	78,70%	2.159.341	86,10%
	2 Moderada	571.565	21,50%	141.855	13,30%	288.682	11,50%
	3 Severa	1.452	0,10%	30.595	2,90%	20.276	0,80%
	Muy severa	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
PROFUNDIDAD	Muy superficial	1.687.236	63,40%	331.927	31,00%	703.475	28,10%
	Superficial	602.566	22,60%	640.127	59,90%	1.252.709	50,00%
	Moderadam. prof.	117.594	4,40%	19.496	1,80%	260.964	10,40%
	Profundo	53.619	2,00%	21.827	2,00%	250.249	10,00%
	Muy profundo	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
DRENAJE	Excesiv. drenado	731.075	27,50%	40.067	3,70%	470.118	18,80%
	Bien drenado	704.419	26,50%	350.973	32,80%	1.236.312	49,30%
	Moderadam. dren.	216.411	8,10%	39.281	3,70%	8.016	0,30%
	Imperfectam. dren.	204.538	7,70%	332.781	31,10%	406.367	16,20%
	Pobrem. drenado	26.780	1,00%	161.419	15,10%	316.982	12,60%
	Muy pobrem. dren.	577.793	21,70%	88.855	8,30%	29.600	1,20%
FERTILIDAD	Muy baja	812.600	30,50%	112.857	10,60%	546.523	21,80%
	Baja	568.239	21,40%	105.324	9,90%	726.653	29,00%
	Moderada	532.383	20,00%	367.309	34,40%	890.728	35,50%
	Alta	529.665	19,90%	427.886	40,00%	303.492	12,10%
	Muy alta	18.127	0,70%	0	0,00%	0	0,00%

Fuente: Meisel y Pérez, 2006, con base en información IGAC 2002.

## **Características agroecológicas de los suelos del departamento de La Guajira**

El territorio del departamento de La Guajira es predominantemente plano y desértico con algunas zonas montañosas (el macizo guajiro y las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la Serranía del Perijá). Puede observarse que la mayor parte del departamento se encuentra caracterizado por un clima cálido, en donde el paisaje predominante son las planicies y lomeríos, con variadas condiciones de fertilidad donde es factible la siembra del ají topito. (Detalles en tabla 3a). En cuanto a las pendientes de los suelos, estas se encuentran entre 0% y 25%, en donde prácticamente no existe el problema de la erosión, situación ideal para el desarrollo del cultivo de ají topito.

## **Características agroecológicas de los suelos del departamento de Cesar**

En términos generales, la mayor parte del departamento presenta un clima medio y cálido, con un paisaje caracterizado principalmente por zonas montañosas (36%) y de piedemonte (42%) por estar rodeado de la Sierra Nevada de Santa Marta en la parte nor-occidental, y la Serranía de Perijá en la parte oriental. (Detalles en tabla 3a). En el interior del departamento, se destacan los suelos de tierras bajas y planas no-inundables (con pendientes que oscilan entre 0% y 7%), que son las que presentan las mayores condiciones de productividad.

## **Características agroecológicas de los suelos del departamento de Magdalena**

El departamento del Magdalena está ocupado en parte por la Sierra Nevada de Santa Marta (cerca del 20%) y tiene tierras planas y suavemente onduladas algunas de las cuales se encuentran ocupadas por ciénagas y caños, además de que se encuentra bordeado por el Río Magdalena en su costado occidental. (Detalles en tabla 3a). La mayor parte del territorio (cerca del 80%) presenta climas entre medio y cálido, cuyo paisaje predominante son las planicies y los lomeríos. En cuanto a las características topográficas, el 36% del territorio presenta pendientes de hasta el 7%, seguido por un 25% del territorio en el que las pendientes son mucho más pronunciadas, alcanzando niveles de más del 50%.

Otra característica importante es que los suelos del Magdalena no presentan problemas importantes de erosión, ya que más del 90% del territorio se clasifica con erosión de ligera a moderada. Sin embargo, la profundidad de los suelos es superficial o muy superficial en cerca del 85% del departamento. La mayor parte del territorio (cerca del 80%) presenta climas entre medio y cálido, cuyo paisaje predominante son las planicies y los lomeríos, con niveles variados de pendiente (61% con pendientes por debajo del 25%) y sin problemas significativos de erosión, y la fertilidad es muy variada.

### **Características agroecológicas de los suelos del departamento de Atlántico**

El territorio atlanticense presenta en la totalidad de su territorio un clima cálido (Detalles en tabla 3b), con un gran porcentaje de suelos planos (50,7%), especialmente aquellos que se encuentran en la rivera del Río Magdalena y del Canal del Dique, y un (37,3%), de suelos ondulados (lomeríos), con pendientes de hasta 25% en la mayor parte del territorio, y una menor proporción con pendientes entre 25% y 50%, sin problemas graves de erosión, que posibilitan, con un manejo adecuado de la fertilización (para aquellas zonas con fertilidad baja) y estrategias de conservación para las zonas con limitaciones de profundidad, el establecimiento a gran escala del cultivo de ají topito. Además, el departamento cuenta con importantes recursos hídricos como el Río Magdalena (que bordea el costado oriental) y el embalse del Guájaro, entre otros. Sin embargo, no se debe descuidar los 3 grandes limitantes que presenta el departamento para la producción agrícola en ciertas zonas (el déficit de humedad durante gran parte del año, la baja capacidad de retención de la humedad y la poca disponibilidad de nutrientes), razón por la cual, en dichas zonas, se dedican a otras actividades económicas como la ganadería.

### **Características agroecológicas de los suelos del departamento de Bolívar**

El departamento de Bolívar se constituye principalmente de tierras bajas, excepto en las zonas en donde se encuentra la serranía de San Jacinto, en la parte norte del departamento, y la serranía de San Lucas, en la parte sur. Dos características adicionales sobresalen en su topografía, el Canal del Dique y la sub-región de la Mojana. El primero localizado en la parte norte del departamento, y la segunda en la parte media. En la tabla 3b se pueden detallar las características agroecológicas más representativas de Bolívar. Bolívar se caracteriza por contar con un clima cálido en casi la totalidad del departamento. En cuanto a las características topográficas

sobresale un primer grupo de tierras altas en las Serranías de San Jacinto y de San Lucas, cuyos suelos van de profundos a superficiales con fuertes pendientes que los hacen susceptibles a la erosión, bien drenados, de texturas medias a finas y de baja fertilidad. El segundo tipo lo conforman las tierras bajas que conforman las riveras del Río Magdalena, del Canal del Dique y la sub-región de La Mojana. El tercer tipo lo componen las demás tierras, que, si bien no presentan una alta fertilidad, se encuentran caracterizadas por una fertilidad moderada, con suelos profundos a moderadamente profundos, de texturas finas y medias e imperfectamente a bien drenados. En estas zonas, también es factible la implementación de economía de escala basada en el cultivo de ají topito.

### **Características agroecológicas de los suelos del departamento de Sucre**

El departamento de Sucre se caracteriza por el clima cálido, en su mayoría con tierras bajas que corresponden a la depresión del bajo Magdalena Cauca-San Jorge, inundables en gran parte, de clima cálido y de baja profundidad, pero con altos niveles de fertilidad (Detalles en tabla 3b). La parte montañosa en la parte noroccidental ocupa un bajo porcentaje del área total, y corresponde a la continuación desde Bolívar de la Serranía de San Jacinto.

### **Características agroecológicas de los suelos del departamento de Córdoba**

El clima cálido en la mayor parte del territorio, y las tierras bajas (correspondientes a las planicies de los valles de inundación de los ríos Sinú y San Jorge), con pendientes (que en su mayoría no superan el 25% de inclinación) son las principales características del departamento. El resto del departamento es quebrado y corresponde a las serranías de Abibe, San Jerónimo y Ayapel. (Detalles en tabla 3b).

### **Uso actual, potencial y conflictos del uso del suelo en la costa caribe**

Se puede interpretar desde varios puntos de vista. Sin embargo, en este caso interesa particularmente la ocupación en actividades productivas especialmente agropecuarias, así como el análisis de su mejor uso acorde con las características

físicas de sus suelos, para finalmente establecer los niveles de conflicto de uso de tierras en cada departamento. A través de estos resultados no sólo es posible hacerse una idea mucho más clara de la buena o mala utilización de la tierra, sino que también sirve como instrumento para la adopción y puesta en marcha de acciones encaminadas a la optimización del uso de la tierra en su mejor alternativa productiva. La Tabla 4 presenta la utilización actual de los suelos para cada departamento de la Costa Caribe, junto con la información para el total de la región.

**Tabla 4.** Uso actual de los suelos, en el universo de estudio, en los departamentos de la Costa Caribe (2012)

a. Participación del número de hectáreas dedicadas a cada actividad

Departamento	Agrícola <sup>1</sup>	Pecuaría <sup>2</sup>	Forestal <sup>3</sup>	Otros usos <sup>4</sup>	Área perdida <sup>5</sup>	Total uso de suelo
Atlántico	4,91	88,01	3,12	3,97	N.D.	100,00
Bolívar	6,62	83,34	5,51	4,53	N.D.	100,00
Cesar	9,82	81,56	5,39	2,38	0,85	100,00
Córdoba	6,54	87,82	0,64	4,11	0,89	100,00
La Guajira	0,96	93,94	1,24	2,74	1,11	100,00
Magdalena	6,44	85,28	5,45	1,96	0,86	100,00
Sucre	8,34	83,68	0,48	7,50	N.D.	100,00
Costa Caribe	6,35	86,16	3,28	3,53	0,68	100

b. Número de hectáreas dedicadas a cada actividad

Departamento	Agrícola <sup>1</sup>	Pecuaría <sup>2</sup>	Forestal <sup>3</sup>	Otros usos <sup>4</sup>	Área perdida <sup>5</sup>	Total uso de suelo
Atlántico	13.623	244.241	8.652	11.013	N.D.	277.530
Bolívar	96.350	1.213.187	80.273	65.918	N.D.	1.455.727
Cesar	192.608	1.599.742	105.662	46.732	16.713	1.961.456
Córdoba	124.395	1.669.916	12.149	78.243	16.916	1.901.619
La Guajira	16.177	1.576.317	20.872	45.946	18.624	1.677.935
Magdalena	105.300	1.393.870	89.023	32.079	14.109	1.634.380
Sucre	73.455	737.053	4.230	66.052	N.D.	880.790
Costa Caribe	621.908	8.434.325	320.861	345.983	66.362	9.789.438

Fuente: Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2012. Dane.

1 Agrícola: áreas en cultivos transitorios, barbechos, cultivos permanentes y descanso. No incluyen los relacionados a los cultivos de palma de aceite, banano tipo exportación y caña de azúcar, pues se escapan de la metodología utilizada para recolección de datos durante la E.N.A. 2012.

2 Pecuaría: área en pastos o forrajes, malezas o rastrojos, vegetación de sabanas, páramos y xerofítica.

3 Forestal: área en bosque natural o plantado

4 Otros usos: cuerpos de aguas, eriales y afloramientos rocosos, infraestructura agropecuaria y otros fines.

5 Áreas perdidas: por inundación o deslizamientos

De las tablas (4a y 4b) anteriores se deduce que, en los departamentos de la Costa Caribe, la proporción de tierras dedicadas a usos agrícolas es bastante baja. La actividad pecuaria es importante en la Costa Caribe no sólo por su participación en la ocupación de la tierra (83,71%), sino que además representa el 10% de la actividad económica en la región, resaltando que se trata de una ganadería extensiva y por tanto ineficiente.

En cuanto a las áreas forestales, se llevan a cabo actividades de producción que requieren el mantenimiento del equilibrio ecológico y la sostenibilidad de los bosques. Estos datos incluyen el caso de las áreas destinadas a la conservación, en las cuales se requiere una total protección de la vegetación natural, controlando los usos agropecuarios y la contaminación del suelo y las fuentes hídricas.

Si bien la anterior información es valiosa para determinar en qué actividades están siendo utilizadas las tierras, su utilidad se vería restringida si no se compara con la información del mejor uso de estas dadas las condiciones agroecológicas, tales como el clima, drenaje, fertilidad, erosión y profundidad, entre otros. Si se tiene en cuenta este análisis el resultado arroja lo que se conoce como la aptitud o vocación de uso de los suelos (Tablas 5 y 6).

**Tabla 5.** Vocación de uso de los suelos de los departamentos de la Costa Caribe (2002)

Departamento	Agrícola	Agroforestal	Pecuaria	Forestal	Conservación
Atlántico	62,9%	3,9%	17,1%	0,0%	12,7%
Bolívar	18,4%	21,7%	22,3%	0,9%	36,6%
Cesar	52,7%	3,7%	4,8%	6,1%	32,6%
Córdoba	37,8%	7,2%	32,9%	7,5%	14,6%
La Guajira	16,8%	33,1%	8,4%	0,3%	41,3%
Magdalena	32,1%	28,4%	11,9%	0,9%	26,6%
Sucre	42,1%	8,5%	28,9%	1,8%	18,7%
Total	33,2%	17,3%	17,7%	3,0%	28,7%

**Tabla 6.** Número potencial de hectáreas que se debería dedicar a cada actividad

Departamento	Agrícola	Agroforestal	Pecuaria	Forestal	Conservación
<b>Atlántico</b>	208.330	12.951	56.539	0	42.157
<b>Bolívar</b>	489.463	576.942	592.698	24.516	974.307
<b>Cesar</b>	1.188.429	83.974	107.599	138.071	735.295
<b>Córdoba</b>	947.645	180.459	825.109	187.108	366.341
<b>La Guajira</b>	345.682	679.285	171.436	6.618	848.208
<b>Magdalena</b>	740.009	653.197	274.790	21.774	613.024
<b>Sucre</b>	449.781	90.475	308.947	19.496	200.058
<b>Total</b>	<b>4.369.339</b>	<b>2.277.283</b>	<b>2.337.119</b>	<b>397.581</b>	<b>3.779.390</b>

Fuente: Meisel y Pérez, 2006, con base en la información cartográfica del IGAC.

La información presentada en la tabla 5, permite apreciar el potencial agrícola que tienen los suelos de la región Caribe. Si se siguieran estrictamente las recomendaciones técnicas de utilización del suelo, alrededor del 30% de las tierras de la región deberían estar siendo utilizadas en actividades agrícolas, para completar un 60% si se además se acatara la recomendación de destinar otro 30% a la conservación. Sin embargo, la realidad es totalmente diferente, sobre todo en lo que tiene que ver con la actividad agrícola, ya que como se observó en la Tabla 5(a) tan sólo un 5.56% del territorio de la Costa Caribe está siendo destinado a estas actividades.

Existe sobreutilización de tierras con potencial agrícola en actividades pecuarias, ya que mientras el potencial de tierras para esta actividad es del 17%, están siendo utilizadas para ese efecto más del 80% del total de la región.

En síntesis, son las actividades pecuarias las causantes del desbalance agroecológico en el uso de los suelos en la Costa Caribe. Y es que no solamente se están dejando de dedicar tierras aptas para la agricultura con fines pecuarios, sino que se han llevado actividades de adecuación para ocupar tierras que podrían estar siendo dedicadas a actividades agroforestales y de conservación.

En otras palabras, la región Caribe presenta un gran desbalance (conflicto) en términos de la relación que debe existir entre el uso y el potencial de uso de las tierras, ya sea por sub-utilización (34%) o por sobreutilización (22%).

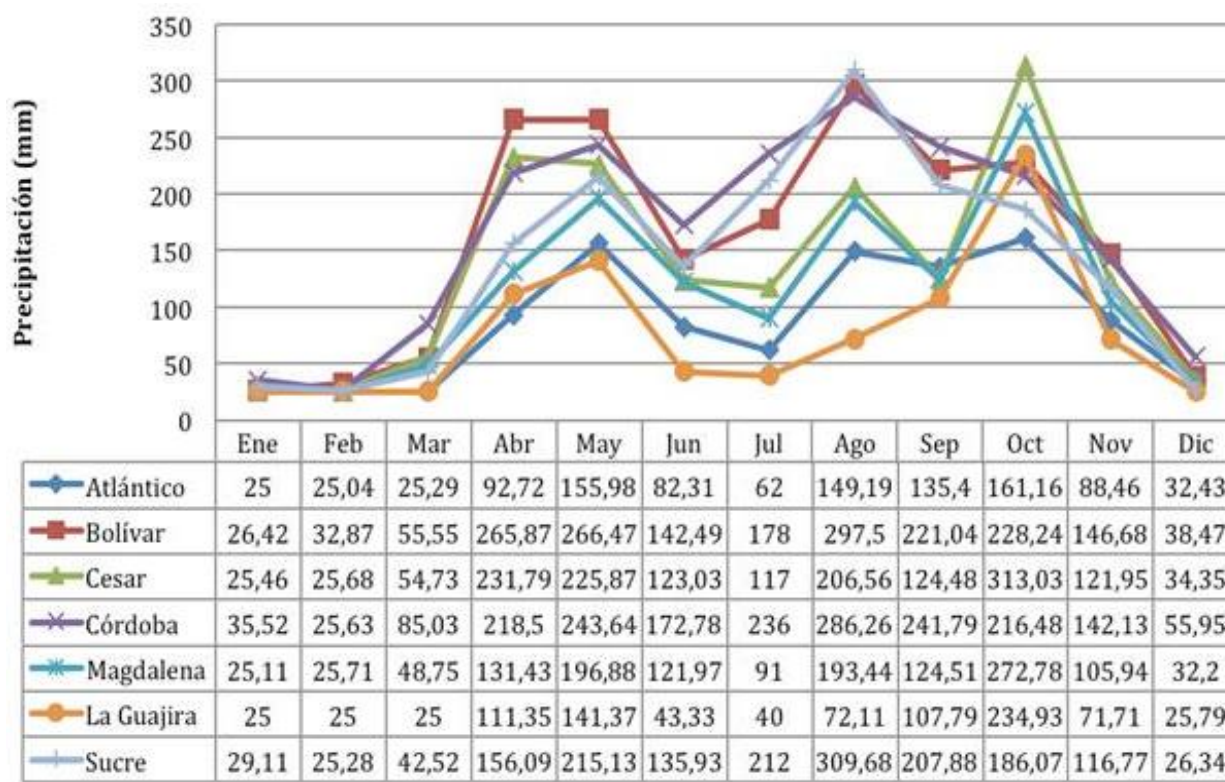
## **Características del régimen de lluvias en la costa caribe**

Una variable de importancia dentro de las características climáticas esenciales de una zona geográfica es el régimen de lluvias. Gran parte de la región Caribe se ha caracterizado, según su régimen de lluvias, por ser subhúmedo. Dos zonas de la Costa Caribe presentan características diferentes y opuestas: la parte norte del departamento de La Guajira, y la Sierra Nevada de Santa Marta. La primera se clasifica como árida y semiárida, por la escasez de recursos hídricos que enfrenta durante casi todo el año. Esta situación hace que el promedio de la oferta hídrica del departamento se reduzca en forma significativa.

La Sierra Nevada, por el contrario, se caracteriza por ser una zona geográfica húmeda, en la cual se presenta un régimen de lluvias mayor al resto de la región.

Este comportamiento hace que los tres departamentos que la conforman aumenten su promedio de oferta hídrica. El conocimiento de la información histórica a cerca de los regímenes de lluvia en la región es de trascendental importancia para la planeación de proyectos productivos de innovación tecnológica en la Costa Atlántica.

Al realizar un análisis más detallado del régimen de lluvias para la región Caribe (Figura 3), es posible notar un claro comportamiento estacional durante el año. Durante los primeros meses (enero-marzo) los niveles de precipitación en la región son bajos, mientras que al llegar los meses de abril y mayo aumentan considerablemente. Durante los meses de junio y julio, hay una caída en el nivel de lluvias que se denomina "veranillo de San Juan". Entre los meses de agosto y noviembre, las lluvias se incrementan nuevamente, para al final del año volver a reducirse hasta empalmar con la baja precipitación de principios del año siguiente.



**Figura 3.** Comparativa del Régimen de lluvias (mm) de los departamentos de la Costa Caribe.

Fuente: Agronet, con base en información IDEAM (2012).

Analizando el gráfico, se puede tener una idea clara de los departamentos con mayor precipitación. Por ejemplo, La Guajira es el departamento que a lo largo del año presenta menores niveles de precipitación (923,38 mm) mientras que los departamentos con regímenes de lluvia más pronunciados son Córdoba y Bolívar, con un total de 1959,71 mm y 1900 mm, respectivamente.

Como todos los fenómenos climatológicos, el comportamiento de las lluvias, en cuanto a temporalidad y en cuanto a volumen, puede cambiar de un año a otro. Un ejemplo de esto es lo que se conoce como el "Fenómeno del Niño" y el "Fenómeno de la Niña". Durante el primero, es característico que se presente una reducción del volumen de lluvias en las regiones Andina y Caribe, mientras que en el segundo ocurre lo contrario como ha sido en los recientes años 2010 y 2011.

En un estudio de la CEPAL, 2013, se presenta un amplio panorama de la situación de cambio climático y sus repercusiones en Colombia. Este estudio presenta los resultados de ejercicios de valoración sobre impactos de la vulnerabilidad al cambio climático y el diseño de medidas de adaptación.

Por ello se recomendó la elaboración de un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Este Plan debe cubrir por lo menos los siguientes impactos que han sido identificados preliminarmente como prioritarios por varios estudios:

- Modificación de productividad agrícola y seguridad alimentaria
- Alteración de ecosistemas
- Disponibilidad hídrica
- Gestión de riesgo y aumento de eventos extremos
- Para cada una de las anteriores temáticas se recomienda incorporar los resultados de los estudios ya adelantados a la fecha y complementarlos para que cubran los siguientes aspectos:
- Evaluación de vulnerabilidad y costos económicos de los impactos expedidos por el cambio climático, entre otros.

"Un potencial efecto adverso del cambio climático que afectaría particularmente al pequeño productor lo constituye la pérdida de materia orgánica del suelo. Las altas temperaturas aceleran la descomposición de la materia orgánica y aumentan el ritmo de desarrollo de otros procesos que tienen lugar en el suelo y que pueden afectar su fertilidad.

Los ritmos decrecimiento de las raíces y de la descomposición de la materia orgánica disminuyen considerablemente en los suelos secos, lo que reduce la cobertura del suelo y hace a este último más vulnerable a la erosión eólica. Por su parte, el aumento de las precipitaciones también puede causar una erosión importante del suelo en las laderas montañosas". Altieri, M. y C. Nicholls. 2008.

## Descripción de zonas homogéneas y recomendaciones generales

En consecuencia, del análisis anterior, podemos resumir la potencialidad productora de la región para el cultivo de ají topito, estableciendo las siguientes zonas homogéneas, así como el planteamiento de recomendaciones generales:

### Zona homogénea 1: Departamentos de Córdoba, Bolívar, Sucre y Depresión Momposina

Se caracterizan por contar con un patrón similar en precipitación y características de suelos, que en forma detallada la podemos resumir de la siguiente manera:

Para el caso del Departamento de Córdoba, la profundidad del suelo (de superficial a muy superficial en la mayor parte del territorio), junto con un suelo de bien a excesivamente drenado, y de moderada a muy baja fertilidad en casi todo el departamento, estos son los mayores limitantes para llevar a cabo actividades agrícolas de alta productividad, aunque precisamente aquí es donde se da la siembra de ají topito y además se podría ampliar dichas áreas, siempre y cuando se establezca un paquete tecnológico que enfoque la fertilización y la adecuación de riegos y drenajes, además de las otras variables de producción.

Con relación a los Departamentos de Bolívar y Sucre, el área potencial para el cultivo se caracteriza por sus condiciones de tierras bajas. Estos suelos, a pesar de verse afectados por inundaciones periódicas presentan unas características que los hacen aptos para la producción agrícola (incluido el ají topito como perspectiva de ampliación de áreas con tecnología de punta); van de superficiales a profundos, de imperfecta a pobremente drenados, de texturas medias a finas y de alta fertilidad, la cual puede verse afectada en algunas ocasiones por la insuficiencia de agua lluvia. Este inconveniente hace necesario un plan fraccionado de fertilización edáfica, así

como de sistema de riego y drenaje que permita un óptimo aprovechamiento de los suelos en la agricultura comercial.

Se debe tener en cuenta eso sí, que en el departamento de Bolívar se presenta una limitación adicional, consistente en que mientras en algunas zonas se presentan constantes inundaciones y encharcamientos que requieren adecuados sistemas de drenajes y planes fraccionados de fertilización, en otras zonas se presentan bajos niveles de humedad. Sin embargo, en dichas zonas es posible cultivar ají topito con aplicación de riego y adecuados planes de fertilización con inclusión de abonos orgánicos.

## **Zona homogénea 2: Departamentos del Magdalena, Cesar y Atlántico**

El departamento del Magdalena, en su área potencial para el cultivo de ají topito, se caracteriza por las planicies y lomeríos con diversidad en la pendiente de los suelos, en la fertilidad y en profundidad. No obstante estas condiciones es probable una ampliación de áreas de cultivo de ají topito, claramente manejando las limitantes de fertilidad con planes intensivos de fertilización, especialmente en las zonas de menor fertilidad (15%), que se encuentran concentradas principalmente en la parte nor-oriental del departamento del Magdalena, así como un manejo preciso de riegos y drenajes, para las zonas con problemas de encharcamientos (con inundaciones o con excesivo drenaje), ya que en su gran mayoría (más del 70%) presentan suelos bien o excesivamente drenados.

En el caso del departamento del Cesar, tendría cabida la ampliación de áreas de ají topito, con manejos especiales de la fertilización teniendo en cuenta la diversidad de niveles de fertilidad de dichos suelos. Esta zona corresponde a las llanuras y colinas del Magdalena y Cesar.

La mayor limitante para la siembra del ají topito se presenta en los suelos de la serranía de Perijá, principalmente por las fuertes pendientes (aunque sin problemas significativos de erosión), y los suelos de las tierras ribereñas con problemas de inundaciones y encharcamientos prolongados.

El departamento del Atlántico en su área potencial para el cultivo de ají topito, presenta condiciones similares al Magdalena con lomeríos y planicies de variada fertilidad y profundidad de suelos.

Estas características las hacen aptas para las actividades agropecuarias, siempre que se establezcan controles sobre las zonas inundables con el fin de que esta característica no se revierta en contra de las actividades productivas. Precisamente en estas zonas se concentraría una eventual ampliación de áreas de siembra del cultivo de ají topito.

### **Zona homogénea 3: Departamento de la Guajira, Valle superior del río Cesar y franjas costeras de Bolívar y Atlántico**

El departamento de la Guajira presenta unas condiciones muy limitantes en cuanto a la precipitación y suelos con diversidad en aspectos de fertilidad y de profundidad. Aunque se presenta la limitante de la profundidad y el drenaje (más del 85% del departamento presenta suelos muy poco profundos, de bien drenados a excesivamente drenados), es factible la realización de prácticas de conservación para su aprovechamiento con la siembra del cultivo, de hecho, la Guajira es uno de los departamentos que más produce. Aunque se tenga la limitación para la extensión de áreas de cultivo, se puede hacer un buen trabajo mejorando las condiciones de siembra y los rendimientos de las áreas actuales con suministro de riego por goteo con mayor demanda en la alta y media guajira. Igual situación con respecto a sequía se presenta en las otras dos subregiones.

Es pertinente aclarar que esta zonificación se hace con base en aspectos altamente generales (patrones de precipitación, profundidad de suelos, fertilidad y temperaturas promedio) con información reportada por LECARPENTIER C et al. 1977, sin embargo es probable tener una descripción más pormenorizada de zonificación a partir de la caracterización detallada de las zonas de producción, para lo cual se requiere de un estudio específico (Escala 1:100.000), entendiéndose el nivel de detalle desde el abordaje del clima, geomorfología, material parental y aspectos de erosión de suelos e inundaciones. De acuerdo con Terán et al. 1998, se afirma que para este propósito se requiere aplicar la metodología de zonificación agroclimática. Esta categoría se deriva de estudios que consideran variables de interés particular para la agricultura, por ejemplo: ciclos de cultivo o índices climáticos de humedad, etc., lo cuál sería motivo de un futuro estudio, pues no se cuenta con la información requerida para estudios más precisos a escala 1:25.000 como recomienda Abaunza, C.A.

De acuerdo a lo anterior podemos catalogar la zona homogénea 2 como la de mayor competitividad a raíz de su mejor oferta ambiental, la zona homogénea 1 como de mediana competitividad con proyección de algunas subzonas con la planificación de adecuados sistemas de drenajes y fertilizaciones fraccionadas y de baja competitividad a la zona homogénea 3 con potencialidad de algunas subzonas con la adecuación de eficientes distritos de riego, siembras en caballones, aplicación de materia orgánica y aplicación de fertilizantes por Fertirriego.

## Capítulo II

# Taxonomía y botánica del ají topito

### Taxonomía del cultivo de ají topito Clasificación taxonómica del género *Capsicum*



División: Spermatofita  
 Clase: Dicotiledoneae  
 Orden: Solanales  
 Familia: Solanaceae  
 Género: *Capsicum*  
 Especies domesticadas:  
*C. annum*  
*C. Chinense*  
*C. baccatum*  
*C. frutescens*  
*C. pubescens*

**Figura 4.** Ilustración morfológica de la planta de ají.

Fuente: Zapata et al., 1992).

## Principales características de la planta del ají topito

El ají tipo Topito es una planta perenne, pero se cultiva comercialmente como si fuera anual, ya que en esta forma se le da más duración a la producción. La figura 5 muestra la arquitectura típica de la planta en estado vegetativo, próximo a floración.



**Figura 5.** Detalle de la arquitectura típica de la planta de ají topito.

### **Sistema radical**

La planta del ají topito se caracteriza por presentar una raíz principal corta pero muy ramificada. (figura 6). Las raíces secundarias pueden alcanzar extensiones hasta de 1m de diámetro. La mayoría de estas se localizan entre 1 a 10 cm de profundidad. No forma raíces adventicias como otras especies.



**Figura 6.** Detalle de la raíz típica de la planta de ají topito.

## Tallos

El ají Topito es considerado una planta de tipo herbácea, tiene la particularidad de que su constitución interior es leñosa puede presentar forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto con altura variable (0,60 – 1.2m). Posee una ramificación pseudo dicotómica, siempre con una rama más gruesa y otra (la zona de unión de las ramificaciones provoca que estas se rompan con facilidad) esta forma de ramificación hace que el ají tenga forma umbelífera “angular”. (figura 7).



**Figura 7.** Aspecto de la característica del tallo en una planta joven de ají topito.

## Hojas

Estas son simples, alternas, con limbo oval lanceolado de bordes lisos, glabro (liso y suave al tacto) color verde oscuros, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y pecíolo largo y comprimido. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. (figura 8)



**Figura 8.** Detalles de la hoja típica de la planta de ají topito.

## Flores

Se localizan en los puntos donde se ramifican el tallo, encontrándose de número de 1-5 por cada ramificación. (figura 9).



**Figura 9.** Detalle de botones florales y flores típicas de la planta de ají topito.

Las flores son hermafroditas, de color blanco, con 6 sépalos que forman un cáliz persistente, 6 pétalos y 6 estambres. Poseen ovario súpero, el cual puede ser bilocular o trilocular y el estigma en la mayoría de los casos está a nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10%.

## Fruto

Consiste en una baya con dos a cuatro lóculos, los cuales forman cavidades inferiores con divisiones visibles en el caso de este tipo de ají. En la planta, los frutos se

distribuyen en forma individual de forma alterna (figura 10) aunque pueden presentarse, con una frecuencia mucho menor, algunos materiales que presentan una distribución de frutos en gajos.



**Figura 10.** Distribución de los frutos en una planta con ají topito.

La constitución anatómica del fruto está representada básicamente por el pericarpio y la semilla. El pericarpio posee un mesocarpio con un espesor variable, pero se considera se considera aproximadamente 1mm, con textura sólida en frutos dulces. Existen varias formas y tamaños de frutos, pero generalmente se agrupan en cónicos con peso variado, con un promedio de 10 a 12g.

La madurez es una etapa fija dentro del proceso de maduración que puede ser definida y utilizada con propósitos legales y comerciales. A nivel mundial, se reconocen tres conceptos de madurez: la madurez de cosecha, de consumo y fisiológica (Cardona et al, 2008). La madurez de cosecha o comercial es aquella etapa fisiológica en el desarrollo de la fruta, cuando se desprende del árbol y puede llegar a desarrollar madurez de consumo. La madurez de consumo es aquel momento en el desarrollo fisiológico del fruto, en que son completas y armónicas todas las características sensoriales propias de él como sabor, color, aroma, textura, consistencia, etc. Para productos no climatéricos (como el caso del ají topito), la madurez de cosecha debe ser igual o muy cercana a la madurez de consumo. Este tipo de madurez también se conoce como madurez técnica. La madurez fisiológica es el momento en que el desarrollo fisiológico de todas sus partes permite que las semillas estén maduras, aptas para su reproducción. En ocasiones la madurez de consumo se logra antes que la madurez fisiológica. Cuando el fruto de ají topito alcanza la madurez botánica o fisiológica, la coloración del fruto es rojiza, pero para

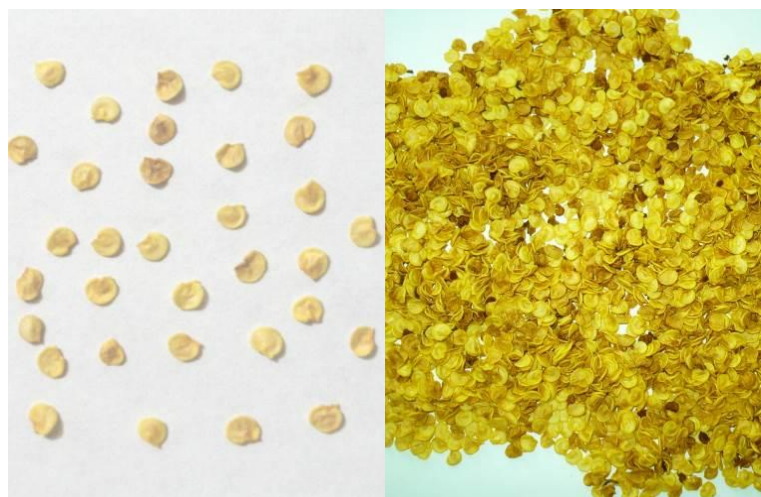
los fines de comercialización de este tipo de ají (fines de consumo), se hacen las recolecciones de madurez técnica (frutos verdes, pero completamente desarrollados), según sus fines de uso. (figura 11).



**Figura 11.** Detalle de frutos mostrando las diferentes coloraciones típicas en ají topito: verdes (con madurez técnica) y rojos (maduros).

### Semilla

Las semillas son generalmente reniformes, lisas y de coloración amarillenta, o blanco amarillenta, su peso absoluto (peso de 1.000 semillas) está entre 8 y 9 gramos. (figura 12).



**Figura 12.** Detalle de la morfología y coloración de la semilla típica de ají topito.

Dentro del fruto, las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. (figura 13)



**Figura 13.** Detalle de un fruto cortado por la mitad, mostrando la forma de inserción de las semillas de ají topito

## Capítulo III

# Aspectos de la planeación del cultivo del ají topito

### Planeación del cultivo

Para el establecimiento del cultivo del Ají Topito, es importante planear este proceso productivo, donde el productor conozca todos los factores que en una u otra forma incidan en dicho proceso para la toma de decisiones. Realizar una siembra sin un análisis de cada componente puede desencadenar el fracaso del cultivo y la pérdida del capital de inversión.

Entre los factores que el productor y el técnico deben conocer en el momento de planificar su cultivo, se mencionan los relacionados con el ambiente de producción e infraestructura (suelo, clima, períodos de lluvias y sequías, disponibilidad de agua, vías), disponibilidad de semillas, condiciones fitopatológicas que afectan al cultivo, aspectos de cosecha, poscosecha y posibilidades de agroindustria, así como otros relacionados con la disponibilidad de mano de obra y de insumos para el establecimiento y sostenimiento de la actividad productiva. Cada uno de estos factores se desarrollará en los diferentes ítems del presente modelo productivo del ají topito para la Costa Atlántica.

### Material para siembra

#### Calidad de la semilla

La calidad de las semillas y las plántulas que se empleen en el cultivo, inciden fuertemente en la obtención de un producto de buena calidad, bajo condiciones adecuadas de inocuidad y con altos rendimientos.

Entre los agricultores de las zonas productoras de Ají Topito, predomina la práctica de obtener semilla del cultivo anterior o la compra de semillas para plantulación en

otras fincas productivas y en otras siembras para su posterior trasplante al campo, desafortunadamente, no tienen un adecuado criterio para selección de la semilla a utilizar en su cultivo y tampoco hay disponibilidad de semilla registrada ante el ICA.

Contar con semilla de buena calidad determinará el inicio de un proceso productivo exitoso, del cual se generen productos de calidad para el consumidor final; esto además, disminuirá el impacto sobre el medio ambiente al no requerirse de excesivas aplicaciones de agroquímicos.

Si la semilla que se va a utilizar, tanto en la siembra directa como en la plantulación, no ofrece los estándares mínimos de calidad se pueden presentar problemas tales como bajo porcentaje de germinación y presencia de plagas y enfermedades. Por tal razón, si las semillas que se emplean en la finca son producidas por el propio agricultor, se debe haber documentado todo el proceso que se realizó para obtenerlas.

Este es tal vez, el aspecto más importante de este cultivo y en vista de que aún no se cuenta con semilla de variedad con garantía de la calidad genética, los asistentes técnicos recomiendan la extracción de la semilla en la finca por el propio agricultor. En este caso, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Selección de lotes para obtención de la semilla. Procurar que el cultivo presente las condiciones óptimas de manejo de acuerdo con los criterios que se exponen en el presente modelo productivo y el lote se encuentre en buenas condiciones. Se debe verificar que los rendimientos obtenidos en el lote correspondan a los rendimientos esperados de acuerdo con el paquete tecnológico implementado durante el cultivo.
- Selección de las plantas. Se deben escoger las mejores plantas haciendo una revisión previa de su arquitectura, estatus fitosanitario, carga de frutos y calidad de los mismos.
- Selección de los frutos: Escoger frutos con calidad comprobada, en estado de madurez fisiológica (frutos rojos, completamente maduros), libres de picante, (la placenta debe chuparse para ver si está libre de capsicina). De acuerdo con la experiencia del autor, también es posible obtener semilla de frutos en madurez técnica o comercial (bien desarrollados y de color verde), obteniéndose buena germinación.), sin embargo, debe tenerse cuidado.
- Obtención de la semilla. Una vez escogidos los frutos, se procede a cortarlos cuidadosamente, se le sacan las semillas y se ponen a secar a la sombra.

- Protección de la semilla. Se hace un tratamiento con fungicidas e insecticidas. También se pueden utilizar productos biológicos como *Trichoderma*. La semilla es sometida a un primer tratamiento con hipoclorito de sodio al 1,5% durante 15 minutos, se lava con abundante agua en un cedazo hasta eliminar completamente el hipoclorito y se deja secar al aire. Posteriormente se realiza un tratamiento con *Trichoderma* en una concentración de 20/1000 en agua durante una hora, se deja secar sobre un papel periódico a la sombra. Para el control del hongo *Phytophthora capsici* se puede utilizar Captan (4g por kg de semilla). Para el control de *Colletotrichum*, *Alternaria* y *Fusarium*. Se puede utilizar Carbendazim en dosis de 8g por kg de semilla.
- Empaque de la semilla. Las semillas obtenidas se pesan y se empacan, bien sea en recipientes plásticos, en contenedores de PVC o en bolsas de aluminio, en presentaciones de 250g o 500g, según lo requiera el comprador. Se deben almacenar en lugares frescos, protegidos del sol y del ataque de plagas. Según experiencias del autor, las semillas pueden ser almacenadas durante 7 meses bajo condiciones controladas, a temperatura de 4-5°C y 70-80% de humedad relativa (HR), manteniendo su calidad fisiológica.

## Recursos genéticos y mejoramiento

El género *Capsicum* incluye los pimentones y ajíes de importancia económica para Colombia. El género se consume directamente como verdura fresca o como condimento; y se lo utiliza en la industria farmacéutica como medicamento, colorante y otros usos potenciales que se derivan de la capsaicina y oleorresinas (Barrera et al., 2008; Rodríguez, 2000).

Existen cinco especies cultivadas del género: *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., y *C. pubescens* R. & P. Las especies cultivadas fueron domesticadas dentro de los últimos 800 años y ellas tienen tres centros de origen: a) México y Guatemala para *C. annuum*; b) Región amazónica para *C. chinense* y *C. frutescens* y c) Regiones altas de Bolivia y Perú para *C. baccatum* y *C. pubescens* (figura 14).



**Figura 14.** Centro de origen *Capsicum*

El proceso de domesticación se presenta por causa de la selección, el hombre interfiere en el proceso natural de la especie, por lo cual se hace difícil establecer las asociaciones entre las especies domesticadas y silvestres.

Hasta la fecha existe una gran controversia en la determinación del centro de diversidad de *Capsicum*, sin embargo, su centro de diversificación estaría ubicado en México y Brasil. La mayoría de los ajíes que se explota comercialmente en el mundo pertenece a la especie *C. annuum*, dejando a las otras especies circunscritas a los mercados locales donde son producidas.

Se han identificado alrededor de 30 especies silvestres de *Capsicum*, las cuales aparentemente están poco relacionadas con las especies domesticadas (Tabla 7). Además, es posible que existan en América del Sur otras especies aún no descritas. Entre todas ellas sin duda se encuentran genes útiles desde el punto de vista agronómico, culinario e industrial (Vallejo y Estrada, 2004; Pickersgill, 1983; 1980).

**Tabla 7.** Especies silvestres, semidomesticadas y domesticadas de *Capsicum*

Silvestres	Semidomesticadas	Domesticadas
<i>C. buforum</i> A. T. Hunz	<i>C. annuum</i> var <i>labriusculum</i>	<i>C. annuum</i> L
<i>C. campylopodium</i> Sendt	<i>C. baccatum</i> var <i>baccatum</i>	<i>C. baccatum</i> L. var <i>pendulum</i> (willd)
<i>C. chacoense</i> var <i>tometosum</i>	<i>C. baccatum</i> var <i>praetermissum</i>	<i>C. chinense</i> Jacq
<i>C. ciliatum</i>	<i>C. chinense</i> (forma silvestre)	<i>C. frutescens</i> L.
<i>C. coccineatum</i>	<i>C. frutescens</i> (forma silvestre)	<i>C. pubescens</i> Ruiz y pavón
<i>C. cornutum</i> (Hiern) A. T. Hunz	<i>C. cardenasii</i> Heiser & Smith	
<i>C. dimorphum</i> (Miers)	<i>C. eximium</i> A. T. Hunz	
<i>C. flexuosum</i> Send	<i>C. tovari</i>	
<i>C. dusenii</i> Bitter	<i>C. chacoense</i> A. T. Hunz	
<i>C. geminifolium</i> A. T. Hunz	<i>C. galapagoense</i> A. T. Hunz	
<i>C. hookerianum</i> (Miers)	<i>C. annuum</i> var <i>avicularen</i>	
<i>C. lanceolatum</i> (Morton & Standley)		
<i>C. minutiflorum</i>		
<i>C. mirabile</i> Mart		
<i>C. parvifolium</i> Sendt		
<i>C. schottianum</i>		
<i>C. scolnikianum</i> A. T. Hunz		
<i>C. pendulum</i>		
<i>C. villosum</i> Send		

Fuente: Pickersgill, 1983

Las especies *C. baccatum* y *C. pubescens* son fácilmente diferenciables por características muy específicas como son semillas negras y flores moradas o moradas con base blanca (*C. pubescens*) y flores amarillas o blanco amarillas con manchas verduzcas hacia la parte basal de los pétalos (*C. baccatum*) (Malgarejo et al., 2004). Mientras que las especies *C. annuum*, *C. chinense* y *C. frutescens* se consideran como un cultigrupo en vía de diferenciación (Pickersgill, 1980). Posteriormente estudios a nivel de marcadores moleculares tipo microsatélites refuerzan estos planteamientos (Pardey, 2008).

En Colombia existen oficialmente tres colecciones del género *Capsicum* (Instituto Sinchi, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira y CORPOICA C.I. La Selva) que suman unas 1070 introducciones y representan la variabilidad biológica y geográfica de las colectas realizadas en la Zona Andina, Costa Atlántica y Amazonía

Colombiana. A nivel mundial existen bancos con un número de accesiones importantes, algunos de estos son: EAP (Nicaragua), CATIE (Costa Rica), Programas del UAG y CIMMYT (México), EMBRAPA (Brasil), USDA (Estados Unidos) y AVRDC (Taiwan) (Embrapa, 2006; Ebert, 2006). En el año 2004 el CATIE y la FAO firmaron un Acuerdo de transferencia de material (ATM) y dicho acuerdo busca maximizar la utilización de los materiales para investigación, mejora y capacitación (Ebert, 2006).

Colombia presenta una alta distribución de formas cultivadas y silvestres de *Capsicum*, por lo tanto, es importante coleccionar y caracterizar dicho recurso genético (García et al., 2006), para usarlo como fuente de genes de interés. Sin embargo, la situación actual de los recursos genéticos de *Capsicum* en el país es semejante a la de otras especies de importancia agrícola, cuya diversidad se está perdiendo. Las especies del género *Capsicum* poseen gran variabilidad para la mayoría de los caracteres de importancia agronómica, especialmente para forma, tamaño, posición y color del fruto (Vallejo y Estrada, 2004; Figura 15).



**Figura 15.** Diversidad de frutos de *Capsicum* spp

Para el desarrollo de nuevos cultivares, los mejoradores deben considerar el grupo de ajíes con el cual se está trabajando y las exigencias y preferencias del mercado. Normalmente se realizan selecciones para características agronómicas como: productividad, fácil desprendimiento de los frutos durante la cosecha, arquitectura de la planta, precocidad y resistencia a enfermedades. Paralelamente son realizadas

evaluaciones para características de calidad de frutos como: coloración, pungencia, sabor, aroma, formato y tamaño de fruto, espesor de la pared del fruto, pérdida de peso poscosecha y en algunos casos contenido de vitamina C.

El mercado del ají topito es básicamente regional en la actualidad y se comercializa esencialmente en fresco, adicionalmente su mercado no exige características como grados Brix, alternancia entre otras, es decir aún no aplican para el mercado de este producto en la región.

Es probable que los primeros cultivares (variedades mejoradas) de ajíes hayan sido obtenidos por selección masal, uno de los antiguos métodos de mejoramiento genético de plantas, que consiste en escoger plantas superiores en base en la evaluación visual. Hoy los programas de mejoramiento genético de ajíes usan metodologías y principios científicos, basados en procedimientos bioestadísticos, genéticos y biotecnológicos para acelerar el proceso de obtención de nuevas combinaciones genéticas que lleven a la síntesis de variedades superiores.

Los principales métodos de mejoramiento usados en el desarrollo de cultivares de ajíes son: (1) método Genealógico o "Pedigree", que se basa en la selección individual de plantas superiores cuyo desarrollo es evaluado por medio de pruebas de sus descendientes, las progenies; (2) método Descendencia de semilla única-SSD (en inglés "Single Seed Descent"), donde las generaciones son avanzadas tomando, tomándose una única semilla de cada individuo en cada generación, hasta llegar a un nivel satisfactorio de uniformidad; (3) Retrocruzamiento, que envuelve el cruzamiento de un cultivar seleccionado con un progenitor que presenta una o pocas características de gran interés; (4) Selección recurrente, que consiste en repetidos ciclos de selección y recombinación de individuos superiores seleccionados; (5) Retrocruzamiento de líneas - IBLS (en inglés "Inbred Backcross Line System"), que es una mezcla de los métodos de retrocruzamiento y SSD; y (6) Hibridación, que consiste en el cruzamiento de los progenitores genéticamente distintos y con características complementarias, que resulta en individuos híbridos (Ribeiro y Reifschneider, 2008).

En ají topito aún no hay variedades; la variación de formas del fruto de región a región no se da; la variación es propia en sí del ají topito, en razón a esta descripción, se podría hablar más bien de ecotipos. Se ha podido apreciar en los cultivos de ají topito desarrollados en todas las zonas de la región Caribe la existencia de diferencias en un mismo lote en cuanto a tamaño de planta, tamaño de fruto, características del

fruto, etc. Por lo cual actualmente se desarrolla el programa de mejoramiento genético en ají topito con miras a la obtención de una variedad adaptada a la región. Por consiguiente, para el caso específico de ají dulce *cv. topito*, no existen variedades mejoradas en el mercado de semillas. Actualmente el producto solamente se limita a mercado de consumo en fresco de ají topito a partir de los diferentes ecotipos de la región.

De acuerdo con los planes quinquenales de CORPOICA se implementa un programa de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo, pretendiendo obtener una variedad regional de ají topito, para eliminar la limitante que se está presentando con la falta de un material de uniformidad genética disponible para todos los productores de la costa, lo que redundaría en un incremento en la producción en las zonas productoras. A inicios del año 2014, se tienen establecidos los lotes de colectas en las zonas de producción de la Costa Caribe con el fin de iniciar el proceso de selección y continuar con la meta de obtener la variedad.

## Selección del terreno

La selección del terreno (figura 16) es considerado como la base del proceso productivo, ya que éste debe reunir las principales condiciones propias para la especie (descritas en los apartados ecofisiología y suelos); además, el horticultor debe recopilar información sobre el historial de uso del lote donde se va a cultivar y sobre las áreas adyacentes. De esta manera se parte de un diagnóstico, fruto del reconocimiento del terreno, sus usos anteriores y condiciones presentes.



**Figura 16.** Muestra de un terreno seleccionado para el establecimiento de un proyecto productivo de ají topito.

Teniendo en cuenta que el terreno donde se implementará la actividad productiva puede representar riesgos para el cultivo, entre los cuales cabe mencionar la presencia de focos de plagas, contaminantes químicos, estiércoles, problemas de erosión, posibilidades de inundación, salinización y compactación, a partir del análisis de las características fisicoquímicas del suelo (sobre la base de herramientas como el análisis de suelos) así como del historial del lote, se podrá tomar la decisión final, la cual debe procurarse que esté respaldada por el criterio técnico de un profesional con experiencia.

Si al realizar la recopilación de información para evaluar el uso anterior del terreno, se llega a reconocer que en un lote determinado existe un alto riesgo de contaminación biológica (cuando la presencia de organismos, especialmente los microorganismos tales como bacterias, hongos, virus y protozoarios, alteran un ambiente natural), física (producida por factores físicos relacionados principalmente con la energía y la forma en que esta altera el comportamiento de las moléculas, tal es el caso de las altas temperaturas, radiación, ondas electromagnéticas, vibraciones, entre otras) o química (proveniente principalmente de sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, tanto naturales como las vertidas al ambiente por las actividades humanas y que se encuentran en concentraciones que alteran la composición originaria del suelo) causada por manejos previos que generaron importantes niveles de contaminantes, será necesario realizar un análisis más exhaustivo (que puede incluir análisis de laboratorio) de acuerdo al factor identificado como más limitante para así determinar la viabilidad de implementar un proceso productivo en este lote. Esta situación puede presentarse en cualquier tipo de terreno, no solamente en aquellos que van a ser empleados por primera vez. De acuerdo con los resultados del análisis se deberá realizar una acción correspondiente, la cual debe estar documentada y respaldada por el criterio técnico de un profesional con experiencia.

## **El análisis de suelos y el análisis foliar como elementos importantes en la planeación del cultivo**

Atendiendo a los criterios de planificación del cultivo, luego de la selección del terreno, uno de los aspectos claves a tener en cuenta es conocer las características del terreno donde se planea establecer el cultivo, especialmente la fertilidad del mismo, y que permitan tomar decisiones técnicas para un adecuado manejo de la fertilización (fuente, cantidad, frecuencia, método de aplicación, entre otros).

El análisis de suelos es una herramienta técnica que permite conocer la fertilidad del suelo. Los resultados que arroja este análisis le permiten al técnico diagnosticar deficiencias y/o toxicidades y posteriormente formular las prácticas de manejo tendientes a la corrección de los problemas o al mantenimiento mismo del nivel de fertilidad.

En el anexo 1 se presenta, a manera de referencia (sin que de ninguna manera sean los únicos o implique alguna preferencia por parte del autor), un listado de algunos laboratorios en Colombia que prestan el servicio de análisis de suelos, aguas y foliares.

Existen diferentes tipos de análisis de suelos, dependiendo de los elementos que se deseen analizar en la muestra, según criterio técnico. A continuación, se describen cada uno:

- *Análisis de Fertilidad.* Incluye información sobre textura, pH, materia orgánica, fósforo y potasio. Si el pH es inferior a 5.5 se determina acidez intercambiable. Este tipo de análisis permite determinar las variaciones que pueden ocurrir en algunas características del suelo por la adición de fertilizantes y enmiendas y hacer recomendaciones generales de fertilización.
- *Análisis de Caracterización.* Suministra información sobre textura, pH, materia orgánica, fósforo, potasio, acidez intercambiable, calcio, magnesio, sodio. Este análisis permite hacer recomendaciones más precisas sobre fertilización y enmiendas que el análisis de fertilidad, pues incluye además las bases intercambiables Ca, Mg y K que permiten conocer las relaciones Ca /Mg y (Ca + Mg) /K, útiles para precisar las recomendaciones de potasio.
- *Análisis Completo.* Incluye textura, pH, materia orgánica, fósforo, potasio, acidez intercambiable, calcio, magnesio, sodio, capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y conductividad eléctrica (C.E.) y las determinaciones de los elementos menores, aunque estos últimos se determinan cuando el técnico o el agricultor los soliciten.
- *Análisis de Salinidad.* Incluye textura, pH, conductividad eléctrica, sodio, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de saturación de sodio y prueba cualitativa de carbonatos. Se recomienda este tipo de análisis cuando se sospecha que el suelo tiene problemas de salinidad.

Así mismo, hay otro tipo de análisis que pueden ser solicitados a los laboratorios entre los cuales se pueden mencionar el análisis de microelementos (Cu, Fe, Zn, Mn, B), los denominados especiales y los análisis físicos del suelo. La decisión de realizar estos análisis depende del criterio del técnico encargado del cultivo. Los análisis especiales incluyen los siguientes: Nitratos, Amonio, Cloruros, Nitrógeno total, C.I.C. real, PH, Conductividad Eléctrica, Fraccionamiento de fósforo, Fijación de fósforo y Fósforo Total.

Entre los análisis físicos se pueden solicitar al laboratorio los siguientes: Densidad Aparente, Densidad Real, Conductividad Hidráulica, Capacidad de retención de humedad, Capacidad de infiltración, Límite líquido y plástico, Porcentaje de humedad gravimétrica, Porcentaje de humedad volumétrica, Estabilidad de agregados e Infiltración de campo por anillo.

Por su parte, el análisis foliar es una herramienta que puede ser utilizada para determinar los requerimientos del cultivo. El análisis de planta indica el abastecimiento de nutrientes como es determinado por la planta. El contenido nutricional de las muestras puede ser comparado con rangos nutricionales críticos para determinar si la planta ha recibido un adecuado abastecimiento de nutrientes. OSORIO WN. 2013

### **Protocolo para un correcto muestreo de suelos**

Para obtener una buena información del terreno a cultivar, se debe partir de la toma de una buena muestra de suelo, la cual debe ser representativa del terreno que se desea evaluar. Una muestra de suelo es una porción de suelo consistente de una mezcla de porciones de suelo (submuestras) tomadas al azar de un terreno homogéneo. A continuación, se presenta un paso a paso, con las correspondientes consideraciones para realizar un buen muestreo de suelos.

### **Pasos previos al muestreo. Verificación de los elementos necesarios para el muestreo.**

Verificar que se disponga de las herramientas y/o elementos necesarios para realizar el muestreo. Se debe tener a la mano, como mínimo lo siguiente:

- Mapa de la finca
- Palas, Barreno o palín
- Machete
- Cuchillo
- Balde
- Guantes
- Bolsas plásticas
- Formato para la identificación de muestras (el cual se debe diligenciar con la información relacionada con la finca, el terreno y cultivos)
- Marcadores para rotular las muestras

- De ser posible, es recomendable contar con un GPS para reportar la correcta ubicación del sitio de muestreo

Las herramientas a utilizar deben estar limpias, libres de superficies oxidadas, sin residuos de fertilizantes y/u otros productos y se deben limpiar después de tomar cada submuestra. Para análisis de micronutrientes, se debe tener cuidado en el material de las herramientas, así, por ejemplo: Herramientas de bronce o galvanizadas no se deben usar si vamos a analizar Cobre y/o Zinc.

### **Determinación del número de muestras**

En general, para un terreno plano se debe tomar 1 muestra por cada 10 hectáreas de terreno mientras que para un terreno ondulado se requiere una muestra por cada 5 hectáreas, aunque esto depende de la homogeneidad del terreno.

En áreas de hortalizas con un uso muy intensivo con fuertes aplicaciones de fertilizantes, abonos orgánicos y con riego, el lote no debe ser mayor de 2 hectáreas. El número de submuestras por cada muestra es variable y depende también de la homogeneidad del terreno y del tamaño del lote de muestreo. Como recomendación general se sugiere que para una muestra de suelos de un terreno homogéneo se tomen 10-20 submuestras.

### **Determinación de la época de muestreo.**

El muestreo de suelos se debe programar y planificar con antelación. Las muestras de suelos deben tomarse por lo general dos o tres meses antes de sembrar, lo que permitirá contar con tiempo suficiente para obtener los fertilizantes necesarios y hacer las aplicaciones de enmiendas oportunamente. Para el caso de hortalizas, como el ají topito, las muestras de suelos deben recolectarse cada uno o dos años, aunque se puede necesitar tomar muestras con más frecuencia cuando el cultivo se ha manejado de manera intensiva y bajo un esquema tecnificado.

Las muestras se deben tener cuando el suelo tiene el grado de humedad apropiado para las labores agrícolas (se recomienda un contenido de humedad del 25% aproximadamente). No se debe muestrear luego de una lluvia intensa o de riego, especialmente para las determinaciones de Nitratos, pues cuando esto sucede el perfil del suelo se satura y se alteran las condiciones de oxidación/reducción en la que se encuentran los elementos a analizar, pudiendo generarse falsas lecturas en caso de analizar una muestra tomada bajo estas condiciones. En este caso se recomienda

esperar al menos 2 días, para permitir el drenaje natural del suelo, hasta que alcance el nivel de humedad apropiado, con un balance adecuado de aire y agua para las plantas, en el cual se den las condiciones para las determinaciones analíticas de los elementos.

### **Determinación de la profundidad de muestreo**

Para el caso del ají topito (como la mayoría de hortalizas), se recomienda tomar las submuestras que conformarán la muestra de suelo entre 20 – 30 cm de profundidad.

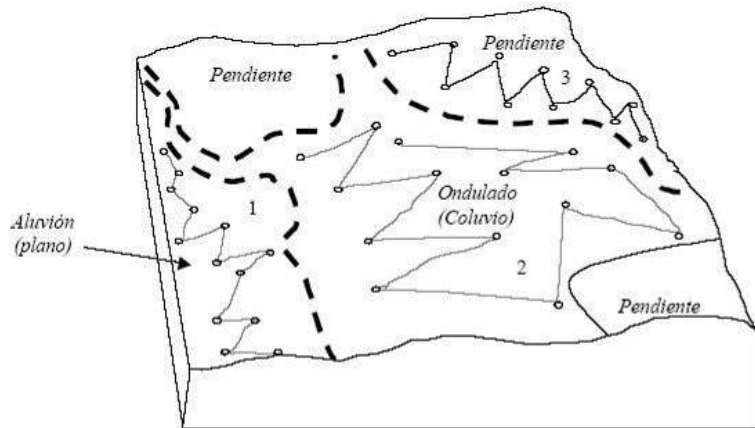
### **Delimitación de las áreas de muestreo.**

El terreno a muestrear debe ser conocido, de ser posible, con anticipación.

- Teniendo como referencia el plano general de la finca, realizar un recorrido de la finca.
- Elaborar un plano o croquis sencillo de las superficies más o menos homogéneas y ubicar en él los detalles más importantes de la finca.
- Identificar los diferentes tipos de suelos en la finca, teniendo en cuenta las condiciones de topografía o relieve (plano o inclinado, vega de río, etc.), coloración, drenaje, uso y manejo del suelo (cultivos semestrales, anuales o perennes, potreros, bosques o vegetación natural, nivel de fertilización, etc.). Cada tipo de suelo se considera como un terreno homogéneo independiente que debe ser identificado y del cual se tomará una muestra de suelo.

### **Ubicación de los puntos de muestreo.**

Una vez definidos los límites de cada lote a muestrear, definir los puntos de muestreo teniendo en cuenta la delimitación de las áreas hecha previamente. Para ello, se debe hacer un recorrido al azar sobre el terreno en forma de zig-zag, señalando los puntos donde se tomarán las submuestras (en cada vértice en donde se cambie la dirección del recorrido). (figura 17). Osorio WN. 2013.



**Figura 17.** Esquema de distribución de sitios de muestreo según características del terreno.

Fuente: [http:// www.unalmed.edu.co](http://www.unalmed.edu.co). Muestreo de Suelos. N.W. Osorio. Universidad Nacional de Colombia.

## Toma de las submuestras de suelos para conformar las muestras

Para tratar este tema, se separarán los procedimientos según el muestreo sea con pala o con barreno.

### Muestreo con pala

- En cada sitio de muestreo seleccionado durante el recorrido (según se explicó anteriormente) demarcar un área de 40 x 40 cm.
- Remover piedras y eliminar los restos de cultivos, hierbas, cubierta vegetal, lombrices e insectos antes de proceder al muestreo.
- Raspar aproximadamente 1 cm de la superficie del suelo para eliminar los residuos frescos de materia orgánica.
- Cavar un hueco en forma de V cuyo tamaño debe ser el del ancho de la pala y de una profundidad de 20 cm.
- Cortar una tajada de suelo de 2 a 3 cm de gruesa en la pared del hueco.
- Utilizando un cuchillo o machete cortar los bordes de la tajada que se tomó con la pala hasta dejar una faja más pequeña, de unos 3 a 5 cm de ancho, justo en el centro de la tajada más grande.
- Colocar la faja de suelo en un balde limpio y seco.
- Repetir esta operación para las siguientes submuestras, cuya cantidad se definió previamente. (Ver secuencia gráfica del procedimiento en la Figura 18)



**Figura 18.** Secuencia gráfica de los pasos principales para la obtención de la muestra de suelos utilizando la pala como implemento de muestreo.

### Muestreo con barreno

Los barrenos resultan más prácticos ya que sacan muestras más uniformes, son rápidos y causan menos daño a la superficie del terreno. La única desventaja es que no son muy útiles en suelos muy secos, compactos o con mucho material rocoso. A continuación, el paso a paso correspondiente para el muestreo:

- Raspar 1 cm de la superficie del punto de muestreo

- Introducir el barreno hasta la profundidad deseada (generalmente 20 cm) en cada sitio de muestreo.
- Sacar la porción de tierra correspondiente, eliminando las secciones superior e inferior
- Colocar dentro de un balde limpio y seco la parte central de la porción de tierra seleccionada.
- Repetir esta operación para las siguientes submuestras. Al final de 10 a 20 perforaciones ya se ha obtenido la tierra necesaria para la muestra.

### Conformación de las muestras de suelos

Para cada procedimiento (con pala o con barreno), los pasos a seguir para la obtención de la muestra definitiva y su correspondiente manejo son los mismos y se describen a continuación:

- Mezclar bien todas las submuestras tomadas.
- Realizar el cuarteo de las muestras (opcional). Algunos laboratorios aconsejan realizar un "cuarteo" de la muestra para obtener la muestra definitiva. Para ello, se debe colocar el contenido del balde sobre una lona o plástico limpio y mezclar tirando de las esquinas opuestas, alternando las diagonales, luego dividir en cuatro partes iguales de las cuales se guarda una para repetir el cuarteo hasta obtener la fracción final con el tamaño indicado.
- Finalmente, realizado o no el cuarteo, obtener una fracción de aproximadamente 1 Kg en total que corresponde a la muestra definitiva.

### Empaque e identificación de la muestra

- Una vez obtenida la muestra compuesta, empacarla en una bolsa plástica resistente (o en doble bolsa).
- Identificar la muestra con la información necesaria del lugar (Especificando procedencia, sitio de muestreo, número de muestra y lote, profundidad de muestreo). Para ello rotularla con una etiqueta atada a la bolsa o colocada entre las dos bolsas. Nunca ponga la etiqueta en contacto directo con la muestra.

A manera de guía se presenta un modelo de etiqueta para rotular las muestras con la información básica para las determinaciones analíticas en el laboratorio. En la sección "ubicación", lo ideal es complementar colocando las coordenadas de la muestra, si se dispone de un equipo GPS para obtener dichas coordenadas. Como se verá más adelante, la información de la muestra se completa en la correspondiente hoja de información que se envía al laboratorio.

FINCA:	
SOLICITANTE:	
UBICACIÓN	
Municipio/dirección:	
Coordenadas:	
Fecha de muestreo:	
LOTE:	
# de muestra:	
# de submuestras de la muestra	
Área que representa la muestra:	
Profundidad de muestreo:	
Observaciones:	

**Figura 19.** Propuesta de modelo de etiqueta para rotular las muestras de suelos.

### Diligenciamiento de las hojas de información

Diligenciar la respectiva hoja de información, para ampliar los detalles de la muestra. Es importante llenar la hoja de información sobre las muestras de suelo lo más exactamente posible. Cada laboratorio maneja su propio formato para la recolección de la información (en el anexo 2 se muestra como ejemplo un formato diseñado en el convenio Corpoica-Fedegan, para dicho fin), pero en términos generales, los datos mínimos que se deben suministrar por cada muestra de suelo son los siguientes:

- Nombre y dirección completa del solicitante
- Nombre de la finca
- Altura, corregimiento y municipio donde está localizada
- Tipo de análisis solicitado
- Profundidad de la toma de muestra
- Superficie que representa el cultivo para el cual se requiere la recomendación
- Condiciones de drenaje (bueno, regular o malo)
- Especificar si se ha agregado cal en los últimos años
- Tipo y cantidad (Kg/Ha) de fertilizantes aplicados, así como los rendimientos alcanzados por el cultivo (con y sin fertilización).

Esta información ayudará especialmente en la formulación de las recomendaciones y permite identificar y tabular los resultados en el laboratorio. Se recomienda entregar al laboratorio un plano o croquis con las áreas de muestreo identificadas. Es importante conservar una copia de la información de la muestra y del análisis, junto con el registro de los rendimientos de la cosecha y las aplicaciones de enmiendas y

fertilizantes. Se aconseja localizar en un mapa de la finca los lotes y áreas donde se han tomado las muestras enumeradas claramente, para conservar los registros.

## Recomendaciones generales para el muestreo de suelos

Complementario al paso a paso descrito para la toma de las muestras de suelo, a continuación, se presenta una serie de recomendaciones a tener en cuenta para no afectar la calidad de las muestras y, por consiguiente, no generar falsos resultados.

- Es conveniente evitar muestrear aquellas áreas muy pequeñas que difieren mucho del resto del campo y que por su tamaño no tengan significación en la producción de cultivos, a menos que exista un interés especial sobre dichos sitios, en cuyo caso se deberá tomar una muestra individual de estos lugares.
- No se deben extraer muestras de lugares cercanos a caminos, senderos, acequias ni de las orillas de los potreros.
- Tampoco se deben tomar muestras cerca de lugares donde se almacenen productos químicos o materiales orgánicos o en lugares donde se hayan hecho quemas recientes.
- Procurar tomar muestras únicamente del suelo, y evitar la mezcla de las capas (suelo y sub-suelo).
- No se deben coger las muestras con las manos, ni guardarlas en recipientes sucios o que hayan sido usados con fertilizantes o sustancias químicas.
- No fumar cuando se vaya a realizar el muestreo ni deje caer cenizas de cigarrillos sobre la muestra pues podría contaminarla.
- Evitar manipular productos como fertilizantes, cal o cemento al manipular las muestras para evitar su contaminación.
- La muestra compuesta debe ser mantenida a temperatura ambiente y nunca ser expuesta al sol.
- Si la muestra está muy húmeda se debe secar a la sombra.
- Procurar enviar la muestra al laboratorio lo más pronto posible. En caso de que la muestra no pueda ser enviada de inmediato al laboratorio, es recomendable dejar la bolsa abierta para que ocurra un secado al aire, o refrigerarla para prevenir la alteración en la concentración de algún nutriente por acción de los microorganismos. En caso de determinaciones de Nitratos, la muestra debe ser refrigerada y entregada en el laboratorio antes de las 48 horas.

## Capítulo IV

### Manejo de semilleros en ají topito

#### Semilleros para plantulación de ají topito

Para la siembra del ají topito se debe realizar inicialmente el semillero para la obtención de plántulas. Se considera semillero como el sitio o área determinada que permite dar a la semilla cierta condición favorable (suelo desinfectado, fertilización, menos competencia y protección) en el inicio de su desarrollo o germinación hasta el estado de trasplante.

La utilización de los semilleros es de importancia para este tipo de cultivo debido, principalmente, a la necesidad de obtener plántulas de óptima calidad, así como atendiendo a que la semilla es un insumo costoso, por lo que se debe garantizar un alto porcentaje de germinación, lo cual representa la seguridad del beneficio de los cultivos. Orengo, Esaú et al.

Existen diferentes tipos de semilleros, el tipo a usar dependerá de varios factores como, por ejemplo: duración o tiempo que se utilizará, cantidad de semilla a germinar, cuidados especiales para la semilla, entre otros.

Para el efecto del modelo productivo propuesto, se presenta inicialmente un análisis de los sistemas que se emplean tradicionalmente por parte del agricultor, en muchas ocasiones con falencias en la elaboración y manejo de los mismos, que terminan afectando la germinación y la calidad de las plántulas obtenidas para el trasplante. Seguidamente, se presenta el esquema de semilleros en bandejas, como la tecnología recomendada para su implementación en los núcleos productivos de ají topito, atendiendo a sus ventajas comparativas que se describirán más adelante.

#### Situación actual de la plantulación de ají topito

Los productores de Ají Topito, en las diferentes zonas de la Costa Atlántica, construyen sus semilleros de acuerdo con el área de cultivo a plantar, y la tendencia es a realizarlos sobre el suelo en eras que rellenan con el mismo suelo, sembrando

las semillas en hileras, muchas veces a distancias muy cercanas, que no permiten un adecuado crecimiento de las plantas y brindando el espacio propicio para el desarrollo de enfermedades y el ataque de plagas. Algunos fabrican unas estructuras a manera de cajas o mesas levantadas del suelo, utilizando madera de árboles que se encuentran en la zona (especialmente bambú), y les colocan cubierta para proteger las plantas (con polisombra, hojas de palmas, etc.). (figura 20).



**Figura 20.** Ejemplos de semilleros artesanales en eras sobre el suelo o levantados en cajas de madera, empleados tradicionalmente por los agricultores.

Por otra parte, algunos agricultores realizan también semilleros en eras incorporándole algo de tecnología, en el sentido de elaborarlas con los bordes en madera (semilleros temporales) o en concreto (semilleros permanentes), acudiendo además al uso de sustratos que ya no tienen al suelo como único componente, tal es el caso de la elaboración de mezclas incorporando materiales inertes y abonos orgánicos para permitir un mejor desarrollo de las plántulas y complementando con un esquema básico de fertilización, riego y manejo de plagas y enfermedades.

Para el caso de los semilleros temporales, éstos se realizan sobre el suelo picando la tierra a una profundidad de 30 a 40 centímetros como mínimo, y para el caso de los semilleros permanentes, no se tiene un contacto directo con el suelo, y en su lugar se coloca una capa de gravilla o piedras pequeñas para facilitar el drenaje, además del hecho de que implementan su propio sistema de riego. Estos semilleros se cubren con diversos materiales utilizados en cada zona, como palmas, aserrín, tela

polisombra u otros materiales, teniendo el cuidado de no dañar a las plántulas. (figura 21)



**Figura 21.** Muestras de semilleros temporales con bordes de madera (A) y semilleros permanentes realizados en concreto (B), empleados por algunos grupos de productores para la plantación de ají topito.

Otro sistema empleado cuando van a transportar el material de siembra a cierta distancia del centro de producción de las plántulas consiste en utilizar bolsas de polietileno y ubicarlas sobre el suelo una a continuación de la otra (figura 22).



**Figura 22.** Ejemplos de semilleros artesanales en bolsas colocadas en hileras sobre el suelo, empleados tradicionalmente por algunos agricultores de la Costa Caribe.

## Tecnología recomendada: semilleros en bandejas

El empleo de bandejas para la germinación de plántulas es una práctica innovadora, para la tecnología empleada por el agricultor del Ají Topito. La figura 23 proporciona una vista general de este sistema de semillero.



**Figura 23.** Semilleros en bandejas, mostrando las bandejas rellenas con sustrato y el desarrollo que pueden llegar a tener las plántulas de ají topito con este sistema.

Por su eficiencia, facilidad de manejo y otras cualidades que se mencionan a continuación, este sistema se constituye en la mejor alternativa a recomendar en el Modelo Productivo para la Costa Atlántica.

### Ventajas de la siembra de semilleros en bandejas

*Ahorro de semillas.* En un semillero tradicional se requiere utilizar aproximadamente un 30% más de semilla de la que se va a sembrar en campo para obviar las pérdidas causadas por mala germinación y calidad de las plántulas.

*Mejor planificación de siembras.* Conociendo la cantidad exacta de semillas a sembrar y de plántulas a trasplantar, permite una mayor planificación de las siembras en campo.

*Desarrollo uniforme.* Debido a que la densidad de siembra es constante, se obtiene un desarrollo uniforme de la plántula para su siembra en el campo. Generalmente cada plántula recibe la misma cantidad de tierra, agua, luz y nutrientes y su raíz sólo puede crecer hasta el final del cono.

*Calidad de plántulas.* Cada planta puede alcanzar un excelente desarrollo de raíces principales y secundarias ya que cada una tiene su propio espacio de crecimiento sin necesidad de estar compitiendo con las demás.

*Desarrollo radicular dirigido.* Las cinco (5) venas verticales en cada cono permiten un excelente desarrollo radicular con bastantes raicillas secundarias sin espirulamiento. Las raíces, al chocar con las venas del cono, se dirigen hacia abajo siguiendo paralelamente la vena hasta el final de cono o tubete. Este comportamiento de la raíz evita que la plántula se ahorque entre sus raíces. Esta raíz con desarrollo vertical sujeta y ancla muy bien la plántula al trasplantarse a campo.

*Poda natural de raíces y control de malezas.* Al colocar los semilleros sobre una cama de alambres, se evita que los conos toquen el suelo y las raíces se peguen a él; al no encontrar suelo las raíces sufren una poda natural y se concentran en el interior del cono.

Así mismo, se tiene un excelente drenaje del cono cuando la bandeja está levantada. De esta manera, se tiene disponibilidad permanente del material de siembra y se incrementa la vida útil de las plántulas, las cuales pueden permanecer almacenadas en los semilleros por un periodo prolongado hasta el momento indicado del trasplante. Por otro lado, la presencia de malezas en la bandeja es menor, siempre y cuando el sustrato esté bien desinfectado. Las plántulas producidas son de tallos más gruesos y fuertes, hojas frondosas y de mayor tamaño y, por ende, menos propensas al ataque de enfermedades y plagas.

*Ahorro de área de vivero.* Con la utilización de bandejas se emplea menos área de vivero y se reducen los costos de riego, porque las plántulas se organizan más fácilmente en los surcos y caben más por metro cuadrado.

*Ahorro de sustrato.* La cantidad de sustrato para llenar las bandejas es muy inferior comparado con el requerido en los semilleros tradicionales. Igualmente, la cantidad de sustrato que hay que desinfectar es menor. El llenado es fácil y rápido por su diseño compacto y rígido.

*Fácil remoción.* Por su diseño en cono, es muy fácil extraer la plántula al momento del trasplante o siembra final, sin destrucción de raíces, lo que disminuye el porcentaje de mortalidad de plantas en el campo.

*Higiénicas y esterilizadas.* Las bandejas pueden ser desinfectadas con una solución diluida de hipoclorito de sodio o yodo agrícola al 5% para evitar el contagio de hongos y bacterias.

*Aumento en la rotación del cultivo y de áreas en campo.* Teniendo en cuenta la calidad y el excelente desarrollo de las plántulas, y la conservación de las raíces al momento del trasplante, la plántula se desarrolla más rápidamente en campo porque no tiene que restituir sus raíces perdidas, lo que acelera su crecimiento y disminuye su ciclo vegetativo en campo, esto se traduce en mayor utilidad y productividad y ahorro de energía y nutrientes del cultivo.

## **Desventajas de producción en bandeja**

*Mayor inversión.* Evidentemente, la implementación del sistema de bandejas por parte del agricultor típico de la costa atlántica se enfrenta con el obstáculo inicial de requerir una mayor inversión, teniendo en cuenta que, en la mayoría de los casos, como se planteó anteriormente, los agricultores para elaborar sus semilleros utilizan los elementos que tiene a su disposición en su propia finca. En este sentido, y luego de analizar el listado de ventajas del sistema, se debe trabajar fuertemente por parte de los profesionales y técnicos del área agrícola para lograr la concientización del agricultor para que haga uso de esta tecnología.

*Más manejo.* La siembra en bandejas, en primera instancia requiere de un mayor manejo por parte del agricultor si se compara con el manejo tradicional de los semilleros que realizan la mayoría de los agricultores de la costa.

*Más conocimiento.* Para mantener la eficiencia del sistema de plantulación en bandejas, se requiere que el agricultor sea entrenado en el correcto manejo de la plantulación bajo este sistema (uso de sustratos adecuados, manejo de riego, fertilización, manejo de problemas fitosanitarios, procedimientos pre-trasplante, etc.).

## **Selección del tipo de bandejas**

Para el empleo de este medio de bandejas en primer lugar se debe decidir el tipo de estas. En el mercado de bandejas para semilleros, existe una amplia gama de recipientes para la producción de plántulas (figura 24); en la actualidad, las más utilizadas son las

de polipropileno, en las cuales el tamaño y número de las celdas varía de acuerdo con el fabricante; además, en cuanto a la duración, hay en el mercado dos categorías, la de corta vida, que tienden a durar un par de años y las de larga vida, que pueden durar 10 o más años. Luego se debe decidir el tamaño que varía de acuerdo con el cultivo, en el caso del ají se recomiendan bandejas de 53 a 128 celdas con un volumen por celda de 37 a 28 cm<sup>3</sup>, y en promedio de 5 a 6 centímetros de profundidad.



**Figura 24.** Muestra de la variedad de bandejas disponibles en el mercado para plantulación.

La forma de la celda se prefiere piramidal y no redonda, ya que esta última tiende a hacer que las raíces se enrollen y le dificulta a la plántula salirse del pilón y establecerse en el campo definitivo.

En el anexo 3 se presenta, a manera de referencia, una muestra de los tipos de bandejas promocionados por algunas de las casas comerciales, con la descripción de las características de cada tipo, que se pueden utilizar para la plantulación de ají topito. Igualmente, en el anexo 4 se presenta un listado de proveedores en Colombia de bandejas para plantulación y otros insumos para invernaderos, incluyendo materiales e insumos para el cultivo.

## Desinfección de las bandejas

El primer paso es lavarlas con agua, para que el desinfectante trabaje mejor, ya que los desinfectantes usados reaccionan con la materia orgánica; no se recomienda agua

caliente. Una vez lavadas se procede a la desinfección. Hay que desinfectar antes que se coloque el medio (sustratos), las bandejas deben desinfectarse con Cloro, es el medio más conveniente para usar, pudiendo utilizarse una solución de hipoclorito de sodio en dosis de 5 a 10 ml·L<sup>-1</sup> de agua, en la cual se deben agitar por 30-60 segundos.

Otra alternativa, algo más costosa es el hipoclorito de Calcio al 65% que es el cloro granulado que se usa normalmente para potabilizar el agua, para el cual se recomienda usar una concentración de 200 ppm (equivalente a 62 g de Hipoclorito de Calcio al 65%).

### **Estructura para establecer la germinación por bandejas**

Para el montaje de semilleros en bandejas se recomienda colocar las bandejas en estructuras o bancos que las mantenga alejadas del suelo, y preferiblemente ubicar estos dentro de un vivero, cuyas estructuras se construyen de acuerdo con los materiales que abunda en la región, como el caso de la Zona Bananera (Magdalena) donde se emplea bambú, madera de uvito, partes de concreto y polisombra.

Los bancos pueden ser de madera hasta metálicas (incluso movibles), pero se deben usar las que se acomoden mejor al manejo y presupuesto. La alternativa más técnica propone la construcción de bancos metálicos, de gran durabilidad y que proporcionan buen soporte al sistema, al tiempo que permiten fácilmente la incorporación del sistema de riego (figura 25a). Este sistema obviamente supone una inversión significativa que no todos los agricultores pueden asumir. Como alternativa se pueden construir estructuras en materiales locales como bambú, que cumplen igualmente la función de soportar las plántulas creciendo en las bandejas, aunque son de corta vida útil (figura 25b). El riego se puede realizar por regaderas o con manguera, pero lo ideal es diseñar una red de riego con aspersores o microaspersores, e incluso nebulizadores, si el presupuesto lo permite.



**Figura 25.** Detalles de propuesta para el montaje de semilleros en bandejas: con bancos metálicos y sistema de riego incorporado, y una alternativa más artesanal (B) construida con materiales locales.

Un aspecto importante de los bancos es que tengan la aireación necesaria para que las plantas puedan drenar el agua y que el aire circule por bajo de las bandejas y así evitar que las raíces se salgan de la bandeja por la parte de abajo, lo cual dificultaría remover las plantas de la bandeja, causando daño y también para evitar que estas raíces se afiancen en otro lugar y que al quitar las plántulas, se rompan las raíces causando un estrés similar al que se presenta en los trasplantes de raíz desnuda.

## Selección del sitio para ubicación de los semilleros

Para la selección del sitio donde se establecerá el semillero es importante tomar en cuenta una serie de actividades que demandan movilización de mano de obra e insumos, por lo que se deben considerar los siguientes aspectos:

- Buena disponibilidad de agua para riego.
- Topografía plana o con pendiente suave (menos del 10%), de lo contrario realizar obras de conservación de suelos y drenajes.
- Buenas condiciones de acceso, que permita y facilite el transporte.

El semillero se debe construir con una ubicación de oriente a occidente, para que la distribución de la luz sea uniforme, las plantas reciban la máxima iluminación solar, y sean poco afectadas por cambios bruscos de temperatura día/noche.

## Sustratos recomendados para semilleros de ají topito en la región

Para la plantulación de Ají Topito, se recomienda recurrir al empleo de sustratos para facilitar la disponibilidad de nutrientes en las plantas y mejorar las condiciones fisicoquímicas para su óptimo desarrollo. Normalmente, los agricultores suelen utilizar estos materiales en mezcla con suelo o abonos orgánicos, mientras que en otros se utilizan solos, sin mezcla. En las mezclas de sustratos se puede recurrir a la utilización de micorrizas, *Bacillus subtilis*, entre otros.

El sustrato es el material de soporte (natural o sintético, mineral u orgánico) que sirve para que la semilla germine adecuadamente y la plántula desarrolle un buen sistema radicular. Jaramillo J et al. 2007.

Existen muchos sustratos y para todo tipo de propósitos que se pueden utilizar individualmente o como una mezcla de varios materiales, y aunque no hay un sustrato ideal que cubra absolutamente las exigencias de las plántulas, en los sustratos utilizados para semilleros hay que tener en cuenta sus propiedades físicas, entre ellas la capacidad de retención de agua, textura, densidad aparente (preferiblemente baja, es decir, materiales livianos), porosidad (>80% y un volumen de aire a capacidad de campo mayor al 20%); Sus propiedades químicas, entre ellas el contenido de macro y micronutrientes, el pH y la capacidad de intercambio catiónico, salinidad, relación carbono/nitrógeno, y sus propiedades biológicas. Es recomendable que el sustrato mantenga un adecuado volumen de agua, tenga un buen drenaje y capacidad de infiltración y que no tenga tendencia a la compactación. Además, deben considerarse otros aspectos como su fácil consecución, bajo costo, que estén libres de enfermedades, insectos y malezas, su descomposición a lo largo del tiempo y la posibilidad de reutilización (en cultivos).

Se recalca que, además de las características inherentes a su función, se hace necesario que estos sustratos estén libres de riesgos biológicos, por lo cual se debe ser muy cuidadoso con el origen del material que se va a utilizar y, en caso de ser necesario, se deben tomar medidas para prevenir riesgos, por ejemplo, la utilización de vapor de agua y la solarización e incluso estudiar la posibilidad de implementar un manejo con productos químicos de bajas categorías toxicológicas y baja residualidad.

A continuación, se presenta una descripción de los materiales más comunes y/o más recomendados para plantulación de ají topito en la Costa Atlántica, con base en las experiencias del autor:

## Turba

La turba es el resultado de la descomposición completa de árboles y se produce en países de las zonas templadas como Canadá, Alemania, Finlandia, Suiza, Irlanda, Rusia, etc. Existe una variedad de turbas, sin embargo, por sus características especiales lo que más se recomienda son los musgos del género *Sphagnum*. Por sus diferentes características físicas, químicas y biológicas, las turbas son los sustratos orgánicos naturales de uso más general en horticultura, utilizado como sustrato único o en combinaciones, aunque su uso está siendo revaluado debido al impacto medioambiental que implica su utilización, ya que éste es un material natural no renovable, además por ser importado tiene un alto costo. En el mercado se encuentran numerosas opciones de marcas comerciales basadas en turba, que pueden utilizarse para la plantulación de ají topito, solos o en combinación con otros sustratos (figura 26).



**Figura 26.** Muestras de sustratos comerciales basados en turba que se pueden utilizar en la plantulación de ají topito.

Las turbas ofrecen las mejores condiciones para la germinación y el enraizamiento en semilleros, sin embargo, no aportan nutrientes, tienen alta capacidad de intercambio de cationes y de retención de humedad y un alto grado de porosidad. Son ácidas (pH entre 3,5 y 4,5), aunque en el mercado se encuentran turbas con pH corregido (5,5 – 6,5) y un contenido de materia orgánica de 95%.

## Compost

Son residuos orgánicos de estructura fina y descompuesta. Se usan excrementos animales, residuos de plantas, etc. Se recomienda la construcción de una infraestructura (con madera, por ejemplo) para facilitar el control del proceso (obsérvese figura 27). Físicamente aumentan la aireación y el contenido de humedad y, químicamente, absorben los nutrientes evitando su lavado (nitrógeno y potasio) y liberando lentamente la solución en forma de nutrientes. El compost debe contener entre 35 y 50% de materia orgánica con relación al peso volumétrico, se emplea en mezcla con sustratos inactivos o inorgánicos como la turba, la perlita, la fibra de coco o la cascarilla de arroz.



**Figura 27.** Detalles de modelo de infraestructura para compostación de restos de cosecha y otros residuos vegetales para obtener compost.

Fuente: Jaramillo J et al. 2007

El compost adicionado a la turba proporciona mayor aireación y reduce la retención de agua de la misma. Además, se ha comprobado que tiene efectos supresores a través de los organismos antagonistas que se desarrollan en él. Las altas temperaturas que se alcanzan durante el proceso del compostaje eliminan la mayor parte de las malas hierbas y microorganismos dañinos.

## Lombriabono o humus de lombriz

El lombriabono es un producto que se obtiene del proceso de explotación de las lombrices de tierra, siendo la especie más utilizada la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). El proceso de obtención del producto implica el aprovechamiento de los excrementos de las lombrices, después de digerir residuos vegetales o

excrementos animales fermentados, que luego se seca y se pasa a través de un tamiz para obtener una buena textura. (figura 28).



**Figura 28.** Detalles del proceso de producción de lombriabono, sustrato recomendado para la plantulación de ají.

Sirve de fertilizante y puede reemplazar el compost, además ofrece muy buenas características químicas, sirviendo como mejorador de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, las cuales son de gran importancia para el normal crecimiento de las plantas. Las inclusiones del humus de lombriz en el sustrato permiten la liberación gradual de los nutrimentos y por ende limitan las pérdidas por lixiviación y favorecen su absorción paulatina.

### Cascarilla de arroz

Sustrato orgánico de baja descomposición por su alto contenido de sílice que, además, aumenta la tolerancia de las plantas contra insectos y organismos patógenos. Se debe usar en mezcla y hasta en un 30%, favorece el buen drenaje y la aireación, presenta baja retención de la humedad y baja capilaridad. Para evitar el “enmalezamiento” del semillero, es necesario humedecer previamente la cascarilla para hacer germinar las semillas de arroz y otras plantas que siempre contiene; además, se requiere realizar pruebas previas de germinación de semillas para verificar que no haya presencia de residuos de herbicidas en ella.

### Fibra de coco

En la actualidad la fibra de coco se está utilizando considerablemente al haberse comprobado como un buen sustrato de crecimiento para plántulas. Comercialmente,

este sustrato se obtiene como residuo de la industria textil de las fibras del mesocarpio de los frutos del cocotero (*Cocos nucifera*). Este residuo se compone de una fracción granular también conocida como "turba de coco", y otra fracción fibrosa "coco peat" que corresponde a restos de fibras no aprovechables por la industria debido a su corta longitud.

Para conseguir unas propiedades fisicoquímicas adecuadas, el sustrato es sometido a un proceso de tamizado, en el que se eliminan todas las partículas de tamaño polvo, y a un lavado en el que se elimina la salinidad residual. Mediante estos procesos, se obtiene un sustrato de muy alta calidad, apto para cualquier tipo de cultivo. Esta fibra supera al suelo como sustrato en términos físicos como: retención de humedad, densidad y peso. Además, posee excelentes propiedades de adhesión y cohesión. Sin embargo, en cuanto a las características químicas es muy pobre y necesita inevitablemente la adición de nutrientes para que la planta pueda desarrollarse de la manera adecuada. Su contenido de nitrógeno es bajo y alto el de potasio; contiene cerca de 2 ppm de boro y debe llevarse hasta 0,2 ppm para utilizarlo en hortalizas, que son muy sensibles al exceso de boro. Adecuándolo, es una buena alternativa especialmente en la Costa Atlántica, donde abunda esta planta y por los altos costos de otros sustratos importados como la turba.

En el sector floricultor y hortícola (incluyendo en cultivos hidropónicos o para la producción de plantas en bandejas), se ha ido imponiendo este Coco Peat, que es fibra natural obtenida de la estopa de coco, como una alternativa ecológica confiable, siempre y cuando ese sustrato de Coco Peat sea preparado adecuadamente. Jaramillo J et al. 2007.

Otras características generales del sustrato de fibra de coco son las siguientes:

- Buen equilibrio entre retención de agua y capacidad de aireación. Ayuda a prevenir la aparición de enfermedades fúngicas.
- pH estable y controlado, adecuado para la mayor parte de cultivos.
- Gran capacidad de retención de agua y óptima mojabilidad.
- Buena capacidad de intercambio catiónico. Excelente corrector de errores de abonado.
- Producto ecológico.
- Relación calidad/precio competitiva.

## Suelo en mezclas con otros sustratos

Siendo el suelo el medio por excelencia para el crecimiento de las plantas, es uno de los sustratos más utilizados por los agricultores por su bajo costo y facilidad de obtención, y dependiendo de sus características puede ser utilizado para preparar mezclas que den origen a nuevos sustratos o a un sustrato mejorado. Sin embargo, es importante mencionar que no todos los suelos son aptos para este fin, por eso hay que tener en cuenta que no tenga concentraciones tóxicas de sales solubles y otras sustancias; además, debe estar libre de patógenos. Las mezclas dependerán de la semilla a germinar, del tipo de semillero, del propósito de la producción y de la disponibilidad del material. Entre las mezclas que se pueden emplear para la plantulación de ají topito y que incluyen el suelo como componente se pueden mencionar:

- Suelo (50%) – Arena (50%).
- Suelo (50%) – arena (40%) – materia orgánica descompuesta (10%)
- Suelo (3 partes) – Arena (2 partes)- Lombriabono (1 parte).
- Suelo – arena – materia orgánica – material y/o fibra vegetal.

## Arena y grava

Por sus características físicas, las arenas y las gravas proporcionan condiciones para un mejor crecimiento radicular, especialmente por el tamaño de sus partículas. Normalmente se utilizan combinadas con otros sustratos, tal como se mencionó en el apartado anterior cuando se listaron algunas mezclas para ají topito empleando suelo. Dependiendo del origen de estas, que comúnmente es silicio o cálcico, pueden tener cierta influencia en el pH del sustrato y, por ende, en el desarrollo de la plántula. Para utilizarlas, tener en cuenta que no deben contener sustancias nocivas, enfermedades o plagas, y que el grano no se desintegre con facilidad.

Para utilizar las arenas de ríos se recomienda que sean limpiadas antes de su uso. La arena de río debe ser lavada, colada y tamizada.

## Desinfección de semilleros

Después que se ha realizado las actividades anteriores se procede a la desinfección de los semilleros, utilizando de preferencia métodos físicos, aunque no se puede descartar la alternativa química, siempre y cuando se realice de forma racional. Los procedimientos

físicos más empleados para la desinfección de semilleros son la exposición solar, el calor seco y calor húmedo, siendo el primero el más recomendado (Tabla 8).

**Tabla 8.** Ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de desinfección de suelos comúnmente empleados

Sistema de desinfección	Ventajas	Desventajas	Observaciones
<b>Solarización</b>	Eficiente en la destrucción de hongos contaminantes y estados iniciales de plagas del suelo.	Poco funcional para grandes cantidades de sustrato.	Funciona muy bien a nivel de viveros. Requiere contar con días de alta temperatura.
<b>Agua caliente</b>	Bajo costo en pequeña escala de producción. Funcional en épocas de invierno.	Alto costo a gran escala de producción. Poco funcional en grandes cantidades de sustrato.	Funciona muy bien a nivel casero y pequeños volúmenes de suelo. Se puede combinar con solarización.
<b>Química</b>	Eficiente por su amplio rango de especificidad. Apropiado para grandes volúmenes de sustrato.	Alto costo, además de los riesgos a la salud de operarios y por daños al medio ambiente y fauna benéfica.	Su uso requiere recomendación por parte de un profesional con experiencia en su manejo.

Normalmente los agricultores de las zonas productoras realizan prácticas poco conservacionistas, a veces por desconocimiento, otras por tradición y por la creencia de conseguir resultados más rápidos y con menor costo. Ejemplos de estas prácticas son la quema de hojas secas y cascarilla de arroz y el uso de químicos de alta toxicidad.

### Desinfección por exposición solar (solarización)

Esta técnica para el control de patógenos como hongos, bacterias, nematodos, así como malezas, insectos y otras plagas del suelo o que puedan estar en el sustrato seleccionado. Se refiere a una práctica de desinfección por medio de la energía solar, para lo cual se cubre el área del semillero que se va a ocupar con plástico transparente o negro. A continuación, se describen los pasos para llevar a cabo la solarización:

#### Preparación del sustrato

Una vez se disponga del sustrato seleccionado y se haya hecho la mezcla del sustrato (cuando el sustrato a emplear es mezcla), se construyen eras de 1,20 m de ancho con una altura máxima de 20 cm, realizando la nivelación del suelo u otro sustrato.

Se debe verificar que esté uniforme, para que la absorción de la radiación solar sea homogénea. (figura 29)



**Figura 29.** Detalles de la preparación de sustrato para someterlo al proceso de solarización.

### Manejo de la Humedad

Es de importancia humedecer el suelo, porque es un factor de consideración en relación con los microorganismos del suelo, pues la transferencia de calor se aumenta por la humedad del suelo, haciendo que se vuelvan más vulnerables a los efectos letales del aumento de la temperatura. Además, las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche rompen fácilmente el ciclo biológico de los fitopatógenos presentes en el sustrato. Una vez se tenga lista la era con el sustrato bien nivelado, se humedece dicho sustrato hasta alcanzar capacidad de campo. Se debe comprobar que el sustrato este mojado en todo el perfil. (figura 30)



**Figura 30.** Humedecimiento del sustrato para someterlo al proceso de solarización.

### Colocación de la película de plástico

El tipo de plástico empleado es la lámina de polietileno con un espesor de 25 a 100 micras. La película de baja densidad tiene amplia durabilidad debido a su flexibilidad, resistencia a horadarse y rasgarse, los de menor costo y fácil eficiencia son los de 0,025 a 0,040 milímetros (25-40 micras). El sustrato humedecido se cubre con el plástico transparente de acuerdo con las anteriores especificaciones, procurando que quede lo más sellado posible. Esta actividad se recomienda realizarla preferiblemente en horas de sol para poder estirar bien y que no queden burbujas de aire. (figura 31).



**Figura 31.** Secuencia gráfica de la colocación del plástico al sustrato para someterlo al proceso de solarización.

El plástico a utilizar debe estar en buenas condiciones, evitando el uso de retazos o láminas de plástico rajadas, que podrían disminuir la eficiencia del proceso.

### Retiro de la película de plástico

Para las condiciones de la Costa Atlántica donde se siembra ají topito, el período que debe durar cubierto el sustrato con el plástico debe ser de 20-25 días. Se recomienda realizar esta práctica en la época de verano. Para climas fríos el tiempo aumenta, llegando incluso a 40-50 días. Cumplido el tiempo, se procede a retirar el plástico. (figura 32).



**Figura 32.** Detalles del retiro de la cubierta plástica del sustrato cumplido el proceso de solarización.

### Desinfección con agua caliente

Este método es comúnmente empleado con calderas. Consiste en aplicar al suelo, agua a temperatura de más de 95°C, el tratamiento elimina plagas, incluyendo patógenos y malezas. Por el riesgo de manejo, el técnico y/o productores deben tomar las medidas apropiadas para garantizar la seguridad de las personas. Solo se recomienda cuando no se tienen las condiciones para realizar otros métodos más eficientes y seguros como la solarización, tal es el caso de las épocas de invierno en la costa atlántica, que no permite contar con el número de horas de sol adecuadas para el proceso.

### Desinfección con productos químicos

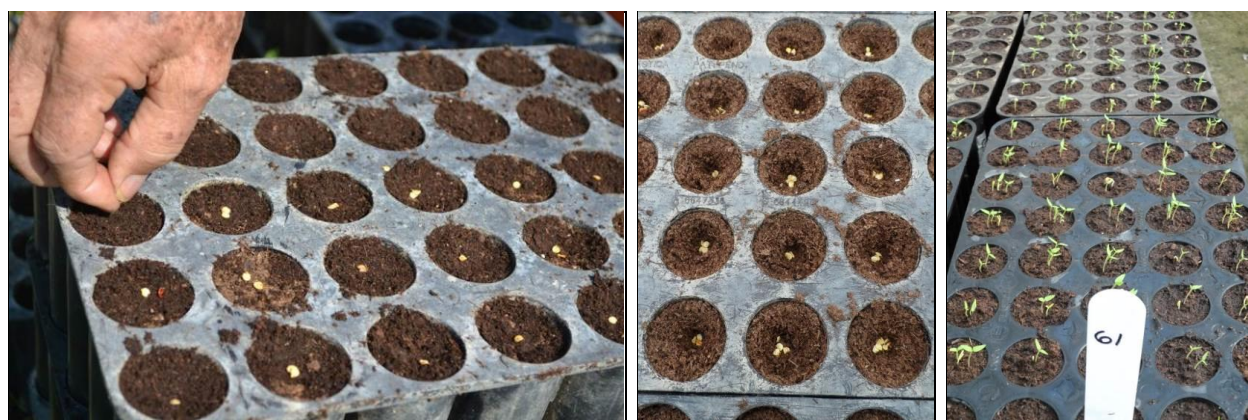
Consiste en tratar el semillero con sustancias biocidas, que eliminan los microorganismos y organismos macroscópicos habitantes del suelo, entre los cuales se pueden mencionar fungicidas, insecticidas y nematicidas. Existe una gama de productos en el mercado para utilizar en este tipo de desinfección, sin embargo, se debe tener en cuenta que éstos deben ser de categoría toxicológica baja, utilizarlos racionalmente y con las indicaciones técnicas correspondientes al manejo de químicos. Entre los productos de uso común para desinfección química de semilleros se pueden citar Previcur (1,5 ml·L<sup>-1</sup>), Derosal (1 ml·L<sup>-1</sup>) y Lorsban (1 ml·L<sup>-1</sup>). (Referirse a las etiquetas y fichas técnicas de los productos para ajustes de dosis y condiciones de manejo de cada producto).

## Manejo del semillero

Es importante tener en cuenta que las prácticas realizadas durante este proceso inicial pueden limitar el resto de la producción y pueden incidir en la inocuidad y la calidad final del producto. En términos generales, con anticipación a la fecha de siembra al campo; las bandejas y la semilla con un mes de anticipación, llenar las bandejas con el sustrato con una semana de anticipación y programar el trasplante con 2 días de anticipación. A continuación, una serie de actividades que se deben tener en cuenta para el buen desarrollo de las plántulas de ají topito, iniciando con los cuidados en el momento de la siembra:

### Siembra del semillero

La siembra en bandeja se realiza colocando 1 semilla en cada celda, previamente rellena con el sustrato que se haya elegido por parte del técnico, preferiblemente que haya sido micorrizado (mezcla de *Glomus sp*, *Acaulospora* y/o *Entrophospora sp.*), de manera que al final a cada sitio de siembra le corresponda el equivalente a una cantidad de micorrizas de 2 a 3 g por sitio para lo cual el técnico debe realizar los cálculos correspondientes de acuerdo al volumen de sustrato que se requiera para la cantidad de semillas que se vayan a sembrar. Al momento de la siembra, se puede reforzar con una aplicación de *Trichoderma* al 0.5% a cada sitio de siembra. (figura 33).



**Figura 33.** Detalles de la siembra de la semilla de ají topito en bandejas y del proceso inicial de germinación.

Los Ajíes Topitos de trasplante, para el caso de los semilleros en eras, pueden sembrarse de diversas maneras en el semillero; la más recomendable es la siembra

en surco, para la cual se utiliza un surcador constituido por 7 o más líneas de siembra separadas 12 cm entre sí, con una profundidad de siembra de 1 cm. Este surcador opera con dos personas a través de la cama o semillero demarcando los surcos donde se colocarán las semillas uniformemente distribuidas. Se recomienda siempre sembrar adicionalmente un 10 % más de semilla de la que se necesitará, para hacerle frente a cualquier pérdida.

### **Cubrimiento del semillero**

Realizada la siembra debe cubrirse el semillero con el propósito de proteger la semilla de temperaturas extremas, conservar la humedad y prevenir daños por efecto de las lluvias e insectos o animales; la capa de cubrimiento o "mulch" puede ser de aserrín de madera bien descompuesto, cascarilla de arroz, hojas de palma, o paja, entre otros.

También es común utilizar polisombra para cubrir los semilleros, en cuyo caso se recomienda tela polisombra de 30-60%. En esta fase es importante estar pendiente de la germinación para evitar que las plántulas se "envarillen" o presenten un crecimiento exagerado en altura afectando el grosor del tallo.

### **Protección de los semilleros**

Se deben cercar los semilleros con mallas, con protección de bambú, cercas con alambre y demás medios con que se cuente en la finca para esta práctica, para protegerlos de los animales y vientos fuertes en aquellas zonas donde predominan los mismos.

### **Manejo de arvenses**

El manejo de arvenses se debe realizar manualmente, arrancando las plantas de raíz, pero procurando no hacer daño a las plántulas de ají durante el proceso.

### **Fertilización de los semilleros**

Consiste en suministrar nutrición adecuada a las plántulas en crecimiento. En la fase de semilleros, la fertilización base normalmente se inicia en la elaboración misma del sustrato, al incorporar componentes orgánicos como compost, lombriabono (ejemplo, cantidades de 400 g·m<sup>-2</sup>, o), estiércol bien descompuesto (bovinaza, gallinaza, etc.) a tasas promedios de 2-4 kg por cada 10 m<sup>2</sup> de semillero, entre otros. Las turbas comerciales aportan también cantidades significativas de nutrientes a las plantas.

Previamente, en la sección de sustratos se presentaron ejemplos de mezclas que incluían estos componentes orgánicos y que permiten un buen desarrollo de las plántulas, sin embargo, se recuerda que para el caso de los sustratos que usan como base el suelo, se recomienda hacer un análisis previo de dicho suelo que permitirá ajustar las dosis correctas a aplicar de los nutrientes requeridos.

Se recomienda complementar la fertilización inicial con una a dos aplicaciones foliares de fertilizantes con base en elementos menores, aunque también se puede reforzar con biofertilizantes tipo *Azotobacter* o los bioles elaborados artesanalmente por los productores.

Otro componente importante que se recomienda haga parte del esquema de fertilización es la incorporación de micorrizas (mezcla de *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.* y *Entrophospora sp.*), teniendo en cuenta el beneficio que representa al permitir una mejor absorción de nutrientes, especialmente fósforo, al tiempo que se convierte en una estrategia importante en la protección inicial de las plantas frente al ataque de patógenos, especialmente del suelo.

## Manejo del riego en semillero

La temperatura y el agua son dos de los factores más importantes para que una semilla tenga una adecuada germinación, es a través del riego que se proporciona la humedad necesaria al semillero o germinador, esta humedad debe ser razonable, ya que encharcamientos causan pudrición de las semillas, presencia de enfermedades fungosas en la plántula y otros problemas. La falta de humedad, por el contrario, disminuye la capacidad de germinación de la semilla y detiene el crecimiento de las plántulas.

Se recomienda regar el semillero en la época seca de 1 a 2 veces por día, este se debe realizar con regadera, pero se puede usar manguera o micro aspersión. El riego se debe realizar siempre a primera hora de la mañana o última de la tarde, evitando las altas temperaturas que dañen a la planta. (figura 34)



**Figura 34.** Aplicación de riego en semillero

### Manejo fitosanitario en semillero

Siempre es necesario tener diseñado un programa de combate fitosanitario para aplicarlo al apareamiento de una plaga, tomando en cuenta el control integrado, a fin de garantizar la producción de plántulas libres de plagas al momento del trasplante. El manejo de plagas y enfermedades en la etapa de semillero se realiza en forma preventiva.

Se recomienda hacer aplicaciones de *Trichoderma* sp. para inocular el sustrato y prevenir problemas de hongos, así como aplicaciones semanales de la misma formulación de *Trichoderma* al 5% dirigida al suelo y follaje. Dentro del esquema, también se puede incorporar aplicaciones de Oxidocloruro de cobre ( $2-3 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de agua) o Ridomil ( $3 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de agua).

En cuanto a las plagas, se recomienda colocar trampas amarillas y azul celeste alrededor del semillero para monitoreo de trips y moscas blancas principalmente (El nivel crítico en esta etapa de semillero es de "0"). De todos modos, no se debe descuidar el monitoreo de tierreros y demás plagas eventuales.

### Supervisión y muestreo

Los semilleros se deben supervisar 2-3 veces al día, para el correcto monitoreo de las diferentes variables del crecimiento durante esta etapa que fueron descritos en los apartados anteriores, con un énfasis especial en el manejo de la humedad.



**Figura 35.** Esquema del proceso de producción de plántulas de ají topito

## Capítulo V

# Establecimiento y primeras labores del cultivo

## Establecimiento y primeras labores del cultivo

Para establecer el cultivo en el sitio definitivo se debe hacer una selección adecuada del mismo, de acuerdo con las condiciones agroecológicas del terreno, las condiciones climáticas de la zona, el conocimiento de la época de siembra, y aspectos relacionados con la comercialización del producto, entre otros.

Durante la fase inicial de un cultivo resulta necesario conocer los antecedentes de uso del suelo, para identificar los riesgos potenciales y determinar la posibilidad de contaminación por factores biológicos o químicos que puedan afectar las especies cultivadas. El uso del suelo debe buscar la sostenibilidad mediante el establecimiento de prácticas que busquen el mantenimiento de las propiedades fisicoquímicas y la bioecología.

A continuación, se describen las principales actividades que se realizan durante las primeras etapas del cultivo.

### Preparación de suelo

La preparación del suelo es una operación fundamental y necesaria para el buen desarrollo de los cultivos de Ají. El número de labores empleadas para la preparación del suelo suele variar de una región a otra. Así mismo, las prácticas de manejo del suelo deben evitar la erosión causada por el uso excesivo de maquinaria agrícola, así como problemas de encharcamientos. Para la preparación del suelo se debe tener muy en cuenta el tipo de suelo a trabajar.

En las áreas donde se establece el cultivo por primera vez, se debe tener presente el empleo de prácticas que permitan conservar la estructura del suelo (por ejemplo, el empleo de labranza cero, labranza mínima o reducida, entre otras) según criterio técnico, manteniendo la materia orgánica y las propiedades microbiológicas de los suelos.

La preparación del suelo puede hacerse en forma manual, con el uso de implementos de tracción animal o con maquinaria agrícola. Esta operación debe hacerse cuando la humedad sea la adecuada. Además del empleo de instrumentos de medición que no siempre están disponibles (ejemplo, tensiómetros), existe una forma práctica de determinar si el suelo está cercano al punto de humedad. Abaunza et al, 2012, recomiendan tomar una pequeña porción de suelo y amasarla entre las manos, tratando de formar un hilo delgado (de tres a cuatro milímetros de diámetro si el suelo es arcilloso, de 1 cm si es arenoso). Si el hilo se desmenuza o corta al llegar a esa medida, el suelo está justo en el límite de humedad. Si se desmenuza o corta antes, estará por debajo del nivel.

En las zonas productoras de la Costa atlántica, los pequeños agricultores utilizan sistemas de siembras en eras y en surcos sencillos desarrollados manualmente y con mínima o cero labranza, teniendo en cuenta las áreas de siembra, por lo cual normalmente la preparación de tierras la realizan manualmente. En cambio, los medianos y grandes productores emplean mecanización para preparación de las tierras.

Cuando el cultivo de ají topito se establece utilizando preparación mecanizada, se recomienda preparar el suelo empleando una arada, dos rastrilladas, nivelada y surcar de acuerdo con la distancia de siembra seleccionada. (figura 36). Cuando se tienen problemas de compactación, se debe realizar una subsolada para romper las capas endurecidas en los primeros estratos.

En suelos con pendientes pronunciadas (>20%), la preparación debe realizarse preferiblemente en forma localizada, en franjas o terrazas, donde se establecen los surcos de siembra o sitios de trasplante.

Cada vez más la caracterización de las propiedades físicas de los suelos es requerida para tomar decisiones de manejo y para determinar los efectos de las prácticas agrícolas sobre las propiedades de los suelos.

Para reconocer características del suelo que no se expresan claramente en los resultados de los análisis físicos y químicos de laboratorio, se recomienda la realización de una perforación (calicata) de alrededor de 40 cm de lado. A través de ésta se puede identificar, por ejemplo, capas endurecidas o compactaciones, presencia y actividad de organismos del suelo, y ascenso de sales. (Abaunza et al, 2012).

Las limitaciones físicas de los suelos ya sean por características naturales del perfil o por deterioro del suelo debido al manejo, resultan ser una de las principales limitantes actuales de la producción agrícola, y en este sentido, el ají topito es bastante sensible la compactación. Menos compactación permite el desarrollo de raíces profundas, fácil flujo vertical de agua y aumento en los espacios (poros) de suelo. La descompactación del suelo es una importante práctica que se realiza con el objetivo de garantizar una adecuada profundidad.



**Figura 36.** Secuencia gráfica de la preparación mecanizada de un lote con destino al establecimiento de ají topito.

La resistencia a la penetración es un buen índice para evaluar problemas de restricción en el desarrollo radicular de las raíces de los cultivos, por la presencia de capas compactas y/o baja porosidad. La penetrabilidad del suelo permite conocer la facilidad con que un objeto puede ser introducido en él, es decir, la resistencia mecánica que ofrece el suelo a la expansión lateral y al corte que produce dicho objeto.

El uso excesivo de maquinaria agrícola, cuando se inicia un ciclo de producción, genera problemas como deterioro de las propiedades fisicoquímicas del suelo, erosión hídrica o eólica, compactación del terreno, comportamiento inadecuado del agua en el suelo (menor tasa de infiltración y de retención de humedad) y aumento de los costos de producción.

La compactación del suelo puede medirse con un penetrómetro de suelos. Mientras más profundo y con facilidad penetra el suelo la sonda del penetrómetro de suelo, menor la compactación, y, por consiguiente, mejor el suelo. Una fuerza baja (bajo número de libras) significa que el suelo no está muy compactado. El aumento de los espacios (o poros) de suelo, también, se correlaciona con una mayor estructura de agregados y un contenido de materia orgánica más elevado.

Si el penetrómetro no penetra en el suelo fácilmente, existe compactación de las capas superficiales. Tal compactación restringirá el crecimiento de las raíces y el flujo vertical del agua.

Existen dos tipos de penetrómetros:

- Los que miden la penetrabilidad en forma dinámica (penetrómetros de impacto), conduciendo la herramienta al interior del suelo con un martillo o haciéndole caer un peso. Estos penetrómetros registran la resistencia opuesta por el suelo a la introducción de una punta de metal, cuando se aplica un impacto o golpe con un mazo que cae libremente desde una altura preestablecida. Este tipo de penetrómetro ha presentado ciertas limitaciones para su aplicación en los monitoreos agrícolas.
- Los que miden la penetrabilidad en forma estática (penetrómetros de resorte), empujando una varilla metálica o sonda al interior del suelo bajo una presión constante. Con estos penetrómetros la punta de metal es introducida al suelo por la presión ejercida a través de un pistón sobre un resorte conectado a la punta.

Para efectos prácticos, se pueden utilizar penetrómetros de bolsillo, que suministran los valores de la resistencia a la penetración en  $\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$ . Valores mayores a  $2.8 \text{ kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$  se consideran compactados. Con el penetrómetro de cono, la resistencia a la penetración se tiene en Megapascales (MPa). Valores mayores a 0,3 MPa son considerados suelos compactados.

Recomendaciones para el empleo de maquinaria agrícola (Basadas en recomendaciones de buenas prácticas agrícolas reportadas por CCI-SENA, 2004):

- Se debe procurar usar maquinaria agrícola adecuada y realizar prácticas de conservación del suelo. Se recomiendan herramientas o utensilios de uso manual como sembradoras, azadones y palas. Los implementos agrícolas que se usen deben garantizar que la remoción del suelo para la siembra o trasplante sea la mínima posible.
- Se debe tener conocimiento del número mínimo de pases de maquinaria agrícola para la óptima preparación del suelo.
- La preparación del suelo debe permitir de manera eficaz la penetración de las raíces de las plantas y la exposición de las semillas de arvenses e insectos a la superficie, evitando la degradación del recurso y mejorando las condiciones de vida para los organismos que allí habitan.
- El método de arado utilizado durante la preparación del suelo debe cambiarse en cada ciclo productivo para evitar que se deteriore la estructura del mismo.

## Trasplante al campo

Para la realización de esta labor, se deben tener en cuenta ciertas recomendaciones que impidan daños a la planta y permitan el adecuado establecimiento y desarrollo de la plántula. A continuación, se describen las actividades para cumplir con esta labor:

### Selección de plántulas

El material que se trasplanta al campo debe ser seleccionado con el fin de sembrar los mejores. Esta operación debe realizarse cuando las plantas del semillero presentan un desarrollo uniforme y alturas entre 15 y 20 cm., el cual es alcanzado aproximadamente a los 25 días. (figura 37).



**Figura 37.** Estado de desarrollo de plántulas de ají topito para trasplantar, provenientes de semilleros en bandejas.

Es importante escoger plantas vigorosas, uniformes, sanas, y bien desarrolladas (con hojas bien desarrolladas, de color verde, y erectas). Se debe prestar atención especial a las raíces, las cuales deben estar bien desarrolladas, blancas y delgadas, y haber llenado toda la celda de arriba abajo, de manera que permita contener el sustrato y que éste no se desmorone en el momento en que la plántula es sacada de la bandeja, para que cuando la planta sea trasplantada a campo, el medio de crecimiento se mantenga alrededor de las raíces. Las raíces con un color marrón y que no se extiendan hacia la parte inferior del contenedor son síntomas de que han estado creciendo bajo un estrés de humedad o tienen problemas de pudriciones radicales o de destrucción, lo cual puede retardar el enraizamiento en campo. Se recomienda no trasplantar plantas con coloración púrpura en las hojas, ya que esto indica una probable deficiencia de fósforo.

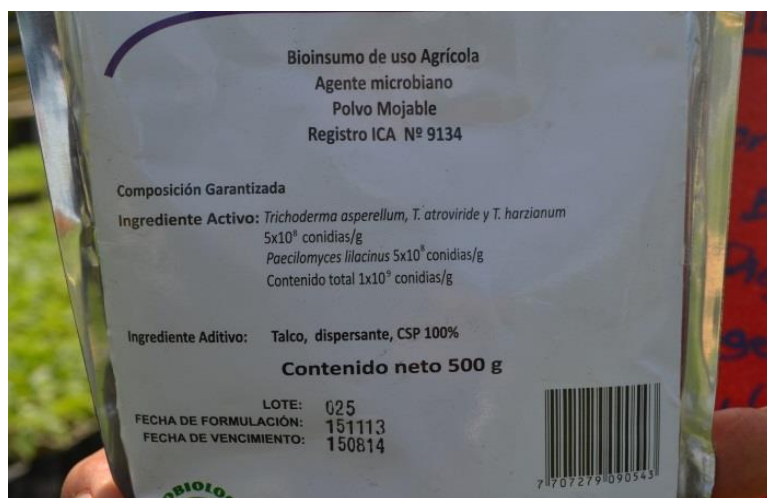
### Revisión y ajuste de la humedad en los semilleros.

Cuando el sistema seleccionado para semilleros es el de bandejas, las celdas deben ser regadas ligeramente una hora antes del trasplante para facilitar la extracción del cono de sustrato y raíces y para que las plantas lleguen con suficiente humedad al sitio definitivo.

### Aplicación de productos para protección de las plántulas.

Se recomienda realizar un tratamiento protectante a las plántulas antes del trasplante, consistente en la inmersión de las bandejas en una solución de formulaciones comercialmente disponibles de productos químicos o biológicos. Para el primer caso, se

recomienda sumergir las bandejas por cinco minutos en una solución de fungicida (por ejemplo, Oxicloruro de cobre en dosis de  $2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de agua o Ridomil en dosis de  $3 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de agua), insecticida y fertilizante. Para el caso de productos biológicos, se recomienda la inmersión en una solución con hongos antagonistas (ejemplo, *Trichoderma harzianum*,  $20 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) que proteja a las raíces de enfermedades radiculares. También se puede utilizar soluciones de la bacteria *Bacillus subtilis*. (figura 38)



**Figura 38.** Producto comercial a base de Trichoderma

Para que el trasplante tenga éxito, el día de la siembra se debe verificar que el suelo tenga buena humedad, por ello se debe realizar el riego del lote con anterioridad a la siembra, según el sistema de riego que se haya seleccionado. Cuando se trata por riego por gravedad no es conveniente hacer el riego simultáneamente, porque se pisotea mucho el suelo.

Para la siembra en el lugar definitivo, una vez extraídas las plantas del semillero (en eras o en bandejas), se traslada el material vegetal al lote, procurando distribuir uniformemente el material de siembra, para evitar el maltrato de las plantas. En el lote se deben marcar los sitios o huecos donde van las plantas, los cuales se pueden realizar con la punta de una vara. Una vez listos los huecos, se realiza la primera fertilización en campo, colocando en el fondo de cada hueco la dosis correspondiente del abono seleccionado (orgánico o químico, según criterio del técnico) y se cubre con una ligera capa de tierra. Seguidamente, se coloca con cuidado la plántula procurando que al momento de la siembra haya buen contacto de la zona de raíces de la planta con el suelo. (figura 39).



**Figura 39.** Detalles de la siembra de la plántula de ají topito en el hueco de siembra.

Se recomienda realizar el trasplante en horas de la mañana (con menos sol) o en las horas de la tarde (de 4 p.m. en adelante), procurando el menor estrés de las plantas por la labor de siembra, aunque cuando se utiliza el sistema de semilleros en bandejas se tiene una mayor libertad en cuanto a los horarios de siembra en el día, se debe igualmente verificar que las condiciones no sean tan extremas.

## Densidad de siembra

La densidad de siembra depende del tipo de suelo, especialmente a su fertilidad y de otros factores como el tamaño de la explotación, la tecnología a aplicar, entre otras. Las densidades también pueden variar de acuerdo con el desarrollo morfológico de las plantas en las regiones productoras.

Tradicionalmente, los agricultores no utilizan unas distancias iguales en sus cultivos, aunque es bastante común que siembren a 1 m x 1 m. Algunos agricultores emplean distancia de 1,20 x 1,20 m (6.944 plantas/ha), de acuerdo con el material de siembra y también siembran en sistema de triángulo.

Se recomienda como norma general la siembra de ají en surco sencillo a distancia de 1 m entre surcos y 1 m entre plantas (10.000 plantas/ha), sin embargo, esta distancia puede variar teniendo en cuenta las características de los suelos, las opciones económicas del productor y las características morfológicas de los diferentes materiales de Ají Topito, por lo cual, de acuerdo a la experiencia del autor, se pueden recomendar también distancias de siembra más cerradas (0,80 m x 0,80 m), con ajustes en los niveles de fertilización y manejo de arvenses, entre otras opciones del paquete tecnológico.

Un ensayo realizado en el C.I. Caribia con el ají chino (Pinto, 2001) comparando la siembra en surco sencillo con la siembra en surcos pareados arrojó que para este último sistema (con poblaciones entre 60.000 y 80.000 plantas/ha) se alcanzaron rendimientos entre 40 y 45 t/ha, superiores a las 12 t/ha obtenidas con el sistema de surcos sencillos (22.000 planta/ha). Las mejores distancias fueron las de 40 y 60 cm para el sistema de surcos pareados, y las de surco sin aparear fueron las de 40 cm. La mejor distancia entre plantas fue la de 50 cm. Con base en estos resultados se recomienda la evaluación del sistema de surcos pareados para el ají topito, como una alternativa al sistema tradicional de surcos sencillos, apuntando a obtener mayores producciones por unidad de área. Como se mencionó anteriormente en pequeños predios se pueden realizar asociados: ají - maíz; ají - frijol; ají - papaya; ají - palma, entre otros, aunque aún no tienen validación.

## Resiembra

Cinco días después de la siembra se debe revisar el lote para determinar la cantidad de plantas que hacen falta, para luego proceder a completar los sitios faltantes, por esta razón debe conservarse en los semilleros un porcentaje del 5% de plántulas para esta operación. Se recomienda una vez hecha la evaluación no sobrepasar los 3 días para realizar esta resiembra.

## Aporque

El tallo de la planta de ají topito no es muy grueso y corre el riesgo de doblarse por la acción del viento. Por ello es necesario realizar el aporque. Consiste en acercar tierra del fondo del surco al pie de la planta para fortalecer su anclaje. Con el aporque no solo se consigue que la planta se sujete mejor al suelo, sino también que le crezcan

más raíces en la zona cubierta con tierra y si se hace adecuadamente junto con un buen manejo del riego, permite reducir el riesgo del ataque de algunos hongos.

El aporque no debe hacerse muy alto porque puede ocasionar una mayor humedad en la base del tallo de la planta y con ello favorece problemas de pudrición.

Esta labor varía de acuerdo con la época de siembra y el tipo de suelo. En la época de lluvia debe manejarse cuidadosamente la cantidad de tierra que se arrima al pie de la planta. Debe realizarse 15 días después del trasplante.

## Capítulo VI

### Manejo del riego y drenaje en el ají topito

#### Consideraciones para el riego en el cultivo de ají topito

Normalmente la precipitación no se presenta en la cantidad y frecuencia deseadas para el normal desarrollo de los cultivos: la ocurrencia de lluvias es aleatoria y no se puede tener control sobre ella. En Colombia opera un régimen bimodal de lluvias, es decir, épocas con moderadas o acentuadas precipitaciones en donde es necesario drenar los excedentes y períodos de sequía en los que la producción se ve restringida a no ser que se recurra al riego. El riego es importante porque:

- Suple las precipitaciones deficientes en verano, asegurando la asimilación de nutrientes por parte de la planta, al mantenerse húmedo el suelo.
- Contribuye al aumento de la productividad sostenible.
- Mejora la calidad de las cosechas.
- Contribuye al incremento de la rentabilidad del cultivo.

El cultivo de ají para su buen desarrollo y producción tiene un requerimiento de agua promedio de 600 a 1.250 mm anuales, la frecuencia de riego depende del tipo de suelo y generalmente se emplean riegos cada 5 - 7 días, dependiendo de la época en que se cultive, si es en verano o invierno.

#### Factores a tener en cuenta para el manejo del riego en ají topito

El óptimo desarrollo de las plantas está regulado por las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo. Las plantas cumplen un ciclo biológico, que comprende las etapas de germinación, desarrollo vegetativo, floración, cuaje, desarrollo de fruto y cosecha. Así mismo los requerimientos hídricos, varían para cada una de estas fases, siendo determinados por el Factor bioclimático o coeficiente de cultivo (Kc). Doorenbos J. y A. Kassam. 1994.

De otro lado, un factor importante en el riego es el denominado Uso Consuntivo (UC), que se define como la cantidad de agua requerida por un cultivo para su normal

desarrollo y comprende la cantidad de agua usada para la transpiración y formación de tejidos, más la evaporada directamente del suelo y follaje de las plantas. El Uso Consuntivo (UC) depende de factores atmosféricos (radiación, velocidad del viento, humedad relativa, temperatura del aire, etc.), factores edáficos o del suelo (contenido de humedad, grado de exposición, textura, salinidad, fertilidad, profundidad efectiva del suelo, etc.) y del tipo de cultivo (especie, fase de desarrollo, superficie foliar, tipo de sistema radical, etc.). Al Uso Consuntivo (UC), también se le denomina Evapotranspiración real (ETR). Doorenbos J. y A. Kassam. 1994

Casi toda el agua que las plantas extraen del suelo pasa a la atmósfera por transpiración, por lo cual las condiciones climáticas ejercen una influencia determinante en dicha transpiración. Así, por ejemplo, los requerimientos de agua de un cultivo son altos en días largos, de sol brillante, cálidos, secos (humedad relativa baja) y ventosos (presencia de vientos). En sentido práctico, se ha generalizado para determinar el Uso consuntivo, el método del Tanque Evaporímetro, el cual integra los principales factores climáticos que inciden en el consumo de agua de los cultivos.

$UC = 0.75 \times K_c \times Ev$  (Rojas, 1988)

UC = Uso consuntivo (mm/día)

0,75 = Constante del Tanque evaporímetro

$K_c$  = Factor de cultivo o coeficiente bioclimático. Depende de la especie y estado de desarrollo. Doorenbos J. y A. Kassam. 1994

Ev = Evaporación del tanque (mm/día). Estos datos son suministrados por el IDEAM.

El IDEAM también suministra información para la compra del tanque evaporímetro y pluviómetro; también facilita las recomendaciones técnicas para la instalación y fácil operación de estos equipos. Este método del tanque permite calcular la lámina de agua que se va a reponer al suelo (diariamente, cada dos días, cada tres días, etc.) y que ha sido consumida por el cultivo. Para los diferentes cálculos de riego un punto importante es la determinación del nivel de humedad del suelo. Este contenido de agua en el suelo se puede determinar de forma directa utilizando muestras de suelo o bien de forma indirecta utilizando aparatos calibrados.

Los métodos de medición directa miden el contenido de humedad del suelo, utilizando para ello fórmulas preestablecidas. Entre estos se encuentran el método gravimétrico (determina la masa de agua contenida en una muestra de suelo dividida entre la masa de suelo seco de la muestra) y el método volumétrico (determina el porcentaje del

volumen de suelo ocupado por el volumen de agua). En los métodos indirectos se calcula la humedad a partir de la calibración entre la humedad y una propiedad que es más fácil de medir como la tensión de humedad; para su medición se utiliza comúnmente el reflectómetro de dominio temporal (TDR), la sonda de neutrones y el tensiómetro, siendo este último el de mayor utilización.

El TDR determina la humedad volumétrica de los suelos. Consta de varillas metálicas que se introducen en el suelo y un emisor receptor de impulsos magnéticos, genera un pulso electromagnético y mide el tiempo que tarda en recorrer las varillas, el que será mayor o menor dependiendo del contenido de humedad del suelo.

La sonda de neutrones se basa en la emisión de neutrones a partir de una fuente radioactiva la cual se introduce en el suelo a través de tubos de aluminio instalados en forma permanente; la fuente se coloca a la profundidad a la cual se desea conocer el contenido de humedad; al ser activado, la fuente emite neutrones rápidos, los cuales chocan con los átomos de hidrógeno de la molécula de agua, después de lo cual se reflejan en forma lenta. Un receptor cuenta los neutrones reflejados y transforma la señal en contenido de agua, los cuales se presentan en mayor o menor cantidad, dependiendo del contenido de agua del suelo. Es necesario hacer una calibración del aparato previo a su uso.

El tensiómetro es un aparato constituido por un tubo plástico que posee en un extremo una cápsula de cerámica porosa y en el otro un manómetro indicador de la succión que ocurre dentro del tubo. Mide la succión o fuerza que ejerce el suelo sobre el agua, a partir de cuyo valor se puede conocer el contenido de humedad del suelo. A medida que el suelo pierde agua, la succión aumenta, es decir, el suelo ejerce más fuerza para retener agua. Por lo tanto, observando cómo varía el valor de la succión se puede saber la evolución del contenido agua en el suelo. Normalmente se instalan dos tensiómetros a distintas profundidades, de esta forma se pueden medir gradientes hidráulicos y por tanto conocer la dirección de los flujos de agua en el suelo. No es fácil su manejo e interpretación de lecturas. Requiere una previa calibración con el tipo de suelo usado para la siembra. A nivel de campo su instalación es riesgosa por el robo o daño de esta y por ello su uso está más generalizado a nivel de invernaderos o en trabajos de investigación por personal idóneo.

Para el control de la humedad del suelo es indispensable la colocación de tensiómetros en el bulbo húmedo o zona de raíces y así determinar cuándo y cuánto regar. Los



$$UC = 0,75 \times Kc \times Ev \text{ (Rojas, P.H. 1988)}$$

$$= 0,75 \times 0,8 \times 4,8$$

$$UC = 2,88 \text{ mm/día} = 28,8 \text{ m}^3/\text{ha por día} = 288,00 \text{ L/ha por día}$$

Es decir, que en enero 11 se deberá aplicar una lámina de riego de 2,88 mm para reponer el agua consumida por el cultivo del día anterior (Enero 10).

**Tabla 10.** Aspecto del suelo al tacto y recomendaciones para la toma de decisión de riego.

Textura gruesa <sup>6</sup>	Textura media <sup>7</sup>	Textura fina <sup>8</sup>	Humedad disponible
Seco, suelto se escurre entre los dedos.	Seco, polvo o costras ligeras que se dejan deshacer.	Duro, apelmazado, terronoso, agrietado.	0 - 25 % Riegue.
Aparentemente seco, no forma bola con la presión (la bola se forma al comprimir un puñado de suelo dentro de la mano).	Algo desmoronado, pero se mantiene unido bajo presión.	Algo compacto, forma una bola bajo presión ( <sup>9</sup> ).	25 - 50 % Riegue
Tiende a formar una bola cuando se le comprime, pero se deshace.	Forma una bola algo plástica, ligeramente untosa cuando se le comprime.	Forma bola con acanalados, entre el pulgar y el índice.	50 - 75 % Repita el chequeo 1 día después.
Forma una bola que al lanzarla al aire y recibirla no se rompe.	Forma una bola plástica algo moldeable, bastante untosa.	Forma bola con acanalados entre todos los dedos, muy plástica, moldeable y muy untosa.	75 - 100 % Repita el chequeo pasados 3 días.
Al comprimir la bola no se deshace y queda en la mano el contorno húmedo de la misma.	Al comprimir queda la mano húmeda.	Al comprimir queda la mano muy húmeda.	100 % ( CC ) Espere 5 días para chequear.

Fuente: Takabeya, 1995.

Determinar el Uso Consuntivo de un cultivo, representa el primer paso en la programación y ejecución del riego; en últimas lo que se debe obtener es el tiempo de riego, basado en las necesidades del cultivo y características del sistema de riego empleado, según sea surcos, aspersión o goteo.

<sup>6</sup> Suelos de textura gruesa: Arenoso, Arenoso franco, Franco arenoso

<sup>7</sup> Suelos de textura media: Franco, Franco limoso, Limoso

<sup>8</sup> Suelos de textura fina: Franco arcillo arenoso, Franco arcillo limoso, Franco arcilloso, Arcillo arenoso, Arcillo limoso, Arcilloso.

<sup>9</sup> La bola se forma al comprimir un puñado de suelo dentro de la mano.

## Tecnología de riego recomendada

El riego en ají debe ser considerado desde la misma planificación del cultivo, seleccionándose el sistema acorde a condiciones agroclimáticas, topográficas, calidad química del agua de riego, volumen disponible de la fuente de agua, recurso económico disponible, facilidad de manejo y operación, etc.

Existen diferentes sistemas de riego, desde el riego por regaderas que se emplea principalmente en semilleros y huertas caseras hasta el sistema de riego por goteo, sin olvidar los dos sistemas más utilizados actualmente por los productores de ají topito en la Costa Atlántica, el riego por surcos o gravedad y el riego por aspersión. En este sentido, el modelo productivo propone un ajuste de la tecnología tradicional con la adopción del sistema de riego por goteo para el suministro adecuado del agua al cultivo, teniendo en cuenta sus características y las ventajas comparativas frente a los otros sistemas.

### Sistema de riego por goteo.

Es un sistema de riego que aplica frecuente y a baja presión bajos volúmenes de agua directamente a la zona radical, manteniendo una humedad óptima para la planta. Es empleado por productores innovadores que realizan un gran esfuerzo económico para su instalación. Presenta la mayor eficiencia en la aplicación del agua y genera economía en su uso. Rojas PH. 1988

La eficiencia de aplicación del agua con este sistema alcanza el 90%, es decir, que solo 10 litros de cada 100 litros de agua aplicados al cultivo se pierden por percolación.

Para la instalación de la línea de riego, simplemente se extiende la manguera portagoteros, separada a una distancia igual a la que se usará entre hileras de plantas; se efectúa un lavado de tubería y mangueras portagoteros para eliminar todo material extraño que pueda tapar los goteros.

Se recomienda, para efectos prácticos y técnicos que la distancia entre plantas sea múltiplo de la distancia entre goteros, para ahorrar agua y costos de energía en el riego de los primeros 30 días de desarrollo del cultivo, ya que, al estar el gotero enfrente a cada planta, el agua que sale de este humedece de inmediato el escaso

sistema radicular. Cuando la planta no coincide con un gotero, se requiere mayor tiempo de riego y, por tanto, más agua para lograr que la humedad de cada gotero se trasape o cruce una con otra para formar una franja húmeda continua a lo largo de la hilera de plantas. Cuando cada planta tiene su gotero al frente, se asegura en la etapa inicial del cultivo un rápido aporte de humedad a la planta.

La figura 40 muestra las mangueras y portagoteros utilizados comúnmente para el establecimiento del sistema, y detalla la distancia entre los portagoteros, correspondiente a la distancia entre plantas escogidas para el establecimiento (se recomienda utilizar cinta de goteo calibre 8mm con goteros a 10 cm), al tiempo que detalla la posición de los huecos de siembra frente a los goteros y su correspondiente patrón de humedecimiento para garantizar un adecuado suministro de agua para las plantas.



**Figura 40.** Detalles de los portagoteros, apertura de hueco de siembra y patrón de humedecimiento de los goteros.

En el cultivo de ají topito, se pueden emplear longitudes de manguera portagoteros entre 40 m y 50 m, con un diámetro de 8 a 12 mm, goteros de  $2 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ , espaciados a 10 cm. Este espaciamiento entre goteros se puede acomodar a otras especies de hortalizas, facilitando la rotación de cultivos sin cambios en la línea de riego o manguera portagoteros. (figura 41).



**Figura 41.** Detalles de la instalación de mangueras portagoteos sobre un terreno preparado y trazado para el establecimiento de ají topito.

La figura 42 muestra un cultivo de ají topito con sistema de riego por goteo funcionando, mostrando el detalle de las mangueras, filtro y tubería principal, así como el desarrollo alcanzado por las plantas.



**Figura 42.** Vista del sistema de riego por goteo instalado en el cultivo de ají topito y detalles del desarrollo de las plantas.

El primer riego se efectúa un día antes del trasplante para que el suelo humedecido pueda drenar a fin de facilitar el ahoyado para la colocación de las plántulas. Es importante anotar que el elemento principal de todo sistema de riego por goteo Lo constituye el sistema de filtrado que necesariamente debe contemplarse en el proyecto

de diseño e instalación. Técnicamente, el tiempo de riego ( $T_r$ ) se calcula de la siguiente manera:

Tiempo de riego =  $T_r = (0.5833 \times K_c \times E_v \times S_g \times S_{Lg}) / Q_g$  (Fuente: Martínez y Benito, 1999)

- $T_r$  = Tiempo de riego (h)
- $K_c$  = Factor Cultivo (decimal)
- $E_v$  = Evaporación tanque evaporímetro (mm/día)
- $S_g$  = Separación entre goteros (m)
- $S_{Lg}$  = Separación de líneas de goteo (m)
- $Q_g$  = Caudal del gotero ( $L \cdot h^{-1}$ )

Igualmente, si se desea regar cada 2 o 3 días, entonces se toma el valor de evaporación de esos 2 o 3 días y se reemplaza en la fórmula junto con las demás variables.

#### Ejemplo:

- Cultivo Ají
- Edad 20 días después de trasplante
- Factor de cultivo ( $K_c$ ) 0,53
- Evaporación 4,5 mm (Dic 28)
- 5,1 mm (Dic 29)
- Separación entre goteros 0,7 m
- Separación entre líneas de goteo 1,5 m
- Caudal del gotero 2,1  $L \cdot h^{-1}$
- Lámina riego a aplicar (Dic 30) ?
- Tiempo de riego (Dic 30) ?

**Lámina de riego = UC** =  $0,75 \times K_c \times E_v = 0,75 \times 0,53 \times (4,5+5,1) = 3,82\text{mm}/2$  días

**Tiempo de riego =  $T_r$**  =  $(0,5833 \times 0,53 \times 9,6 \times 0,7 \times 1,5) / 2,1 = 1,48$  h = 1 hora y 29 minutos

Quiere decir, que en Diciembre 30, se aplicará una lámina de riego de 3,82 mm y para ello se deberá regar durante 1 hora y media aproximadamente.

En sentido práctico, para el suministro de los requerimientos hídricos al cultivo por parte de agricultores inexpertos, como guía se pueden aplicar los volúmenes de agua

sugeridos en la tabla 9, que se presenta más adelante en la sección “Avances en evaluaciones de riegos en ají, aplicables al ají topito”, donde se describen los resultados de un ensayo de riego realizado con ají chino regional.

### **Ventajas**

- Usado en suelos de cualquier textura y topografía
- Evita la nivelación de terrenos
- El Viento no interfiere en la aplicación del agua
- Permite un ahorro importante de agua.
- Menor incidencia de malezas
- Aplicación de fertilizantes a través del riego
- Se pueden manejar altas frecuencias de riego
- Trabaja con caudales y presiones de operación relativamente bajos

### **Desventajas**

- Inversión inicial alta
- Exigente en el sistema de filtrado para evitar taponamiento de goteros
- Bajo control visual para detectar daños en goteros

Definitivamente, este es el sistema de riego que se recomienda que los agricultores adopten, por su nivel de eficiencia y las otras ventajas que se han descrito, desafortunadamente, su adopción está limitada por la capacidad económica de los agricultores, pues como se mencionó anteriormente, los costos de establecimiento y de mantenimiento durante su vida útil son bastante elevados.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones para un adecuado funcionamiento del sistema de riego por goteo:

- Los elementos constituyentes del sistema de riego deben estar en buen estado y funcionando adecuadamente para evitar pérdidas en la conducción y aplicación del agua y además para garantizar que ésta se haga según lo concebido en el plan de riego.
- En el plan de riego se debe establecer una revisión periódica del sistema de riego y de sus implementos, así como un plan de mantenimiento de los mismos.

### **Estimativos de costos de instalación**

En el riego por goteo, los costos (año 2013) para adecuar 1 Ha en la Costa Atlántica ascienden en promedio a \$9.000.000, empleando tubería PVC y válvulas de buena

calidad y mangueras de riego por goteo fabricadas en empresas especializadas. Bajo estas condiciones, se puede proyectar una vida útil de 15 años.

## Otras alternativas de riego disponibles

Aunque se reconocen las virtudes del riego por goteo para el establecimiento y desarrollo del cultivo de ají topito, no se pueden dejar de lado otros sistemas de riego que, aunque menos eficientes, representan alternativas viables para los agricultores que momentáneamente no tienen la capacidad para hacer la correspondiente inversión para su instalación y mantenimiento, siempre y cuando se haga un correcto manejo de los sistemas, acorde con las características de cada uno de ellos y las condiciones del terreno donde se va a implementar, de manera que se alcancen a disminuir las pérdidas de eficiencia en el suministro de agua de cada uno de ellos.

A continuación, se describen cada uno de estos sistemas.



**Figura 43.** Detalles del proceso alterno de riego por goteo y de los elementos requeridos para efectuarlo.

### Sistema de riego por surcos o gravedad:

El sistema de riego por surcos es el más empleado por los productores de ají en la Región Caribe, especialmente por productores de la Guajira y Zona Bananera, donde el agua es suministrada por distritos de riego, que poseen buena infraestructura en su distribución. A nivel de parcela o finca, el productor construye una acequia o canal de riego, derivando agua hacia los surcos para que se infiltre a medida que avanza a lo largo de dicho surco. (figura 44).



**Figura 44.** Detalles de un lote de ají topito recién regado por el método de riego por surcos o gravedad.

Cuando en el área que se va a regar, la pendiente transversal a los surcos es muy fuerte (mayor al 2%), se construye paralelo a la acequia principal de riego, otro canal denominado "Contracequia" que se subdivide en tramos para conformar franjas o terrazas de riego más uniformes. Los surcos para ser regados se conectan a la contracequia mediante "boquetes" individuales o mediante manguera flexible de  $\frac{3}{4}$ " a 1" de diámetro por 1,5 m de longitud. A estos tramos de manguera se le denominan "Sifones". Para el riego, un extremo del sifón se ubica en la acequia regadora y el otro en el surco.

La eficiencia de aplicación de agua por este método alcanza máximo un 60%, es decir, que por cada 100 litros de agua que se aplican al cultivo, solo 60 litros se aprovechan y los 40 litros restantes se pierden por percolación y escorrentía.

La longitud de los surcos depende básicamente del tipo de suelo y pendiente del terreno. Tomando como base una pendiente máxima de 1%, se tienen longitudes máximas de 70 m, 115 m y 150 m para suelos de textura arenosa, media y pesada, respectivamente. Los surcos deben ser más cortos para suelos arenosos que absorben rápidamente agua y tienen baja capacidad para retenerla. El primer riego se debe aplicar antes de la siembra, de modo que el suelo quede bien húmedo y supla las necesidades de la plántula. En suelos de textura media, se logran buenos rendimientos con frecuencias de riego semanal, mientras que en suelos de tendencia arenosa la aplicación de riego debe ser de dos veces por semana.

El surco debe tener una forma redondeada, ancha y poco profunda para que distribuya el agua lo más cerca posible a la superficie del suelo, con promedios de 20 a 40 cm de ancho y entre 10 a 15 cm de profundidad. Son indeseables los surcos con forma en "V" desde el punto de vista de distribución de agua y la erosión a lo largo del surco. El caudal aplicado por surco, acorde a las características antes mencionadas, varía entre 0,5 y 1,5 L·s<sup>-1</sup>. El tiempo de riego varía según el tipo de suelo, en sentido práctico un riego de una (1) hora cada semana puede ser suficiente, debiéndose comprobar después de finalizado el riego (al día siguiente) el humedecimiento alcanzado, empleando para el sondeo un barreno o una pala.

Una variante a este riego tradicional, que ha sido adoptada por muchos productores, es la de construir los surcos con una pendiente mínima (ejemplo: 0,3%), de base ancha y sin salida de agua al final del surco, de manera tal que se llene el surco de agua hasta casi rebosar, conformando especies de piscinas largas y estrechas, que infiltran el agua lateral y verticalmente. Este método ahorra tiempo y agua en el riego. Deben analizarse meticulosamente todas las características de este riego y aprovechar sus ventajas solamente cuando esté claro que todas las limitaciones pueden ser solucionadas. Solo una planificación meticulosa y una cuidadosa ejecución conducirán a un máximo beneficio del método.

Técnicamente hablando, por este método, el tiempo neto de riego (Tnr) se determina utilizando la ecuación de "Lamina Acumulada", encontrada a partir de la prueba de infiltración para riego por surcos.

$$Tnr = (Dnr/Z)^{1/m} \text{ (Rojas, P. H. 1988)}$$

Tnr = Tiempo neto de riego (min)

Dnr = Lamina neta de riego a aplicar (cm)

Z, m = Constantes de la ecuación

La lamina neta de riego a aplicar en riego por surcos, depende básicamente de propiedades físicas del suelo, a saber:

$$Dnr = (CC - PMP) \times Ga \times Pre \times Ca \text{ (Rojas, P.H. 1988)}$$

Dnr = Lamina neta de riego a aplicar (mm).

CC = Capacidad de Campo (en decimal y en base a peso seco).

PMP = Punto de Marchitez Permanente (en decimal y en base a peso seco).

Ga = Gravedad específica aparente (adimensional).

Ga =  $\gamma_s / \gamma_w$

$\gamma_{as}$  = Densidad aparente del suelo (1 g·cm<sup>-3</sup>)

$\gamma_w$  = densidad del agua.  $\gamma_w = 1$  g·cm<sup>-3</sup>

$P_{re}$  = Profundidad radical efectiva del cultivo (mm).

Ca = Coeficiente de agotamiento de agua aprovechable del cultivo (decimal).

Ca = 0,5 (para el ají).

La frecuencia de riego (Fr) se calcularía así:

Fr = Dnr/UC,

Fr = frecuencia de riego (d)

Dnr = Lamina neta de riego (mm)

UC = Uso consuntivo (mm·d<sup>-1</sup>)

### **Ventajas**

- Es un método de riego económico y al alcance del pequeño productor
- El follaje de la planta y frutos no son humedecidos, favoreciendo la sanidad del cultivo
- Contribuye a la obtención de un buen drenaje superficial
- La inversión inicial es baja, siempre y cuando el terreno requiera poca o nada de nivelación previa.

### **Desventajas**

- Apto solo para terrenos de pendiente suave (máximo del 3% y óptimo del 0,3% a 1%).
- Generalmente se requiere, para producir un riego eficiente y uniforme, una previa nivelación del terreno que puede ser costosa.
- En general, se pierde más agua que en los métodos de riego a presión (aspersión y goteo).
- Encharcamientos en el lote pueden ser producidos, si no se emplea la técnica requerida; esto podría favorecer problemas fitosanitarios.
- No se recomiendan los suelos arenosos, debido a las pérdidas exageradas de agua por percolación.
- Requiere alta mano de obra
- Se manejan bajas frecuencias de riego

### **Estimativos de costos de instalación**

Para el riego por surcos, donde no se requieren trabajos de nivelación previos exigentes, los costos de adecuación del riego (año 2013) en la Costa Atlántica están alrededor de \$1.500.000 por hectárea.

## Sistema de riego por aspersión

Con este método de riego se suministra el agua a las plantas en forma de lluvia localizada más o menos intensa y uniforme, con el objetivo de que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae. Para ello, se utiliza una serie de mangueras o tubería pvc conectadas a unos aspersores, cuyas especificaciones varían de acuerdo con la presión disponible y a las condiciones agroclimáticas de la zona.

Es recomendado en áreas de topografía plana, quebrada, suelos arenosos y en donde se ejerce un control más eficaz de las enfermedades. En la región Caribe, este método es muy empleado para el riego de ají en la Sierra Nevada de Santa Marta, región de Santa Rosalía en el municipio Zona Bananera y en algunas zonas del Atlántico (Repelón) (figuras 45 y 46).



**Figura 45.** Detalles de un lote de ají topito (en dos estados de desarrollo) bajo sistema de riego por aspersión.

Aunque este sistema tiene el inconveniente de humedece el follaje se con el riesgo de favorecer el desarrollo de enfermedades, aunque la arquitectura propia de la planta de ají topito, a las distancias de siembra recomendadas, permiten tener en cuenta este sistema, aunque se debe hacer una estricta supervisión del proceso, procurando respetar la cantidad de agua a aplicar y los tiempos de riego.



**Figura 46.** Detalles de aspersores y microaspersores utilizados en el sistema de riego por aspersión en ají topito por productores de la Costa Caribe

Técnicamente, el tiempo de riego que satisface las necesidades hídricas del cultivo, se calcula mediante la fórmula siguiente:

**Tiempo de riego =  $Tr = (Kc \times Ev \times Sasp \times SL) / (257.38 \times Qasp)$**  (Fuente: Martínez y Benito, 1999)

$Tr$  = Tiempo de riego (horas)

$Kc$  = Factor o Coeficiente del Cultivo (decimal)

$Ev$  = Evaporación tanque evaporímetro ( $mm \cdot d^{-1}$ )

$Sasp$  = Separación entre aspersores (m)

$SL$  = Separación entre laterales de riego (m)

$Qasp$  = Caudal del Aspersor (galón por minuto)

La fórmula anterior permite determinar el tiempo de riego para satisfacer necesidades hídricas diarias, es decir, para frecuencias de riego diarias. Si se quiere regar cada 2 o 3 días, simplemente se toman los valores de evaporación de esos 2 o 3 días respectivamente y se reemplazan en la fórmula anterior. Cuando no se tiene acceso a los datos de evaporación diaria del lugar, en un sentido práctico se puede tomar un valor referencial de evaporación promedio de la región y se reemplaza en la fórmula junto con las demás variables, determinándose un tiempo de riego que una vez

ejecutado, debe complementarse con la técnica de “aspecto en campo del suelo al tacto y decisión de riego”, descrito anteriormente.

### **Ventajas**

- Adaptable a suelos de topografía irregular, con pendientes pronunciadas (mayores al 15% y menores al 30%)
- Se puede usar en suelos arenosos
- Mayor eficiencia de aplicación de agua-respecto al riego por surcos
- Se pueden aplicar riegos pequeños y más frecuentes que el riego por surcos

### **Desventajas**

- Inversión inicial alta
- Costos de operación relativamente altos
- El viento distorsiona la distribución del agua en el suelo
- Se requiere que el aspersor produzca una gota fina para evitar el maltrato de la flor.

### **Estimativos de costos de instalación**

En el riego por aspersión, el costo de inversión por hectárea (año 2.013) en la Costa Atlántica es de \$5.500.000, con materiales y equipos de buena calidad. La vida útil de esta instalación, siguiendo las especificaciones estipuladas puede llegar hasta 15 años.

## **Avances en evaluaciones de riegos en ají, aplicables al ají topito**

Aunque para el cultivo de ají topito específicamente no se han hecho a la fecha evaluaciones específicas sobre los requerimientos hídricos, así mismo, tampoco sobre los diferentes sistemas de riegos con sus parámetros respectivos y evaluaciones del comportamiento del cultivo y rendimiento bajo dichos sistemas, a continuación se presentan dos ensayos realizados regionalmente sobre la temática de sistemas de riegos y requerimientos hídricos de la especie *Capsicum annum* L. cuyos resultados reflejan poca diferencia en cuanto al requerimiento hídrico de la planta de acuerdo a sus diferentes estados fenológicos, por lo cual el modelo productivo sugiere un enfoque al planteamiento del sistema de riego por goteo.

Con base en estos estudios se pretende incentivar la investigación para la determinación de requerimientos hídricos del ají topito y tenerlos en cuenta en el modelo productivo.

Bajo condiciones de la Zona Bananera del Magdalena, Guzmán, 1998, realizó en el C.I. Caribia de Corpoica, un ensayo donde se evaluó en un sistema de siembra de surco doble los sistemas de riego por regadera, surco y goteo con el objetivo de determinar el consumo hídrico óptimo del ají Chino Regional bajo 3 niveles de estrés hídrico. Los resultados mostraron que el mayor rendimiento se logró con el riego por goteo (31 t/ha), seguido por el riego por surco (23 t/ha) y el riego por regadera (9,9 t/ha). Entre los tres niveles de estrés de humedad aprovechables utilizados en el riego por goteo no hubo diferencias significativas en cuanto a rendimiento.

El factor de cultivo ( $K_c$ ) para el Ají Chino en las diferentes etapas de desarrollo (tabla 11), calculado con bases en el agua consumida por la planta en su ciclo vegetativo, presentó valores crecientes a medida que aumentaba la edad de la planta; esta misma tendencia se presentó con la cantidad de agua consumida hasta los 120 días después del trasplante

**Tabla 11.** Factor de cultivo ( $k_c$ ) y agua consumida durante el ciclo vegetativo del ají chino.

Días después del trasplante	$K_c$	Agua Consumida por planta
<b>0-20</b>	0,40	2,95 mm·d <sup>-1</sup> (0,87 L·d <sup>-1</sup> )
<b>21-40</b>	0,42	2,51 mm·d <sup>-1</sup> (0,74 L·d <sup>-1</sup> )
<b>41-60</b>	0,44	5,13 mm·d <sup>-1</sup> (1,50 L·d <sup>-1</sup> )
<b>61-80</b>	0,58	5,69 mm·d <sup>-1</sup> (1,68 L·d <sup>-1</sup> )
<b>81-100</b>	0,60	6,28 mm·d <sup>-1</sup> (1,85 L·d <sup>-1</sup> )
<b>101-120</b>	0,68	6,50 mm·d <sup>-1</sup> (1,92 L·d <sup>-1</sup> )
<b>121-140</b>	0,69	6,76 mm·d <sup>-1</sup> (1,99 L·d <sup>-1</sup> )
<b>141-160</b>	0,62	6,69 mm·d <sup>-1</sup> (1,97 L·d <sup>-1</sup> )

Los resultados indican además que el Ají Chino Regional tolera niveles de estrés hídrico hasta del 50% del agua aprovechable, sin afectar significativamente su producción.

Por otro lado, Sánchez, et al. (2003), realizaron en el C.I. Turipaná de CORPOICA, ubicado en Cereté (Córdoba), un ensayo con el objetivo de determinar los requerimientos hídricos del cultivo de ají dulce (*Capsicum annum* L.) bajo cuatro dosis de riego por goteo. Los resultados de esta investigación mostraron que no hubo

diferencias estadísticas entre los tratamientos para las variables altura de plantas, profundidad de raíces y biomasa.

Con la dosis de riego por planta de  $5,32 \text{ L}\cdot\text{d}^{-1}$  se obtuvo la mayor producción de frutos comerciales, con  $12.884 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Se concluyó entonces que esta dosis de riego es la mejor para aplicar en la zona durante época seca, resultando, además, económicamente rentable (ingreso total de \$14.494.500 por hectárea y una rentabilidad de 19,8%). Los valores del coeficiente del cultivo  $K_c$ , fueron de 0,65 en la etapa vegetativa (46 días), 0,97 en la floración (11 días), 1,06 en fructificación (14 días) y 1,13 en cosecha (82 días), cuando se aplicó la dosis de riego por planta de  $5,32 \text{ L}\cdot\text{d}^{-1}$ .

La evapotranspiración del cultivo de ají dulce presentó valores promedios  $5.2 \text{ mm día}$  con dosis de riego por planta de  $5,32 \text{ L}\cdot\text{d}^{-1}$ . El requerimiento hídrico del cultivo de ají dulce en el período de verano fue de  $714 \text{ mm}$  cuando la dosis de riego por planta fue de  $5.32 \text{ L}\cdot\text{d}^{-1}$ . Como se mencionó, fue precisamente con este tratamiento que se obtuvo el mayor rendimiento comercial.

## Consideraciones sobre drenajes en ají topito

A pesar de la recomendación de una buena selección de lotes para la siembra de ají topito, no se puede desconocer las eventualidades que se presentan en algunas épocas del año a raíz de los fuertes inviernos y en especial con el denominado fenómeno de la niña ocasionado por los constantes cambios climáticos.

Por lo anterior y teniendo en cuenta lo descrito en el capítulo de caracterización de la región, y considerando que en el caso del Magdalena por ejemplo: El valle irrigado por el Magdalena: son tierras bajas, planas e inundables, altamente productivas, rodeadas por caños y ciénagas, y de esta manera en las diferentes regiones aptas para el cultivo, se encuentran suelos con probabilidad de inundaciones súbitas, máxime hoy con los intempestivos cambios climáticos, se debe considerar en la etapa de instalación del cultivo la adecuación de drenajes. En términos prácticos, se trata de un sistema de canales que garanticen el adecuado manejo de los excesos de agua originados en años altamente lluviosos y que causan inundaciones que podrían afectar significativamente al cultivo.

Un sistema de regulación hídrica para lograr un óptimo nivel de humedad se logra a través de un trazado de redes de drenajes, la cual se compone de un drenaje profundo,

complementado de canales primarios, secundarios y terciarios encargados de sacar el exceso de agua de los lotes. Esta labor es posible realizarla con maquinaria en lotes comerciales o con palas y palines en lotes pequeños (figura 47).



**Figura 47.** Detalles de un sistema de drenaje en un lote para siembra de ají topito.

## Capítulo VII

### Manejo de la fertilización en ají topito

#### Consideraciones para la fertilización del ají topito

El Ají Topito requiere un adecuado balance de elementos mayores (C, N, P, K, Ca, Mg y S) y menores (Mn, B, Cu, Fe, Zn y Mo), para poder alcanzar un óptimo desarrollo y los mejores rendimientos. La extracción y requerimientos nutrimentales en ají varían por cultivares, tipos de ajíes (jalapeño, dulce y pimiento), órgano de la planta y por sistemas de producción. A continuación, se hace una breve revisión de la importancia de cada uno de estos nutrientes para el desarrollo de la planta de ají topito:

#### Papel de principales nutrientes en la producción del ají topito

**Nitrógeno:** Contribuye fuertemente al crecimiento de la planta al favorecer el crecimiento del tallo y el follaje (incremento de masa seca) y por tanto, contribuyendo a la formación de los frutos. Es fundamental en la formación de aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, alcaloides y bases nitrogenadas ideales para obtener un rápido crecimiento. También promueve la formación de flores, frutos y regula la maduración de la planta.

Es una tendencia de los agricultores abonar con dosis altas de nitrógeno (en fertilizantes nitrogenados comerciales), sin ninguna indicación técnica, pero se debe tener sumo cuidado con su dosificación, pues un exceso de este elemento provoca un crecimiento vegetativo excesivo (aumento de follaje, engrosamiento de tallos y alargamiento de entrenudos, principalmente), un escaso desarrollo en el sistema radical y un retraso en la formación de flores y frutos, así como aumenta la susceptibilidad de la planta a las enfermedades.

La deficiencia de nitrógeno se manifiesta con un alargamiento en las plantas, tallos delgados y hojas también delgadas y erguidas. Las hojas inferiores presentan un color

verde pálido hasta casi amarillo, y cuando la deficiencia es severa toda la planta se torna pálida, con folíolos pequeños, puede haber caída de flores y los frutos que logren formarse se quedan pequeños.

**Fósforo:** es también valioso para el metabolismo energético de la planta porque pertenece a las moléculas AMP, ADP y ATP. Forma parte de los ácidos nucleicos ADN, ARN y de otros compuestos como el ácido fítico, importante en la germinación de las semillas y el desarrollo de la raíz. Se encuentra en mayor proporción en las hojas jóvenes, flores y semillas en desarrollo (Rodríguez y Flórez, 2004, citado por Jaramillo et al. 2013).

La deficiencia de fósforo disminuye drásticamente la floración, producción y calidad del fruto, creando un raquitismo en la planta, expresada en tallos delgados y fibrosos con una coloración púrpura opaca; mientras, las hojas adquieren una coloración verde oscuro o azulada, con tintes bronceados o purpuras (lo que es un síntoma muy común en la etapa de semillero) y se presenta poca floración y cuajado de frutos. Cuando la deficiencia es muy severa se presenta un retardo en la floración, se produce caída de hojas, flores y frutos, y la maduración es tardía.

De la misma forma, la deficiencia de este elemento afecta el desarrollo, debido a que la producción de proteínas es muy baja y la síntesis de almidón, celulosa y sacarosa se reducen. Un efecto notorio de este fenómeno es la reducción en la expansión celular, razón por la cual las plantas pueden presentar enanismo (Rodríguez y Flórez, 2004, citado por Jaramillo et al. 2013); aunque existen en el mercado algunas fuentes foliares de fósforo que pueden ayudar a corregir una deficiencia de este.

Por otro lado, su exceso induce a deficiencias de micronutrientes, principalmente de hierro y zinc.

**Potasio:** Este elemento cumple funciones trascendentales en la fisiología de las plantas. Actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, en la traslocación de fotosintatos, síntesis de proteínas y activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas. Ayuda a la planta a hacer un uso más eficiente del agua. Así mismo, aumenta la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades y, sobre todo, mejora considerablemente la calidad del cultivo,

aportando a la formación y calidad de los frutos en cuanto contribuye al llenado, firmeza, características organolépticas y uniformidad de la maduración, incrementando la vida en estante.

Este nutriente mineral es el más abundante en el citoplasma, y su importancia fisiológica radica en el papel que juega en el metabolismo de los carbohidratos y las proteínas. Por otra parte, contribuye a la economía del agua porque regula la apertura estomacal, lo que es sumamente importante para la absorción de CO<sub>2</sub> y el control de la transpiración; así mismo, aumenta la velocidad de reacción en más de 50 enzimas y, en algunos casos, amplifica la afinidad por el sustrato. Entre las enzimas sobre las cuales actúa el potasio se encuentra la piruvato quinasa, enzima esencial en la respiración y en el metabolismo de los carbohidratos (Rodríguez y Flórez, 2004, citado por Jaramillo et al. 2013).

La deficiencia de potasio se caracteriza por una clorosis entre las nervaduras, las cuales rápidamente se tornan de color bronce y luego se necrosan, los entrenudos se acortan, hay pérdidas en el rendimiento y falta de vigor en las plantas, los frutos presentan una maduración irregular, reducen su tamaño y su calidad e incluso disminuyen su larga vida.

El exceso de este elemento induce a deficiencias de magnesio y calcio por desbalance.

Para la corrección de la deficiencia de este elemento existen algunas fuentes de potasio, como son el nitrato de potasio y el fosfato de potasio, aplicados ya sea por vía foliar, edáfica o fertirrigación.

**Azufre:** Es esencial en la formación de proteínas, ya que hace parte de algunos aminoácidos. Pertenece a las enzimas y vitaminas, siendo necesario en el desarrollo de la clorofila, que ayuda a mantener el color verde, estimula el crecimiento vigoroso y la producción de semilla. El azufre se requiere en la planta para que ésta pueda usar el nitrógeno.

Aproximadamente el 90% del azufre disponible para la planta proviene de la materia orgánica, y puede decirse que entre más alto sea el contenido de esta materia menor será la posibilidad de una deficiencia de azufre. En consecuencia, los suelos arenosos

bajos en materia orgánica van a responder mucho más a las aplicaciones de azufre que los suelos orgánicos.

La deficiencia de azufre se manifiesta por plantas pequeñas; los tallos son delgados, leñosos y alargados, con hojas rígidas y curvadas hacia abajo; se desarrolla una clorosis intervenal verde-amarilla a amarilla; tallos, venas y peciolo adquieren una coloración púrpura; las manchas necróticas pueden aparecer en las márgenes y puntas de hojas más viejas y sobre el tallo; además, los frutos son de baja calidad con maduración incompleta. Esta carencia es similar a la de nitrógeno, pero para el azufre los síntomas se manifiestan en las hojas más jóvenes por la poca movilidad de este elemento. En cambio, si existe exceso de este elemento en la planta puede ocurrir una prematura senescencia de hojas.

**Calcio:** Ayuda a los rendimientos en forma indirecta, puesto que mejora las condiciones de crecimiento de las raíces y estimula la actividad microbiana, la disponibilidad de molibdeno y la absorción de otros nutrientes. El calcio alienta la producción de granos y semillas, y es necesario para el crecimiento de los meristemos apicales; por ser un elemento poco móvil, su traslocación es lenta y su deficiencia se aprecia rápidamente en las zonas meristemáticas.

Es un elemento esencial porque interviene en la estabilidad de la membrana plasmática y en la integridad de la célula, ya que es un componente básico de la lámina media de la pared celular en forma de pectatos de calcio. Estos últimos son los que le confieren consistencia y cierto grado de rigidez a la pared celular, ayudando a preservar la estructura de las membranas celulares al regular su permeabilidad y contribuyendo a la protección de los tejidos contra el ataque de hongos; por otra parte, es un elemento importante en el crecimiento del tubo polínico (Rodríguez y Flórez, 2004, citado por Jaramillo et al. 2013).

Otro factor a considerar es el antagonismo entre el calcio y el magnesio: una deficiencia de calcio puede desarrollar mayor absorción del magnesio, provocando síntomas de fitotoxicidad; por el contrario, altos contenidos de calcio regulan la absorción de potasio, evitando el consumo excesivo de este elemento (Rodríguez y Flórez, 2004, citado por Jaramillo et al. 2013).

La deficiencia de Calcio se expresa con presenta decoloraciones blanquecinas en el borde de las hojas jóvenes, los tallos son delgados, débiles y quebradizos, las raíces son cortas, poco ramificadas y gruesas, y suele estar acompañada de una quemadura apical de los frutos. Esta deficiencia puede estar influenciada por desequilibrios hídricos como inadecuadas frecuencias de riego y/o problemas de salinidad en el suelo. Esta fisiopatía también se presenta como consecuencia de una alta relación K/Ca. También niveles elevados de nitrógeno amoniacal, provenientes del estiércol causan esta sintomatología.

Tanto el calcio como el boro son elementos poco móviles, y es más eficiente suministrar pequeñas dosis en forma repetida por vía foliar que una sola aplicación grande. Es recomendable aplicar fuentes de calcio como nitrato de calcio o quelato de calcio, entre otras.

**Magnesio:** Es un mineral constituyente de la clorofila, de modo que está involucrado activamente en la fotosíntesis, ayudando a su vez en el metabolismo de los fosfatos, la respiración de la planta y la activación de numerosas enzimas. Es necesario para la formación de azúcares, propicia la formación de aceites y grasas e interviene en la traslocación del almidón, razón por la que juega un papel importante en el llenado de los frutos.

La deficiencia de magnesio se evidencia en las hojas más viejas de la planta, las cuales presentan clorosis marginales que van progresando hacia el centro como una clorosis intervenal; las venas permanecen verdes y aparece un moteado necrótico en las hojas cloróticas (amarillas). Estas hojas se curvan hacia el haz, se necrosan y caen prematuramente, deficiencia que también puede observarse en la parte media de la planta cuando el cultivo está en su máxima producción. En casos severos se da la muerte de las hojas viejas, toda la planta se vuelve amarilla y se reduce la producción.

**Hierro:** Participa en el proceso respiratorio y en la fotosíntesis e interviene en la formación de la clorofila, por lo cual es indispensable en la formación de alimentos en la planta. El hierro, asociado al cobre, manganeso y boro, aumenta el contenido de lignina, compuesto orgánico que cumple funciones de sostén y protección de la planta contra el ataque de organismos causantes de enfermedades.

El hierro a su vez es un elemento asociado con el desarrollo de los cloroplastos, la síntesis de ferredoxina y de clorofila. La ferredoxina actúa en varios procesos metabólicos, entre ellos la fotosíntesis y la reducción del nitrógeno.

Debido a que es poco móvil dentro de la planta, los síntomas de deficiencia se presentan en las hojas terminales, con una clorosis uniforme en los márgenes que se extiende por toda la hoja; las venas también se vuelven cloróticas, se disminuye el crecimiento de la planta (con hojas más pequeñas de lo normal) y se presenta caída de flores. Con el tiempo, la clorosis puede pasar a las hojas más viejas.

La deficiencia de hierro puede ocurrir por un exceso de manganeso en los tejidos de las plantas; a su vez, se puede producir toxicidad a la planta por exceso de hierro, generalmente cuando en el suelo se dan condiciones reductoras, como en el caso de los suelos inundados. Deficiencias extremas de hierro y manganeso aparecen en suelos ricos en limo y en suelos mal aireados, pues el exceso de agua y encharcamiento causan pérdida de oxígeno.

Suelos con pH alto y la presencia de carbonato de Ca (cal) inducen la clorosis de hierro, incluso cuando se encuentren presentes altos niveles de hierro en la planta. El hierro se halla abundantemente en la mayoría de los suelos, pero principalmente en forma no disponible para la planta. La deficiencia de hierro aprovechable afecta adversamente el crecimiento de la planta.

**Manganeso:** es parte de las enzimas que participan en la respiración y síntesis de proteínas y sirve como un activador para una variedad de reacciones enzimáticas tales como la oxidación, la reducción y la hidrólisis. El manganeso es particularmente importante en relación con la fotosíntesis, pues puede tener influencia directa o indirecta sobre cloroplastos.

La deficiencia de manganeso ocurre en suelos arenosos, turbosos, alcalinos y particularmente en suelos calcáreos o sobre encalados, así como en terrenos con bajo contenido de materia orgánica.

Esta deficiencia aparece también en los brotes terminales de la planta, como sucede con la deficiencia de hierro, y se caracteriza por la aparición de manchas cloróticas sobre la hoja, las cuales se unen y forman una clorosis general conservando las venas verdes.

**Zinc:** es indispensable en la formación de clorofila y componente esencial de varias enzimas, entre ellas las que promueven el crecimiento. Interviene en la utilización del agua y otros nutrientes, da resistencia a las plantas de tomate a bajas temperaturas (heladas). El zinc, asociado con el magnesio, boro y calcio, aumenta la fortaleza de la membrana celular de las raíces actuando como obstáculo a la penetración de organismos patógenos.

Cuando hay deficiencia de este elemento la planta presenta entrenudos delgados y cortos, dando a la misma una apariencia de roseta; las hojas son pequeñas y gruesas, con manchas cloróticas irregulares de color verde amarillo y áreas necróticas; y los tallos tienen entrenudos cortos; los peciolo de las hojas se rizan hacia abajo y también se enrollan completamente, y las hojas basales muestran clorosis café anaranjado; se produce aborto de flores y los frutos que se desarrollan permanecen pequeños, madurando prematuramente.

El exceso de fósforo puede inducir deficiencias de zinc. El hierro o el manganeso (tanto en exceso como en escasez) pueden ser factores que contribuyen a las deficiencias del elemento.

**Boro:** Actúa sobre la diferenciación de tejidos y la síntesis de fenoles y auxinas; interviene en la germinación y crecimiento del tubo polínico y el transporte de almidones y azúcares desde la hoja hacia los frutos en formación (ITAA, 2004, citado por Jaramillo et al, 2013).

Si bien es cierto que la cantidad de boro necesaria para el metabolismo es mínima, su carencia es muy frecuente debido, entre otros factores, a su escasa movilidad dentro de las plantas, aún bajo condiciones de suficiente disponibilidad edáfica del elemento. Su mayor concentración se encuentra en las hojas inferiores de la planta, en donde parece quedar fijado. A medida que la planta crece la concentración disminuye en las hojas jóvenes, puntos de crecimiento y frutos.

Cuando hay deficiencia se manifiesta generalmente en las hojas nuevas, las cuales permanecen pequeñas y se deforman enroscándose hacia adentro, con manchas cloróticas de color amarillo naranja y venas amarillas; además se ve proliferación de rebrotes en formación de rosetas, afectándose el punto de crecimiento, el que se necrosa y muere, deteniendo completamente su desarrollo. También se presentan tallos cortos, gruesos y rígidos, y hay caída de flores y frutos con áreas corchosas alrededor del punto de abscisión. El sistema radicular es muy pobre, grueso y poco ramificado, de color amarillento o café (ITAA, 2004, citado por Jaramillo et al, 2013).

Con niveles ligeramente por encima de los necesarios para el desarrollo normal, se puede producir toxicidad en la planta. Los síntomas comienzan con un color amarillento de la punta de las hojas y sigue con necrosis desde la punta superior de una hoja y bordes hasta el centro de la misma (ITAA, 2004, citado por Jaramillo et al, 2013).

**Cobre:** Está presente en diversas enzimas o proteínas relacionadas con los procesos de oxidación y reducción, induciendo a la formación del polen viable, por lo cual su más alta demanda se presenta en la floración. Actúa conjuntamente con el manganeso y el zinc en la utilización y movilización de otros nutrientes, aportando al desarrollo de las raíces y a la formación de proteínas y enzimas. El cobre cumple las funciones de acrecentar el sabor en los frutos y aumentar la capacidad de almacenamiento, la resistencia al transporte y el contenido de azúcares.

Cuando hay deficiencia de cobre, los márgenes de las hojas jóvenes de la planta son pequeñas, pálidas y distorsionadas, se enroscan hacia arriba y los brotes son atrofiados, mientras que también se ve un desarrollo muy deficiente de la raíz; de la misma manera, se producen lesiones necróticas oscuras sobre la vena principal, hay una mínima o nula producción de flores y en casos severos la planta puede presentar enanismo y clorosis.

El exceso de este elemento produce una reducción del desarrollo de la raíz y se observa clorosis similar a la falta de hierro.

**Molibdeno:** Es parte estructural de una oxidasa que convierte el aldehído del ácido abscísico en la hormona ABA, regulador del crecimiento que protege las plantas contra

factores de estrés fisiológico; así mismo, induce efectos positivos en la formación del polen viable al momento de la floración y fecundación.

La deficiencia de este elemento se presenta en las hojas más viejas, mostrando una clorosis entre las nervaduras; los márgenes de las hojas se enroscan hacia arriba, las venas de las hojas también son cloróticas y en casos severos se presenta necrosis de ellas.

### **A cerca de las necesidades de fertilización en ají topito**

Una forma para establecer cuánto fertilizante debe aplicarse a los cultivos es mediante el cálculo de la cantidad de nutrimento requerido por la planta para expresar un rendimiento esperado, por lo tanto, la cantidad necesaria de nutrimento para producir una tonelada de producto debe ser un dato conocido. Esta información se encuentra para muchas variedades de chile, sin embargo, para el caso particular del ají topito, existe escasa información básica y aplicada relacionada con el manejo de las condiciones nutrimentales de la planta y su relación con su rendimiento.

En Colombia, a nivel local y regional, se han realizado investigaciones en otras variedades de ají entre ellos el pimentón, ají picante, ají chino regional y otros ajíes dulces, a partir de las cuales se puede establecer el plan de fertilización para ají topito. De todas maneras, es prioritario realizar investigaciones puntuales que permitan obtener información sobre sus requerimientos nutricionales y evaluación de diferentes esquemas de fertilización para las diferentes zonas. En la medida que se cuente con esta información, será viable adecuar las prácticas de fertilización que favorezcan la expresión de rendimiento del cultivo y que permitan, a la vez, hacer más eficiente el uso de los recursos suelo, planta, fertilizante y ambiente de que se dispone.

En investigaciones donde determinaron la extracción nutrimental en la parte aérea (hojas, tallos y frutos) los valores nutrimentales variaron (Azofeira y Moreina, 2005; Azofeira y Moreina, 2004, citados por Salazar-Jara, F. y Juárez-López P., 2013), los valores nutrimentales variaron de acuerdo a la edad de la planta. Al final del ciclo, el K, Ca y Mg se acumularon principalmente en la parte aérea, el P y S en los frutos, y el N en los frutos y en la parte aérea. Los mismos autores encontraron variación de

los valores nutrimentales en las etapas de desarrollo. Al final del ciclo, las plantas acumularon mayor cantidad de N, P, Mg, K y S en los frutos, y el Ca en la parte aérea.

De acuerdo con los resultados encontrados en la revisión de literatura realizada por Salazar-Jara, F. y Juárez-López P.,(2013), sobre investigaciones relacionadas con la determinación de requerimientos nutricionales para la especie, se puede asegurar que el requerimiento nutrimental específico del cultivo de chile que sirva de base para el cálculo de dosis de fertilización, es como se indica a continuación (en Kg/t): Nitrógeno (N), 2,4 - 4,0; Fósforo ( $P_2O_5$ ), 0,4 - 1,0; Potasio ( $K_2O$ ), 3,4 - 5,29, Calcio (CaO): 0,55 - 1,80 y Magnesio (MgO), 0,28 - 0,49.

Aunque la gran mayoría de los productores reconoce las ventajas en los rendimientos y la calidad de la producción con el uso adecuado de fertilizantes edáficos y foliares o los abonos orgánicos, en la Costa muchos de estos productores hacen aplicaciones de estos productos en forma indiscriminada porque creen que así le proporcionan a la planta un medio más propicio para su desarrollo. Estas prácticas lo que consiguen es aumentar la contaminación del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas, así como elevar los costos de producción.

## **Establecimiento de un plan de fertilización con el conocimiento de los análisis de suelos**

La aplicación de productos fertilizantes de síntesis química y abonos orgánicos sin conocer el aporte de nutrientes que éstos realizan, el estado de desarrollo del cultivo y las cantidades óptimas necesarias ha conllevado tanto a la subdosificación del fertilizante (con las respectivas disminuciones en los rendimientos) como a la sobreutilización de productos fertilizantes (con el consecuente aumento de los costos de producción y el deterioro de los recursos naturales).

Para establecer un plan de fertilización para el ají topito hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Contenido de nutrientes disponibles en el suelo para la planta, a partir de la realización del respectivo análisis de suelos, antes del establecimiento del cultivo y con las frecuencias requeridas de acuerdo con el tipo de explotación. Este análisis

debe identificar los elementos necesarios para el desarrollo y el crecimiento de las plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, entre otros).

- El conocimiento del requerimiento nutricional del cultivo que sirve de base para los cálculos de las dosis y frecuencias de aplicación de los fertilizantes.

A partir de los resultados del análisis de suelos y teniendo en cuenta las necesidades nutricionales del ají topito, una vez identificadas las necesidades de nutrición de la especie, ya se puede establecer un plan de fertilización, en el que se dispongan los elementos necesarios para el óptimo crecimiento de las plantas y las épocas de aplicación de los mismos. Desafortunadamente, son muy pocos los agricultores que realizan estas prácticas, por lo cual la implementación de programas tecnificados de fertilización es limitada y la aplicación de fertilizantes se realiza sin soporte técnico.

En cuanto al análisis de suelos, éste se debe realizar periódicamente en los lotes que se van a cultivar. Si el área es muy grande, se debe considerar la posibilidad de realizar un análisis para cada uno de los lotes para tener mayor certeza sobre las condiciones de fertilidad del terreno donde se establecerá cada cultivo.

Los parámetros de dosificación, tipo de fertilizantes y número de aplicaciones deben ser determinados con base en el análisis de fertilidad del suelo y en el conocimiento técnico de una persona capacitada.

Teniendo en cuenta que los productos empleados deben suplir las necesidades nutricionales de la planta en un estado específico de su desarrollo, es necesario determinar aquellos que mejor respondan a la especie cultivada. Además, es importante considerar diferentes opciones de productos para realizar la fertilización incluyendo insumos orgánicos, inorgánicos y biofertilizantes, para evitar la dependencia en un solo producto. Baquero, César y Pinto, Manuel, 2000.

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, se requiere elaborar un plan de fertilización para el cultivo del ají topito de acuerdo con cada una de las zonas productoras, el cual incluye las diferentes estrategias disponibles para aportar los nutrientes a la planta, partiendo de la utilización de insumos químicos y complementando con alternativas como la incorporación de abonos verdes, utilización de abonos orgánicos, entre otros, que complementan el sistema de fertilización.

Aunque no se tienen los requerimientos nutricionales específicos para ají topito, a manera de ejemplo, a continuación, se presentan los cálculos para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar en el cultivo, tomando como base los requerimientos nutricionales para el pimentón. Salazar JF, Juárez LP. 2013.

### **Datos para el ejercicio:**

Rendimiento potencial esperado (RPE): 40 t·ha<sup>-1</sup> de fruto fresco

Cantidad de nutrimento requerido (CNR) por tonelada de fruto fresco:

N: 3,5 kg

P: 0,8 kg

K: 5 kg

Eficiencia de aplicación del fertilizante (EAF): 40% = 0,4

### **Resultados del análisis del suelo:**

Textura: Franco

Densidad aparente (DA): 1,38 g·cm<sup>-3</sup> = 1,380 kg·m<sup>-3</sup>

Concentración de nutrimento en el suelo (CNS):

N: 9 mg·kg<sup>-1</sup>

P: 5 mg·kg<sup>-1</sup>

K: 891 mg·kg<sup>-1</sup>

### **Cálculos y estimaciones:**

Para determinar la cantidad requerida de cada nutrimento en kilogramos por hectárea se aplican las fórmulas siguientes:

$$CNDS = \frac{VS \times DA \times CNS}{1.000.000}$$

$$CNR = \frac{RPE \times CNR - CNDS}{EAF}$$

Donde:

CNDS = Cantidad de nutrimento disponible en el suelo (kg·ha<sup>-1</sup>)

VS = Volumen del suelo (m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>)

El resto de las variables (RPE, CNR, DA y CNS) ya fueron definidas.

*Cálculos para volumen de suelo:*

$$VS = 10.000 \text{ m}^2 \times 0,30 \text{ m} = 3.000 \text{ m}^3$$

*Cálculos para nitrógeno disponible en el suelo:*

$$CNDS \text{ (para N)} = \frac{3.000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \times 1.380 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}}{1.000.000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}} = 37,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

*Cálculos para fósforo disponible en el suelo:*

$$CNDS \text{ (para P)} = \frac{3.000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \times 1.380 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}}{1.000.000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}} = 20,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

*Cálculos para potasio disponible en el suelo:*

$$CNDS \text{ (para K)} = \frac{3.000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \times 1.380 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 891 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}}{1.000.000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}} = 3,689 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Una vez se tienen las cantidades de nutrientes disponibles en el suelo, de acuerdo a la concentración de nutrimentos que arrojó el análisis de suelos, se procede a calcular los requerimientos de nutrientes para aplicar al cultivo:

*Cálculos de Nitrógeno requerido:*

$$CNR \text{ (para N)} = \frac{40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \times 3,5 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} - 37,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}}{0,4} = 256,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 260 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

*Cálculos de Fósforo requerido:*

$$CNR \text{ (para P)} = \frac{40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \times 0,8 \text{ kg} \cdot \text{t}^{-1} - 20,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}}{0,4} = 28,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} = 30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

En el caso de K, el suelo posee suficiente cantidad para cumplir los requerimientos del cultivo, por lo que no es necesario aplicar fertilizante que contenga este elemento.

Para conocer la cantidad de fertilizante por aplicar se divide la cantidad de nutrimento requerida por hectárea entre el porcentaje o fracción del nutrimento contenida por el fertilizante. Por ejemplo, si se utilizara urea que contiene 46% de N, entonces se requerirían  $81 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de este fertilizante para cubrir los  $37,3 \text{ kg}$  de N  $\text{ha}^{-1}$  requeridos.

La fórmula de fertilización previamente calculada para el cultivo del chile fue 260:30:0 kg de N, P y K por hectárea, respectivamente. Se recomienda aplicar todo el Fósforo y el Potasio al momento del trasplante y fraccionar el Nitrógeno en 4 aplicaciones (según la etapa fenológica del cultivo). Las tablas 12a y 13 muestran dos posibles opciones para aplicar dicha fórmula mediante el uso de tres fertilizantes muy conocidos: el fosfato mono amónico (MAP), la urea y el nitrato de amonio.

**Tabla 12.** Primera opción de fertilización para el ejercicio de fertilización en ají.

Etapa fenológica	Cantidad de fertilizantes (kg·ha <sup>-1</sup> )		
	MAP	Urea	Nitrato de amonio
Trasplante (8 a 10 días después)	136	0	0
Inicio de floración	0	0	333
Madurez de primeros frutos	0	0	320
Segunda cosecha	0	0	91
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>0</b>	<b>744</b>

**Tabla 13.** Segunda opción de fertilización para el ejercicio de fertilización en ají.

Etapa fenológica	Cantidad de fertilizantes (kg·ha <sup>-1</sup> )		
	MAP	Urea	Nitrato de amonio
Trasplante (8 a 10 días después)	136	0	0
Inicio de floración	0	239	0
Madurez de primeros frutos	0	0	320
Segunda cosecha	0	0	91
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>239</b>	<b>411</b>

## Utilización de abonos químicos de acuerdo con el análisis de suelo

Los fertilizantes se pueden aplicar solos o en mezclas dirigidos ya sea al suelo o a la planta (fertilización foliar), pudiendo realizarse antes de la siembra o después de la siembra, cuando el cultivo ya está establecido. En cuanto a la forma de aplicación, la fertilización puede hacerse al voleo o localizada, siendo esta última la forma recomendada para el ají topito, una vez el cultivo está establecido. La aplicación del fertilizante de forma localizada se puede realizar de varias formas (figuras 48 y 49),

de acuerdo al desarrollo de la planta, entre ellas: incorporado al suelo (colocando el fertilizante en el fondo del hueco), en bandas o surcos, a un lado de la planta (en las zonas de raíces, separado unos 10 cm del pie de la planta y evitando el contacto con ellas), en corona o círculos (cuyo diámetro varía de acuerdo a la distancia de siembra); en semicírculos o semicoronas.



**Figura 48.** Aplicación de fertilizante localizada en el fondo de los huecos realizados a los lados de la planta de ají topito.



**Figura 49.** Aplicación de fertilizante a la planta de ají topito de forma localizada en corona y en semicorona.

También se puede aplicar los abonos mediante la técnica de fertirrigación, apoyada con el sistema de riego por goteo. Para la aplicación de estos fertilizantes, el suelo

debe presentar una humedad adecuada para favorecer y facilitar la asimilación de nutrientes. Se recomiendan igualmente fertilizaciones complementarias con productos de absorción foliar (generalmente aplicación de elementos menores) disponibles en el mercado, para mejorar el desarrollo y uniformidad de la producción. (Si el cultivo lo requiere de acuerdo con recomendación técnica). A continuación, se presenta el listado de los fertilizantes químicos comerciales más comunes que se pueden utilizar para suplir los requerimientos del cultivo:

**Tabla 14.** Fertilizantes comerciales comunes y concentración de elementos.

Fertilizante	Concentración de elemento (%)	
Nitrato de potasio	13N	39K
Nitrato de calcio	15N	19Ca
Nitrato de amonio	33N	
Nitrato de magnesio	11N	10Mg
Sulfato de amonio	20.5N	23S
Urea	46N	
Ácido fosfórico	34P	
Superfosfato simple de calcio	18P	28Ca
Fosfato monoamónico (MAP)	11N	23P
Fosfato monopotásico	23P	28K
Sulfato de potasio	44K	18C
Sulfato de magnesio (sal de Epson)	11Mg	23S
Quelato de fierro (Sequestrene 330)	10.5Fe	
Sulfato ferroso	20Fe	11S
Quelato de fierro (Sequestrene 138)	6Fe	
Sulfato de manganeso	24Mn	14S
Quelato de manganeso	12.5Mn	
Sulfato de cobre	25Cu	13S
Quelato de cobre	14Cu	
Sulfato de zinc	22Zn	11S
Quelato de zinc	8Zn	

A partir de resultados de ensayos realizados en ají chino, cultivo similar al ají topito en muchos aspectos de su desarrollo, se obtuvieron recomendaciones de fertilización

que perfectamente son aplicables al ají topito, reiterando que estos son recomendaciones que se deben ajustar con los resultados de los análisis de suelos de cada unidad productiva.

En este sentido, en el municipio Zona Bananera (Magdalena), se realizó un ensayo con ají chino en el C.I. Caribia de Corpoica (Sevilla, Magdalena), durante dos ciclos de siembra comparando tratamientos de fertilización química y orgánica, con y sin incorporación de abonos verdes. Los resultados se muestran en la tabla 15, donde se observa que los mejores rendimientos en ají chino se obtuvieron con aplicaciones de 8 t/ha de gallinaza + 50 kg de Triple 15, con un promedio entre 18 y 23 t/ha. (Baquero y Pinto, 2000).

**Tabla 15.** Efecto de los abonos químicos y orgánicos sobre la producción del ají chino (t/Ha) en suelos de la Zona Bananera del Magdalena durante dos ciclos de siembra. (Corpoica, 2005).

Tratamiento	Primer ciclo (1997-A)		Segundo ciclo (1998-B)	
	Sin abono verde	Con abono verde incorporado	Sin abono verde	Con abono verde incorporado
Testigo	8.8 a	9.2 b	08.0 b	11.0 b
2 t/ha de gallinaza	09.1 a	10.9 b	10.1 b	11.3 b
4 t/ha de gallinaza	09.8 a	09.5 b	11.4 b	20.1 b
8 t/ha de gallinaza	11.5 a	11.1 b	12.2 b	20.5 a
50 kg de T-15	10.7 a	11.4 b	11.6 a	19.8 b
2 t/ha de gallinaza + 50 kg de T-15	13.6 a	16.5 a	18.6 a	21.8 a
4 t/ha de gallinaza + 50 kg de T-15	13.1 a	18.1 a	18.6 a	22.4 a
8 t/ha de gallinaza + 50 kg de T-15	13.3 a	18.4 a	18.9 a	23.3 a
Promedios con letras en común no presentan diferencias significativas Fuente: Baquero y Pinto (2000)				

En la región de Matitas, municipio de Riohacha (Guajira), el mejor resultado se obtuvo con la propuesta de fertilización CORPOICA que recomienda mezclar 100 kg de Sulfato

de amonio + 100 kg de Cloruro de potasio + 10 kg de Agrimins por hectárea, con rendimiento promedio de 20 t/ha.

En la región ribereña del departamento del Magdalena (Sitio Nuevo y Remolino) con el plan de fertilización definido por CORPOICA, correspondiente a la mezcla de 150 kg de Urea + 100 kg de Cloruro de Potasio, se tienen rendimientos promedio de 19,5 t/ha, superando a los rendimientos obtenidos por los productores de la zona 10 t/ha. Los suelos utilizados para los ensayos tenían la cantidad suficiente de Fósforo para aportar al cultivo, por lo que no se incluyó en las fórmulas de fertilización a evaluar.

## **Orgánicos, enmiendas y abonos verdes en el esquema de fertilización del ají topito.**

El uso de abonos orgánicos constituye no sólo una opción nutricional sino un mejorador de las propiedades físicas del suelo y de las condiciones para la vida de los microorganismos que lo habitan. El uso de abonos orgánicos se debe hacer al inicio del ciclo de producción, y deben ser incorporados y mezclados con el suelo. Entre los abonos orgánicos recomendados para utilización en el cultivo de ají topito se pueden mencionar: lombriabono, estiércol debidamente descompuesto, compost, bocashi, gallinaza, entre otros. De igual manera, se recomienda complementar los esquemas de fertilización con el uso de micorrizas y de microorganismos eficientes.

De los abonos orgánicos mencionados, merece una especial mención el compost, teniendo en cuenta el aprovechamiento que se hace de materiales orgánicos tipo residuos de cosecha, estiércoles, papel, subproductos industriales y otros, y el control que se logra obtener de las plagas que puedan venir en la materia prima para el compostaje. Por otro lado, el compostaje ofrece grandes ventajas de tipo ambiental, ya que reduce sustancialmente la cantidad de materiales orgánicos susceptibles a ser dispuestos inadecuadamente, los cuales determinan un riesgo de contaminación de suelos, aguas y del aire. De igual forma, el compostaje responde a criterios de reciclaje interno y autosuficiencia, contemplados como indispensables en un esquema de agricultura sostenible.

Al compost se le debe considerar como un acondicionador de suelos que, de acuerdo con su calidad y manejo, puede mejorar o mantener condiciones físicas, químicas y biológicas, manifestadas en la calidad y productividad de los cultivos.

Las enmiendas, por su parte, tienen por objeto obtener el nivel adecuado de pH, por lo que son seleccionadas de acuerdo con sus características químicas; es necesario que, en su utilización, también se tome en cuenta el tipo de cultivo y la dosificación adecuada.

Es común encontrar que tanto los abonos orgánicos como las enmiendas son utilizados sin ningún soporte técnico que los valide y por el contrario, se ha incurrido en prácticas inadecuadas que alteran el equilibrio de la relación nutricional del cultivo; como resultado de esta práctica, se deterioran las condiciones básicas de la unidad productiva.

Para la fabricación de abonos orgánicos se debe prestar atención especial a la fuente y calidad del material, de forma que no represente un alto riesgo de contaminación química o biológica (evitar tomar de lotes productivos con ataques severos de plagas y enfermedades, lotes donde el uso de agroquímicos sea indiscriminado y lodos procedentes de residuos urbanos no tratados, entre otros). Para el tratamiento de residuos de cosecha y otros materiales vegetales, se debe acudir a la aplicación de tratamientos adecuados que reduzcan el número de organismos patógenos y, por tanto, el potencial contaminante de estos materiales; y precisamente el proceso de compostaje contribuye a cumplir este cometido, especialmente con el empleo de microorganismos eficientes para acelerar los procesos.

El lugar destinado para realizar los tratamientos a estos abonos orgánicos debe estar alejado del lote de producción para evitar la propagación de agentes contaminantes en el cultivo.

Cuando el abono orgánico o las enmiendas utilizadas no son producidos en la unidad productiva se deben adquirir estos insumos en empresas que garanticen la integridad de los mismos y minimicen el riesgo de contaminación.

Los resultados del ensayo con ají chino llevado a cabo por Baquero y Pinto, 2000, en el C.I. Caribia de Corpoica (Sevilla, Magdalena), sustentan que los abonos orgánicos son alternativas eficientes de nutrición en cultivos de ají chino, extrapolables al ají topito, teniendo en cuenta que entre los tratamientos con fuentes químicas (Triple 15) y fuentes orgánicas (gallinaza) prácticamente no hubo diferencias en los rendimientos.

Al comparar los dos ciclos de siembra, se observa que hubo un efecto acumulativo de las fuentes orgánicas; en el año 1998 los rendimientos son superiores para todos los tratamientos en comparación con el año 1997, a excepción de la parcela sin fertilización, indicando que este tipo de abonamiento mejoran los suelos con el pasar del tiempo.

Por otro lado, la incorporación de abonos verdes es una práctica recomendada para adicionarle materia orgánica a los suelos, ya que los suelos de la Costa Atlántica presentan bajo porcentaje de nitrógeno. Las principales especies recomendadas para incorporar abono verde son la crotalaria, frijol caupí y ciertas arvenses de ciclo corto presentes en el momento de la preparación del suelo.

Los resultados del ensayo de Baquero y Pinto, 2000, resaltan el efecto benéfico de la incorporación de abono verde en los rendimientos, los cuales fueron superiores a la tecnología tradicional e inclusive en los tratamientos donde no se fertiliza con producto alguno, resultados que soportan la incorporación de la estrategia de los abonos verdes en el modelo de fertilización del ají topito.

## **Alternativas de fertilización para ají topito con fosfitos y quelatos**

Además de la fertilización tradicional con compuestos químicos y orgánicos, en el manejo integrado del cultivo, se hace un llamado a considerar alternativas de fertilización como los fosfitos y quelatos, que han demostrado su efectividad en diversos cultivos y, para el caso de los fosfitos, apoyo en el control de ciertas enfermedades. Actualmente no se cuenta con investigaciones puntuales sobre la

utilización de estos compuestos en el ají topito, sin embargo, a continuación se describen las ventajas de su utilización para que sean tenidos en cuenta.

Los fosfitos son compuestos resultantes de la reacción del ácido fosforoso con iones de metales alcalinos como el K, Ca, Mg y Na, considerados como fuente importante de nutrimentos para los cultivos. Los fosfitos de potasio monobásico ( $\text{KH}_2\text{PO}_3$ ) y dibásico ( $\text{K}_2\text{HPO}_3$ ) se caracterizan por ser más solubles en agua y móviles en la planta, tanto en sentido ascendente como descendente, que los fosfatos ( $\text{PO}_4$ ).

En ensayos realizados en diferentes cultivos, al evaluar los fosfitos como una fuente de fósforo, descubrieron su eficiencia en el control de varios agentes patógenos. Ejemplo de ello son los resultados obtenidos en el control de *Phytophthora palmivora*, agente causal de la gomosis de los cítricos, que permitió patentar por los investigadores el fosfito de potasio como fungicida para el control de pseudohongos de la clase Oomycetes. A partir de entonces, diferentes trabajos han confirmado la eficiencia del fosfito de potasio en el control de esta clase de fitopatógenos en diferentes cultivos, como ya se relacionó anteriormente. También se pueden relacionar buenos resultados en el control de *Phytophthora cinnamomi* en tabaco (*Nicotiana tabacum*), de *P. nicotianae* y en papaya (*Carica papaya*) de *P. palmivora*.

La eficiencia del fosfito de potasio en el control de fitopatógenos de la clase Oomycetes es atribuida a un efecto directo (por ejemplo, restringir el crecimiento e inhibir la esporulación del patógeno) e indirecto (como un inductor de la Resistencia Sistémica Adquirida).

La Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) consiste en un mecanismo natural desarrollado por las plantas para defenderse del ataque de microorganismos fitopatógenos y de insectos plaga. En la planta el fosfito de potasio es disociado en las formas de ácido fosforoso ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ) y K; el ácido fosforoso al ser reconocido por la planta como un metabolito del patógeno, activa los mecanismos de defensa estimulando la producción de fitoalexinas, las cuales son reconocidas por sus propiedades biocidas contra diferentes grupos de agentes causales de enfermedades de la clase Oomycetes, Hyphomycetes (*Botrytis cinerea*) y Agonomycetes (*Rhizoctonia solani*), entre otros.

El fosfito de potasio pertenece al grupo químico de los fosfonatos, categoría toxicológica III de bajo impacto ambiental; es decir, que la aplicación del fosfito de potasio es poco peligrosa al hombre, a los animales y al ambiente y es comercializado como fertilizante y fungicida. Por otro lado, la "quelatación" es la habilidad de un compuesto químico para formar una estructura en anillo con un ion metálico resultando un compuesto con propiedades químicas diferentes a las del metal original. Los "quelatos utilizados como fertilizantes" deben tener suficiente estabilidad para impedir la formación de sales insolubles del ion metálico, pero han de ser lo suficientemente inestables para liberar lentamente los metales para que las plantas lo asimilen. Sólo unos pocos agentes quelatantes tienen suficiente afinidad para formar complejos solubles, estables en las condiciones de los suelos agrícolas.

## Época de aplicación de los fertilizantes

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos y orgánicos en todo el proceso productivo, sin ningún parámetro técnico, es una práctica común en las zonas productoras de ají.

Las aplicaciones de fertilizantes edáficos y foliares tienen que realizarse de acuerdo con el plan de fertilización. Se recomienda aplicarlos en dos momentos de acuerdo con el desarrollo del cultivo.

- A los 15 días después del trasplante, incorporado el 50% de la dosis.
- Al comienzo de la floración, aproximadamente a los 30-40 días, suministrando el otro 50% de la dosis recomendada.

Teniendo en cuenta que el ciclo de cosecha se puede extender hasta los 18 meses, es recomendable reforzar la fertilización, luego de 6 meses del trasplante, para evitar caídas en los rendimientos, soportado en una recomendación técnica.

## Capítulo VIII

### Manejo de arvenses en ají topito

#### Manejo de arvenses en el ají topito

Se considera “maleza o arvense” a aquella planta que interfiere con el cultivo, afectando negativamente el sistema productivo, sin embargo, atendiendo al principio de manejo agrícola sostenible, es preferible utilizar el término “arvenses” que se aplica a toda “planta acompañante de los cultivos o prados” sin discriminarlas entre buenas o malas. (Salazar e Hincapié, 2007)

El tipo y frecuencia de arvenses en el cultivo de ají topito (así como los nombres comunes con los que los agricultores las designan) varía en cada una de las zonas productoras de la Costa Caribe, sin embargo, entre las más comunes se pueden mencionar el coquito (*Cyperus rotundus*), flor amarilla (*Bidens pilosa*), dormilona (*Mimosa pudica*), pata de gallina (*Eleusine indica*), pasto bermuda (*Cynodon dactylon*), entre otras. (figura 50).



**Figura 50.** Ejemplos de un complejo de arvenses presentes en los sistemas productivos de ají topito

El manejo de las arvenses es una labor importante en el cultivo de ají topito teniendo en cuenta no solo el impacto que éstas pueden generar en los rendimientos y los costos de producción sino también en la sostenibilidad. Muchos autores afirman que en suelos de fertilidad baja, la competencia por las arvenses es crítica. Por otra parte, la aplicación de fertilizantes no alcanza los beneficios máximos cuando no se realiza un adecuado manejo de arvenses. Por todo ello, es importante conocer el tipo de plantas que crecen en la zona del cultivo, evaluar la capacidad de interferencia de cada especie de arvense con el cultivo (sea por competencia o por alelopatía) y finalmente definir la época más adecuada para su manejo, así como el mejor plan de manejo. Para el caso del ají topito, esta interferencia es más crítica en los primeros 40 días de desarrollo del cultivo. La figura 51 presenta un lote de ají topito con inadecuado manejo de arvenses, lo que ocasionó daño al desarrollo de las plantas, tal como se evidencia en la misma figura.



**Figura 51.** Lote de ají topito con un inadecuado manejo de arvenses y efectos sobre el desarrollo de las plantas de ají topito creciendo bajo estas condiciones

Los métodos de manejo de arvenses utilizados en el cultivo del Ají Topito dependen del nivel socioeconómico y cultural del productor, es decir, si es pequeño o mediano y cuáles son sus tradiciones en la explotación del cultivo. Además, para definir el método de manejo de malezas a implementar se debe atender factores como el clima, el tipo de suelo, las prácticas culturales empleadas y las especies de malezas presentes en cada zona productora. Por esta razón, en esta propuesta de modelo

productivo, se plantean una serie de medidas que apuntan a la implementación final de un plan de manejo integrado de arvenses.

### **Estrategias de manejo de arvenses. Monitoreo de arvenses**

Como se mencionó anteriormente, las arvenses tiene gran importancia sobre la disminución del rendimiento de un cultivo, y entre los factores que tienen una relación significativa con el porcentaje de dicha disminución se pueden mencionar: la densidad de arvenses, la época de emergencia de éstas con respecto a la edad del cultivo, el índice de área foliar, el porcentaje de cubrimiento del suelo, la proporción de las especies arvenses con respecto al cultivo y la acumulación de biomasa de las arvenses; además, en condiciones de crecimiento favorables, las características morfológicas de las especies (altura y área foliar) son los factores que más determinan las relaciones de competencia, razón por la cual es fundamental, para entender el comportamiento de la población de arvenses y su efecto sobre el cultivo, entrar a monitorear el porcentaje de cobertura de las arvenses sobre el suelo. Salazar L, Hincapié E. 2007.

El monitoreo de arvenses permite, entre otros, detectar la presencia y/o abundancia (incluyendo la detección de nuevas especies en el lote, que puedan llegar a ser invasoras), recopilar datos e información para contribuir al historial del lote (conjuntamente con información de las otras actividades agrícolas) y por tanto, soportar la toma de decisiones sobre su manejo. El monitoreo contribuye por lo tanto a disminuir los costos relacionados con los herbicidas, a prevenir el avance de las arvenses de difícil control que inician su colonización y a preservar el ambiente.

Para evaluar el nivel de cobertura de las arvenses sobre el suelo existen varios métodos relativamente sencillos y aplicables, según sea el enfoque que se pretenda dar al monitoreo:

- **Método Cuantitativo.** Es el más preciso y consiste en el conteo del número de individuos por unidad de superficie (densidad de arvenses). Para ello, se realiza un muestreo al azar en el 1% del área, utilizando un cuadrado de 0,25 m<sup>2</sup>, subdividido en 100 pequeñas cuadrículas de 25 cm<sup>2</sup> cada una, y con un marco de alambre pintado de un color brillante para que pueda encontrarse rápidamente

cuando se lo arroja al azar. De esta forma, si 80 cuadrículas se encuentran cubiertas por arvenses, el porcentaje de cobertura será del 80%.

Para realizar el muestreo, tanto en este como en los restantes dos métodos, se acostumbra seguir un trazado en forma de W, que permite abarcar gran parte de la superficie total del lote. Generalmente, se toman 5 muestras al azar a lo largo de cada parte de la "W", para sumar un total de 20 muestras por lote. También se utiliza el muestreo siguiendo dos líneas diagonales para conformar una X. En lotes de forma irregular o cuando las poblaciones de arvenses estén concentradas en ciertos lugares o a lo largo del borde de las cercas, se debe ajustar el patrón de muestreo y dividir el lote en sectores, haciendo el monitoreo en forma separada en cada uno de ellos.

Si el tamaño del lote es pequeño, se recomienda ubicar aleatoriamente los cuadrados en el campo y dejarlos permanentemente durante la fase crítica de competencia.

- Método Semicuantitativo: Consiste en el conteo hasta una determinada densidad, por especies o por grupos de especies (ej: latifoliadas, gramíneas, monocotiledóneas). Con este método, las arvenses no se cuentan, sino que se agrupan en categorías utilizando un sistema visual que requiere cierta práctica y que puede ser el siguiente:
  - Menos de 4 arvenses por  $m^2$  = Abundancia baja
  - Entre 5 y 19 arvenses por  $m^2$  = Abundancia mediana
  - Más de 20 arvenses por  $m^2$  = Abundancia elevada
- Método Cualitativo: Con este método, menos preciso que los anteriores, se mide la frecuencia de las arvenses en el campo y para ello se evalúa la presencia o ausencia (distribución y abundancia) de una especie o determinado grupo de especies en un cultivo; para ello se emplea un cuadrado similar al utilizado en el método cuantitativo, subdividido en cuatro cuadrantes. La frecuencia de las arvenses en el campo se expresa como el número de veces que aparece la arvense en cada fracción de cuadrante dividido por el total de cuadrantes, multiplicado por 100.

## Manejo preventivo

Dentro de un programa de manejo de arvenses, esta práctica, además de ser la primera que debe ser tomada en cuenta, es la más segura y económica. Consiste en evitar la introducción, el establecimiento y la diseminación de ellas en áreas donde normalmente no se presentan. En un programa de prevención son fundamentales las buenas prácticas de cultivo y la limpieza de herramientas, maquinaria y equipos.

Entre las prácticas que se recomienda tener en cuenta para el manejo preventivo de arvenses están:

- Uso de semilla o material vegetal libre de arvenses.
- Uso de variedades mejoradas (cuando estén disponibles).
- Preparación adecuada del sitio de siembra.
- Manejo de los residuos del cultivo (ramillas, hojarasca), esparciéndolos en las calles del cultivo.
- Establecimiento del cultivo en la época adecuada para asegurar disponibilidad de humedad y un crecimiento rápido y vigoroso de las plantas.
- Manejo integrado de plagas y enfermedades (acorde a los criterios y estrategias que se plantean más adelante en el presente modelo productivo).
- Aplicación adecuada y oportuna de fertilizantes químicos y abonos orgánicos (Ver capítulo 8, fertilización en ají topito).
- Densidades de siembra adecuadas para el cultivo, según las condiciones agroecológicas.
- Cubrimiento de las calles del cultivo con coberturas nobles. Estas se seleccionan de acuerdo a la disponibilidad de especies en la zona productora. Como ejemplos se citan la suelda con suelda (*Commelina diffusa* Burm. f.), viernes santo (*Phyllanthus niruri* L.), Yerba de sapo (*Euphorbia hirta* L.), entre otras.

## Manejo manual

Consiste en el arranque manual (o apoyado con herramientas de trabajo diario) de las arvenses y es el método más recomendado en la etapa de semillero y en la etapa de establecimiento del cultivo en la zona de crecimiento radical de las plantas ají topito. En las calles del cultivo, este método es viable en lotes de poca extensión y fincas pequeñas que dependen de mano de obra familiar. La mayoría de los pequeños

productores utilizan el manejo manual, con empleo de azadón o machete de acuerdo a la región productora. (figura 52).



**Figura 52.** Detalles de la labor de control manual de arvenses en un cultivo de ají topito.

Este sistema de manejo de arvenses se adecúa a los nuevos modelos de producción agroecológica u orgánica, en la cual las plantas distintas al cultivo (llamadas anteriormente malezas) son consideradas como un subsistema dentro del agroecosistema, de tal manera que la eliminación total de estas plantas no es lo recomendable.

El mantener cierta población de plantas arvenses, especialmente como coberturas vivas, tiene un efecto benéfico sobre el medio al disminuir la erosión, mejorar la incorporación de abonos verdes y favorecer el aumento de las poblaciones de insectos benéficos. Es necesario definir las épocas críticas de competencia de malezas con base en el desarrollo de las especies presentes comparado con el desarrollo del cultivo.

### Control Mecánico

Se realiza utilizando herramientas de corte, especialmente motorizadas. Este tipo de manejo preferencialmente se realiza en cultivos con un área mayor de tres hectáreas, utilizando implementos como las cultivadoras o el Rotavator (figura 53 y 54) los cuales destruyen las malezas en el fondo del surco. El uso de estos implementos implica tomar en consideración el estado de desarrollo de la maleza y del cultivo; se

recomienda realizarlo entre los 20 y 30 días después del trasplante, ya que a mayor tiempo de desarrollo del cultivo se puede ocasionar daños en el sistema radical y favorecer la afección de las plantas por hongos y bacterias existentes en el suelo.



**Figura 53.** Muestra de un Rotavator operando en campo para control de arvenses



**Figura 54.** Muestra de un Rotavator manual para control de arvenses en cultivo establecido

También es viable la utilización de guadañadoras en áreas de menor extensión y en áreas con pendientes leves, cortando las arvenses a una altura de 3 a 5 cm del suelo.

## Control químico

Este método de combatir las arvenses agresivas se basa en la utilización de herbicidas químicos, los cuales deben seleccionarse de acuerdo al tipo y estado de las mismas. A nivel mundial, en muchas zonas de cultivo el manejo que se le da a las arvenses mediante la aplicación indiscriminada de herbicidas se ha vuelto un problema ambientalmente importante teniendo en cuenta que afecta la calidad del agua y la vida rural, al tiempo que contribuye a la erosión de los suelos. Por esta razón, el empleo de estos productos requiere de cuidado o precauciones con el fin de no causar daños a las plantas de cultivo y al ecosistema. Debe tenerse en cuenta la dosis, frecuencia de aplicación, el método y clase de producto. Las aplicaciones de herbicidas se deben efectuar en forma alterna de acuerdo a la dominancia de las malezas, hasta el punto de intercalar control manual con el químico.

Para aplicar los herbicidas se requiere de bombas de aspersion de espaldas y de boquillas en buen estado, previamente calibradas para aplicar la dosis de producto requerida. (figura 55).



**Figura 55.** Detalles del aspecto de un cultivo de ají topito luego de realizada la labor de manejo químico de arvenses.

Los productos y dosis recomendadas se relacionan en la siguiente tabla:

**Tabla 16.** Principales herbicidas recomendados para el cultivo de ají topito en la Costa Caribe

Productos	Dosis recomendada	Tipo de aplicación	Tipo de arvenses
Paraquat	3 l/ha	Post emergente. Dirigido	Amplio espectro. No selectivo
Sencor (Metribuzina)	800 g/ha	Pre-emergente.	Gramíneas de hoja ancha. Es selectivo al ají.
Glifosato	3 l/ha	Pre-siembra o como post emergente (dirigido)	Amplio espectro. No selectivo.

Dentro del esquema de manejo eficiente de herbicidas, se puede implementar la realización de “parcheos selectivos” sobre las arvenses agresivas una vez éstas alcanzan una altura aproximada de 15 cm. Para ello se recomienda utilizar el equipo selector de arvenses, aplicando el herbicida glifosato (concentración comercial de 480 g de i.a/L) a una concentración del 10%.

### Cobertura con plástico

Un método para el control de arvenses es utilizando coberturas de plástico, en el cual se cubre los surcos, este método ha dado excelentes resultados y por lo cual se está empleando en varios cultivos. Los que más usan son plata/negro y blanco/negro. La calidad del plástico es fundamental para el éxito del cultivo.

Es importante recomendar que para su instalación se deba contar con una buena preparación del suelo (arada, rastrillada y nivelada).

Como la siembra es manual, se debe marcar bien los sitios donde van las plantas y los orificios del plástico, deben tener un diámetro que evite que la reflexión del calor afecte la zona de crecimiento del tallo en sus primeros estados de desarrollo, debido a altas temperaturas que se presentan en esta zona en verano fuerte, la cual es variable en las zonas de producción. (figuras 56 y 57, detalles del proceso de instalación del plástico en el lote).



**Figura 56.** Secuencia gráfica del proceso de instalación del plástico para manejo de arvenses en un lote de cultivo (parte 1).



**Figura 57.** Secuencia gráfica del proceso de instalación del plástico para manejo de arvenses en un lote de cultivo (parte 2).

Entre los beneficios que presenta este método de manejo de arvenses está la reducción de los costos por mano de obra y de herbicida, evita la erosión y endurecimiento de la tierra y mantiene la humedad del suelo. En la figura 58 se puede detallar el desarrollo de un cultivo de ají con este tipo de manejo.



**Figura 58.** Detalles del desarrollo de un cultivo de ají topito y estado del manejo de arvenses con la utilización de cobertura plástica.

## Manejo integrado de arvenses

El objetivo fundamental del manejo de arvenses es disminuir la interferencia de éstas, proporcionando condiciones favorables para el desarrollo del cultivo en todas sus etapas.

Para el uso de cualquiera de los métodos de manejo de arvenses presentados (o cualquier otro que se pueda implementar), deben tenerse en cuenta sus efectos sobre el ambiente y el hombre, tales como: la erosión de los suelos, la contaminación de suelos y aguas, la acumulación de sustancias tóxicas en los productos cosechados, los daños ocasionados a los cultivos, el desarrollo de resistencia de las arvenses a herbicidas y los peligros de toxicidad para el hombre.

El manejo integrado de arvenses involucra la integración conveniente y oportuna de las diferentes alternativas de manejo de arvenses, tanto las presentadas en los apartados anteriores como aquellas de menor utilización (entre las que se puede mencionar el manejo biológico), partiendo del entendimiento adecuado de la biología y ecología de las arvenses, así como la observación de su dinámica de población. Salazar L, Hincapié E. 2007.

La filosofía del Manejo Integrado de arvenses es favorecer el predominio de arvenses de baja interferencia y de fácil manejo y reducir las poblaciones de arvenses competitivas; contribuyendo al establecimiento de coberturas y por ende a la conservación del suelo y el ambiente, sin afectar la productividad del cultivo con los menores costos de producción.

Una de las prácticas de manejo preventivo que favorecen el control de la erosión y que merecen especial mención dentro del esquema de manejo integrado de arvenses por su eficiencia y factibilidad económica es la utilización de "arvenses nobles" para cubrir las calles del cultivo, especialmente recomendada para lotes pendientes. Las arvenses nobles son plantas de porte bajo; crecimiento rastrero o decumbente; con raíz fasciculada, rala superficial o pivotante rala; con cubrimiento denso del suelo; que lo protegen de la energía erosiva de la lluvia y no interfieren con el desarrollo y producción del cultivo si no están presentes en la zona de raíces.

Hasta aquí tendremos el cultivo instalado de acuerdo con los pasos propuestos, según el modelo tecnológico que se describe en el siguiente esquema



**Figura 59.** Ilustración del proceso del cultivo de ají topito

## Capítulo IX

### Manejo de enfermedades en ají topito

#### Descripción de las principales enfermedades del ají topito en la región caribe y consideraciones para su manejo

Las enfermedades asociadas a cultivos de ají topito pueden ser causadas por hongos, bacterias, nematodos y virus. A continuación, se presentan las de mayor incidencia en las zonas productoras de la Costa Atlántica:

#### Damping off.

##### **Descripción de síntomas y signos**

Es una enfermedad que se presenta principalmente en semilleros. El daño se manifiesta por la falta de germinación de las semillas. Se caracteriza además por una reducción del cuello de la plántula seguido por un marchitamiento y doblamiento de las plántulas y luego su muerte (figura 60). En ocasiones inicia con un amarillamiento en los brotes terminales de la planta como si fuera alguna deficiencia, pero al sacar una planta se observa que ya presenta daños en la raíz. Es causada por los hongos *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y los Oomycetes *Phytophthora* sp. y *Pythium* sp. Cervantes, Miguel Ángel. 2009.



**Figura 60.** Sintomatología de una planta de ají topito afectada por damping off.

### **Condiciones que favorecen la enfermedad.**

Este complejo de hongos alcanza a ocasionar daños muy severos, cuando no se tiene un buen control de humedad o problemas de encharcamientos y aún más si la planta es muy susceptible al ataque.

### **Manejo.**

Estando el patógeno dentro de la planta, es muy difícil que se controle, sin embargo, se pueden llevar a cabo medidas de prevención, como parte de las estrategias de manejo que se plantean a continuación:

- Prestar atención especial a la calidad de la semilla, para asegurar una rápida germinación. El uso de protectores de semilla es eficaz en la reducción de la incidencia de la enfermedad.
- Cuidados en la escogencia de un buen sustrato para el montaje del semillero, el cual debe ser adecuadamente desinfectado (recomendable la solarización).
- Utilización de micorrizas y hongos antagonistas que puedan proteger a la planta del ataque de los hongos.
- Control de los riegos para evitar humedad excesiva.
- También se pueden utilizar aplicaciones de productos biológicos tipo bioles para reforzar la nutrición y el sistema inmunológico de la planta.
- Aplicaciones de productos a base de azufre para apoyar en el control de la enfermedad (Ejemplo: Azufre Flor, en dosis de 20-30 kg·Ha<sup>-1</sup>).

### **Pata Blanca o marchitez por *Sclerotium (Sclerotium rolfsii)*.**

#### **Descripción de síntomas y signos.**

El hongo, que es un patógeno del suelo, ataca el cuello de la planta, o sea en la unión de la raíz y el tallo, donde produce una lesión con un crecimiento de color blanco algodonoso (que conforman el micelio del hongo) y formaciones redondeadas de color marrón que corresponden a esclerocios (estructuras de resistencia e infectivas), ocasionando marchitamiento de las plantas en el campo y en casos severos la muerte de las mismas (figura 61). En los frutos se presenta una pudrición blanda debido al daño radicular. Cervantes, Miguel Ángel. 2009.



**Figura 61.** Sintomatología típica del ataque de *Sclerotium rolfsii* sobre la planta de ají topito.

### **Condiciones que favorecen la enfermedad.**

Este hongo es un saprofito eficiente y puede sobrevivir en el suelo y en restos vegetales por varios años. Esta enfermedad es común en los terrenos húmedos o mal drenados, que favorecen su desarrollo, aunque la expresión de los síntomas puede ser más severa en condiciones secas, que ocurren después de un período lluvioso. También se presenta abundantemente en cultivos irrigados en los meses calurosos previos a la época lluviosa. Una vez establecido el hongo en la planta éste se mueve hacia arriba, dependiendo de la humedad presente, y hacia abajo causando pudrición en las raíces. También pasa de planta a planta colonizando la superficie del suelo.

### **Manejo.**

Como estrategias de manejo se recomiendan las siguientes:

- Monitorear periódicamente (al menos dos veces por semana) para detectar tempranamente focos de infección los cuales deben ser erradicados, y los sitios aislados y tratados con un biocida para evitar la presencia del inóculo y la diseminación rápida de la enfermedad.
- Realizar una buena preparación del suelo. Se puede reducir la incidencia de este hongo arando profundamente para sepultar los esclerocios y los desechos de las plantas, y que éstos se descompongan antes de sembrar.
- Regular adecuadamente la humedad del suelo. Dentro de las prácticas preventivas de control, los buenos drenajes del suelo evitan encharcamientos que favorecen el proceso infectivo. Durante el riego hay que evitar la sobresaturación del suelo e impedir que el agua entre en contacto con la base del tallo de las plantas.

- En terrenos con altos niveles de inóculo, la rotación de cultivos con maíz, crotalaria y sorgo por 3 años también es una medida de control eficaz.
- Los residuos vegetales y de cosecha se deben eliminar, pues se convierten en medio para el establecimiento y multiplicación del hongo.
- De ser necesario, utilizar fungicidas de baja categoría toxicológica. La aplicación de productos a base de Benomil (Benopoint 50% WP)(Bezil 50 WP)(0,5 a 1 g·L<sup>-1</sup>), Mancozeb (Dithane M-45)(Manzate 200 WP)(3 g·L<sup>-1</sup>), Metil Tiofanato (Topsin M 50 SC)(1 cc·L<sup>-1</sup>), Tiabendazol (Mertect 500 SC)(1 cc·L<sup>-1</sup>), Carbendazim (Derosal 500 SC)(0,75 a 1,25 cc·L<sup>-1</sup>)(Bavistin 500 SC)(0,5 cc/l), Iprodione (Rovral FLO)(0,5 a 1 cc·L<sup>-1</sup>)(Prodion 500 SC)(1 a 1,5 cc·L<sup>-1</sup>), Flutolanil (Moncut 20 SC)(1 cc·L<sup>-1</sup>), Tolclofos Metil (Rizolex 75 WP)(0,5 g·L<sup>-1</sup>), Procimidona (Sialex 50 SC)(1 cc/l)(Sumilex 50 WP)(1 g·L<sup>-1</sup>), Thifluzamida (Pulsor 2 SC)(0,75 a 1 cc·L<sup>-1</sup>), Diclofluanid (Euparen WP 50)(1 g/l), Pencycuron (Monceren SC 250)(2,5 cc·L<sup>-1</sup>) o Thiram+Carboxin (Pro-Gro)(1 g·L<sup>-1</sup>) al suelo, reducen eficientemente las afecciones por *Fusarium* sp., *R. solani* y *S. rolfsii*.

## Marchitez blanda o fusariosis

### Descripción de síntomas y signos

Causada por el hongo *Fusarium oxysporum*. Es notoria una coloración marrón debajo de la corteza del tallo, cercano a las raíces, la cual avanza hacia arriba; también se aprecia un amarillamiento y marchitez de las hojas inferiores, desplazándose a las hojas superiores. Los síntomas iniciales se caracterizan por el amarillamiento de un solo lado de la hoja, o de la rama, las cuales se marchitan y mueren, quedando pegadas al tallo; finalmente toda la planta se ve pequeña (figura 62).



**Figura 62.** Sintomatología de daño por *Fusarium* causando marchitez blanda.

Fuente: Manual técnico. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia y Páez, R.A.

El hongo causa pudriciones del sistema radicular y oxidación de los vasos conductores, los cuales presentan una característica coloración rojo-ladrillo, la cual se extiende hacia la parte superior de la planta. Esta coloración es fácil de observar cuando se separa una rama del tallo principal, o cuando se corta el tallo en forma diagonal. Cervantes, Miguel Ángel. 2009.

### **Condiciones que favorecen la enfermedad.**

El patógeno es favorecido por el exceso de humedad del suelo, especialmente en aquellos suelos muy pesados y con mal drenaje. Factores de manejo agronómico como el tipo de riego, el sistema de siembra y la distancia entre plantas influye sobre la incidencia y diseminación de la enfermedad.

### **Manejo.**

Se plantean las siguientes medidas de manejo:

- Mantener un buen drenaje y camas elevadas para prevenir inundación.
- Evitar movimiento de suelo contaminado en equipos y herramientas.
- No hacer trasplantes de campo infectado con el patógeno a un campo no infectado.
- Eliminar las plantas enfermas.
- En caso de ser necesario, aplicación racional de productos químicos de categorías toxicológicas bajas. La aplicación de productos a base de Benomil (Benopoint 50% WP)(Bezil 50 WP)(0,5 a 1 g·L<sup>-1</sup>), Mancozeb (Dithane M-45)(Manzate 200 WP)(3 g·L<sup>-1</sup>), Metil Tiofanato (Topsin M 50 SC)(1 cc·L<sup>-1</sup>), Tiabendazol (Mertect 500 SC)(1 cc·L<sup>-1</sup>), Carbendazim (Derosal 500 SC)(0,75 a 1,25 cc·L<sup>-1</sup>)(Bavistin 500 SC)(0,5 cc/l), Iprodione (Rovral FLO)(0,5 a 1 cc·L<sup>-1</sup>)(Prodion 500 SC)(1 a 1,5 cc·L<sup>-1</sup>), Flutolanil (Moncut 20 SC)(1 cc·L<sup>-1</sup>), Tolclofos Metil (Rizolex 75 WP)(0,5 g·L<sup>-1</sup>), Procimidona (Sialex 50 SC)(1 cc/l)(Sumilex 50 WP)(1 g·L<sup>-1</sup>), Thifluzamida (Pulsor 2 SC)(0,75 a 1 cc·L<sup>-1</sup>), Diclofluanid (Euparen WP 50)(1 g/l), Pencycuron (Monceren SC 250)(2,5 cc·L<sup>-1</sup>) o Thiram+Carboxin (Pro-Gro)(1 g·L<sup>-1</sup>) al suelo, reducen eficientemente las afecciones por *Fusarium* sp., *R. solani* y *S. rolfsii*.
- Las aplicaciones de *Trichoderma* 20 gr/Lt de agua dirigidas a la zona de raíz de la planta en el suelo 2 veces por mes, previenen el ataque del hongo.

## **Mancha de Cercospora (*Cercospora capsici* Heald & Wolf.).**

### **Descripción de síntomas y signos.**

Se presenta en las hojas con manchas circulares con el centro de color blanco a gris y borde marrón rojizo (figura 63). El síntoma se observa primero en las hojas

inferiores y luego avanza a las superiores. Las hojas afectadas se tornan amarillas y caen. Cervantes, Miguel Ángel. 2009.



**Figura 63.** Sintomatología de daño por Mancha Cercospora en hojas de ají topito

### ***Condiciones que favorecen la enfermedad***

La enfermedad ocurre principalmente después de largos períodos de lluvia y puede promoverse por períodos prolongados de condiciones tibias y húmedas. El hongo se puede diseminar por la semilla y puede sobrevivir en residuos de plantaciones enfermas, pero no sobrevive en el suelo.

### ***Manejo***

Como medida principal de control, se debe hacer un manejo adecuado del riego y de la fertilización. De esta forma, se logra que la enfermedad no represente daño económico. En caso de requerirse, se pueden utilizar fungicidas como Benomil (Benopoint 50% WP) (Bezil 50 WP)(0,5 a 1 g·L<sup>-1</sup>), Carbendazim (Derosal 500 SC)(0,75 a 1,25 cc·L<sup>-1</sup>)(Bavistin 500 SC)(0,5 cc·L<sup>-1</sup>), Tebuconazole (Folicur EW 250)(0,5 cc·L<sup>-1</sup>).

## **Tizón temprano (*Alternaria solani* Sorauer)**

### ***Descripción de síntomas y signos***

Se manifiesta a través de manchas en forma de anillos concéntricos de color marrón oscuro a negro, principalmente en los frutos y las hojas. Las hojas toman un aspecto de quemado (figura 64) produciéndose en ocasiones defoliación y caída de los órganos afectados, lo cual puede llegar a afectar el rendimiento, llegando incluso a sobrevenir la muerte de la planta. Esta enfermedad está unida a la senescencia de las hojas de

las plantas. Las hojas más sensibles son las de más edad, y esta sensibilidad se incrementa cuanto más viejas son las hojas. Cervantes, Miguel Ángel. 2009.



**Figura 64.** Sintomatología de la afectación de solanáceas por *Alternaria solani*.

Fuente: Páez, R.A. y Manual técnico. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia

### **Condiciones que favorecen la enfermedad**

Es una enfermedad a la que favorece el clima cálido y en particular el regadío. Se disemina por el aire y penetra por las hojas, bien sea directamente o bien a través de micro-heridas, acabando por formar lesiones necróticas en forma de círculos concéntricos. En una sola noche, con temperaturas previas elevadas y un período de rocío, se puede desarrollar una infección entre media y fuerte.

### **Manejo**

Entre las medidas de manejo para esta enfermedad se proponen las siguientes:

- Usa solo semillas o trasplantes de alta calidad libres de enfermedades para reducir el riesgo de que el tizón temprano afecte a las plantas de ají.
- Elimina las malezas de la zona de plantación, ya que las esporas del tizón temprano pueden vivir en ellas.
- Mantener los frutos y las hojas de las plantas alejadas del suelo.
- Colocar una capa de mantillo sobre el suelo para evitar que las esporas del suelo se propaguen hacia las hojas de las plantas.
- Realizar un riego adecuado de la planta, preferiblemente usando un método de irrigación por goteo o elevado, antes del amanecer para mantener Las hojas de las plantas secas, pues las hojas mojadas son más susceptibles a la infección del tizón temprano.
- Crear un ambiente de crecimiento óptimo para las plantas y proporciónales los nutrientes suficientes. Las plantas saludables resisten mejor al tizón temprano.

- Manejar los residuos de las plantas infectadas después de cosecharlas para eliminar las esporas del hongo del tizón temprano de la tierra.
- Emplear sistemas de rotación con otros cultivos que no sean hospederos del tizón temprano.
- En caso de requerirse, se pueden utilizar aspersiones foliares de productos a base de Azoxystrobin (Amistar 50 WG) ( $0,2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), Iprodione (Rovral FLO) ( $1 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$ )(Prodion 500 SC)(1 a  $1,5 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$ ), Iprodione+ Carbendazim (Calidan SC)( $1,5 \text{ cc}\cdot\text{L}^{-1}$ ), entre otros.

### Tizón tardío (*Phytophthora capsici* Leonian)

#### **Descripción de síntomas y signos**

El hongo puede atacar tanto plántulas como plantas maduras. Afecta tallos, hojas y frutos. Los síntomas que se presentan en los tallos consisten en secciones de color pardo oscuro o negruzco con destrucción de tejido interno, mientras en las hojas se forman manchas irregulares de color pardo oscuro, aspecto acuoso en los bordes y en el limbo y en el envés se puede llegar a observar el micelio del hongo que es blanco y de aspecto algodonoso. Las partes afectadas llegan a secarse, dándole una apariencia de quebrado a la planta (figura 65). En los frutos los síntomas se parecen a una escaldadura y se secan con rapidez. Cervantes, Miguel Ángel. 2009.



**Figura 65.** Síntomas de tizón tardío en plantas de ají.

Fuente: Manual técnico. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia

### **Condiciones que favorecen la enfermedad**

Este Oomycete se origina en el suelo, donde puede mantenerse por años y se desarrolla rápidamente en condiciones húmedas y templadas. La incidencia de la enfermedad es mayor en sitios donde se acumula el agua (de lluvia o de riego). Condiciones ambientales como temperaturas cálidas, y demasiada humedad en el suelo, sobre todo en suelos pesados o mal drenados, favorecen su desarrollo. El hongo se puede transmitir por la semilla.

### **Manejo**

Es una enfermedad que se puede prevenir, pero una vez establecida en el campo es muy difícil su control. Dentro de las alternativas para su manejo, se presentan las siguientes:

- Realizar una buena preparación del terreno, que facilite el drenaje. Igualmente, para el caso de semilleros, preparar y desinfectar adecuadamente el sustrato seleccionado.
- Manejo adecuado del riego, preferiblemente riegos ligeros y frecuentes.
- Tener cuidados especiales en la etapa del semillero con el manejo del agua, evitando que se acumule agua alrededor de las plantas, especialmente en los semilleros en eras.
- Alternativas de control biológico: Se reporta el uso de hongos antagonistas como *Trichoderma harzianum* antes del trasplante al campo definitivo. Igualmente, la aplicación de formulaciones comerciales de *Bacillus subtilis*.
- También se tiene como a alternativas la aplicación de químicos como fosetyl aluminio, fosfitos de potasio o fosfonatos. Se recomienda la aspersion periódica de productos a base de Metalaxil+Mancozeb (Ridomil Gold MZ 69% WP)(3,75 g·L<sup>-1</sup>)(Evoxyl 72 WP)(1,25 g·L<sup>-1</sup>), Cimoxanil+Mancozeb (Curzate M8)(2,5 a 3 g·L<sup>-1</sup>) (Curathane) (2,5 g·L<sup>-1</sup>) (Persist) (2,5 cc·L<sup>-1</sup>), Cimoxanil+Famoxadone (Equation PRO) (1 a 2 g·L<sup>-1</sup>), Cimoxanil+ Propineb (Fitoraz WP 76)(3 g·L<sup>-1</sup>), Fenamidone+Mancozeb (Sectin WP) (2.0 a 2.5 g·L<sup>-1</sup>), Fosetil Aluminio (Aliette 80 WP)(2,5 a 3 g·L<sup>-1</sup>) (Fosetal 80 WP)(1,5 g/l), Oxicloruro de Cobre (Oxicob WP) (Oxiclor 35 WP)(2 g·L<sup>-1</sup>) o Hidróxido Cúprico (Kocide 101)(2 g/l), rotados o en mezclas, para detener el avance del marchitamiento.

## **Antracnosis (*Colletotrichium capsici*)**

### **Descripción de síntomas y signos**

Se presenta con manchas circulares hundidas en los frutos inicialmente acuosas y luego oscuras de un diámetro de hasta 3 cm y en el centro de la masa aparecen

manchas de esporas de coloración rosada dispersas o en anillos concéntricos en las lesiones (figura 66). El hongo ataca a las semillas formando manchas que pueden causar la pudrición total. Cervantes, Miguel Ángel. 2009.



**Figura 66.** Sintomatología de daño de hojas y fruto por Antracnosis.

Fuente: Manual técnico. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia

### ***Condiciones que favorecen la enfermedad***

La infección tiene lugar durante periodos de riego excesivo o lluvia sobre frutos inmaduros, y puede representar un problema más severo en los campos donde se emplea riego elevado (por arriba). Temperaturas en torno a los 27° C son las óptimas para el desarrollo de esta enfermedad, pero la infección ocurre en temperaturas tanto superiores como inferiores. La antracnosis se introduce en el campo mediante trasplantes infectados o por supervivencia entre temporadas en restos de plantas o malezas hospederas. Entre estas últimas se incluyen malezas y plantas de la familia de las solanáceas (tomate, patata, berenjena). Se producen esporas nuevas en el tejido infectado, propagándose luego a otros frutos. Los trabajadores también podrían propagar las esporas en sus ropas o al manejar plantas infectadas.

### ***Manejo***

Las siguientes son las medidas que se plantean para el manejo de esta enfermedad:

- Utilización de semilla libre del patógeno
- Rotación de cultivos con otros que no sean hospederos del patógeno.
- Evitar el riego desde la parte superior cuando sea posible, así como magullamientos en el fruto.
- Los fungicidas para rociar son efectivos en ambientes favorables (secos).
- Al final de la cosecha, desechar los restos de plantas infectadas o arar el terreno en profundidad para cubrirlas completamente.

## La mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria* (Doigde) Vauterin et al.)

### **Descripción de síntomas y signos.**

Se presentan manchas foliares generalmente angulares y húmedas al principio, de color oscuro y rodeadas de un halo amarillento, que luego se hacen circulares e irregulares, con márgenes amarillos, translúcidas y centros pardos posteriormente apergaminados (figura 67).



**Figura 67.** Manifestación de la sintomatología de mancha bacteriana en ají topito

Las hojas pueden llegar a secarse y los frutos presentan aspecto rugoso sin formar halos. En el tallo se forman pústulas negras o pardas y abultadas. Cervantes, Miguel Ángel. 2009.

### **Condiciones que favorecen la enfermedad**

La mancha bacteriana se transmite por semilla; se propaga por lluvias, rocíos, viento, etc, y predomina en zonas cálidas y húmedas. Los síntomas se desarrollan de 5 a 15 días después del inóculo, con más rapidez en temperaturas superiores a 20 °C. En el envés de las hojas aparecen manchas pequeñas. Los trasplantes infectados en el campo normalmente pierden todas las hojas a la vez, menos las superiores.

### **Manejo**

Como alternativas de manejo de la enfermedad se plantean las siguientes:

- Uso de semilla libre de patógenos, o trasplantes sanos
- Rotación de cultivos

- Aplicación de compuestos cúpricos; aunque éstos no son muy efectivos cuando se presenta una elevada incidencia del inóculo. En condiciones de cultivo las aspersiones foliares con productos a base Oxiclورو de Cobre+Mancozeb (Cobrethane)(2 a 3 g·L<sup>-1</sup>), Oxiclورو de Cobre (Oxicob WP)(Oxiclor 35 WP)(2 g·L<sup>-1</sup>), Hidróxido Cúprico (Kocide 101)(2 g·L<sup>-1</sup>), Validamicin A (Validacin SL)(1,25 a 1,5 cc·L<sup>-1</sup>), Kasugamicina (Kasumin 2%)(1,5 cc·L<sup>-1</sup>), Sulfato de Estreptomicina (0,5 cc·L<sup>-1</sup>) o Sulfato de Gentamicina+Clorhidrato de Oxitetraciclina (Cumbre WP)(0,6 g·L<sup>-1</sup>), usados en rotación con productos a base de Mancozeb (Dithane M-45) (Manzate 200 WP)(3 g·L<sup>-1</sup>), ofrecen un adecuado manejo de la mancha bacterial.
- Eliminar malezas, restos de cultivo y plantas infectadas
- Evitar humedades elevadas; asegurar el manejo adecuado de la aspersión y el riego, y evitar la aspersión en caso de ataque en semilleros.
- Rotación del cultivo con plantas que no sean susceptibles al patógeno. No utilice tomate o berenjena en rotación de cultivos o simultáneamente con el ají topito
- Eliminar el desarrollo de las solanáceas silvestres, como belladona o hierba mora y estramonio o higuera loca en el área de producción.
- También se recomienda usar semilla tratada. Una opción es tratar la semilla contaminada con una solución de cloro antes de la siembra (remojar por 40 minutos en una solución de cloro al 20% –usando 8 litros de solución por kilogramo de semilla. Hay que agitar la semilla frecuentemente y secarla bien inmediatamente después).

## Enfermedades producidas por virus

### **Descripción de síntomas y signos**

Las enfermedades más prevalentes en el Caribe son: el Mosaico del pepino (CMV), Mosaico del tabaco (TMV) y algunas posiblemente causadas por begamovirus, las cuales son transmitidas por mosca blancas.

Los síntomas que presentan las plantas son insuficientes para poder determinar con exactitud qué tipo de virus se trata, varían según las razas de virus, especie de planta, período del año y condiciones ambientales. La sintomatología puede incluir moteado, arrugamiento, encrespamiento o rizado en las hojas y rayado en el pecíolo y tallos (figura 68). También frutos ásperos, pequeños, manchados y deformados, enanismo de la planta y caída de los frutos. Cervantes, Miguel Ángel. 2009.



**Figura 68.** Muestra de la variada sintomatología de enfermedades virales afectando plantas de ají topito.

Fuente: Jiménez, M.N y Páez, R.A.

El TMV es uno de los virus más comunes y más ampliamente extendidos. Infecta no solo al ají sino a numerosas especies pertenecientes a la familia de las solanáceas. Persiste y continúa siendo infeccioso durante años en desechos de cultivos. Se transmite fácilmente mediante trabajadores, y también mediante la semilla. No se transmite mediante insectos, nematodos u hongos. Puede convertirse en un problema severo tanto en invernadero como en campo abierto.

La sintomatología de la afección por TMV depende de la planta hospedera y de la presión del virus, pero entre los rasgos más comunes en especies del género *Capsicum* se encuentran los bultos y las zonas moteadas en verde claro y oscuro en las hojas. El fruto madura de forma irregular y con tamaño reducido. Algunas presiones del virus producen deformaciones en las hojas, necrosis en hojas y los brotes y la muerte de los tallos. Se produce la deformación y reducción de cantidad y calidad del fruto. Para la identificación se debe hacer observación visual de los síntomas anteriormente descritos y muestreo en laboratorio, aunque la detección se hace difícil en ocasiones debido a que varias clases de virus pueden presentarse al mismo tiempo. El TMV se transmite mecánicamente.

El CMV produce un mosaico severo en el follaje, también las hojas pueden presentar un moteado verde suave. Los frutos pueden deformarse y presentar anillos amarillos concéntricos. Estas manchas son observadas sobre los frutos verdes. La transmisión de este virus se puede dar por el manipuleo de plantas, pero la mayor eficiencia ocurre por el áfido *Myzus persicae*; el CMV puede permanecer en malezas hospederas y persistir en un pequeño porcentaje en la semilla.

### **Manejo**

Las principales medidas de manejo que se recomiendan para las enfermedades producidas por virus son las siguientes:

- Usar semilla de buena calidad.
- Evítense utilizar para la siembra campos con historial en TMV.
- Eliminar las plantas que muestren síntomas en la etapa más temprana posible. Garantizar una buena nutrición de las plantas.
- Eliminar malezas hospederas.
- Otro aspecto importante estriba en la limpieza y desinfección de equipos, herramientas, utensilios y ropas de trabajo entre campos o invernaderos.
- Se recomienda lavar muy bien las manos con jabón antes de manipular las plantas. Para el caso del TMV se recomienda no fumar en el cultivo de ají.
- No permitir la entrada al cultivo de visitantes o animales que vengan de otras plantaciones de solanáceas.
- Controlar los insectos vectores como los áfidos, thrips y moscas blancas.

### **Daño por nematodos**

#### **Descripción de síntomas y signos**

El más importante es el causado por *Meloidogyne* sp., que penetran en las raíces desde el suelo e induce la formación de nudosidades en las raíces y muerte de raicillas (figura 69).



**Figura 69.** Daño por nematodos en plantas de ají.

Fuente: Manual técnico. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia y Páez, R.A.

Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces, lo cual unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos "rosarios". Estos nematodos producen

la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que implica un menor desarrollo de la planta, presentándose clorosis y marchitez de las plantas. Las plantas se amarillan y marchitan y, posteriormente, se secan en su totalidad.

Los huevos se depositan en la tierra y eclosionan inmediatamente o hibernan en espera de temperaturas más cálidas. Tras la eclosión el ciclo vital dura menos de 30 días.

### ***Condiciones que favorecen la enfermedad***

Los nematodos se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte terrestre. Además, los nematodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

### ***Manejo***

Para el manejo de las enfermedades causadas por nematodos, la prevención es la clave. Se plantean entonces las siguientes medidas de manejo:

- Desinfección adecuada del sustrato (recomendable la solarización) e incluso del suelo de invernadero o en áreas pequeñas (se tratan las capas más superficiales del suelo, sin profundizar) en los suelos
- No trasladar implementos y maquinarias de una zona infestada a otra.
- Preparación del suelo con anticipación a la siembra.
- Rotación con cultivos no hospederos.
- Se pueden utilizar tratamientos químicos con nematicidas, pero estos resultan muy costosos.

## **Desordenes fisiológicos**

### **Golpe de sol o Escaldado**

Se produce sobre la superficie del fruto expuesta al sol (figura 70), cuya ocurrencia es incrementada por las temperaturas altas. La mancha comienza como un área pálida bien definida en frutos verdes o maduros, que luego se torna blanca; cuyo tamaño depende del momento en que la lesión comienza a presentarse. Debido al debilitamiento del tejido, éste es invadido por microorganismos que acaban de destruir el fruto.



**Figura 70.** Apariencia de frutos afectados por golpe de sol

### **Pudrición negra apical del fruto**

Producida en el fruto cuando hay deficiencia de calcio en el suelo o exceso de sales en el mismo y sequías extremas durante la formación del fruto. Consiste en un ennegrecimiento del extremo apical del fruto, el cual va avanzando a medida que se aumentan las deficiencias del nutriente (figura 71). Cuando el fruto se ablanda y ennegrece, es invadido por microorganismos e insectos propiciando su rápida descomposición.



**Figura 71.** Aspecto de fruto de ají afectado por pudrición negra apical.

Fuente: Manual técnico. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia

## Aspectos epidemiológicos favorables a las enfermedades

En la descripción presentada previamente de cada una de las principales enfermedades que afectan al ají topito se presentaron aspectos puntuales de condiciones epidemiológicas que favorecen la presencia de dichas enfermedades, sin embargo, a continuación, se muestra un resumen de los principales aspectos epidemiológicos que se deben tener en cuenta en general en el análisis global de las enfermedades que afectan al cultivo.

La falta de genotipos resistentes a las principales enfermedades es uno de los factores predisponentes de mayor impacto. Sin embargo, el mal uso del riego, la siembra en suelos pesados y mal drenados, deficiente manejo nutricional, y el desconocimiento de factores ecológicos del cultivo y los patógenos, que inciden en que las enfermedades constituyan uno de los factores limitantes de los cultivos en la región Caribe. En el caso de patógenos del suelo el uso indiscriminado del riego por surcos o gravedad encharcando el suelo y dejando el agua en contacto directo con el cuello de la raíz, favorecen su multiplicación y diseminación. Igualmente, el agua al calentarse ablanda los tejidos, abriendo puerta a hongos Oomycetes y bacterias del suelo.

Con respecto a nematodos, el uso de materia orgánica en exceso incide en una mayor tasa reproductiva de los mismos. La presencia de insectos del orden Hemíptera, tales como áfidos y mosca blanca están relacionados con la diseminación de enfermedades virales. El desconocimiento de algunos síntomas iniciales de las afecciones virales, su confusión con otros trastornos y la falta de monitoreos que nos permita identificar de manera oportuna a los vectores, son factores que determinan una epidemia y alta severidad de las enfermedades virales.

Los desbalances nutricionales juegan un papel importante en las enfermedades del follaje y frutos, como los tizones y la cercosporiasis. La deficiencia de potasio, calcio y algunos elementos menores hace que la planta sea más vulnerable a este tipo de patologías.

## Control biológico de enfermedades

Aunque para el cultivo de ají topito, no se tienen datos científicos sobre la efectividad de productos biológicos en el control de enfermedades y tampoco se conoce

información sobre su uso, a continuación, se describen una serie de preparaciones a base de plantas y productos biológicos como métodos alternos para el control de varios tipos de organismos patógenos causantes de enfermedades de las plantas en general. Esta información se extrajo de trabajos reportados en internet (<http://www.cannabiscave.net/foros/showthread.php/1519-Control-natural-de-plagas-y-enfermedades>. Consultado el 22-07-14.). Entre las varias recomendaciones se tienen:

- Vinagre de sidra de manzana: control de manchas foliares, mildius, roñas o canchros. Preparación: Se mezclan tres cucharaditas de vinagre (al 5%) en cuatro litros de agua. Aplicar en la mañana a las plantas afectadas.
- Bicarbonato de sodio: tratamiento de antracnosis, tizones, manchas foliares, mildius polvosos y, en general, como fungicida. Preparación: Se mezcla una cucharada de bicarbonato y 2,5 cucharadas de aceite vegetal por cada cuatro litros de agua. Batir la solución y le añadir media cucharadita de jabón de coco. Se aplica cada cinco o siete días.
- Cebolleta: para mildio de las cucurbitáceas (*Pseudoperonospora cubensis*). Preparación: Un manojo de cebolletas picadas en un recipiente de vidrio, añadimos un litro de agua hirviendo, dejamos enfriar, colamos y aplicamos dos o tres veces por semana.
- Maíz y ajo: para prevenir infecciones provocadas por todo tipo de hongos. Preparación: licuar un manojo de hojas de maíz, hojas de parrilla (*Clematis vitalba*) y una buena cantidad de hojas de ajo. Agregar agua hasta obtener una solución no viscosa. Dejar que repose alrededor de una hora, colar y aplicar.
- Saúco (*Sambucus nigra*): tratamiento de manchas negras y mildius. Preparación: hervir 250 gramos de hojas de saúco en medio litro de agua durante 30 minutos, sin dejar de remover. Colar y añadir una solución compuesta por una cucharada de jabón de coco en medio litro de agua.
- Aceite de ajo: para controlar manchas foliares y mildius. Preparación: mezclar 85 gramos de dientes de ajo machacados con 28 gramos de aceite mineral. Dejar en reposo durante 24 horas y colamos. Mezclar una cucharadita de emulsión de pescado con medio litro de agua, y añadir una cucharada de jabón de coco. Finalmente, combinar el aceite de ajo con la solución de emulsión de pescado. Para aplicar el preparado, mezclar dos cucharadas de solución con un litro de agua.
- Rábano picante (*Armoracia rusticana*): se utiliza para prevenir cualquier infección fúngica. Preparación: picar finamente una taza de rábanos, y mezclar con medio

litro de agua. Dejar reposar 24 horas y colamos. Añadir a la mezcla medio litro de agua y aplicar.

- **Peróxido de hidrógeno o agua oxigenada:** este compuesto evita que las esporas se adhieren a los tejidos de la planta. No causa daño a las plantas, pero, con todo, debemos evitar utilizarla en plantas recién transplantadas o en semillas recién germinadas. Se usa en la prevención de infecciones por hongos y bacterias. Aplicación: el peróxido de hidrógeno al 3% se aplica directamente sobre el haz y envés de las hojas; una vez por semana en el verano y dos veces por semana en invierno.
- **Leche:** se emplea para combatir los mildius de las cucurbitáceas, asteráceas, etc. Preparación: mezclar medio litro de leche con medio litro de agua. Se aplica cada 3 o 4 días ante el primer signo de enfermedad o, también se usa como método preventivo.

### **Pautas de aplicación**

Las aplicaciones se deben realizar durante las primeras horas de la mañana y/o al caer la tarde. No aplicar a temperaturas superiores a 25 °C porque las plantas pueden sufrir quemaduras, provocadas por esas altas temperaturas. Antes de utilizar cualquier preparado, se debe realizar una prueba en un área pequeña de la planta. Esperar 24 horas para observar algún efecto negativo y proceder si no observamos ningún daño. Si no hemos obtenido buenos resultados, no debemos aumentar la dosis de los controles sin probarlos primero. Algunos de estos ingredientes pueden ser muy irritantes para los ojos, piel y mucosas, especialmente el ají o chile.

Adicionalmente, se han descrito diversos hongos y bacterias como controladores biológicos del moho gris. Entre los hongos más estudiados se encuentran especies de *Trichoderma* y *Cladosporium*, particularmente *Trichoderma harzianum* (Zimand et ál. 1996, Silva-Ribeiro et ál. 2001). Varios aislamientos han resultado eficaces para el control de este patógeno en cultivos dentro de invernadero (Eden et ál. 1996).

## Capítulo X

### Manejo de plagas en ají topito

#### Principales plagas del ají topito en la región caribe y consideraciones para su manejo

Las plagas del cultivo de Ají Topito presentan una importancia de acuerdo con las regiones de siembra, y al estado de desarrollo de la plantación. A continuación, se reportan las principales plagas que se presentan en la costa Atlántica en el cultivo de ají topito, presentando una descripción de las plagas, los daños que causa en el cultivo y alternativas para su manejo. Se debe tener en cuenta que la elección de una o varias de las alternativas de manejo depende del análisis que se haga de la presencia y daño de la plaga, siguiendo los criterios y principios de manejo integrado que se presentan más adelante.

#### Plagas cortadoras

##### *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith.

Sus larvas son de hábito nocturno (figura 72) y subterráneas. El daño consiste en cortar las plantas recién germinadas a ras del suelo y roen la base de las más desarrolladas volcándolas; actúan sobre las raíces dejando orificios en el suelo.



**Figura 72.** Ciclo biológico.

Fuente: ([http://platina.inia.cl/ururi/plagas\\_pimiento\\_azapa.cfm](http://platina.inia.cl/ururi/plagas_pimiento_azapa.cfm).) y larvas de *Spodoptera frugiperda* en ají.

Para el manejo de esta plaga se presentan las siguientes recomendaciones:

- Realizar una adecuada preparación del terreno.
- Mantener el campo libre de malezas hospederas y utilizar trampas de luz o melaza para la captura de los insectos adultos y monitorear esta plaga.
- Uso de coberturas plásticas sobre las camas, ya que muchas larvas se lanzan al suelo para empupar y al encontrarse con el plástico se evita que puedan entrar en el suelo y completar su ciclo.
- Como controladores biológicos, se tienen reportes de los hongos *Nomurae rileyi* y *Metarrizhium anisopliae*. También se reporta el *Bacillus thuringiensis* que es muy efectivo utilizado cuando los gusanos están pequeños.
- Cuando las poblaciones del insecto sean muy altas, se tiene como alternativa el manejo químico, principalmente mediante la rotación de productos a base de cipermetrinas y elaboración de cebos tóxicos. Como ejemplo de cebo tóxico se presenta la mezcla de Clorpirifos (Lorsban) a razón de 3 a 5 g y Carbaryl (Sevin) 2 a 3 g·L<sup>-1</sup> con miel o melaza en 2 kg de cascarilla de arroz, aserrín u otros, y adicionando agua hasta que la mezcla tenga una consistencia blanda. Los ingredientes se revuelven bien y se forman pequeñas bolas, que se distribuyen en las hileras del cultivo. Es importante que la persona encargada de preparar la mezcla utilice guantes y tapabocas para evitar intoxicación.

### Grillos. *Gryllotalpa hexadactyla* Perty, J.A.M.

Las ninfas y adultos (figura 73) son de hábito nocturno y subterráneo, abren orificios en el suelo, cortan las plantas pequeñas y dañan raíces. Su daño es principalmente en semilleros y en los primeros días después del trasplante (plantaciones en desarrollo). El manejo de esta plaga inicia desde la desinfección misma del sustrato, siendo la solarización una de las alternativas más efectivas. En casos extremos, se recurre a la aplicación de cebos tóxicos con productos químicos, de preferencia de categoría toxicológica baja. Como referencia de cebo tóxico se tiene la mezcla de Dipterex 80



Figura 73. Grillo en plantas de ají.

Fuente: [http://platina.inia.cl/ururi/plagas\\_pimiento\\_azapa.cfm](http://platina.inia.cl/ururi/plagas_pimiento_azapa.cfm).

PS (300 g) + 4 litros de agua + 8 kg de salvado de maíz o trigo más 1 litro de melaza. La masa se dispone en colectas húmedas ubicadas donde se presentan los daños entre los surcos, en horas de la noche entre 5 p.m. y 6 p.m. Se recogen temprano y se guardan en un lugar fresco para utilizarlos en los próximos días.

## Plagas chupadoras

### Mosca blanca. *Bemisia tabaci* Gennadius

Se le denomina así por su presencia de dos alas con aspecto blanco, de tamaño cercano a 2 mm de largo. Este *homóptero* se sitúa en el envés de las hojas (figura 74) donde deposita sus huevos y se alimenta durante todo su ciclo de vida, que dura entre 20 y 35 días. Tienen como mínimo 4 generaciones al año según el clima y en invernadero pueden tener más de 10 (1 generación por mes).



**Figura 74.** Ciclo biológico y adultos de *Bemisia tabaci* Gennadius afectando plantas de ají.

Fuente: [http://platina.inia.cl/ururi/plagas\\_pimiento\\_azapa.cfm](http://platina.inia.cl/ururi/plagas_pimiento_azapa.cfm).

Los adultos presentan una coloración blanca debido a que su cuerpo se encuentra cubierto de finas partículas de cera. La hembra es ligeramente más grande que el macho. Las alas le sirven para desplazarse de una planta a otra con relativa facilidad. Las ninfas o estadios juveniles son de forma plana y ovalada. Los estados inmaduros más desarrollados están cubiertos de finos filamentos cerosos que le dan un aspecto característico dependiendo de la especie. Les favorece las temperaturas altas y el ambiente húmedo. La mosca blanca es muy fácil de detectar, basta con mover un poco la planta asíéndolo por el tallo, para que salgan volando de ella.

El daño a las plantas lo hacen las ninfas y los adultos que chupan la savia de las plantas para alimentarse. Los primeros síntomas consisten en el amarillamiento de

las hojas y las infestaciones severas debilitan las hojas y las plantas. En estado de ninfas excretan importantes volúmenes de mielecilla que expulsan al ambiente, lo cual favorece el desarrollo de *fumagina*, hongos saprófitos que se observan sobre las hojas como una cubierta negra, afectando seriamente la calidad del fruto. Esta plaga puede transmitir enfermedades causadas por virus y se presenta con más agresividad en los meses de verano.

Para el manejo de esta plaga se presentan las siguientes alternativas de manejo:

- Evitar malezas hospederas
- Usar trampas amarillas ya que la mosca blanca es atraída por este color. Se recomienda para ello bandas de 40 - 50 cm de ancho por 2, 4 o 6 m de largo, impregnadas de pegante (Biotraper o Biotrampa), colocándolas a la altura en la que se encuentran los adultos, para ejercer así un buen control en las etapas iniciales de la plaga. Se utiliza aceite vehicular viscoso o pegamentos entomológicos. El aceite debe renovarse con suficiente frecuencia.
- Realizar adecuada y oportunamente las labores de mantenimiento del cultivo, especialmente el uso adecuado de los fertilizantes, particularmente los nitrogenados.
- No dejar tirados los brotes al finalizar el ciclo de cultivo, ya que los más jóvenes atraen los adultos de mosca blanca, y procurar compostar adecuadamente los restos de cultivo.
- Empleo de barreras vivas alrededor del cultivo (maíz, fríjol, etc.).
- Rotar el cultivo con otros cultivos que no sean hospederos de la mosca blanca (cilantro, maíz, etc.).
- Manejo biológico: A través de numerosos estudios en varios cultivos, se han identificado varias alternativas de control biológico. Se presentan varias alternativas como el empleo del parasitoide *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae). También se reportan buenos resultados con el uso de hongos entomopatógenos para adultos (*Paecilomyces fumosoroseus*) y ninfas (*Lecanicillium lecanii*).
- Uso de plaguicidas de origen botánico (aceites y extractos vegetales) como los derivados de rotenona o de neem, que se pueden mezclar con aceite agrícola. Como ejemplo se cita L'Ecomix (extracto de ajo + extracto de ají), en dosis de 3,5 cc·L<sup>-1</sup>.
- Manejo químico. Se debe tener en cuenta que hay que romper el ciclo biológico del insecto, de forma que es necesario utilizar un insecticida para el control de la fase adulta y otro para el control de los estados ninfales; además de ejercer una adecuada rotación de productos para evitar que la plaga adquiera resistencia. Se

reporta el empleo de los insecticidas Imidacloprid, Tiametoxanil, Abamectina y Metilprimifos, entre otros.

- Uso de máquinas aspiradoras para captura de adultos (Vélez, 1994, citado por Jaramillo et al. 2013).

### Áfidos. *Mizus persicae* (Sulzer), *Aphis gossipi* (Glover)

Los áfidos, comúnmente llamados pulgones, son insectos pequeños (no más de 1 a 3 mm), cuerpo blando, pequeño y globoso. Viven en colonias (figura 75), son muy activos y de hábito nocturno. Aunque presentan una amplia diversidad de color, la mayoría de las especies son verdes, los hay también amarillos o negros, a veces con manchas o motas, más a menudo lisos. Se pueden encontrar multitud de especies, pero las más comunes en los cultivos de *Capsicum* en la costa son *Mizus persicae* y *Aphis gossipi*.

Sus patas son largas y finas, dos antenas, el cuerpo es ovoide (forma pera), sin distinción patente de sus tres regiones (cabeza, tórax y abdomen).



**Figura 75.** Áfidos o pulgones afectando plantas de ají y presencia de control biológico.

En el extremo dorsal de su cuerpo presentan prolongaciones llamadas cornículos y cauda que difieren entre las especies. En una misma especie pueden existir individuos alados o ápteros, condición que varía de acuerdo con el nivel de hacinamiento y probablemente a otros factores ambientales que modifican su comportamiento. Cuando tienen alas, dos pares de alas membranosas que son tanto o más largas que su cuerpo, transparentes, dotadas de un borde de ataque engrosado y generalmente marcado por un estigma o mancha, que colocan en posturas diversas, a menudo erectas, durante el reposo y viven en el envés de las hojas y en tallos.

Los pulgones poseen un aparato bucal del cual se prolonga un filamento largo que le sirve para introducirlo en el interior de las células tiernas de las hojas, botones y tallos de la planta. Hay dos formas diferentes de reproducción en los pulgones, por huevos y de forma asexual, donde las hembras, que no han sido previamente fecundadas, paren pequeños pulgones con forma de adulto. Los pulgones tienen una capacidad elevada de producción y en periodos muy cortos de tiempo las plantas están invadidas por ellos.

Se localizan en el envés de las hojas y en las terminales, ocasionando alteraciones en los procesos fisiológicos de la planta y son transmisores de enfermedades virales. Un ambiente seco y no excesivamente caluroso favorece el desarrollo de esta plaga. Se detectan fácilmente por la secreción de un exudado azucarado que cae sobre las hojas, tallos y flores y atrae a otros insectos, desarrollándose un hongo de color negro o fumagina que ataca a los vástagos jóvenes o a las yemas florales, que incluso llega a cubrir todo el follaje y posteriormente muestran manchas descoloridas hundidas en los pétalos.

A continuación, las recomendaciones de manejo para esta plaga:

- Prestar atención especial a la nutrición de las plantas.
- Empleo de trampas pegajosas amarillas, que son atrayentes de las formas aladas y usadas para la detección de las primeras infestaciones de la plaga.
- En las estrategias de manejo biológico se ha avanzado mucho ya que los áfidos se encuentran entre los insectos que más enemigos naturales (depredadores, parásitos y entomopatógenos) atraen, de ahí lo importante de no eliminarlos totalmente con insecticidas.
- Los entomopatógenos más utilizados son productos comerciales a base de los hongos *Beauveria bassiana* (2,2 X 10<sup>10</sup> ufc/ml) (Fuentes, 2008, citado por Jaramillo et al. 2013) o *Verticillium lecanii*. También se reporta control efectivo con el hongo entomopatógeno *Entomophthora virulenta*.

Como depredador de larvas y adultos están los insectos *Chrysoperla externa* y el *Chrysopa formosa*, cuyas larvas son muy voraces y móviles, y cuyos adultos comen melaza y polen actuando fundamentalmente sobre pulgones, mosca blanca y ácaros (Rodríguez et al., 1994, citados por Jaramillo et al. 2013) (Perkins, 2009, citados por Jaramillo et al. 2013). Así mismo están los coleópteros coccinelidos (*Coccinella septempunctata*), que tanto adultos como larvas se encargan de regular las poblaciones de áfidos. En clima frío se reporta el depredador *Eriopis connexa*

(Germar). Los parasitoides *Aphelinus* sp. (Hym.: Aphelinidae) y *Praon pos. Occidentale* (Hym.: Braconidae) son potenciales controladores de áfidos (*Macrosiphum euphorbiae*), siendo el primero más eficiente, principalmente cuando los hospederos son juveniles (< a 3 días de emergidos); mientras que el segundo es más eficaz cuando los hospederos son sexualmente maduros (> a 4 días de emergidos) (Cantor et al., 2008, citados por Jaramillo et al. 2013). Los parasitoides *Aphidius matricaria* y *Lysiphlebus testaceipes* son dos géneros de parasitoides cuyas hembras depositan un huevo en el interior del cuerpo del pulgón. La larva nacida de este huevo se desarrolla en el interior del pulgón, a expensas de él, lo fija a la planta y le hace tomar un aspecto hinchado, endurecido y una coloración marrón (denominado como "momia"). El adulto emerge haciendo un orificio en la parte posterior de la momia (Rodríguez et al., 1994, citados por Jaramillo et al. 2013).

Las liberaciones de *Crisoperla* en cultivos de porte bajo varían en dosis que van entre 20.000 y 60.000 larvas/ha. En bolsas de papel de 2 kg se colocan 5.000 huevos de crisopa, junto con huevos de *Sitotroga* y cascarilla de arroz. Iniciada la eclosión de las crisopas, el contenido de las bolsas se mezcla uniformemente en recipientes que contengan 5 galones de cascarilla de arroz y entonces se procede a distribuir las al voleo sobre la superficie del cultivo. En cultivos bajo invernadero el sistema es similar al anterior, sin embargo, las dosis a usar son superiores y van entre 50.000 y 300.000 larvas/ha, debido a lo intensivo del cultivo y a los bajos niveles de daño permitidos. Se deben dosificar y empaquetar por bolsa la cantidad requerida por cama (Perkins, 2009, citado por Jaramillo et al. 2013).

- En casos extremos, cuando no han funcionado las otras estrategias o si no estaban al alcance del productor, se puede proceder a la aplicación racional de insecticidas. En la actualidad existen productos específicos que, usados en dosis bajas y con suficiente agua, no afectan la fauna benéfica. Con todo, la *Myzus persicae* es una de las especies que más ha desarrollado resistencia a los plaguicidas. Se presenta como opción el plaguicida Confidor en dosis de 0,2-0,3 L·ha<sup>-1</sup>.
- Las poblaciones también pueden reducirse con el uso de aplicaciones jabonosas al 2%, de aceites vegetales como Triona al 5% y de extractos de plantas como Biomec en dosis de 2,5 cc/L (García, 2000, citado por Jaramillo et al. 2013).

## Minadores de las hojas

### Minador *Lyriomiza sativae* (Blanchard)

El adulto es una mosca negra lustrosa con marcas amarillas variables que van de 1 a 1,8 mm de largo. Los huevecillos, de cerca de 0,2 mm de largo, son en ocasiones

visibles a través de la epidermis superior de la hoja. Las larvas amarillentas (de 1-2 mm de largo) y las pupas marrones, semejantes a semillas de estas especies, son muy similares y difíciles de distinguir en el campo. Las larvas se alimentan de preferencia de las hojas inferiores, donde abren galerías o minas en forma de serpentina (figura 76). Cuando las larvas terminan su desarrollo, salen de la mina y quedan sobre la hoja o caen al suelo, donde se entierran un poco y forman la pupa, de la cual sale el adulto (Vélez, 1994, citado por Jaramillo et al., 2013).



**Figura 76.** Galerías del minador *Lyriomisa sativae* en plantas de ají.

Fuente: [http://platina.inia.cl/ururi/plagas\\_pimiento\\_azapa.cfm](http://platina.inia.cl/ururi/plagas_pimiento_azapa.cfm).

El daño se observa sobre la planta por las galerías (generalmente en forma de una "S" y pueden estar agrandadas en el extremo) formadas por las larvas y que en principio causan como un punteado de color amarillento y luego las hojas presentan un aspecto como quemazón o incluso se caen prematuramente, llegando la planta a quedar completamente defoliada, lo cual puede afectar a la cosecha, pues los frutos quedan expuestos al sol y presentan daños a su calidad. Las hembras adultas realizan picaduras de alimentación en la hoja, de las que se alimentan. Esto causa un daño al aspecto de la planta. Se produce un daño indirecto cuando hongos o bacterias contaminan estas picaduras de alimentación.

Se plantean las siguientes alternativas de medidas de control:

- Utilizar cinta pegajosa de color azul, la cual atrae los estados adultos del minador.
- Adecuada y oportuna preparación del suelo.
- Recolección y completa destrucción de residuos de cosecha donde se continúa multiplicando el insecto (este material puede aprovecharse para producir compost a aplicar en el mismo cultivo).
- Podas sanitarias de hojas afectadas, siempre y cuando no perturbe el normal desarrollo y maduración de los frutos.

- No exceder el uso de los fertilizantes nitrogenados, pues una exuberancia del follaje atrae más la plaga.
- Manejo adecuado de las malezas, cuya destrucción debe realizarse si se comprueba que existe peligro de migración de esta especie al cultivo.
- Uso de máquinas aspiradoras para captura de adultos (Vélez, 1994, citado por Jaramillo et al. 2013).
- Manejo químico. De ser necesario, se recomienda utilizar productos plaguicidas translaminares para prevenir los ataques iniciales, teniendo en cuenta que *L. salivae* es difícil de controlar una vez que está presente en altas poblaciones, tanto por su resistencia como por su hábito de minador que la protege de las aspersiones foliares. Como opción se presenta el plaguicida Decis en dosis de 1 cc·L<sup>-1</sup>.

## Ácaros

### Ácaros *Tetranychus urticae* (Koch), *Tetranychus cinnabarinus* (Koch), (ácaros rojos), *Aculops lycopersici* (Masse)

La especie de mayor importancia es *Tetranychus urticae*, llamada "Araña roja", aunque también son de color verdoso o amarillento (figura 77). Los machos suelen ser de color más claro que las hembras y más pequeños como de forma más alargada. En el dorso presentan dos máculas oscuras características, miden aproximadamente 0,5 mm. La duración media del período de desarrollo es de 10 a 12 días, las altas temperaturas y baja humedad relativa favorecen su reproducción, alcanzando a cumplir 20 generaciones anuales.



**Figura 77.** Detalles de la sintomatología expresada en la planta de ají topito debido al ataque de ácaros.

Se reproduce por huevos, los cuales son de forma oval y de color amarillento o rojizo, que se encuentran en el envés de las hojas donde succionan los jugos celulares. Una vez nacida la arañita, que ya posee seis patas, pasa por tres estados hasta llegar al de adulto.

Por su parte, el *Aculops lycopersici* (Masee), llamado comúnmente el ácaro del bronceado es diminuto: los adultos miden 0,12 a 0,15 mm y no se pueden ver sin la ayuda de una lupa. Se distingue por su cuerpo amarillento y alargado, y solo tiene dos pares de patas. Antes de poder verlo se observan sus síntomas sobre hojas, tallos o frutos, que adquieren un aspecto grisáceo (de color bronce). Sin lupa se puede observar un polvillo en frutos, hojas y tallos, pero al mirar más de cerca, bajo estereoscopio, se ven millones de estos ácaros sobre la superficie del tejido (De Vis et al., 2007, citados por Jaramillo et al., 2013).

Bajo las condiciones de veranos prolongados las poblaciones de estos ácaros crecen notoriamente, cumpliendo el ciclo de vida en menos de una semana. Los ácaros, al igual que los áfidos, se presentan en épocas secas cuando sus poblaciones son considerables, su daño es económico ya que afecta el desarrollo normal de las plantas y demeritan fuertemente la calidad de los frutos. Se localizan en el envés de las hojas, donde al alimentarse ocasionan una apariencia bronceada o plateada y enroscamiento de los mismos (figura 77); Aparecen de inmediato unas manchas claras sobre el haz y envés de la hoja que definitivamente hace que la hoja se torne completamente amarilla, excepto los nervios, luego se torna castaño, se seca y muera. Un ataque severo limita el crecimiento y desarrollo de la planta, los ácaros pueden localizarse en las flores (cáliz, sépalos), donde actúan raspando los botones florales y los frutos pequeños y producen la caída y deformación de los frutos formados.

Con esta apariencia es fácil detectar el problema debido a que las hojas toman aspecto flechado, opacas, bastante rugosas, sin embargo, otra ayuda para su identificación, se realiza en el momento de las labores de mantenimiento, en donde al manipular las plantas donde hay población de ácaros, las manos salen con manchas rojas como rayas, puede igualmente verse afectado el cáliz y la corona de la flor cuando el ataque es severo. Cuando las densidades son elevadas tejen una tela sedosa con la cual se protegen. Esta disminuye la capacidad sintética de las plantas y dificulta la acción de los productos.

Es importante evitar que esta plaga llegue al cultivo porque pueden establecerse y mantenerse pasando de un ciclo al otro. Como medidas para su manejo se presentan las siguientes:

- Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de ácaros.
- Eliminación de malas hierbas (especialmente solanáceas) y restos de cultivo.
- Control del agua de riego
- Evitar los excesos de nitrógeno.
- Vigilancia de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo.
- Aplicaciones de aceite agrícola o azufre, especialmente en los focos, para evitar su dispersión.
- Como control biológico la literatura cita que se puede utilizar *Phytoseiulus permisimilis*, un acaro depredador que se alimenta devorando todos los estados de la arañita roja y que tiene cuerpo globoso y color anaranjado o rojizo. (De Vis et al., 2007, citados por Jaramillo et al., 2013). Se reconocen un gran número de especies predadoras de ácaros bajo invernadero, entre ellas *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* y *Metaseiulus occidentalis*.
- El manejo químico puede ser necesario en algunas ocasiones. Se recomienda mantener controles preventivos aplicando fungicidas a base de mancozeb y azufre elemental en tiempo seco, a intervalos no mayores de 10 días (Barreto et al., 2002). El Omite reporta buenos niveles de control de esta plaga, aplicándolo en dosis de 0,5-0,6 cc·L<sup>-1</sup>. Se reporta también el empleo de insecticidas tipo Imidacloprid, Tiametoxanil, Abamectina y Metilpirimifos, entre otros.

Es primordial antes de dirigir el control verificar si hay huevos y estados móviles de los ácaros para evaluar el verdadero efecto de los acaricidas a aplicar; la mayoría de los acaricidas no tienen efecto ovicida y obran por acción de contacto. Por otra parte, si la población de huevos es muy alta y no se cuenta con un producto ovicida, se justifica una segunda aplicación en los focos para eliminar las formas móviles nacidas de estas posturas (Barreto et al., 2002).

El conocimiento de la biología, hábitos y los enemigos naturales de las principales plagas del cultivo de ají topito, es básico para un buen diagnóstico y la formulación de las medidas de control adecuadas y oportunas, en la tabla 17, se describe de manera detallada cada uno de estos aspectos.

**Tabla 17.** Descripción de la biología, daño y consideraciones sobre las medidas de control de las principales plagas del ají topito

<b>Descripción de la biología de los insectos plaga del ají topito</b>		
<b>Plaga</b>	<b>Descripción biología</b>	<b>Daño</b>
Spodoptera frugiperda J. E. Smith	Ciclo biológico aproximado de 30 días y en un año se pueden tener cerca de 12 generaciones. La hembra oviposita entre 800 y 1000 huevos, depositados en el envés de la primera hoja de la planta hospedera; cuando emergen, las larvas se alimentan del follaje para poder pasar por sus seis instares larvales y un estado final de pupa (Caminera 2000, Sparks 1979). Los adultos tienen hábitos nocturnos con un aumento de su actividad en horas de la tarde (Sparks 1979).	Las larvas recién eclosionadas roen las hojas donde se dio la oviposición dejando una de la epidermis, más adelante pueden comerse toda la superficie foliar. Las larvas de mayor tamaño perforan el cogollo destruyendo la zona de crecimiento. Pueden afectar inflorescencias.
Gryllotalpa hexadactyla Perty, J. A. M.	Los huevos son puestos en masa dentro de las galerías, cada una con 30 – 50 huevos (15 – 40 días). Las ninfas son muy parecidas a los adultos, difieren en el tamaño y en el desarrollo de las alas y de las genitalias (3 a 4 meses). Los adultos son color café claro de 25 a 30 mm de largo con patas anteriores modificadas para cavar (2 a 6 días).	Causan roeduras a la altura del cuello de la raíz de las plántulas, lo cual se traduce en marchitamiento y muerte de la planta.
Bemisia tabaci Gennadius	Huevo: oval sub-elíptico y delgado (en punta) hacia el extremo distal, amplio en la base provista de una especie de peciolo (anclaje). En promedio 0,211 mm de largo y 0,096 mm de ancho en la parte más amplia; son puestos en el envés de las hojas, en grupos en círculos y semicírculos, según textura de la hoja. Los huevos recién puestos tienen un corion suave y amarillento brillante, cubierto por un polvillo blanco. El periodo de incubación a 25°C y 75% de HR es de seis a siete días. La ninfa pasa por 4 instares y uno como pupa al final del cuarto instar (15 a 17 días), emerge el adulto con cuerpo blando y blanco amarillento y luego blanco debido a la acumulación de polvo de cera sobre el cuerpo y las alas. Las hembras miden 1 mm de largo y el macho un poco menos. El adulto presenta dos pares de alas cubiertas por polvo de cera, que sobrepasan el largo del cuerpo. En hortalizas se presenta especialmente en solanáceas tropicales. B. tabaci puede tener de 11 a 15 generaciones por año.	Daño directo por ninfas en adultos que pican y extraen la savia de las plantas. Altas poblaciones que se alimentan y afectan los procesos fisiológicos de las plantas, produciendo debilitamiento, amarillamiento, deformación del follaje y defoliación. Puede presentarse reducción seria en rendimientos. Daños indirectos: acumulación de secreciones azucaradas (miel de rocío) producidas por ninfas y adultos sobre las diferentes estructuras de la planta, favorece el crecimiento de la fumagina que interfiere y reduce la fotosíntesis y otros procesos fisiológicos. En cultivos de hortalizas y frutales, la fumagina ensucia el producto y daña su calidad.

Continúa ...

Continuación

<p>Mizus persicae (Sulzer), Aphis gossipi (Glover)</p>	<p>Las hembras son aovovíparas. En meses de invierno para en estado de huevo. En verano, se produce la eclosión de los huevos. Las ninfas son siempre amarillentas. El adulto tiene un tamaño de 1,2 a 2,3 mm y es de color verde amarillento, con sifones verdes, largos y dilatados. Existen adultos ápteros y alados. En los primeros, el cuerpo es rosado oscuro, cremoso, amarillento, verde claro o casi incoloro. Presentan tubérculos antenales desarrollados y convergentes y antenas de mismo tamaño del cuerpo. El abdomen es del mismo color del cuerpo, con una mancha característica. Presentan cornículos o sifones del mismo color del cuerpo, con las puntas más oscuras y ligeramente hinchadas en la parte distal. La cauda es corta y puntiaguda. Los adultos alados tienen cabeza y tórax negro y el abdomen, de color verde, presenta una mancha negra central. Es un insecto muy polígamo, quizás sea el pulgón más importante ya que tiene un rango amplio de especies hospederas secundarias incluyendo algunos cultivos. En hortalizas se presenta especialmente en solanáceas.</p>	<p>No se conocen daños directos. Sus poblaciones normalmente son bajas, pero son eficaces en la transmisión del virus de la amarilles (BYV-BMYV). Presenta una especial predilección por el envés de las hojas, donde clavan su estilete y succionan la savia a la vez que inyectan el virus que transportan. Su permanencia en el cultivo de cerca de 30 días.</p>
<p>Lyriomiza sativae (Blanchard)</p>	<p>Huevo ovalado, algo alargado, sin ornamentos, color opalescente a lechoso (0,29 x 0,16 mm). Larva pequeña de 3 mm, blanquecina, más o menos cilíndrica, ápoda y sin ojos. Pupa protegida por un pupario de color café claro a oscuro, más o menos cilíndrico y mide 2,1 x 0,9 mm. Los adultos son de color negro con el escutelo, fron, halterios, genas y patas de color amarillo. La hembra se diferencia del macho por presentar un ovipositor prominente al final de abdomen, y de mayor tamaño. La hembra oviposita en el envés de las hojas, probablemente para proteger los huevos de la influencia de los rayos solares.</p>	<p>Generalmente en el has de las hojas con ayuda del ovipositor, las hembras realizan perforaciones conocidas como "picaduras de alimentación". La larva es blanquecina, más o menos cilíndrica, ápoda y sin ojos; construye "minas" serpenteantes en el interior de la hoja consumiendo el clorenquima de ésta. Es bastante activa y prefiere alimentarse a lo largo de las nervaduras del foliolo.</p>
<p>Tetranychus urticae (Koch), Tetranychus cinnabarinus (Koch), (Ácaros rojos), Aculops lycopersici (Massee)</p>	<p>El tiempo promedio de huevo hasta la emergencia del adulto es de 8,2 días. Los huevos 2,7 días en incubación, con un rango de entre 1,5 y 4 días. El estado larval en promedio de desarrollo de 1,8 días, con un rango de entre 1 y 3 días y de ninfa (protoninfa y drutoninfa) en promedio de 3,7 días, con un rango de entre 1,5 y 5,5 días.</p>	<p>El daño causado por este ácaro es producido en el sitio de alimentación, al romper aquel la superficie de las hojas y destruir células del mesófilo, afectando la transpiración y la fotosíntesis y el crecimiento de la planta y sus frutos.</p>

## Manejo integrado de enfermedades y plagas en el ají topito

### Contexto del manejo integrado de plagas y enfermedades

La aplicación de plaguicidas químicos de categorías toxicológicas I y II y en dosis altas, antes o durante la siembra o el trasplante, sin ningún tipo de criterio técnico, es una práctica que se realiza frecuentemente para hacer frente a los problemas fitosanitarios más severos que pueden presentarse, lo cual ha contribuido al daño del medio ambiente y a la aparición de organismos resistentes a dichos productos.

El manejo integrado de enfermedades se debe fundamentar en el uso de medidas preventivas, aunque en ocasiones se deba recurrir a acciones terapéuticas, todo apuntando al establecimiento de las buenas prácticas agrícolas si se quiere lograr un cultivo con altos rendimientos y con productos de buena calidad. A continuación, se describen los principales componentes de un programa de manejo integrado de enfermedades, enmarcados dentro de los diferentes métodos de manejo de enfermedades:

Diagnóstico. Posiblemente el primer fundamento para el manejo integrado de enfermedades es el diagnóstico correcto del agente causal de la enfermedad, ya que permitirá definir con exactitud las estrategias de manejo a seguir.

Para un adecuado diagnóstico es necesario:

- Consultar la información disponible sobre enfermedades y problemas más importantes del cultivo.
- Conocer las características de resistencia de la variedad o cultivo sembrado.
- Evaluar las prácticas de manejo realizadas, al igual que las condiciones ambientales del lugar.
- Determinar la distribución de las plantas afectadas dentro del cultivo y conocer el patrón de avance de la enfermedad.
- Determinar la parte de la planta afectada y el tipo de síntomas que se presentan.
- Buscar la presencia de estructuras del patógeno.

Además, se deben tener en cuenta factores como la presencia de vectores, el origen de la semilla o de las plántulas utilizadas y la fertilización empleada, entre otros.

Manejo de enfermedades. El fundamento para el manejo de las enfermedades de una plantación debe ser preventivo; por lo tanto, desde la planeación del cultivo es preciso diseñar medidas que permitan reducir las probabilidades de aparición de patógenos en cualquiera de las etapas de desarrollo del cultivo.

Manejo químico. Es el manejo de enfermedades utilizando productos de síntesis química, sea con acción preventiva, curativa o erradicante. Dentro del esquema de manejo integrado el manejo químico debe ser un complemento a otras medidas de manejo y como norma se debe apuntar al uso de productos de baja residualidad y baja toxicidad, aplicándolos el menor número de veces posible y en rotación con productos de distinto modo de acción. El tipo de producto a aplicar depende del organismo identificado en el diagnóstico y su ciclo de vida, entre otros. Otros factores de importancia son: tecnología de aspersión a utilizar, efecto residual del producto, lugar de la planta donde debe localizarse el producto, periodos de carencia (tiempo entre la aplicación y la cosecha) y reingreso (tiempo entre la aplicación y el reinicio de labores en el lote).

Manejo biológico. Consiste en aprovechar la capacidad de una serie de microorganismos para actuar como antagonistas de los patógenos. Este antagonismo se ejerce mediante mecanismos tales como antibiosis, competencia por espacio o por nutrientes, interacción directa con el patógeno e inducción de resistencia.

Manejo cultural. Reúne todas las prácticas agronómicas tendientes a la reducción de fuentes de infección, evitando las condiciones apropiadas para el desarrollo y diseminación de patógenos.

Manejo genético. Tiene como base el empleo de genotipos comerciales a los que se les han incorporado genes de resistencia a algún patógeno. Posiblemente esta sea la práctica más adecuada para evitar el daño por patógenos, sin embargo, no siempre está disponible.

Recomendaciones generales para el manejo integrado de enfermedades en ají topito

Aunque en la descripción de cada enfermedad se incluyeron opciones puntuales para el manejo de cada una de ellas, a continuación, se describen opciones tecnológicas que en términos generales son comunes a la gran mayoría de ellas y que pretenden evitar o

reducir el impacto de las principales enfermedades en el ají topito, enmarcadas dentro de las buenas prácticas agrícolas.

- Selección de lotes que no presenten texturas pesadas
- La preparación del suelo debe permitir que no queden zonas de encharcamiento.
- Hacer drenajes que favorezcan la eliminación del agua sobrante después de las lluvias o riegos por surcos o gravedad
- Implementar, en la medida de lo posible, un sistema de riego que no permita mojar la parte basal y follaje de las plantas. La frecuencia de riego debe responder a las necesidades del cultivo de acuerdo con su fenología.
- Manejar adecuadamente el riego en semilleros.
- Implementar la técnica de solarización u otro tipo de tecnología para desinfectar el sustrato para los semilleros (ejemplo, uso de vapor de agua).
- Utilizar micorrizas y hongos antagonistas (Ejemplo Trichoderma) en la etapa de semillero.
- Hacer monitoreos periódicos (en lo posible semanales) del semillero, destruyendo plántulas con cualquier sintomatología o daño por insectos y enfermedades.
- Utilizar densidades de siembra que permitan la ventilación y preferiblemente sembrar en caballones.
- Hacer desyerbas sin causar heridas a las plantas.
- Implementar un plan de manejo nutricional con base en los análisis de suelos y foliar. Como alternativa a tener en cuenta se recomienda la utilización de fosfitos en los esquemas de fertilización.
- Hacer monitoreos semanales en campo, que permitan identificar de manera temprana la presencia de insectos y enfermedades.
- En áreas con persistencia de virus, se deben establecer barreras perimetrales de gramíneas y establecer trampas atrayentes de áfidos y mosca blanca.
- Plantas que presenten síntomas iniciales de virus deben ser erradicadas y sacadas de los lotes.
- En campo, programar aplicaciones de hongos antagonistas, incluyendo las micorrizas.
- Ante la presencia de insectos vectores de virus se pueden realizar de hongos biocontroladores o insecticidas de baja categoría toxicológica.
- Si se verifica la presencia de nematodos se debe programar un plan de rotación que incluya las leguminosas y gramíneas.
- Destruir los residuos de cosecha y en todos los casos de manchas foliares se recomienda hacer podas permanentes de ramas enfermas e igualmente su destrucción y sacada del lote. La poda sanitaria disminuye la presión de inóculo

en la planta y cultivo permitiendo un mejor desarrollo de la plantación y menores costos de control, además de reducir el uso de agroquímicos.

- En caso de que se haya reconocido un problema fitosanitario limitante que requiera algún tipo de manejo, se debe contar con la asesoría de una persona técnicamente capacitada antes de implementar cualquier práctica preventiva, de tal manera que se pueda minimizar el impacto negativo de los plaguicidas en el cultivo o en el medio ambiente.
- Se recomienda emplear productos químicos solamente cuando ya no haya más acciones de control.

## Manejo Integrado de Plagas (MIP)

### Conceptos generales sobre los componentes del MIP

El manejo integrado de plagas es una estrategia que involucra componentes como el seguimiento y los controles legal, natural, cultural, mecánico, etológico, biológico y químico:

**Seguimiento.** El fundamento del MIP es el manejo de poblaciones, que necesitan medirse de alguna forma. El seguimiento de estas es una práctica fundamental para determinar si las poblaciones de las plagas o las condiciones para que las poblaciones de las plagas se presenten, ameritan aplicar uno o varios métodos de control.

**Control legal.** El control legal incluye la aplicación de medidas de combate que pueden ser o no de tipo preventivo, pero que siempre están basadas en disposiciones legales. Consiste en el establecimiento de leyes, decretos, normas o disposiciones legales de carácter nacional, departamental y municipal (e incluso a nivel de fincas) encaminadas a evitar la introducción, establecimiento o diseminación de plagas en un país, región o cultivo.

**Control natural.** Es el conjunto de factores que regulan las poblaciones de las plagas y de organismos en general. Todas las poblaciones de insectos se autorregulan naturalmente y muestran, en su mayoría, una estabilidad considerable durante un periodo definido en cualquier ecosistema.

El control natural que se da por la combinación de factores bióticos y abióticos naturales es muy específico a cada especie de insecto y depende de condiciones climáticas favorables, siendo muy susceptible a las intervenciones del hombre, quien en muchas ocasiones es el responsable de su destrucción. El método natural es indispensable para el control racional y rentable de los insectos dañinos, lo que ayuda a reducir las poblaciones de seres perjudiciales reales y se convierte en la base fundamental para la prevención de problemas potenciales.

Los enemigos naturales de los insectos son de los factores más importantes de la protección de cultivos, ya que dependen y se ven afectados por cambios en la densidad de la plaga o de los hospederos (plantas). La eficiencia del control obedece a la capacidad controladora y a la cantidad de enemigos que se encuentren en el medio ambiente; sin embargo, un enemigo natural altamente eficiente no requiere de una densidad de población muy grande para mantener el control del insecto plaga.

**Control cultural.** Consiste en la utilización de las prácticas agrícolas ordinarias o algunas modificaciones de ellas, con el propósito de prevenir el ataque de los insectos, hacer el ambiente menos favorable para su desarrollo, destruirlos o disminuir sus daños. Dichas prácticas deben obedecer a una planificación previa para que su acción perdure y no afecte negativamente la rentabilidad del cultivo.

**Control mecánico.** Es una serie de procedimientos que realiza el hombre para manejar las plagas, tanto a nivel preventivo como curativo. El control mecánico es sencillo, económico cuando no requiere de excesiva mano de obra y compatible con otras técnicas de control. Este control recurre al uso de métodos como la remoción y destrucción manual de insectos y órganos de la planta afectados.

**Control físico.** Consiste en la utilización de algún agente físico como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodo o radiaciones electromagnéticas en intensidades que resulten letales para los insectos. El fundamento del método es que las plagas solamente pueden desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites de los factores físicos ambientales, puesto que más allá de los límites mínimos y máximos las condiciones resultan letales.

**Control etológico.** Es la utilización de métodos para controlar o repeler plagas, basados en el aprovechamiento de las reacciones específicas de comportamiento de los insectos ante elementos atractivos (feromonas, alimentos, colores y la luz) y en

ciertas condiciones que favorecen su desarrollo, como altos niveles de humedad y sustancias y olores que actúan como repelentes. Incluye algunas técnicas como el uso de trampas de luz para la captura de insectos adultos, uso de trampas con feromonas sexuales, uso de cultivos trampas, etc.

**Control biológico.** Es el uso de entes biológicos como enemigos naturales para ejercer control sobre los insectos plaga y se fundamenta en el hecho de que toda plaga en su lugar de origen tiene enemigos naturales, por lo que el hombre debe intervenir para reestablecer nuevamente la armonía ecológica propia de los ecosistemas naturales. Es realizado por el hombre (característica que lo diferencia del control natural), quien introduce o aumenta los enemigos naturales de los insectos plaga para reducir la densidad de población de las plagas.

**Control con extractos vegetales.** Los biopreparados pueden ser utilizados también en el control de plagas o como estimulantes de crecimiento, para lo cual se emplean los extractos de algunas plantas de gran actividad bioquímica como controladores naturales de insectos. Se destacan especies como ruda, albahaca, caléndula, ají, ajo, flor de muerto y diente de león, entre otras.

**Control químico.** El control químico hacia los seres invasores es la represión de sus poblaciones o la prevención de su desarrollo mediante el uso de sustancias químicas insecticidas, los cuales reciben el nombre genérico de pesticidas o plaguicidas. El uso de plaguicidas químicos debe ser justificado y racional, de acuerdo con criterios técnicos basados en seguimientos sistemáticos y teniendo en cuenta los umbrales de daño para cada cultivo (cuando se disponga de ellos), nunca por aplicaciones calendario. Por tanto, se debe contar con una asesoría técnica de personal idóneo en este tema y seguir las recomendaciones de la etiqueta. Es necesario identificar el problema y definir claramente la necesidad o no de un control químico.

### **Desarrollo del plan de manejo integrado de plagas**

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es una herramienta que utiliza todas las técnicas de manejo disponible y las integra en un sistema que permite proteger el medio ambiente y la salud de los trabajadores y garantizar o asegurar la inocuidad del producto final.

En general, son pocos los agricultores que planean un manejo de este tipo y, por el contrario, utilizan el manejo químico como única fuente de control de las plagas.

Entre los problemas asociados a este manejo tradicional se cuentan las aplicaciones indiscriminadas en el proceso de producción, el riesgo de contaminación de la producción con sustancias químicas tóxicas, la generación de resistencia de algunas plagas a los ingredientes activos y el aumento de los costos de producción.

Entre las ventajas de la aplicación de un plan MIP están la posibilidad de acceder a varias opciones para el manejo de una plaga, por lo que la probabilidad de daño va a ser menor, la preservación de la biodiversidad en la unidad productiva y el menor impacto ambiental de las medidas tomadas para el manejo de las plagas, porque se usan menos insumos de síntesis química.

El diseño del MIP debe tener en cuenta el conocimiento anterior del lote, su ubicación, el cultivo y las condiciones climáticas; lo anterior permitirá conformar un paquete de opciones eficaces y apropiadas de manejo para el lote productivo y la plaga que lo afecta.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones tecnológicas que pretenden evitar o reducir el impacto de las principales plagas en el ají topito:

- Se debe desarrollar e implementar un MIP con base en las condiciones ambientales favorables a la presencia de las plagas, el reconocimiento de la dinámica de la plaga (ciclo de vida, grado de infestación), el monitoreo (identificación de focos) y los umbrales económicos.
- A partir de estos datos, se deben identificar las prácticas de manejo preventivas que resultan más eficaces para controlar la plaga que afecta al cultivo.
- Los plaguicidas de síntesis química, deben ser solamente una opción dentro del MIP y se deben aplicar en conjunto con las otras prácticas de manejo determinadas.
- Se debe contar con la asesoría técnica de una persona capacitada para poder implementar este tipo de prácticas.

## Conceptos generales sobre plaguicidas dentro del MIP

Antes de entrar a dar recomendaciones de manejo de los plaguicidas, enmarcados dentro del MIP, se estima conveniente recordar algunos conceptos básicos relacionados con estos productos:

**Plaguicida.** Según la Organización Mundial de la Salud, un plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de sustancias, de carácter orgánico o inorgánico, que está destinada a combatir insectos, ácaros, roedores, y otras especies indeseables de plantas y

animales que son perjudiciales para el hombre o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, producción de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, también aquellos que pueden administrarse a los animales para combatir insectos arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. El término plaguicida incluye también los siguientes tipos de sustancias: reguladores de crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de la fruta y sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha, para proteger el deterioro, durante el almacenamiento y transporte.

### Tipos de plaguicidas según el mecanismo de acción

- De contacto. Actúan por contacto directo. Cáusticos.
- Sistémicos. Actúan traslocándose dentro de la planta. El producto es aplicado al follaje y absorbido por este para ser transportado por el sistema vascular de la planta.
- De inhalación. Actúan a través del sistema respiratorio de la plaga.

### Clasificación de plaguicidas por su toxicidad según la OMS

La OMS ha establecido una clasificación de los riesgos de los plaguicidas según su toxicidad (última versión del 2009), basada en las directivas del GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) de la O.N.U. (Tabla 18) y se refiere en principio a las sustancias activas (grado técnico) de los plaguicidas. Se basa de ordinario en ensayos de toxicidad aguda, subcrónica o crónica (p.ej. DL50 oral o dermal en ratas) en roedores u otros animales de laboratorio. La clasificación de la OMS actualmente en vigor (2009) para plaguicidas es la siguiente:

**Tabla 18.** Clasificación de plaguicidas según la O.M.S. (2009)

Clasificación de la OMS según los riesgos		Peligro	DL50		Color de etiqueta
			Oral (mg/kg)	Dermal (mg/kg)	
<b>Clase I-a</b>	Sumamente peligroso	Muy tóxico	<5	<50	Rojo
<b>Clase I-b</b>	Muy peligroso	Tóxico	5 - 50	50 - 200	Rojo
<b>Clase II</b>	Moderadamente peligroso	Nocivo	50 - 2000	200 - 2000	Amarillo
<b>Clase III</b>	Ligeramente peligroso	Cuidado	>2000	>2000	Azul
<b>Clase IV</b>	Improbable que presente peligro agudo	Cuidado	>5000	>5000	Verde

**Período de carencia:** intervalo de tiempo legalmente establecido, usualmente expresado en días, que debe transcurrir entre la última aplicación de un producto agroquímico y la cosecha o el pastoreo. En las aplicaciones poscosecha, se refiere al intervalo entre la última aplicación y el consumo del producto agropecuario.

**Periodo de reingreso:** intervalo de tiempo que debe transcurrir entre la aplicación de un agroquímico y el ingreso de animales o personas al área o cultivo tratado.

**Límite Máximo de Residuos.** El "límite máximo de residuos" (LMRs) es la cantidad máxima de residuos de determinado plaguicida sobre determinado producto agrícola permitida por la Ley. Es decir, la cantidad que no puede ser sobrepasada para que el producto pueda ser puesto en circulación o comercializado. El LMR es un concepto legal más que toxicológico.

Para la determinación de este límite se siguen dos vías: una toxicológica y otra agronómica. En la primera, lo que se pretende es que la ingestión diaria del residuo considerada no provoque efectos nocivos durante toda una vida, según los conocimientos actuales. Para ello se determina el "nivel sin efecto" (NEL, non effect level) en animales en experimentación, que luego se extrapola al hombre, aplicando grandes coeficientes de seguridad y expresándose como "ingestión diaria admisible" (ADI, acceptable daily intake) y posteriormente, teniendo en cuenta la dieta alimentaria media del país considerado y los alimentos que pueden ser tratados con ese plaguicida, se le aplica un coeficiente o factor alimentario y se obtiene una cifra que representa el nivel permisible de residuos de un plaguicida en un producto vegetal desde el punto de vista toxicológico.

Una vez establecido el máximo nivel toxicológico, que nunca puede superarse, hay que tener en cuenta los residuos que realmente quedan del plaguicida en el momento de la recolección cuando se utiliza en "buena práctica agrícola". Esto se determina por medio de ensayos de campo y, como consecuencia de ello, se obtiene un residuo real en cosecha, que debe ser inferior al nivel toxicológicamente permisible y que es el que se considera para el establecimiento de los LMRs.

Acciones para aminorar los residuos:

- Acción legislativa. Las Autoridades de los distintos países han promulgado LMRs para distintos plaguicidas en diferentes productos, e incluso en ocasiones han prohibido el uso de ciertos plaguicidas.

- Estudios y experiencias. Es imprescindible, para actuar sobre este problema de forma racional y con conocimiento de causa, estudiar por medio de ensayos el comportamiento de los plaguicidas. En esta línea se trabaja, con el fin de conocer el comportamiento post-tratamiento y las curvas de degradación de los principales productos plaguicidas recomendados y utilizados en los cultivos más importantes y así poder dar orientaciones válidas a los agricultores.
- Controles y análisis sistemáticos. La Administración, en su misión de velar por la Salud Pública, debe vigilar el cumplimiento de la normativa existente sobre residuos plaguicidas en los alimentos, realizando controles sistemáticos de los productos vegetales en los mercados o centrales de comercialización.
- Por otro lado, las autoridades en cada país realizan controles y prospecciones para evitar la importación de productos que presenten residuos superiores a los LMRs fijados.
- Acción divulgativa (charlas, publicaciones y avisos).

Normalmente se presentan problemas de residuos cuando:

- Se aplican productos no autorizados sobre el cultivo.
- Se sobrepasan las dosis recomendadas.
- No se respeta el plazo de seguridad entre tratamiento y recolección.

**Niveles críticos (umbrales de acción):** la filosofía del MIP tiene como una de sus finalidades racionalizar el uso de los productos para la protección de cultivos (plaguicidas). Por tal motivo, se ha desarrollado la técnica del nivel crítico (umbrales de acción), una regla de decisión para un control económicamente eficiente de la plaga. La aplicación del control de la plaga se hace cuando la población de esta sobrepasa el nivel crítico.

El concepto en general es soportar la presencia de la plaga hasta el punto de que dicha plaga cause suficiente daño para que el beneficio marginal de su control justifique el costo de este control. El nivel crítico será entonces el nivel mínimo de la población, donde el beneficio marginal del control es igual al costo marginal del mismo.

La definición del nivel crítico se aproxima a lo que se llama "niveles de daño económico". Los niveles críticos (umbrales de acción) son expresados como densidades absolutas (ejemplo, un promedio de 25 crisomélidos por metro lineal),

densidades relativas (ejemplo, 15 loritos verdes por golpe de la red) y como estimados de daño (ejemplo, porcentaje de frutos dañados).

## Avances de investigación del 2013 en el cultivo ají topito. Contaminación por residuos químicos y microbiológicos. Problemas fitosanitarios

**MACROPROYECTO:** Desarrollo y vinculación de tecnologías para los modelos agronómicos de producción limpia de hortalizas en las regiones Andina y Caribe de Colombia

**PRODUCTO PARCIAL 2013:** Ficha de caracterización de la problemática (Línea de contaminantes físicos, químicos y biológicos) Berenjena - Ají.

**Objetivo General:** Obtener modelos de producción sostenibles con garantías de inocuidad en sistemas hortícolas: Berenjena y Ají.

**Objetivo específico:** Identificar los modelos productivos existentes en berenjena y Ají topito con énfasis en BPA, que permitan tener una línea base para el diseño de un modelo productivo con garantías de inocuidad en sistemas hortícolas.

### Actividades programadas:

- Determinación de la Línea Base de los contaminantes Físicos, Químicos y Biológicos (LMR) en Berenjena y Ají topito en Córdoba y Sucre.
- Caracterización de barreras vivas para berenjena y caracterización de problemas fitosanitarios en ají topito

### Resultados

#### Actividad 1:

En el Caribe húmedo (Córdoba y Sucre), los cultivos de berenjena y ají topito sembrados en el semestre B coinciden con la siembra de 20.000 Ha de algodón, cultivos que es afectado por *Bemisia tabaci*, *Spodoptera* spp. *Thrips palmi*, Diabroticas, Ácaros y Áfidos, plagas comunes en las hortalizas mencionadas, lo que conlleva a los agricultores a utilizar los mismos grupos de agroquímico para el control sin monitoreo previo y sin respetar los periodos de carencia después de cada

recolección semanal de frutos, induciendo explosiones poblacionales de insectos, que requieren múltiples aplicaciones de diferentes pesticidas con el riesgos de residuos químicos como contaminantes en el producto final y con posibles contaminantes biológicos por microorganismo como *Escherichia coli* y *Salmonella* sp ya que son colectados manualmente, sin prácticas de sanitización y no cuentan con un análisis formal de un laboratorio certificado. Este proyecto permitió coleccionar muestras de Berenjena y Ají topito en los lotes de los agricultores de acuerdo con el protocolo: PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS ENTERAS. CORPOICA, Centro de Biotecnología y Bioindustria – CBB. Grupo de determinación de línea base de Límite Máximo de Residuos y contaminantes Microbiológicos, ajustado al cultivo berenjena y ají topito.

Con la finalidad de poder determinar que tanta residualidad de productos químicos y microorganismos llegan al consumidor después de cosechados los frutos en campo en el Departamento de Córdoba y Sucre (figura 78).



**Figura 78.** Toma de muestras de berenjena y ají topito para el análisis de Límite Máximo de Residuo (LMR) y contaminantes microbiológicos en el cultivo de berenjena y ají en los Departamento de Córdoba y Sucre

De los resultados obtenidos del análisis del Límite Máximo de Residuos (LMR) de 39 muestras colectadas de berenjena y ají el 17.94% presentó contaminación por químico. Para el Departamento de Córdoba el análisis arrojó residualidad de los siguientes químicos: Cypermethrin, Carbendazim (Bcm), Dimethoate y Tetradifon. y para el Departamento de Sucre el residuo de químico encontrado fue Dimethoate. Con respecto a los resultados del análisis Microbiológico el 23.07% de las muestras analizadas presentaron contaminación por *Escherichia coli*. Donde el 17.39% corresponde al Departamento de Córdoba (ver tabla 19). y el 21.73% a Sucre. Es

importante resaltar que los productos Carbendazin (Belico) y Dimetoato (Roxión) están prohibidos por la OMS por sus efectos en la salud humana.

**Tabla 19.** Resultados Límite Máximo de Residuos (total de muestras colectadas, enviadas y analizadas, 39).

Certificado Análisis	13/000767	13/001206	13/000769	13/000838	13/000773	13/000840
Cultivo	Ají dulce	Ají dulce	Berenjena	Ají dulce	Berenjena	Ají dulce
Depto.	Córdoba	Córdoba	Córdoba	Córdoba	Córdoba	Sucre
Municipio	El ébano	Lorica	Cerete	Cerete	San Bernardo del viento	Ovejas
Vereda	Armenia arriba	Puerto Eugenio	La ceibita / carolina	La pozona	Los platanales – mercedes	Ciudad ovejas
Producto	Cypermethrin	Carbendazim (bcm)	Dimethoate -total	Tetradifon	Dimethoate -total	Dimethoate -total
Cantidad	<b>0,91</b>	<b>0,59</b>	<b>0,076</b>	<b>0,064</b>	<b>0,094</b>	<b>1,1</b>
Tolerancia	0,5	0,1	0,02	0,01	0,02	0,02
Observación				Aplicación hace 15 días		
Riesgo	Alarma	Alarma	Alarma	Alarma	Alarma	Alarma

**Tabla 20.** Resultados Análisis Microbiológico de muestras de berenjena y ají topito en Córdoba (total de muestras colectadas, enviadas y analizadas, 20).

No. de muestra/ Depto	Resultados <i>Salmonella</i> sp.	Tolerancia <i>Salmonella</i> sp.	Resultados <i>Escherichia coli</i>		Tolerancia <i>Escherichia coli</i>	Resultados Coliformes
AJ006 Córdoba	Ausencia/ 25g	Ausencia/25g	<b>2200 UFC/g</b>	<b>Presencia</b>	100 - 1000 UFC/g	127000 UFC/g
	Ausencia/ 25g					
	Ausencia/ 25g					
BE009 Córdoba	Ausencia/ 25g	Ausencia/25g	<b>620 UFC/g</b>	<b>Presencia</b>	100 - 1000 UFC/g	1390 UFC/g
	Ausencia/ 25g					
	Ausencia/ 25g					
BE011 Córdoba	Ausencia/ 25g	Ausencia/25g	<b>1100 UFC/g</b>	<b>Presencia</b>	100 - 1000 UFC/g	1170000 UFC/g
	Ausencia/ 25g					
	Ausencia/ 25g					
BE019 Córdoba	Ausencia/ 25g	Ausencia/25g	<b>510 UFC/g</b>	<b>Presencia</b>	100 - 1000 UFC/g	8400 UFC/g
	Ausencia/ 25g					
	Ausencia/ 25g					

**AJ:** Ají topito **BE:** Berenjena

**Tabla 21.** Resultados Análisis Microbiológico de muestras de berenjena y ají topito en Sucre (total de muestras colectadas, enviadas y analizadas, 19).

No. de muestra/ Depto	Resultados <i>Salmonella</i> sp.	Tolerancia <i>Salmonella</i> sp.	Resultados <i>Escherichia coli</i>		Tolerancia <i>Escherichia coli</i>	Resultados Coliformes
BE021 Sucre	Ausencia/ 25g	Ausencia/25g	80 UFC/g	Presencia	100 - 1000 UFC/g	390 UFC/g
AJ043 Sucre			320000 UFC/g	Presencia	100 - 1000 UFC/g	7600000 UFC/g
BE045 Sucre			19000 UFC/g	Presencia	100 - 1000 UFC/g	47000 UFC/g
AJ111 Sucre			7700 UFC/g	Presencia	100 - 1000 UFC/g	86000 UFC/g

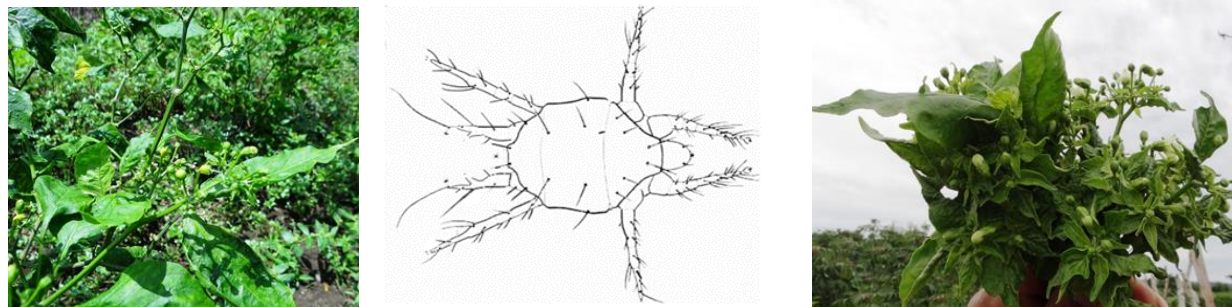
## Actividad 2

**Cultivo de ají:** Los problemas fitosanitarios más relevantes encontrados fueron:

- **Daño por Ácaro Blanco (*Polyphagotarsonemus latus*)**

El ácaro blanco causa reducción del 54% al 65% de los rendimientos (figura 79). No hay efectos de los acaricidas cuándo las plantas son tratadas al inicio de la proliferación de flores duplicándose el daño a flores por ser un daño viejo, la proliferación de flores es una respuesta hormonal de la planta a la toxina de los ácaros que se alimentan en el terminal induciendo proliferación de yemas florales, por lo tanto, la aplicaciones solo con azufre debe ser adecuadas desde la etapa de semillero y después del trasplante. Resultados de Thomas R, 2010 muestran que este ácaro induce la proliferación de flores en plantas de pimentón.

El control químico de ácaros es tardío cuando son visibles los síntomas de proliferación de botones y hojas pequeñas arrugadas del cogollo, porque este es un daño viejo. El acaro blanco debe ser monitoreado desde el semillero, y en el envés de las hojas medianas (coloración parduzca) antes de que se formen los meristemas que dan inicio a la etapa reproductiva.



**Figura 79.** Daño viejo de Ácaro Blanco *Polyphagotarsonemus latus* en plantas de ají dulce.

- **Daño por la bacteria *Xanthomonas* sp.**

Causa amarillamiento, manchas pardas y defoliación en las hojas bajas y del tercio medio (figura 73), siendo favorecida por la precipitación continua afectando el aspecto y la producción de las plantas, es una enfermedad que se disemina inicialmente en la semilla. El daño por *Xanthomonas* es conocida como la "Churrusca" por los ajiceros del Sinú medio. Debe prevenirse controlando la bacteria dentro y fuera de la semilla. No se debe coleccionar frutos para semilla en plantaciones comerciales.



**Figura 80.** "Churrusca" agente causal bacteria (*Xanthomonas* sp.) de acuerdo con el ICA.

- **Daño por *Symmetrischema* sp. Microlepidóptero, familia Gelechiidae**

Este insecto o polilla es el causante del derrame de botones florales y flores del ají dulce. Los síntomas son plantas bien desarrolladas, pero sin frutos, botones de aspecto quemado, botones con perforaciones por donde entra la larva y sale el adulto (figura 81). Esta plaga cuenta con una maleza hospedera "Topotoropo" (*Physalis* sp.) (figura 81).



**Figura 81.** Daño por *Symmetrischema sp* y Topotoropo, *Physalis sp.* Hospedero

## Recomendaciones para el uso de plaguicidas dentro del MIP

Actualmente, un alto porcentaje de los productores elige el plaguicida que va a emplear sin ningún criterio técnico, y sin tener en cuenta el tipo de plaga, el nivel de daño y las condiciones climáticas del lote productivo.

El uso indiscriminado de plaguicidas, en altas dosis y en épocas cercanas a la cosecha es tal vez uno de los mayores problemas de la producción de ajíes. La toma de conciencia de los productores acerca del problema debe ser la base fundamental en la implementación de un programa de Buenas Prácticas Agrícolas, para ello, se deben atender las siguientes recomendaciones:

- Se debe tener un listado de los plaguicidas registrados ante el ICA, cuyo empleo está permitido en Colombia. La tabla 12 muestra a manera de ejemplo, el listado actualizado a noviembre de 2013 de los plaguicidas aprobados por el ICA para su uso en Colombia en especies del género *Capsicum*, con los correspondientes número y fecha de registro, nombres comerciales, ingredientes activos, concentración, tipo de formulación, categoría toxicológica, uso específico (fungicida, insecticida, acaricida, etc.), nombre de la empresa a la que se aprobó el registro, país de origen del producto formulado y listado de otros cultivos para los cuales fue aprobado el mismo producto. En la página web del ICA (<http://www.ica.gov.co>) se encuentra disponible el listado completo de plaguicidas registrados para uso en Colombia en los diferentes cultivos, además de un listado de los productos que se han prohibido por su alta peligrosidad y riesgos para la salud humana.
- A partir del listado de productos permitidos se deben identificar los plaguicidas más adecuados para los problemas de la unidad productiva e incluirlos dentro del plan de Manejo Integrado de Plagas.
- Los plaguicidas que se vayan a utilizar deben ser de categorías toxicológicas III y IV, exclusivamente; además, su uso debe estar orientado por el criterio técnico de una persona capacitada.
- Dentro del MIP se debe contar con un plan de uso de plaguicidas con base en la rotación de ingredientes activos, en especial para los problemas causados por las plagas más comunes y limitantes de un cultivo, procurando al máximo evitar que éstas generen resistencia a los productos.
- Se deben utilizar productos específicos para la plaga que afecta al cultivo, así se consigue un mínimo efecto sobre las poblaciones benéficas y los enemigos naturales.
- Los productos deben mantenerse en su envase original y conservar la etiqueta. Además; para su utilización deben seguirse estrictamente las recomendaciones dictadas por el fabricante (por ejemplo, la dosis correcta y el tiempo de carencia).

Reg. Nal ICA no.	Fecha otorgado registro y n° resolución	Fecha modificación registro y n° resolución	Nombre comercial	Nombre empresa	Ingrediente activo	Concentración	Categoría toxicológica	Uso específico	Tipo for.	País de origen del producto formulado	Cultivo
0095	03-03-2005 / 0542	16/11/2007 /3017 25-07-2012 / 2283 15-07-2013/ 3165	Carbendazim 500 SC phytocare	Phytocare S.A.S	Carbendazim	500 g/L	III	Fungicida	SC	China	Banano, arroz, uchuva, lulo, ají, pimentón, berenjena, ají dulce, tomate.
0315	26-03-2007/ 0756 29-08-2012 / 2840	29-03-2011 / 1520 29-08-2012 / 2840	Seizer® 8 SC	Proficol andina B.V sucursal Colombia	Bifentrina	80 g/L	II	Insecticida - acaricida	SC	Israel Colombia	Rosa, papaya, tomate, ornamentales, pastos, uchuva, tomate de árbol, lulo, ajíes
0313	05-03-2007 / 0501	18-11-2011 / 4364 06-05-2013/ 2049	Proteus® OD	BAYER S.A	Thiacloprid + deltametrina	150 g/L 20 g/L	II	Insecticida	OD	Alemania Francia Colombia	arroz, papa, pasto, tomate, algodón, tomate de árbol, pasifloráceas (granadilla, gulupa, maracuyá), ají, lulo, pimentón
0702	10-03-2010 / 0983	05-05-2011 /1898. 01-06-2012/ 1629	Quimera® 500 SC	Proficol andina B.V sucursal Colombia	Iprodione	500 g/L	III	Fungicida	SC	Israel Colombia	Ornamentales (rosa), tomate, uchuva, lulo, berenjena, pimentón, ajíes y tomate de árbol.
0095	03-03-2005 / 0542	16/11/2007 /3017 25-07-2012 / 2283 15-07-2013/ 3165	Carbendazim 500 sc phytocare	Phytocare S.A.S	Carbendazim	500 g/L	III	Fungicida	SC	China	Banano, arroz, uchuva, lulo, ají, pimentón, berenjena, ají dulce, tomate
0313	05-03-2007 / 0501	18-11-2011 / 436406-05-2013/ 2049	Proteus® OD	Bayer S.A	Thiacloprid + deltametrina	150 g/L20 g/L	II	Insecticida	OD	Alemania Francia Colombia	Arroz, papa, pasto, tomate, algodón, tomate de árbol, pasifloráceas (granadilla, gulupa, maracuyá), ají lulo, pimentón
0313	05-03-2007 / 0501	18-11-2011 / 436406-05-2013/ 2049	Proteus® OD	Bayer S.A	Thiacloprid + deltametrina	150 g/L20 g/L	II	Insecticida	OD	Alemania Francia Colombia	Arroz, papa, pasto, tomate, algodón, tomate de árbol, pasifloráceas (granadilla, gulupa, maracuyá), ají lulo, pimentón
0315	26-03-2007/ 0756 29-08-2012 / 2840	29-03-2011 / 1520 29-08-2012 / 2840	Seizer® 8 SC	Proficol andina B.V sucursal Colombia	Bifentrina	80 g/L	II	Insecticida - acaricida	SC	Israel Colombia	Rosa, papaya, tomate, ornamentales, pastos, uchuva, tomate de árbol, lulo, ajíes

Continúa

Continuación											
0702	10-03-2010 / 0983	05-05-2011 / 1898. 01-06-2012 / 1629	Quimera® 500 SC	Proficol andina B.V sucursal Colombia	Iprodione	500 g/L	III	Fungicida	SC	Israel Colombia	Ornamentales (rosa), tomate, uchuva, lulo, berenjena, pimentón, ajíes y tomate de árbol.
0728	29-04-2010 / 1523	25-02-2011 / 1077, 7-6-2012	Divino®250 EC	Proficol andina B.V sucursal Colombia	Difenoconazole	250 g/L	III	Fungicida	EC	Israel colombia	tomate de árbol, rosas, clavel, frijol, tomate, lulo, berenjena, pimentón, ajíes, uchuva, cultivos anuales y pasturas, cultivos perennes, plátano, banano, café, palma africana, cítricos y otros frutales, áreas no cultivadas
0795	19-10-2010 / 3317	03-10-2012 / 3711	Riza® 25 EW	Cheminova agro de Colombia S.A	Tebuconazole	250 g/L	III	Fungicida	EW	Dinamarca	Arroz, tomate,cebolla bulbo, banano, uchuva, lulo, ají, pimentón, berenjena, ají dulce, cebolla larga, cebollín, puerro
0809	05-11-2010 / 3505	23-09-2011 / 3805 31-05-2012 1627 28-08-2012 / 2816 04-03-2013 / 1209 11-04-2013 / 1748	NILO® 300 SC	Proficol andina B.V sucursal Colombia	Imidacloprid bifentrina	250 g/L 50 g/L	II	Insecticida	SC	Israel colombia	Pastos, arroz, tomate, papa, algodón, cebolla de bulbo, palma de aceite, frijol, aguacate, uchuva, berenjena, ají dulce, ají, lulo, tomate de árbol, pimentón, cebolla larga, cebollines, puerro, ornamentales, rosa
0809	05-11-2010 / 3505	23-09-2011 / 3805 31-05-2012 1627 28-08-2012 / 2816 04-03-2013 / 1209 11-04-2013 / 1748	NILO® 300 SC	Proficol andina B.V sucursal Colombia	Imidacloprid bifentrina	250 g/L 50 g/L	II	Insecticida	SC	Israel colombia	Pastos, arroz, tomate, papa, algodón, cebolla de bulbo, palma de aceite, frijol, aguacate, uchuva, berenjena, ají dulce, ají, lulo, tomate de árbol, pimentón, cebolla larga, cebollines, puerro, ornamentales, rosa

Continúa

Continuación											
0899	10-05-2011/ 1990	08-06-12/ 1711	GRIZLY® 205 SC	Proficol andina B.V sucursal Colombia	Imidacloprid novalucron	175 g/L 30g/L	II	Insecticida	SC	Colombia israel	Tomate, berenjena, tomate de árbol, uchuva, lulo y ajíes.
0904	20-05-2011/ 2279	01-02-2012 / 209 19-06-2013 / 2686	Azimet®320 SC	Proficol andina B.V sucursal Colombia	Azoxystrobin tebuconazole	120 g/L 200 g/L	II	Fungicida	SC	Israel colombia	Clavel, arroz, algodón, cebolla bulbo, cebolla larga, cebollín, puerro, café, frijol, maíz, papaya, zanahoria, tomate, uchuva, lulo, pimentón, ají, ají dulce, berenjena y rosa
0917	30-12-2011/ 5449	15-08-2012 / 2611	Rimon 10 EC	Proficol andina b.v sucursal Colombia	Novaluron	100 g/L	II	Insecticida	EC	Israel	Tomate, sorgo, menta, palma, algodón, café, uchuva, lulo, tomate de árbol, berenjena, ají y palma
0995	09-12-2011/ 4777	10-12-2012 / 5349 30-01-2013 / 334 11-04-2013/ 1754 30-04-2013 / 2014	Authority® 250 SC	Cheminova agro de Colombia s.a	Flutriafol azoxystrobin	125 g/L 125 g/L	III	Fungicida	SC	Dinamarca india	Banano, arroz, tomate, uchuva, lulo, tomate de árbol, ají chile, pimentón, berenjena, ají dulce, rosa, ornamentales, soya, café
1069	11-05-2012/ 1283	30-5-2012/1600 20-05-2013/ 2188	Folpan®80 WP	Proficol andina b.v sucursal Colombia	Folpet	800 g/kg	III	Fungicida	WP	Colombia	cebolla bulbo, papa, rosa, uchuva, cebolla larga, puerro, cebollín, pimentón, ají
1173	04-10-2012/ 3760	03-11-2012/ 5272	Metropol®SC	Hanseandina limitada	Azoxystrobin flutriafol	200 g/L 125 g/L	III	Fungicida	SC	Hong kong china	Soya, arroz, rosas, tomate, uchuva, lulo, tomate de árbol ají

## Manejo de barreras vivas como componente del plan de MIP

La probabilidad de tener en la parcela problemas de contaminación cruzada puede ser alta, sobre todo en zonas de concentración productiva donde las áreas de producción son pequeñas y las prácticas empleadas por los vecinos pueden afectar directa o indirectamente el cultivo al que se aplican las Buenas Prácticas Agrícolas.

Se debe realizar una evaluación para conocer el potencial contaminante externo y, dependiendo de ésta, se deben construir barreras vivas que permitan minimizar la contaminación. Entre los posibles riesgos se encuentran las aplicaciones indiscriminadas de insumos agroquímicos y el paso de ganado.

Las barreras vivas se convierten en hospederos de enemigos naturales de las poblaciones de plagas; por tal razón, su implementación también puede realizarse al interior de los lotes productivos. La siembra de líneas de maíz en los bordes y al centro del campo atraen insectos como *Chrysoperla* (crisopa) o Coccinélidos (mariquitas), que son depredadores de pulgones y larvas pequeñas. El frijol, por otro lado, es una buena planta indicadora de mosca blanca y puede actuar como planta trampa.

## Recomendaciones para la trazabilidad y los registros en el establecimiento y desarrollo del cultivo de ají topito

La identificación del origen y la procedencia de un producto son de primera importancia para la protección de los consumidores y es un complemento de las políticas de calidad planteadas para llevar a cabo la administración de un cultivo, pues permite determinar la responsabilidad de cualquier incidente que ponga en riesgo la inocuidad alimentaria y evitar que vuelva a ocurrir. La información que se obtiene mediante un sistema de trazabilidad y registro ayuda a identificar y corregir el peligro y a evitar la contaminación de otros productos u operaciones agrícolas.

La trazabilidad de los productos se basa en dos factores claves: la correcta codificación de lotes de producción y el diligenciamiento adecuado de los registros de producción y control de calidad de cada lote.

A manera de ejemplo, se indican las siguientes buenas prácticas para la identificación y la trazabilidad.

- Conocer los lotes de los insumos que fueron utilizados durante la producción de un cultivo y la fuente de la que se obtuvieron (registros de los agroquímicos empleados).
- Conocer el lugar donde un cultivo se produce (mapas de cultivos).
- Conocer la fuente de la cual se obtuvo el agua.
- Poseer documentos que indiquen la fuente de un producto y un mecanismo para marcarlo o identificarlo, de forma que idealmente se pueda rastrear el producto desde el lugar de cultivo hasta que llegue al consumidor (fecha de recolección, identificación de la finca y del producto, etc.).

El uso de un libro de campo, donde se deposita toda la información de los procedimientos que se realizan en un cultivo es una herramienta útil para la obtención de la trazabilidad en un proceso productivo de hortalizas (apoyado en formatos que se diseñan para tal fin) y le permite al productor o al responsable del cultivo manejar la información bajo un modelo bastante sencillo. En el libro de campo se deben describir las actividades que diariamente se desarrollan. Este libro tiene que estar disponible en la unidad productiva todo el tiempo. El libro debe manejarse de forma ordenada y legible, procurando que la información allí contenida sea de fácil entendimiento y que permita a la persona responsable del cultivo tomar decisiones con base en datos históricos.

## Capítulo XI

# Manejo de cosecha y poscosecha del ají topito

## Proceso de cosecha del ají topito

En las zonas productoras de la Costa Caribe, es común ver que los agricultores no llevan un adecuado proceso de cosecha, de acuerdo con las normas exigidas en este proceso, lo que les ocasiona pérdidas del producto y por ende disminución de sus ganancias. Por esta razón, se incluyen las siguientes consideraciones en el proceso para tenerlas presentes en el modelo productivo del cultivo del Ají Topito, teniendo en cuenta que las operaciones de recolección y acondicionamiento de los frutos pueden afectar negativamente la calidad que se ha obtenido durante cada una de las etapas anteriores del proceso productivo si no se implementan prácticas adecuadas de manejo.

### Características del fruto a la cosecha.

El criterio de recolección de un fruto es determinante en el éxito de su manipulación, transporte y comercialización. Frutos inmaduros en la recolección dará escasa calidad. A su vez frutos recolectados en estado avanzado de maduración perjudica la vida en estantería y disminuye las opciones de industrialización. Índices estandarizados para la recolección facilitan al agricultor la determinación del momento oportuno para realizar la cosecha. Los índices de recolección son de diversa índole, por ello se pueden seleccionar un conjunto de 2 ó 3 que sean complementarios. Estos pueden ser de varios tipos: físicos, químicos y fisiológicos, los cuales deben ser confiables.

Las categorías de los índices de recolección son:

**Físicos.** Hacen referencia a características físicas de los productos como el color, la textura, la forma, el peso, la densidad o la masa seca. La firmeza en el momento de la recolección se mide con un medidor de textura y el cambio de color con un colorímetro.

**Químicos.** Los índices químicos de recolección se refieren a los cambios que tienen los componentes como, sólidos solubles totales (SST), azúcares, ácidos orgánicos, variaciones en pH, etc. Los sólidos solubles totales pueden medirse en el campo con un refractómetro y la unidad en la que se reportan son grados Brix. Los grados Brix

se encuentran asociados a los contenidos de sacarosa principalmente, aunque no son una medida directa de ella. El pH del fruto puede ser medido directamente en el campo, en algunos frutos el pH aumenta durante la maduración, sin embargo, esto no se da en todos los frutos.

Otros indicadores de recolección se miden en laboratorio y en algunos casos son muy precisos, pero requieren de equipos e infraestructura más compleja, como la cromatografía líquida de alta eficiencia, para determinar no sólo el contenido de azúcares y ácidos, sino cuales constituyen los predominantes en los frutos, así como la capsaicina.

**Fisiológicos** parámetros relacionados con la actividad fisiológica del producto (respiración o la emisión del etileno). Su medición no se hace directamente en el campo.

El ají puede ser cosechado manualmente, las prácticas tradicionales indican que el ají tiene que ser cosechado retirando el fruto con 50% de cambio de coloración utilizando una leve tracción del fruto con pedúnculo de la planta. Se recomienda, sin embargo, realizar el uso de tijeras podadoras, para evitar el desgarramiento del fruto ya que la operación de separación manual causa heridas. Las heridas son indeseables desde todo punto de vista en el producto, tanto para su consumo fresco, como para su transformación. En este último caso, si el producto se va a procesar, las heridas pueden ser canal de entrada de patógenos que posteriormente van a alterar la calidad del producto terminado, para deshidratado o conserva. No se recomienda la recolección de frutos de ají, o cualquier otra hortaliza, bajo la lluvia o en horas de medio día. En el primer caso existe la posibilidad de causar daños en la planta y el producto húmedo tiene una mayor respiración y se deteriora más rápidamente. En el segundo caso, la deshidratación de la planta afecta el cultivo y el fruto tiene una alta actividad respiratoria con lo cual hay mayores pérdidas.

El mercado del ají topito es básicamente regional en la actualidad y se comercializa en fresco, adicionalmente su mercado no exige muchas características organolépticas, es decir que indicadores como grados brix, alternancia entre otros, no aplican para el mercado de este producto.

## Madurez de Cosecha

La determinación exacta de la madurez de los frutos de ají para cosecha es difícil. En general estos son cosechados en diferentes grados de madurez habiendo frutos recolectados en estado algo inmaduro. De esta manera, la cosecha de frutos de ají de diferente madurez algunas veces es un problema común, aunque los frutos cosechados con coloración verde son altamente demandados en los mercados locales. En la mayoría de los casos la tasa de maduración de frutos de capsicum está normalmente basada en evaluaciones subjetivas de color visual, tamaño, presión de la mano para evaluar firmeza o días después de la anthesis. Si los frutos seleccionados son inmaduros, pueden no desarrollar un sabor agradable al madurar. Sin embargo, determinando la maduración óptima se beneficiará tanto el consumidor como el cultivador.

Para la recolección del Ají Topito en la región Caribe, se tiene en cuenta las características que exige el mercado, el cual prefiere frutos de coloración verde, con la piel tersa, brillo específico y que al tocar deben estar duros. Estas características corresponden al grado de "madurez técnica", en la cual los frutos han terminado su crecimiento y están completamente desarrollados (figura 82). En este estado los frutos se reconocen también porque aceptan cierta presión sin deformarse. Los ajíes como el topito que se cosechan en este estado presentan mayores rendimientos.



**Figura 82.** Características de frutos de ají topito con grado de madurez técnica y los tamaños acordes a las preferencias actuales del mercado.

Los ajíes maduros fisiológicamente, ya sea con una coloración desuniforme verde-rojizos o completamente rojos, no son apetecidos por el mercado y se consideran como rechazo. (figura 83).



**Figura 83.** Muestra de frutos de ají topito con características que no corresponden a las preferencias actuales del mercado.

### Proceso de cosecha

Las prácticas de recolección que tradicionalmente realizan los agricultores productores de Ají, por lo general presentan vacíos que afectan las características finales de los frutos. (figura 84).



**Figura 84.** Secuencia gráfica del proceso de recolección deficiente que normalmente llevan a cabo los productores

Es una práctica generalizada cosechar los frutos manualmente, dejándoles el pedúnculo, lo cual los hace propensos a un deterioro más rápido por pudriciones cuando los productos se expenden en los supermercados. Entre los aspectos que representan riesgos de contaminación para los frutos se destacan el contacto directo de este con el suelo, el uso de utensilios y recipientes no adecuados. Es muy común ver que los agricultores reciclen cualquier caneca o recipiente, para utilizarlos en la recolección, y muchas veces, estos recipientes originalmente contenían plaguicidas u otros productos que podrían representar un riesgo para la salud. De igual manera, el lavado que hacen a los recipientes es muy deficiente.

Se debe recordar que en la producción de Ají Topito es importante un buen manejo de labores de cosecha, ya que es un proceso dentro del modelo productivo que incide en la vida productiva de la planta.

Para la cosecha del Ají Topito, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Al momento de la cosecha se realiza una preselección, rechazando los frutos que presenten daños por plaga, enfermedades, deformes, frutos deshidratados, daños mecánicos, exceso de cicatrices secas en la piel ocasionados por el viento cuando mueve las hojas, daños por la cosecha, quemaduras por sol, frutos excesivamente grandes, etc. Estas frutas se dejan en el campo para su recolección posterior.
- Separación de la planta. Los frutos deben separarse de la planta con herramientas como cuchillos pequeños, tijeras y de ser necesario, con la mano, siempre tomando medidas para que no se rompan las ramificaciones de la planta, y cerciorándose de cortar el pedúnculo a los frutos. Bajo ninguna circunstancia es aceptable simplemente arrancar la fruta de la planta con la mano. Diferentes problemas pueden ser ocasionados con esta práctica, desde problemas de pérdida de agua, infecciones fungosas secundarias y posible daño mecánico que se puede causar a otras frutas.
- Se deben recoger los frutos en baldes plásticos que impidan el contacto directo del producto con el suelo, así como evitar ocasionar daños mecánicos durante la cosecha, lo que ocasiona disminución en la producción por manipulación indebida del proceso de cosecha por el peso y compresión al llenar excesivamente los sacos y empaques del producto en el campo.
- Los utensilios y recipientes que se vayan a utilizar deben estar lavados para disminuir el riesgo potencial de contaminación químico o biológico. Una vez se llenen los baldes, se procede a vaciar su contenido en canastillas plásticas para su traslado a la zona de poscosecha. (figura 85).

- La cosecha debe realizarse preferiblemente en las horas de la mañana para evitar la pérdida por deshidratación del fruto; luego los frutos deben trasladarse rápidamente a un lugar fresco para evitar su deshidratación.



**Figura 85.** Secuencia gráfica de un adecuado proceso de recolección de frutos en el campo.

### Duración de la cosecha.

Como ya se mencionó, el Ají Topito es considerado como semiperenne de acuerdo con su manejo, por esta razón la duración de la cosecha varía de acuerdo a la zona donde se cultive.

El ají topito es de producción continua, empezando a los 60-70 días después de la siembra hasta 1 año o año y medio, la cosecha puede realizarse semanal o quincenal de acuerdo con la situación del mercado y el estado de desarrollo del cultivo.

### Empaque de la cosecha.

Los ajíes necesitan ser empacados para mejorar las condiciones de la etapa de transporte, disminuyendo al mínimo la posibilidad de deterioro por daños mecánicos. En la actualidad los agricultores de ají topito de la Costa utilizan baldes plásticos para la recolección y luego realizan el empaque de los frutos cosechados en sacos de fique tres rayas, sin ningún proceso poscosecha previo. (figura 86).



**Figura 86.** Detalle de la práctica tradicional del llenado de sacos de fique con el producto recolectado en campo.

Las actividades de preselección y empaque en el campo (para el transporte local) se deben hacer en mesas de clasificación para minimizar el daño mecánico en la clasificación y también para mejorar la productividad y selección de los frutos. Bajo ninguna circunstancia estas actividades deben ser llevadas a cabo en el suelo en bultos o a pleno sol.

Como recomendación técnica, se mantiene el uso de baldes para la cosecha y, para para sacar el fruto del campo, es preferible utilizar canastillas plásticas porque facilitan el transporte, limitan los riesgos de daño mecánico del producto y facilitan las operaciones poscosecha. Sin embargo, la opción de empaque estará determinada por las exigencias del mercado.

Para contribuir al buen proceso de cosecha y poscosecha, se deben seguir las siguientes recomendaciones en cuanto al manejo de empaques:

- Deben ser almacenados correctamente, evitando al máximo su contaminación, protegiéndolos de las condiciones externas.
- No deben ser reutilizados, ya que esta operación incrementa el riesgo de contaminación.
- Los recipientes de recolección deben ser de preferencia de uso exclusivo para los procesos de cosecha del Ají Topito. En caso de utilizar los recipientes en diferentes labores, éstos deben ser lavados y desinfectados antes de ser usados durante la recolección.

## Postcosecha

Los procesos postcosecha son todas aquellas prácticas que se realizan desde la recolección del producto hasta el momento antes de que lo adquiera el consumidor final; sus objetivos son garantizar la inocuidad y asegurar la calidad final del producto.

Los Ajíes cosechados son organismos vivos en los cuales se presenta una actividad metabólica elevada propia de los tejidos vegetales inmaduros, en donde, las altas tasas de respiración y de transpiración y la alta susceptibilidad a plagas pueden afectar negativamente la calidad de los productos. Se debe tener en cuenta que el ají es un producto no climatérico.

## Manejo actual de la poscosecha por los agricultores de las zonas productoras

Para el caso del ají topito se presenta una situación particular en cuanto a los requerimientos de calidad del mercado, ya que a nivel local, existe poca exigencia del mercado y el concepto tradicional de calidad referido casi exclusivamente a la apariencia del producto no ha motivado a los productores de ajíes a realizar grandes innovaciones en tecnologías de postcosecha o a implementar novedosas prácticas que permitan asegurar la calidad y la inocuidad en el último proceso de la cadena de producción.

Como se mencionó previamente, los agricultores comúnmente empaican los frutos cosechados en sacos, sin un verdadero proceso poscosecha previo, y una vez llenos los sacos los amontonan bajo la sombra de árboles cercanos al lote o en alguna área de la casa del agricultor, sin las especificaciones técnicas para una adecuada poscosecha. (figura 87). Es común que las prácticas de postcosecha se limiten a la adecuación básica de los productos antes de la distribución, entendida ésta como el transporte desde la unidad productiva hacia el lugar de acopio o hacia el punto de venta. Esta situación no les permite acceder a mejores nichos de mercado que les garanticen precios por encima de los que actualmente reciben.



**Figura 87.** Detalles del empaque tradicional, sin un verdadero proceso poscosecha, que realizan normalmente los agricultores utilizando sacos de fiques de 3 rayas.

## Recomendaciones para el acopio, clasificación y empaque

En las zonas productoras no es común encontrar lugares apropiados para la realización de las actividades de poscosecha; y como se mencionó, por lo general éstas se realizan en el mismo lote del cultivo, donde existe una alta probabilidad de contaminación por factores biológicos o químicos. Es necesario que, aunque no exista una sala de poscosecha, el lugar en que se realicen las operaciones ofrezca el menor número de riesgos de contaminación.

Después de la cosecha, la producción debe llegar a un centro de acopio donde se deben clasificar los frutos y realizar una inspección para que no lleguen frutos con defectos, después de este proceso deben empacarse en canastillas plásticas para disminuir riesgos en la conservación del fruto, en su transporte y a los sitios de su distribución. (figura 88).



**Figura 88.** Ejemplo de canastillas plásticas que se proponen para mejorar el empaque y posterior traslado a los sitios de acopio o de venta directa.

Aunque el lugar de almacenamiento temporal del producto puede ser el mismo en el que se desarrolle el acondicionamiento de los productos (siempre que las condiciones de espacio lo permitan), se debe tener en cuenta que el sitio que se escoja para realizar las operaciones poscosecha debe ser un lugar fresco, protegido del sol, la lluvia y el viento e igualmente debe facilitar la limpieza y desinfección del mismo. Este lugar no debe estar cerca de pilas composteras, animales, pozos sépticos, canales de aguas residuales o baños para evitar la contaminación biológica. De igual manera, no debe estar cerca de insumos químicos, como fertilizantes o plaguicidas, ni tampoco debe ser el lugar de almacenamiento de productos de esta clase.

Una empacadora básica de campo con techo y piso de cemento o tarimas de madera es adecuada y suficiente. En todos los casos es necesario seguir las recomendaciones de higiene y limpieza en el área de empaque y de las personas manejando el cultivo.

Los materiales usados en la construcción de mesas, mesones o las superficies de bandejas, baldes o tinas para los procesos de poscosecha no deben transmitir sustancias tóxicas, tintas, sabores u olores extraños y deben facilitar la limpieza luego de cada operación, sin permitir la acumulación de producto o suciedad.

## Recomendaciones para el manejo del transporte del producto desde la finca

El transporte desde la finca hacia el lugar de acopio o punto de venta constituye la última etapa de las Buenas Prácticas Agrícolas. Este tema ha sido muy poco trabajado por los productores, ya que, en general, las condiciones de transporte muestran que no se tiene en cuenta el tipo de producto y no hay ninguna acción que impida la contaminación cruzada con los productos que han sido transportados con anterioridad, por lo que la probabilidad de contaminación es alta. Lo que se observa como práctica común es el uso de camiones en condiciones poco higiénicas y trabajadores sin ninguna capacitación sobre el manejo que debe darse a los productos.

Por tanto, es necesario evitar que los vehículos usados para el transporte del producto hayan sido utilizados o se utilicen para transportar animales, abonos, hidrocarburos, productos químicos y cualquier otro elemento que represente riesgo de contaminación para los productos. Si no se dispone de otro medio para el transporte, el vehículo debe ser lavado y desinfectado, antes de ingresar los productos para evitar cualquier riesgo de contaminación.

Los vehículos de transporte (camiones, camionetas, furgones, camperos) siempre deben estar totalmente limpios y sus compartimentos de carga, piso, techo y puertas no deben representar un riesgo para los alimentos. De igual forma deben ofrecer protección contra el sol, la lluvia, el viento o cualquier otro factor que pueda convertirse en un riesgo de contaminación. El producto debe disponerse adecuadamente en el interior del vehículo para evitar cualquier daño mecánico. En definitiva, el transporte tiene que mejorarse y uniformizarse, sobre todo para evitar pérdidas poscosecha.

## Potencial de agroprocesamiento para el aji topito

EL agro procesamiento incluye cualquier operación que cambie físicamente o químicamente el convertir de la materia prima con el propósito de extender su período de vida o producir el producto en una forma más comerciable, permitiendo además aumentar las ventas de los productos que no pueden competir en el mercado fresco. El agro procesamiento se da en distintas escalas de operaciones, en el caso del Ají Topito, se puede emplear:

## Producción de Paprika en Ají Topito

La paprika es la harina que se obtiene del ají maduro, Para su obtención se utilizan variedades dulces con alto contenido de color, el picante debe ser muy bajo e inexistente. Los frutos se recogen cuando se tornan de color rojo/morado oscuro y deben tener entre 15 y 23 centímetros de largo y un diámetro de 4 centímetros con paredes delgadas.

## Preparación de mermelada

Se pueden emplear dos procedimientos:

### Primer proceso.

- Selección de los Ajíes bien maduros (rojos uniformes)
- Limpieza de los frutos con abundante agua, con posterior extracción de semillas.
- Se licuan los frutos con poca agua, este producto bien licuado se vierte en un recipiente (caldero, paila).
- Este contenido se coloca a fuego lento agregándole azúcar, canela o clavito de olor y esencia de vainilla, todo al gusto. Cuando la cantidad de agua ha disminuido y se observa la masa con color uniforme y agradable, se dice que el proceso llegó a su final. Luego se deja enfriar y se vierte en recipiente de vidrio (frascos) de diferentes tamaños de acuerdo a su presentación, se tapan herméticamente para conservarlos en frío.

### Segundo proceso:

- Selección de los Ajíes bien maduros (rojos uniformes)
- Limpieza de los frutos con abundante agua, con posterior extracción de semillas.
- Una vez lavado se someten a cocción por 10 minutos, después se sacan del agua a, se dejan enfriar y luego se le quita la piel.
- Los frutos se licuan con poca agua y se vierten en un recipiente específico para esta labor (caldero, paila).
- Este contenido se coloca a fuego medio, agregándole azúcar, canela, clavito de olor y esencia de vainilla, todo al gusto. Cuando la cantidad de agua ha disminuido y se observa la masa con color uniforme y olor agradable, se dice que la mermelada esta lista.
- Luego se deja enfriar y se vierte en recipientes de vidrio (frascos) de diferentes tamaños para su presentación, y luego se tapan herméticamente y se conservan en frío. En este método la pasta queda más suave.

## Producción de encurtidos

Para el proceso de producción de encurtidos con el fruto de Ají Topito se requieren los siguientes ingredientes:

- Frutos bien formados (tamaño normal y presente buen aspectos, pueden ser verdes o maduros)
- Vinagre blanco, en cantidades de acuerdo con el encurtido a envasar
- Sal, de acuerdo con el encurtido a envasar
- Vitamina C, en cantidad de acuerdo con el número de encurtido a producir
- Azúcar, de acuerdo con la cantidad de encurtidos a preparar.

Procedimiento:

- Los Ajíes seleccionados se lavan con agua abundante y se dejan secar, los Ajíes se pueden envasar enteros
- Preparación de la salmuera. - En una olla con agua purificada, se mezcla el vinagre, la sal, el azúcar y la vitamina C, por espacio de 20 minutos, una vez halla hervido se retira la olla del fuego y se deja enfriar por espacio de 20 minutos. La salmuera se vierte en los frascos hasta la mitad y la otra mitad se llenan con los Ajíes hasta completar la mitad del frasco y luego se tapan.
- Se someten al baño de maría con una temperatura de 40°C, por 15 minutos.
- Se sacan los frascos de la olla y se dejan a temperatura ambiente para el enfriamiento.
- Después de este proceso se refrigeran por 7 días, donde quedan listos para el consumo.

## Capítulo XII

# Comercialización del ají topito

### Comercialización del ají topito

Actualmente se registra una creciente tendencia al consumo de especias procesadas con mayor valor agregado y precio. Esto significa nuevas oportunidades para la industria alimenticia en los mercados internacionales. Se perfilan como destinos mundiales: Estados Unidos, Japón, Singapur, Arabia Saudi y Malasia. En el caso de ají deshidratado, el principal productor es la India, seguido por China, Bangladesh, Perú y Etiopía.

El comercio mundial del género *Capsicum* (que incluye ajíes, pimientos y paprika) está en permanente crecimiento. China e India son los principales productores, proveedores y exportadores de ají a nivel mundial. Otros mercados importantes para estos productos son Malasia, India, Arabia Saudi, Canadá y México, los cuales representan entre 2,5 y 3 % cada una de las importaciones de especias.

Se vislumbra una excelente oportunidad para la comercialización de ají por las propiedades medicinales del componente Capsicina, ejemplo (Zostrix (Genderm marca registrada), cuya presentación es una crema analgésica, conteniendo 0.025% de Capsicina que es usada para el tratamiento de Zoster (enfermedad cutánea) y el Axsain (GelemPharma marca registrada), que contiene 0,075% de Capsicina, la cual se usa para el alivio de las neuralgias, diabetes neuropáticas (Medina, 2005).

Para el ají topito no existen normas Icontec aplicables, pues es poca la investigación que se ha realizado en este cultivo. Tradicionalmente este producto presenta una cadena donde intervienen los intermediarios en una forma casi directa con el productor pequeño, comprándolo en las fincas. Esta ruta de comercialización, como ocurre en otros productos, perjudica notoriamente al agricultor, pues recibe un precio bajo por su producto, comparado con el precio final del producto al final de la cadena. Para el caso del productor mediano y el productor empresarial el proceso es diferente porque estos realizan las ventas directas a los sitios de venta, tiendas y sitios de mercados de plaza, supermercados de cadena y centrales de abastos, logrando un margen de ganancias mucho mayor al del pequeño productor. En la figura 89 se

muestra la forma como el producto se ofrece al público en supermercados, plazas de mercado y como venta directa en carretillas por las calles.

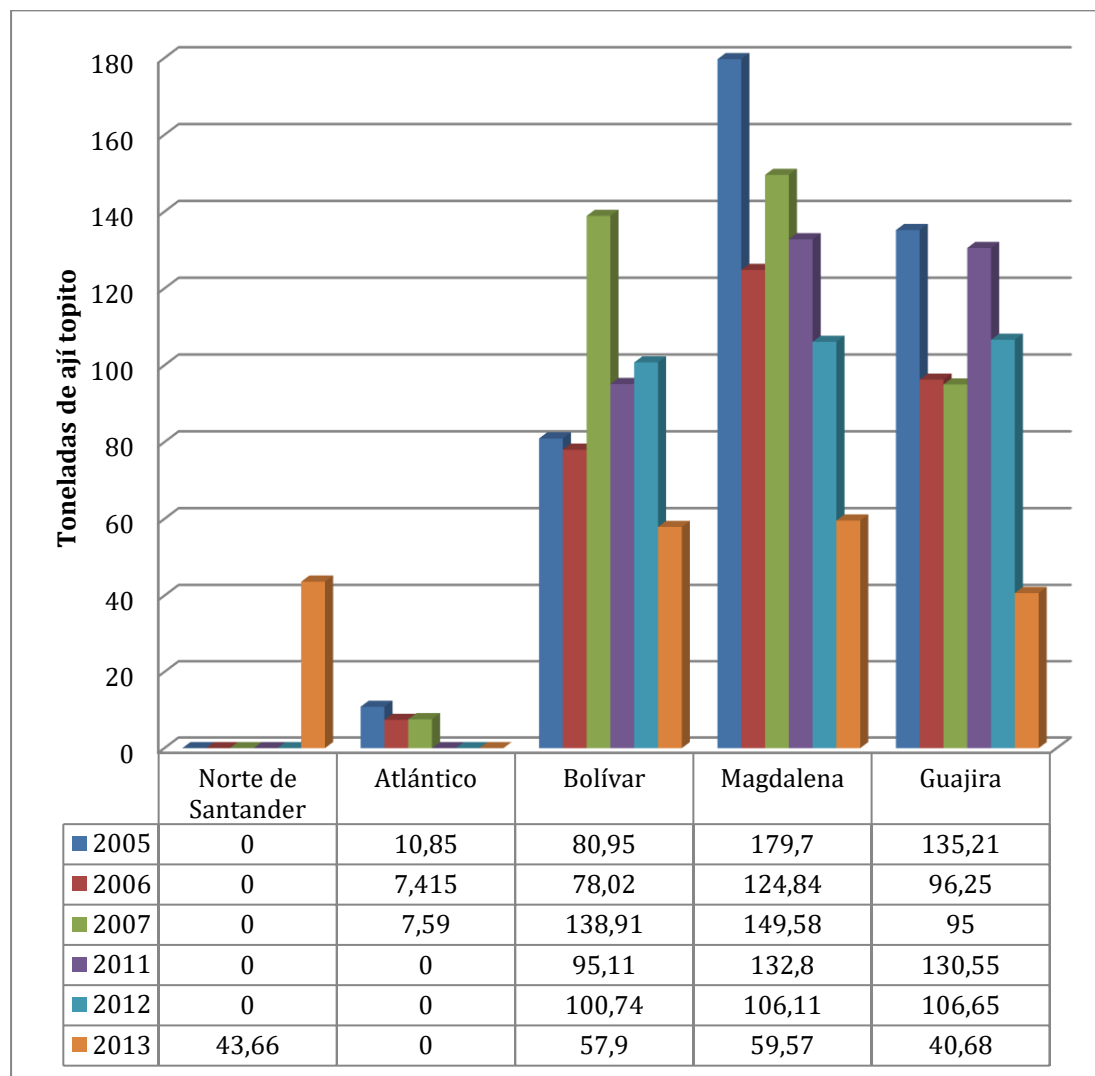


**Figura 89.** Contraste entre las formas de comercialización de frutos de ají topito en supermercados, en plazas de mercado y la comercialización directa en carretillas.

Para una favorabilidad en este aspecto de la comercialización, es de importancia crear un punto de acopio mediante la formación de una agrupación, asociación o cooperativa de productores, donde puedan reunir varios volúmenes y defender el precio del producto; lo que los llevaría a ser más rentable el producto de su cultivo y lograr un mejor manejo de los mismos, si se emplean los modelos productivos con mejores tecnologías.

La ciudad de Barranquilla está considerada como el principal centro de acopio del ají topito en la Costa Atlántica, llegando el producto a dos grandes puntos, un primer punto que es la Central de Abastos de Barranquilla (GRANABASTOS) y un segundo punto correspondiente al mercado de "Barranquillita". De acuerdo a información recopilada, el producto llega en los sacos de "tres rayas" de 30-40 Kg, procedente de los 7 departamentos productores de la costa Atlántica. Actualmente, se reporta la llegada de un material de ají topito procedente de Ocaña (Norte de Santander), de menor calidad (que el ají topito local o "propio de la costa", como lo llaman los vendedores en el mercado. Este ají topito "ocañero" se deshidrata más rápido, muestra diferencias en la contextura de las paredes del fruto y presenta mucha desuniformidad en cuanto a formas y tamaños que el mismo ají topito local, por lo cual presenta un precio inferior al local, afectando en buena medida el precio de compra y venta del ají local.

La muestra los volúmenes de producto (en toneladas) que llegaron a Granabastos en el período 2011-2013, discriminados por el lugar de origen.

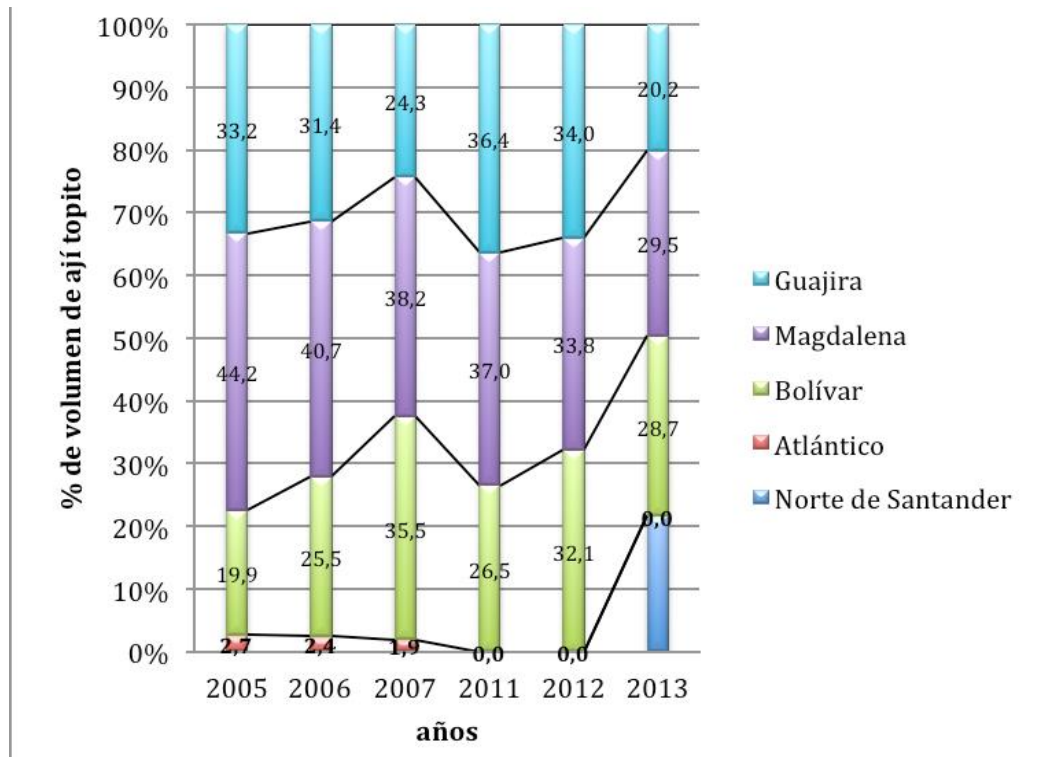


**Figura 90.** Volúmenes anuales (Ton) de ají topito en Granabastos (Barranquilla, Atlántico) según el lugar de procedencia. Períodos 2005-2007; 2011-2013.

Los mayores volúmenes anuales totales de ají topito local que llegan a la central de abastos de Barranquilla provienen del departamento de Magdalena, tendencia que se ha mantenido durante los períodos históricos estudiados. El segundo departamento que registra mayores volúmenes es el departamento de La Guajira para casi todos los años del período estudiado, a excepción del año 2007, donde fue superado por el

departamento de Bolívar. Para el caso del año 2013, se tienen reportes consolidados de volúmenes que ingresan de Ocaña (Norte de Santander), que para el mes de agosto ya ha alcanzado el 21.6% (43,66 Ton) del total ingresado a la Central de Abastos (201,81 Ton).

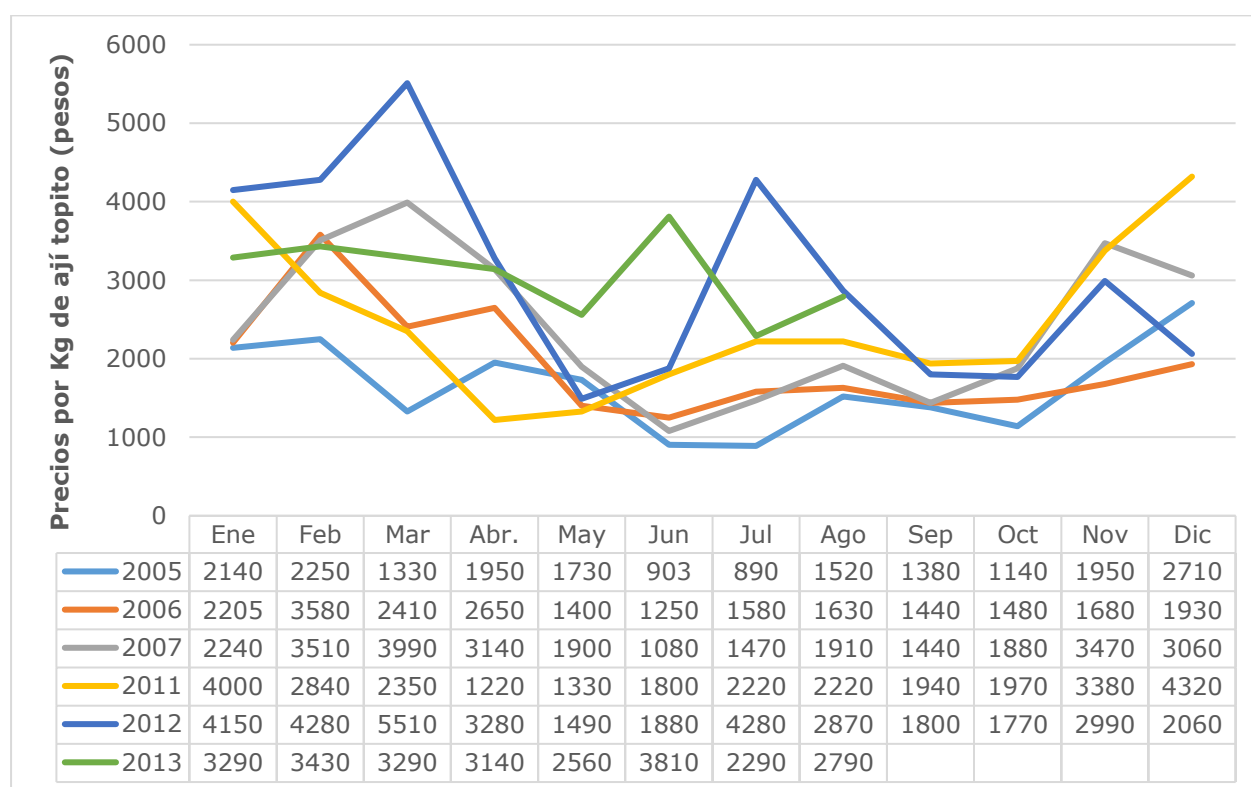
La figura 91 muestra la distribución porcentual, por lugar de procedencia, de los volúmenes totales por año que llegan a Granabastos, donde se observa claramente la tendencia de Magdalena y Bolívar como los mayores proveedores de ají topito a la central de abastos en los períodos estudiados.



**Figura 91.** Distribución porcentual de volúmenes de ají topito en Granabastos (Barranquilla, Atlántico) según el lugar de procedencia. Períodos 2005-2007; 2011-2013.

Para el caso del mercado de Barranquillita, desafortunadamente no fue posible acceder a estadísticas detallados en cuanto a volumen de producto y porcentajes de lugares de procedencia, sin embargo, según información recopilada en entrevistas personales, se estima que los volúmenes que llegan a este sitio de acopio pueden superar las 1.200 toneladas/año (entre 3-4 veces lo que llega a Granabastos).

Es importante aclarar que se ha estimado un porcentaje de 300 ton/año referente a los consumos internos por parte de las plazas de mercado locales (Mercado regional) en los departamentos productores de la Costa. La siguiente gráfica muestra una comparación por año (períodos 2005-2007 y 2011-2013), de las fluctuaciones mensuales de los precios por Kg que alcanza el ají topito en Granabastos. En cuanto a volúmenes, la unidad de compraventa en la central mayorista corresponde a bultos de 30 Kg (para el período 2005-2007) y bultos de 40Kg para el período 40 Kg (para el período 2011-2013).



**Figura 92.** Precio de ají topito (\$/Kg) en Granabastos (Barranquilla, Atlántico). Períodos 2005-2007; 2011-2013

La tendencia muestra que los mayores precios en el año se alcanzan en el mes de diciembre y primer trimestre del año, mientras que los precios más bajos se concentran en los períodos de abril a junio. En los períodos históricos estudiados, los precios tope se alcanzaron en el 2012 (febrero-abril y julio-agosto), aunque los precios en el 2013 han mostrado una tendencia a permanecer altos (por encima de

los \$2.000), marcando promedios anuales de \$3.034/Kg para el 2012 y de \$3.079/Kg en el 2013 (datos hasta agosto).

El precio del ají topito ocañero, presenta precios significativamente más bajos comparados con el ají topito procedente de las zonas de la Región Caribe, registrándose precios en general por debajo de los \$2.000/Kg (excepto en junio de 2013, que alcanzó \$2.625/Kg). El precio más bajo por Kg reportado para el ají topito ocañero fue de \$760 en enero de 2013 (frente a \$2.292 para el ají topito local), mientras que el precio más alto por Kg para este ají fue de \$2.265 en junio de 2013 (frente a \$3.813 en ese mismo mes para el ají topito local).

Con base en la tecnología que aplica el agricultor y este conocimiento previo es como se programan las siembras y las cosechas en la actualidad. El aporte del modelo es el de ofrecerle al agricultor el conocimiento de prácticas probadas que de ponerse en práctica puede ayudarle a producir mejor y con mayor productividad en varias épocas del año de contar con riego y demás tecnologías. Adicionalmente al contar con proyectos de agroindustria esta proyección estaría más apalancada.

## Capítulo XIII

### Costos y aspectos sociales de la producción del ají topito

#### Costos de producción del ají topito

En esta sección se presenta una estructura de costos de producción para el ají topito (Tabla 22), basado en el presente modelo productivo. Estos costos pueden variar para cada zona productiva, dependiendo de las condiciones agroclimáticas y de manejo del cultivo, según la estrategia seleccionada por el agricultor con base en el criterio técnico a partir de las diferentes alternativas que presenta el modelo productivo para afrontar las diferentes situaciones que se presenten durante el desarrollo del proyecto productivo.

El valor de los jornales también varía de acuerdo con la zona productora. Para el caso de la estructura de costos propuesta, se toma como referencia el valor para la Zona Bananera (2013), que es de \$30.000.

Otro punto a tener en cuenta es el sistema de riego, pues de acuerdo con el esquema que se seleccionen, los costos se pueden modificar. Para ello, se tienen en cuenta los costos de instalación planteados en la sección de manejo de riego para el sistema de riego por goteo (\$9.000.000), riego por surcos o gravedad (\$5.500.000) y para el sistema de riego por aspersión (\$1.500.000).

Para cada uno de estos sistemas hay una variación significativa en cuanto a número de jornales que se requieren, siendo el riego por surcos el que más jornales demanda.

**Tabla 22.** Estructura de costos del ají topito bajo las condiciones de la Costa Caribe. Mano de Obra (M de O)

Labores de cultivo	Jornales			Maquinaria		
	No.	Vr. Unit.*	Vr. Total	Horas	Vr. Unit.	Vr. Total
Adecuación terreno	14	30.000	420.000			
Arada				1	100.000	70.000
Rastrillada				2	80.000	100.000
Nivelada				4	70.000	200.000
Surcada				1	70000	50.000
Trazada y ahoyada	4	30.000	120.000			
Establecimiento y conservación semillero	20	30.000	600.000			
Trasplante y resiembra	15	30.000	450.000			
Drenajes y conservación canales	12	30.000	360.000			
Aplicación fertilizantes (químicos y orgánicos)	12	30.000	360.000			
Aplicación herbicidas	2	30.000	60.000			
Aplicación insecticidas	6	30.000	180.000			
Aplicación fungicidas	6	30.000	180.000			
Operario para riego	24	30.000	720.000			
Manejo manual de arvenses (Desyerbas)	18	30.000	540.000			
Aporque	6	30.000	180.000			
Plateo	10	30.000	300.000			
Cosecha	120	30.000	3.600.000			
Poscosecha	10	30.000	300.000			
Transporte interno	7	30.000	210.000			
<b>SUBTOTAL</b>			<b>8.580.000</b>			<b>420.000</b>
<b>Costo total labores de cultivo</b>						<b>9.000.000</b>
Insumos						
DETALLE	Unidad de Medida	Cantidad	Vr. Unit	Total (\$)		
Semillas	Sobre x 500g	1	120.000	120.000		
sustratos varios	Bultos	10	50.000	500.000		
Fertilizantes químicos 1	galón	2	80.000	160.000		
Fertilizantes químicos 2	Bultos	4	70.000	280.000		
Abonos orgánicos 1	galón	3	50.000	150.000		
Abonos orgánicos 2	Bultos	5	60.000	300.000		
Fungicidas 1	Litro	2	35.000	70.000		
Fungicidas 2	Kilo	2	25.000	50.000		

Insecticidas 1	Kg.	1	26.000	26.000
Insecticidas 2	Litro	2,5	70.000	175.000
Canastillas	Unidades	300	20000	6.000.000
TOTAL INSUMOS (2)				7.831.000
COSTOS TOTALES (M.O. + INSUMOS)				<b>16.831.000</b>

**Tabla 23.** Resumen de costos de producción del ají topito bajo las condiciones de la Costa Caribe.

Costo total	Producción esperada (kg).	Precio promedio (\$/kg)	Ingresos totales (\$)	Utilidad neta (\$)
16.831.000	20.000	1.500	30.000.000	13.169.000

## Consideraciones sobre la estructura social para el cambio en las diferentes zonas productoras

Definitivamente todo productor debe ser un empresario. Los pequeños productores con áreas reducidas de terreno tienen que organizarse en comités cooperativos o asociaciones a fin de competir con los productores grandes. De este modo disminuirán sus costos de producción, tendrán mayor acceso a los mercados y podrán adquirir insumos a menor costo. (CCI-SENA, 2004).

### Bienestar laboral

El elemento humano es el factor principal de la producción. Es importante mejorar las condiciones laborales de los operarios (jornaleros) que trabajan en las unidades productivas del sistema de ají Topito, para generar un ambiente propicio de trabajo en el que la persona se comprometa dentro de las actividades productivas y se mejore la competitividad de la producción. De acuerdo con los modelos y procedimientos de Buenas Prácticas Agrícolas internacionalmente reconocidos, las condiciones de salud, seguridad y bienestar de los trabajadores resultan fundamentales en la implementación de este sistema, no sólo por la posibilidad de que los trabajadores pueden ser portadores de agentes patógenos, sino por la oportunidad de brindarles los medios mínimos de bienestar laboral para la ejecución de sus trabajos.

Para mejorar la gestión en la producción de ají Topito, es necesario disponer de recurso humano capacitado, que brinde un apoyo en la toma de decisiones viables desde la percepción económica, ambiental y técnica.

Como se mencionó previamente, en las zonas productoras de ají Topito, algunas instalaciones utilizadas en las labores de producción y postcosecha no ofrecen las condiciones mínimas de salubridad para garantizar que estos procesos preserven las normas de higiene.

### **Disponibilidad de recurso humano capacitado**

La toma de decisiones acerca de las prácticas agronómicas que se van a implementar debe tener un soporte técnico para diagnosticar y recomendar las medidas más apropiadas para el manejo de un problema específico. Esto con el fin de evitar el uso de prácticas inapropiadas y no validadas que pueden afectar seriamente la producción del Ají, la salud de los operarios y el medio ambiente. Estas decisiones pueden ser tomadas por el responsable del cultivo o por un asistente técnico externo, pero, en ambos casos, la persona tiene que estar capacitada para asumir esta responsabilidad.

Es necesaria una formación en aspectos como la innovación tecnológica, las exigencias de los mercados y la aparición de nuevos problemas que afecten la sanidad del cultivo. Esta formación tiene que adecuarse a las condiciones propias del cultivo y debe permitir el mejoramiento sustancial de las prácticas empleadas actualmente.

Los productores deben adquirir algún tipo de capacitación formal o no formal para el manejo de los problemas productivos más limitantes, actualizándose de acuerdo con la innovación en las tecnologías y con la aparición de nuevos problemas sanitarios. La persona encargada de tomar decisiones en todas las etapas del cultivo y la postcosecha debe estar en capacidad de demostrar mediante algún certificado o mediante evidencia de su competencia, la idoneidad para realizar esta actividad.

### **Asesoría técnica**

En la unidad productiva es necesario contar siempre con la asesoría de un experto que asuma la responsabilidad de conducir las prácticas del cultivo de la mejor manera posible, buscando implementar en este modelo productivo para el ají topito en la costa atlántica, las buenas prácticas agrícolas (BPA), y hacerles el correspondiente seguimiento.


## Anexos

**Anexo 1.** Listado de Listado de algunos laboratorios que prestan el servicio de análisis de suelos, aguas y foliares en Colombia. <sup>1</sup>

Laboratorio	Dirección	Contacto	
		Teléfonos	Correo electrónico
Laboratorio de suelos, aguas y foliar. Corpoica. Sede central.	Km 14 Vía Mosquera Cundinamarca.	57 1 4227300 - Fax: 42227300 Línea Nacional: 0 18000 12 15 15	<a href="mailto:atencionalcliente@corpoica.org.co">atencionalcliente@corpoica.org.co</a>
Laboratorio de Suelos y Aguas. Universidad de Córdoba.	Cr 6 #76-103 Montería-Córdoba.	52-4-7818056	<a href="mailto:labsuelos@fca.edu.co">labsuelos@fca.edu.co</a>
Laboratorio de Aguas y Suelos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá	Carrera 30 No 45-03 - Edificio 500, Primer piso. Facultad de Agronomía Bogotá D.C.	57(1) 316 5000 Ext. 19088 - 19049. Telefax: +57(1) 316 5000 Ext. 19064	<a href="mailto:labsuelo_fagbog@unal.edu.co">labsuelo_fagbog@unal.edu.co</a>
Sociedad Laboratorio De Suelos E.C.N Ltda.	Diagonal 34 No. 8-12 Mamatoco. Santa Marta.		<a href="mailto:eliecercanchano@hotmail.com">eliecercanchano@hotmail.com</a>
Dr. Calderón Laboratorios	Dirección postal AK 20 No. 87-81. Bogotá	(57)-1-6222687 fax: (57)-1-6236576	<a href="mailto:calderon@drcalderonlabs.com">calderon@drcalderonlabs.com</a>

<sup>1</sup> La mención de los proveedores presentados en esta publicación son para referencia únicamente y no implica el apoyo o preferencia alguna, o la crítica a otros lugares que ofrecen los servicios, debidamente registrados, que no se encuentren listados.

**Anexo 2.** Modelo de formato para solicitud de análisis de suelos. Convenio Corpoica-Fedegan.

 <b>Corpoica</b> <small>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria</small>	DESARROLLO DE NEGOCIOS	CÓDIGO: DN-F-11
	SOLICITUD DE ANALISIS DE SUELOS	Versión: 0
		Página 1 de 1

**1. IDENTIFICACION DEL CLIENTE**

Nombre		CEDULA O NIT	
Dirección		Teléfono	
Departamento		Municipio	
Vereda		Finca	
Tipo Usuario	Corpoica <input type="checkbox"/> Particular <input type="checkbox"/>		

**FECHA DE MUESTREO**

Día	Mes	Año

**2. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA**



Identificación de la muestra	
Número de Laboratorio	Numero asignado por el laboratorio de CORPOICA
Tipo de análisis	

1) Profundidad a la cual tomo la muestra.	
2) Cultivo para el cual quiere la recomendación.	
3) El cultivo: ¿Esta establecido o por establecer?	
4) Si está establecido ¿Cuánto lleva establecido?	
5) Finca: Altura sobre el nivel del mar.	
6) Finca: Topografía: Plana - Pendiente - Ondulado.	
7) Finca: Drenaje: Bueno - Regular - Malo.	
8) ¿Piensa aplicar riego?	
9) ¿Que fertilizantes aplico anteriormente al suelo?	
10) Indique el último cultivo o el actual.	
11) ¿Cómo fue el rendimiento del último cultivo?	

FIRMA SOLICITANTE \_\_\_\_\_ FIRMA DEL RECEPTOR DE SOLICITUD \_\_\_\_\_

Fuente: [www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co)

**Anexo 3.** Muestra de modelos de bandejas para plantación existentes en el comercio con detalles de sus características, que se pueden utilizar para plantación de ají topito.<sup>1</sup>

**BANDEJA POR 72 CAVIDADES**



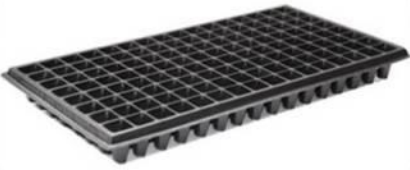
No. de Cavidades	72
Dimensiones de la Bandeja	55.5x29 cms.
Altura de la Bandeja	6 cms.
Dimensiones de la Cavidad	3.5x3.5 cms.
Volumen de la Cavidad	50 cm <sup>3</sup>
Plantas por m <sup>2</sup>	448
Embalaje	50 Unidades/Paquete
Aditivo Antioxidante	u.v.
Material/Color	Poliestireno/Negro

**Se utiliza en cultivos como Tomate, Pepino, Melón, Fresa, Repollo, Coliflor, Alcachofa**

**BANDEJA POR 128 CAVIDADES**

**Generalmente Utilizada en Cultivos por Semilla como Hortalizas, Tabaco, Ajo, Tomate Dimensiones 55 x 29 cms.**

No. de Cavidades	128
Dimensiones de la Bandeja	55.5x29 cms.
Altura de la Bandeja	5 cms.
Dimensiones de la Cavidad	3x3 cms.
Volumen de la Cavidad	21 cm <sup>3</sup>
Plantas por m <sup>2</sup>	795
Embalaje	50 Unidades/Paquete
Aditivo Antioxidante	u.v.
Material/Color	Poliestireno/Negro



**BANDEJA POR 200 CAVIDADES**



No. de Cavidades	200
Dimensiones de la Bandeja	54x27 cms.
Altura de la Bandeja	4.2 cms.
Dimensiones de la Cavidad	2.2x2.2 cms.
Volumen de la Cavidad	12 cm <sup>3</sup>
Plantas por m <sup>2</sup>	1360
Embalaje	50 Unidades/Paquete
Aditivo Antioxidante	u.v.
Material/Color	Poliestireno/Negro

**Se utiliza en cultivos como Lechuga, Brócoli, Coles, Coliflor, Apio, Rábano, Perejil, Pimiento, Tabaco**

Fuente: <http://www.creapackltda.com/agricola.htm>

<sup>1</sup> La mención de compañías, productos y el uso de nombres de marca en esta publicación son para referencia únicamente y no implica el apoyo o preferencia al producto mencionado, o la crítica a otros productos debidamente registrados que no se encuentren listados.

**Anexo 4.** Listado de algunas empresas proveedoras de insumos para semilleros (bandejas, polisombras, sustratos) y otros materiales, insumos y servicios para el desarrollo del cultivo en campo. <sup>1</sup>

	Municipio	Nombre	Dirección y Tel	Portafolio
1	Bogotá	ACUAMETAL LTDA RIEGO FÁCIL	Transv 28 B 39-32 Tels 571-3689379 2445339	Fabricantes de implementos y accesorios para Sistemas y Distritos de riego, Aspersores, Flotadores para bebederos de ganado, Válvulas hidrantes de acople rápido, collarines, filtros de riego, Estacas para alas de riego
2	Bogotá	INVERSIONES AGROCOLOMBIA	Calle 24C No. 43 A - 50 (1) 704 60 57 Cel: 318 744 06 45	Semillas forestales frutales hortalizas variedad e híbridos, agrícolas fríjol, maíz, arveja, habichuela, pastos y leguminosas brachiaria, raigrás, forrajes, ornamentales árboles, gramas decorativas Abonos orgánicos y químicos Micorrizas, Bandejas germinación, Sustratos turba, humus, gallinaza, cascarilla, Bolsas para vivero Árboles frutales. Asistencia técnica en viveros, forestales
3	Tenjo	A&P DE COLOMBIA LTDA.	Km 11 Autop Medellín 1000 m Adelante Peaje Siberia derecha 400 m Vda. la Punta	Bandejas y accesorios plásticos para germinación, propagación y enraizamiento de cultivos, semilleros, exhibidores
4	Fusagasugá	BOLSAS PLÁSTICAS		Bolsas plásticas para vivero de todos los tamaños y calibres, con fuelle y sin fuelle, agrolene, tela sombra, plásticos para piso.
5	Bogotá	CASA DE LA TIERRA	Av caracas 70-51	Insumos agrícolas biológicos y orgánicos, insecticidas, fungicidas, abonos, trampas, cebos, microorganismos benéficos, semillas, control biológico de garrapatas y moscas en ganado, cintas y pegante atrapa insectos, ahuyentador ultrasónico, análisis de suelos, foliares, aguas y asesoría agronómica.
6	Manizales	CASA DEL INVERNADERO	MANIZALES	plástico de invernadero, sistemas de riego por goteo, polisombras, construcción, diseño y montaje de estructuras, pollos gigantes y gallinas ponedoras, semillas hortalizas, turba stender s200, bandejas de germinación, abono orgánico bocashi, accesorios riego, mangueras polietileno, yute verde y blanco, accesorios pvc
7	Medellín	CODIPLAX	CRA 65 30 27	polietileno de baja y alta densidad, polietileno termoencogible o retráctil, película stretch plásticos para construcción e invernaderos
8	Bogotá	DISAGRO COMERCIALIZADORA	Calle 70 A 15-39	Micorriza, Turbas, lombriz roja californiana, semillas, Abonos y fertilizantes orgánicos, análisis de suelos, Biol para compostaje, Bolsas, insecticidas orgánicos y biológicos, fungicidas,
9	Bogotá	EL SEMILLERO	Calle 70A No. 14A-45	plántulas, semillas, servicios e insumos forestales, retenedores de agua, tubetes, instrumentos de medición,

10	Mariquita	EMISION CERO SA EMICESA	Portal De San Sebastián Manzana C Casa 8	Semillas, abonos, forrajes, sistemas de riego, construcciones, invernaderos, manejo de residuos sólidos, lombricultivos, biofertilizantes, ensilajes, maquinaria pesada, media y ligera, entre otros.
11	Bogotá	EXPOPLAST	AV caracas No 14-31	Bolsas plásticas, polipropileno, rollos de polietilenos, polisombra, silos, grapa, zuncho, cinta de señalización, plásticos negros, bolsa para semillero, plástico burbuja.
12	Bogotá	FULLFLEXJC SAS	Calle 6B E No. 19B-15	Empaques plásticos para alimentos, empaques flexibles, papel vinipel para alimentos, película osmótica para uso estético, papel stretch uso industrial, bolsa aluminizada, papel aluminio, guantes para manipulación de alimentos.
13	Bogotá	INVERNAPLAST	Centro chía Local 11-48	Plásticos de Invernadero, Silos y Reservorios, Biodigestores, Geomembranas, Hilos de PP, Polisombra, Tela verde, Guaya Acerada y Flexible, (Mangueras de Polietileno, PVC Flexible y de jardín), Madera Plástica, Mallas Eslabonadas, Estibas y tubería.
14	Bogotá	MONPLAST LTDA	Avenida Caracas Nº 15 – 75	Bolsas para siembra, bolsas para ensilajes, Monoplast, Plastilene, Agrolene, plásticos para invernaderos, bolsas para empaques, geomembranas, polisombras, bolsas biodegradables, telas para cerramientos
15	Bogotá	NOVA PLASTICOS G.O	AV CARACAS No 20-19	Bolsas plásticas, bolsas plásticas para alimentos, bolsas plásticas pescado, empaques flexibles, papel vinipel para alimentos, plástico para invernadero.
16	Bogotá	PAULIPLAST SAS	KRA 60 No 4 B 33	Bolsa plástica tipo semillero y/o Almacigo de todos los tamaños y calibres con o sin perforaciones
17	Chía	PLASTI AGRICOLA	Chía Centro Chía local 1136	Plástico para invernaderos para silos y reservorios Mangueras Madera plástica Tanques Polietileno PVC Carretillas Sistemas de riego Guayas Grapas P6 Polisombra Tela verde
18	Bogotá	PLASTIKA ASOCIADOS LTDA	Cl 37 C Sur 72 I-09	Bandejas y accesorios plásticos para germinación, propagación y marcación de cultivos Marcas: PLASTIKA
19	Bogotá	POLIETILENOS Y POLIPROPILENOS J.C E.U	Cra. 23 No. 65-50 - Calle 66 No. 22-41	Bolsas de Polipropileno en todos los tamaños, Polietileno en alta y baja densidad, Productos desechables. Rollos para invernadero.
20	Chía	Polifique Ltda	Chía Centro Chía local 1150	Cordelería Manilas Telas Empaques en fique y en polipropileno Telas para sombrío Y para protección de obras Cintas Zunchos Geotextiles Mallas Plástico para invernaderos
21	Cota	PRODUCTO Y EMPAQUE LTDA	CENTRO EMPRESARIAL METROPOLITANO KM 3.5 VIA SIBERIA MOD 1 BOD 15	empaques y embalajes para frutas y verduras frescas, contenedores plásticos alveolos, mallas, cajas de cartón corrugado, esquineros, malla lon biodegradables
22	Bogotá	PROPLASPOL PP	AV CARACAS 19-13	Plásticos invernaderos, bolsas de uso agrícola, semillero vivero, ensilajes, polisombras, telas, cartón, burbuja, zunchos, grapas, stretch, vinipel.

23	Bogotá	PROVEPLAS	Cra. 14 No 11-17	Alimitex: protección para cultivos controla temperatura, polisombra: regula cantidad de sombra de cultivos. Plástico invernadero. Tela aditivada: para construcción de galpones. Mallas para piscicultura, gallineros, bolsas para semilleros, bolsas para silos, hilos, sogas, manilas
24	Bucaramanga	SUPPRA SUPELANO PRADA MYCORRIZZA	Carrera 23 N° 35-49/57	agrobioinsumos productores de micorriza para cacao, café palma para mejorar el suelo y acelerar crecimiento, facilitar absorción de nutrientes agricultura limpia y sostenible sin tóxicos capacitación, registro Ica asistencia técnica seguimiento
25	Itagüí	Termoformados Antioquia	Calle 78 No 52 D 108	Bandejas de germinación y plantulación agrícola en poliestireno y polipropileno en material termoformado resistente al sol, al agua diferentes referencias.
26	Bogotá	VALEN PLAST LTDA	Cra 23 No 67-69	Bolsas plásticas para el empaque de vegetales y hierbas aromáticas, semilleros, rollos de polietileno, plástico agrolene, plástico burbuja, película sterch, vinipel, zuncho, grapas, maquinas selladoras, empaque de alimentos y floricultura sellado.
27	Bogotá	VARIENPLAST	Av. Caracas No. 18-23/25	Bolsas para silo, Bolsas de cierre hermético, Bolsas para semillero, rollos de polipropileno, Polisombra, Malla para fruta, Malla de anejo, Malla gallinero, Zunchos, Cintas tipo invernadero

<sup>1</sup> La mención de compañías, productos y el uso de nombres de marca en esta publicación son para referencia únicamente y no implica el apoyo o preferencia al producto mencionado, o la crítica a otros productos debidamente registrados que no se encuentren listados.

## Bibliografía

- ABAUNZA CA et al, 2012. OLA INVERNAL. Tecnologías para recuperar el sector agropecuario: Recomendaciones sobre manejo de suelos. Corpoica-MADR. Bogotá. 14p.
- ACOPAFLO. 2011. Plagas que atacan a la floricultura. ACOPAFLO LA REVISTA. Número: Agroindustrial 8 y Agroexpo 2011. p. 38-60.
- ACOPAFLO. 2011. Quelatos en la fertilización vegetal. ACOPAFLO LA REVISTA. Número: Agroindustrial 8 y Agroexpo 2011. p. 152-153.
- ACOPAFLO. 2011. Macronutrientes en las plantas y en salud: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. ACOPAFLO LA REVISTA. Número: Número: Agroindustrial 10-2011 y San Valentín 2012. p. 82-99.
- ACOPAFLO LA REVISTA. Número: Agroexpo 2007. Bogotá. Editora Géminis, p. 24-26.
- BERNAL J, BALLÉN M. 2011. Los fosfitos en la nutrición vegetal.
- ALTIERI, M. y C. NICHOLS. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. Agroecología 3: 7-28.
- AVELLA A. 1993. ¿Cuándo regar? Contrato Himat-Fenalce (151/92). Préstamo BIRF 2667-CO. Plegable divulgativo.
- BAQUERO MAESTRE, C.E.; Gómez Barros, G.; Castro Pérez, E. Importancia y manejo de semilleros para ají. Zona Bananera (Magdalena): Corpoica, 2013., 15 p.
- BAQUERO C, PINTO M. 2000. Influencia de los abonos orgánicos y químicos en la producción de ají chino (*Capsicum* sp.) en suelos de la zona bananera del Magdalena. Suelos Ecuatoriales, 30(1): 8-14.
- ARC/Info'. En: Revista Corpoica. V 2. No 2. Junio 1998.
- BARRERA, J. A.; Hernández, M. S.; Carrillo, M. P.; Bardales, X. L.; Alvarez, A.; Bucheli, P. E. 2008. La cadena productiva del ají en el departamento de Vaupés, Una alternativa sostenible. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. 134p.
- CANNABISCAFE. Control natural de plagas y enfermedades. <http://www.cannabiscafe.net/foros/showthread.php/1519-Control-natural-de-plagas-y-enfermedades>. Consultado el 22-07-14.
- CARDONA C. 2008. Biología floral y fisiología reproductiva de la berenjena (*Solanum melongena* L.). 1 edición. Bogotá, Produmedios, 84p.
- CCI-SENA. 2004. Guía de buenas prácticas agrícolas para la producción de hortalizas limpias en la Sabana de Bogotá. Bogotá, CCI. 60p.



- CEPAL - Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 146 Panorama del cambio climático en Colombia. En: [www.cepal.org/publicaciones/.../PanoramadelcambioclimaticoCOL.pd](http://www.cepal.org/publicaciones/.../PanoramadelcambioclimaticoCOL.pd), consulta el 12-07-14.
- CERVANTES MA. 2009. Virus, plagas y enfermedades: ¿Qué son y cómo prevenirlos?. En: Acopaflor La Revista. Número: Agroexpo 2009, Bogotá, Editora Géminis Ltda.
- COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN SOBRE AGROQUÍMICOS (CNIA). 2009. LMR PLAGUICIDAS. Buenos Aires (Argentina), Ministerio de salud Argentina. Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/agroquimicos/pdf/LMR-PLAGUICIDAS.pdf>; consulta: diciembre 2013.
- DANE. 2012. Resultados Encuesta Nacional Agropecuaria ENA. 181p. En: <http://www.dane.gov.co/index.php/es/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria>; consulta: noviembre 2013.
- DOORENBOS J, Kassam A H. 1994. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio de Riego y Drenaje N° 33. 3 edición, Roma, FAO, 213 p.
- EBERT, A.W. 2006. Flujos de germoplasma facilitado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza dentro y fuera de Latinoamérica. Recursos Naturales y Ambiente/no. 53:62-71.
- EMBRAPA. 2006. El estado del arte de los recursos genéticos en las Américas: conservación, caracterización y utilización. 61p.
- Enfermedades del pimiento. En: [http://platina.inia.cl/ururi/enfermedad\\_pimiento\\_azapa.cfm](http://platina.inia.cl/ururi/enfermedad_pimiento_azapa.cfm). Consultado en 12-07-14.
- FAO. Medellín, Colombia. 314 p.
- FUNDACIÓN DE DESARROLLO AGROPECUARIO., inc. 1994. CULTIVO DE AJÍ. Boletín técnico No. 20. Serie cultivos. Santo Domingo (República dominicana), Centro de información FDA. 22p.
- GARCIA, M.; Baena, D.; Vallejo, F. 2006. Estudio de la diversidad genética de las accesiones de Capsicum spp. del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. p 102.
- GIL VALLEJO, L.F.; Arcila Cardona, A.M.; Achury Morales, R.A.; Sanabria Blandón, M.C.; Arias Bonilla, H.; Baquero Lizcano, K,Y. Guía de campo para la identificación y manejo de enfermedades y plagas en el cultivo del ají. Bogotá (Colombia): Corpoica C.I Caribia, 2012., 36 p.
- GRUPO LATINO EDITORES. Cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Volvamos al campo



- GUZMÁN N. 1998. Requerimientos hídricos y niveles de estrés del ají chino regional. Informe anual de actividades. Corpoica, 12p.
- GUZMÁN N. 2009. El riego hortícola: Vida y productividad sostenible. Conferencias académicas. 16p.
- JARAMILLO J et al. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. 1ra Edición, Medellín, CPT Print, 331p.
- JARAMILLO J et al. 2013. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas, Bogotá, Corpoica. 482 p.
- LECARPENTIER C et al. 1977. Estudio hidroclimático de la región Caribe (Norte Colombiano). En: [http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/6\(1-2\)/7.pdf](http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/6(1-2)/7.pdf). Consulta 26-07-14.
- LIGARRETO, G. 2012. Manual para el cultivo de hortalizas. Bogotá, Editorial Produmedios. p. 477-497.
- LÓPEZ N. 1989. Administración de fincas. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 300p.
- Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 78, 2006- Avances en el control biológico de Botrytis cinerea en chile y tomate cultivados bajo techo <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1841E/A1841E.PDF>, consulta 22-07-14.
- MARTÍNEZ T, BENITO JM. 1999. El riego por aspersión: su tecnología. 2a edición. Madrid, Editorial Mundiprensa, 519p.
- MEDINA, M, T et al. 2005. Analisis exploratorio del mercado y la comercialización de chile piquín (C. annuum) en méxico. En: *www.eumed.net > Revistas > TECSISTECAT, consultado en junio de 2014.*
- MEISEL A, PÉREZ G. 2006. Geografía física y poblamiento en la Costa Caribe colombiana, Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional No. 73. Cartagena, Banco de la República. En: [http://www.banrep.gov.co/publicaciones/pub\\_ec\\_reg4.htm](http://www.banrep.gov.co/publicaciones/pub_ec_reg4.htm) ; consulta: noviembre 2013.
- MELGAREJO, L.M.; Hernández, M.S; Barrera, J.A.; Bardales, X. 2004. Caracterización y usos potenciales del banco de germoplasma de ají amazónico. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- Sinchi, Universidad Nacional de Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 108p.
- MENDOZA A. 2013. Riego por goteo, CENTA, San Salvador, 91p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (2010). Proyecto transición de la agricultura. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena de Hortalizas en Colombia: Salsa de ají. Bogotá D.C. 194 p.



- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, 2001. Metodología de evaluación de las cadenas agropecuarias (MECA), Mimeografiado. 34p.
- ORELLANA F et al, 2012. Guía técnica cultivo de chile dulce, San Salvador (El Salvador), Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). En: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Chile.pdf> ; consulta: noviembre 2013.
- ORENGO E et al, Conjunto tecnológico para la producción de ají dulce, Río Piedras (Puerto Rico), Universidad de Puerto Rico. En: <http://openpublic.eea.uprm.edu/sites/default/files/documents/files/Technological%20Package%20-%20Sweet%20Pepper.pdf> ; consulta: noviembre 2013.
- OSORIO WN. 2013. Muestreo de suelos, Medellín, Universidad Nacional de Colombia, A. A. 3840 Medellín. En: <http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/muestreo.pdf>; consulta: diciembre 2013.
- PAÉZ R, A.R. y otros .2004. Caracterización del sistema de producción Hortalizas en los departamentos del Cesar, la Guajira y Magdalena. CORPOICA, Valledupar, Cesar. 55 p.
- PARDEY R., Catherine. 2008. Caracterización y evaluación de accesiones de Capsicum del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y determinación del modo de herencia de la resistencia a potyvirus (PepDMV). Tesis Doctoral en Ciencias Agrarias con énfasis en Mejoramiento genético de plantas. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. 132p.
- PICKERGSILL, B. 1980. Some aspects of interespecific hibritación in Capsicum IV Euocarpia Capsicum meeting Wageningen pag. 2 – 6.
- PICKERGSILL, B. 1983. Dispersal and distribution in crop plant. Souderbd. Naturwiss ver Hamburg7: 285 – 301.
- PINTO M et al. 2005. Tecnología para la producción de ají chino en la Costa Atlántica, Manual técnico No. 2, Bogotá, Publicación Corpoica, Pronatta. Editorial Produmedios, 50p.
- PINTO M. 2001. Proyecto Transferencia de tecnología para mejorar la productividad de las hortalizas en sectores de economía campesina de la regional 3. Informe anual de actividades. Sevilla (Magdalena), Corpoica. 15 p.
- Plagas del pimiento. En: [http://platina.inia.cl/ururi/plagas\\_pimiento\\_azapa.cfm](http://platina.inia.cl/ururi/plagas_pimiento_azapa.cfm). Consultado en 12-07-14.
- PRODUCTORES DE HORTALIZAS, 2004. Plagas y enfermedades: guía de identificación y manejo identificación y manejo de chiles y pimientos. Revista digital. Meister Media Worldwide. En:



[http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper\\_Spanish.pdf](http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper_Spanish.pdf) ;  
consulta: noviembre 2013.

- RAMOS R A. Uso adecuado y eficaz de productos para la producción de cultivos. Memorias Campaña de prevención. Convenio SENA-ANDI. Editorial Produmedios, Bogotá. 234p.
- REVISTA. Chapingo Ser.Hortic vol.17 no.2 Chapingo may./ago. 2011. Control biológico y químico contra *Fusarium stilboides* en pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) en poscosecha. En:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2011000200009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000200009), consultado el 22-07-14.
- RIBEIRO, C.; Reifschneider, F. 2008. Genética e melhoramento. En: Pimentas *Capsicum*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Hortaliças, Brasília. Pp. 55-69.
- RIBEIRO, CLAUDIA SILVA DA COSTA. Pimientas *Capsicum*/editores técnicos, Cláudia Silva da Costa Ribeiro, Carlos Alberto Lopes, Sabrina Isabel Costa de Carvalho...[et. Al.]. Brasília: Embrapa: Embrapa Hortaliças, 2008. 200 p.
- RODRIGUEZ M, M. E. 2000. Caracterización molecular por AFLPs de germoplasma de *Capsicum* spp colectado en la Amazonía colombiana. Tesis. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias Departamento de Agronomía. 82 p.
- ROJAS PH. 1988. Componentes y Descripción del sistema de riego por goteo. In: Manual Curso Taller de Riego por Goteo. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Bogotá, p.3-22
- SALAZAR L, HINCAPIÉ E. 2007. Las arvenses y su manejo en los cafetales. En: ARCILA, Jaime et al. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, FNC-Cenicafé, P.101-130.
- SÁNCHEZ C et al. 2003. Requerimientos hídricos del ají dulce (*Capsicum annum* L.) bajo riego por goteo en el Valle del Sinú Medio, TEMAS AGRARIOS, 8(2):11-20.
- SALAZAR JF, JUÁREZ LP. 2013. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annum* L.), Revista Bio Ciencias. 2(2): 27-34.
- TAMAYO P.J.; Jaramillo J.E. Enfermedades del tomate, pimentón, ají y berenjena en Colombia. Bogotá (Colombia): Corpoica, 2013. 164 p.
- TAMAYO M, Pablo J., JARAMILLO N, Jorge E. 2006. Enfermedades del Tomate, Pimentón, Ají y Berenjena en Colombia. Guía para su Diagnóstico y Manejo. Manual Técnico. CORPOICA Centro de Investigación La Selva Rionegro, Antioquia, Colombia.



- TERÁN C., et al. Metodología para la zonificación agroclimática de la región de La Mojana mediante el sistema de Información geográfica.
- UNIVERSIDAD DE CALDAS. 1985. Curso básico sobre sistemas de producción agrícola. Manizales, Editorial Universidad de Caldas. 444p.
- VALLEJO, F.; Estrada, E. 2004. El cultivo del pimentón *Capsicum annum* L. En: Producción de hortalizas de clima cálido. pp. 107-142.
- VALLEJO F, ESTRADA E. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Palmira, Universidad Nacional de Colombia Sede. 346p. ZAPATA N.; Bañon, S. y Cabrera, P. 1992. El pimentón. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España Pag. 88 – 91.

