

# Modelo tecnológico

para el cultivo de **cebolla de rama**  
*Allium fistulosum*, en el departamento  
de Antioquia

# Modelo tecnológico para el cultivo de cebolla de rama *Allium fistulosum*, en el departamento de Antioquia

## **Autores**

Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano  
Pablo Julián Tamayo  
Germán Franco  
Francisco Benjumea

Rionegro, Antioquia, Colombia, 2016

Modelo tecnológico para el cultivo de cebolla de rama *Allium fistulosum* en el departamento de Antioquia / Jorge Jaramillo Noreña [y otros cinco]. – Antioquia (Colombia): Corpoica, 2016.

216 páginas: ilustraciones, datos numéricos  
Incluye referencias bibliográficas  
ISBN e. Book: 978-958-740-213-1

1. *Allium fistulosum* 2. Propagación vegetativa 3. Factores climáticos 4. Gestión de lucha integrada 5. Cosecha 6. Análisis de costos 7. Antioquia (Colombia) I. Jaramillo Noreña, Jorge II. Aguilar, Paula Andrea III. Cano, Lucas Esteban IV. Tamayo, Pablo Julián V. Franco, Germán VI. Benjumea, Francisco.

**Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agropec**  
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

**Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica**

Centro de Investigación La Selva. Kilómetro 7, vía a Las Palmas, vereda Llano Grande, Antioquia. Código postal 054040, Colombia.

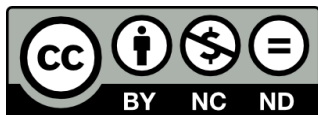
Esta publicación es el resultado del convenio de cooperación 0115 de 2014 (Contrato 1828) de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

**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:** Jaramillo JE, Aguilar PA, Arguello O, Valencia C, Saldarriaga A, Martínez AM, Forero CA, Franco G. 2016. Modelo tecnológico para el cultivo de cebolla de rama (*Allium fistulosum*) en el departamento de Antioquia. Mosquera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

**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 y justificación .....</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo I</b>	
<b>Área geográfica y entorno ambiental .....</b>	<b>17</b>
Distribución del cultivo global, nacional y departamental.....	17
Descripción del área geográfica y potencialidad del cultivo .....	22
Dinámica económica departamental .....	25
Áreas óptimas para la producción .....	26
<b>Capítulo II</b>	
<b>Descripción botánica, taxonómica y clasificación .....</b>	<b>29</b>
Descripción botánica .....	29
Raíz.....	30
Tallo o disco basal .....	31
Pseudotallo.....	32
Hoja .....	33
Inflorescencia .....	33
Semilla .....	34
Taxonomía y clasificación.....	35
<b>Capítulo III</b>	
<b>Recurso genético y propagación.....</b>	<b>36</b>
Recurso genético .....	36
Monguana o imperial .....	37
Berlinera .....	37
Pastusa .....	37
Chava.....	37
Blanca o injerta.....	37
Silviana o colorada .....	37
Santa Isabel o R 18 .....	37
Junca.....	37
Zancona.....	38
Propagación .....	39
Propagación sexual.....	39
Propagación asexual .....	40
<b>Capítulo IV</b>	
<b>Exigencias edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo .....</b>	<b>43</b>
<b>Capítulo V</b>	
<b>Manejo del recurso suelo.....</b>	<b>46</b>
Tecnologías apropiadas para la preparación del suelo .....	46

Arados rotativos.....	47
Arado de disco o grada de disco .....	48
Subsolador o descompactador .....	49
Arado manual .....	49
Aplicación de enmiendas y materia orgánica .....	49
Aplicación de enmiendas .....	50
Aplicación de materia orgánica.....	51
Importancia del análisis de suelos.....	52
Toma de la muestra para el análisis de suelos.....	53
¿Qué es una muestra representativa de suelo? .....	53
¿Cómo tomar una muestra de suelos? .....	54
Preparación del suelo para la siembra .....	57
Caracterización física y química de los suelos de Antioquia.....	59
Características físicas.....	60
Características químicas.....	61
<b>Capítulo VI</b>	
<b>Sistemas de siembra .....</b>	<b>62</b>
Sistema de siembra en surco sencillo .....	62
Sistema de siembra al lote o sin un sistema determinado .....	63
Sistema de siembra por camas.....	64
Sistema de siembra bajo condiciones protegidas .....	65
Ventajas de la producción bajo condiciones protegidas .....	67
Limitaciones de cultivo bajo condiciones protegidas .....	68
<b>Capítulo VII</b>	
<b>Prácticas culturales.....</b>	<b>69</b>
Selección de la semilla .....	69
Desnigüe.....	70
Descalcete y corte de hojas .....	71
Desinfección de la semilla.....	72
Control de arvenses.....	73
Afloje del suelo .....	74
Aporque.....	75
Riegos y drenajes .....	75
Riego.....	75
Drenajes.....	88
Tipos de drenajes.....	90
Sistema localizado o casualizado .....	92
Fertilización .....	93

Factores que afectan la habilidad de la planta para absorber nutrientes .....	94
Requerimientos nutricionales del cultivo de cebolla de rama según análisis de tejido vegetal (foliar) .....	96
Niveles de extracción de nutriente en el cultivo de cebolla de rama .....	97
Tipos de fertilización utilizadas en el cultivo de cebolla de rama .....	97
Rotación de cultivos.....	99
Manejo de malezas .....	100
Manejo integrado de malezas.....	100
Principales arvenses en el cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia .....	103
<b>Capítulo VIII</b>	
<b>Manejo integrado de plagas y enfermedades .....</b>	<b>112</b>
Plagas .....	112
Muestreo de plagas en el cultivo de cebolla de rama .....	112
Parámetros de muestreos y nivel crítico de daño .....	114
Principales plagas presentes en el cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia .....	116
Estrategias de manejo .....	120
Minador de la hoja <i>Liriomyza huidobrensis</i> ” .....	121
Babosas .....	125
Chizas, mojoyoy o marceños .....	128
Pulgones .....	131
Enfermedades .....	133
Concepto de enfermedad.....	133
El manejo integrado de enfermedades .....	135
Diagnóstico .....	136
Manejo integrado de enfermedades .....	136
Manejo químico.....	137
Manejo biológico .....	137
Manejo cultural .....	138
Manejo genético.....	138
Las buenas prácticas agrícolas .....	138
Principales enfermedades en el cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia .....	142
Mildeo veloso o mancha negra; cenicilla ( <i>Peronospora destructor</i> ) .....	143
Mancha púrpura de la cebolla ( <i>Aternaria porri</i> ).....	146
Roya de la cebolla ( <i>Puccinia allii</i> Rub.) .....	148
Quemazón foliar, tizona de la hoja ( <i>Stemphyllium vesicarium</i> ).....	149

Pudrición blanca ( <i>Sclerotium cepivorum</i> Berk.) .....	152
Pudrición radicular de tallo y bulbos ( <i>Ditylenchus dipsaci</i> Kuhn) .....	154
Enfermedades causadas por virus ( <i>Potyvirus</i> ) .....	156

## Capítulo IX

<b>Cosecha</b> .....	<b>158</b>
----------------------	------------

## Capítulo X

<b>Poscosecha</b> .....	<b>161</b>
-------------------------	------------

Preparación de la cebolla de rama para la comercialización .....	161
Selección .....	161
Descalcete y limpieza .....	161
Desnigüe y desbarbe .....	162
Empaque .....	162
Atados .....	162
Deshoje .....	164
Lavado y desinfección .....	164
Secado .....	164
Clasificación .....	165
Empaque .....	166
Empaque en mallas .....	166
Empacado al vacío .....	166
Empacado en atmósferas modificadas .....	166

## Capítulo XI

<b>Transformación y valor agregado</b> .....	<b>167</b>
--	------------

Cebolla de rama picada .....	167
Cebolla de rama pelada empacada al vacío .....	169
Pasta de cebolla de rama .....	169

## Capítulo XII

<b>Indicadores económicos</b> .....	<b>171</b>
-------------------------------------	------------

Consideraciones técnicas para el modelo de costos .....	174
De nivel general .....	176
La productividad por hectárea .....	177
Sobre los insumos, fertilizantes, insecticidas y plaguicidas considerados en el análisis .....	178
Supuestos del modelo de costos .....	182
Los productores de cebolla del departamento de Antioquia no contratan mano de obra externa .....	183
Los productores no pagan por el factor productivo-suministro de la tierra ....	183
Los productores no inciden en el precio del producto .....	183

Los productores no asumen compromisos financieros por los costos implícitos .....	184
Se asigna igual costo a la gallinaza que la abonaza.....	184
Estructura de costos de producción de la cebolla de rama en Antioquia.....	185
Sobre los costos.....	185
Formato de costos a considerar en el ejercicio .....	188
Cálculo de los costos de producción .....	189
Análisis de la estructura de costos de producción para una hectárea de cebolla de rama en Antioquia .....	191
Análisis de factibilidad: índices e indicadores básicos.....	193
Indicadores .....	193
Sobre los índices .....	193
Ingresos .....	193
Ingreso bruto <i>Ib</i> .....	194
Ingreso total <i>It</i> : .....	194
Ingreso neto ( <i>In</i> ): .....	195
Margen bruto de ingresos <i>Mbi</i> o ingreso disponible .....	196
De eficiencia en la producción .....	197
De rentabilidad .....	197
Ingresos esperados por el productor .....	199
<b>Conclusiones .....</b>	<b>200</b>
La realidad exige incrementar las competencias de los productores.....	202
La orientación de las políticas públicas.....	203
<b>Bibliografía.....</b>	<b>205</b>

## Lista de figuras

Figura 1. Producción de cebolla de rama por continente año 2012 .....	18
Figura 2. Cinco principales países productores de cebolla .....	18
Figura 3. Cinco principales países con los mayores rendimientos en cebolla .....	19
Figura 4. Cinco principales exportadores de cebolla .....	20
Figura 5. Cinco principales importadores de cebolla .....	20
Figura 6. Producción nacional de cebolla de rama 2012 .....	21
Figura 7. Municipios productores de cebolla de rama subregión Valle de Aburrá, Antioquia .....	23
Figura 8. Municipios productores subregión occidente de Antioquia .....	23
Figura 9. Municipios productores subregión Urabá de Antioquia .....	24
Figura 10. Municipios productores subregión suroeste de Antioquia .....	24
Figura 11. Municipios productores subregión norte de Antioquia .....	25
Figura 12. Municipios productores subregión oriente de Antioquia .....	25
Figura 13. Mapa de Antioquia con la zonificación de áreas aptas para el cultivo de hortalizas de clima frío, entre ellas cebolla de rama. ....	28
Figura 14. Morfología de la planta de cebolla de rama. ....	30
Figura 15. Raíz planta de cebolla de rama .....	31
Figura 16. Tallo de la planta de cebolla de rama. ....	32
Figura 17. Pseudotallo de la planta de cebolla de rama. ....	32
Figura 18. Hojas de la planta de cebolla de rama. ....	33
Figura 19. Inflorescencia y duración de su ciclo en el cultivo cebolla de rama. ....	34
Figura 20. Semilla de la planta de cebolla de rama. ....	35
Figura 21. Taxonomía y clasificación de la cebolla de rama. ....	35
Figura 22. Cebolla de rama tipo junca o pereirana. ....	38
Figura 23. Cebolla de rama tipo veleña. ....	38
Figura 24. Exigencias edafoclimáticas del cultivo de cebolla de rama. ....	43
Figura 25. Diferentes tipos de arados rotatorios. a. Rotavator; b. Motoazada .....	47
Figura 26. Arado de plato o grada de disco. ....	48
Figura 27. Aplicación de cal sobre camas para la siembra de cebolla de rama. ....	51
Figura 28. Aplicación de materia orgánica localizada en eras para la siembra de cebolla de rama .....	52
Figura 29. Herramientas utilizadas para la toma de análisis de suelos. ....	55
Figura 30. Tipos de recorridos para tomas de análisis de suelos. ....	55
Figura 31. Diagrama de muestreo de suelos y sus tipos. ....	56
Figura 32. a. Limpieza del sector donde se tomará la submuestra; b, c y d. Remoción de tierra a una profundidad de 25 cm; e, f y g. Toma de submuestra y eliminación de los bordes; h. Submuestra en el balde. ....	57

Figura 33. Incorporación de residuos y enmiendas con maquinaria agrícola. ....	58
Figura 34. Preparación del suelo para siembra. ....	59
Figura 35. Perfil suelo .....	60
Figura 36. Sistema de siembra por surcos. ....	63
Figura 37. Sistema de siembra al loteo sin un sistema determinado.....	64
Figura 38. Sistema de siembra por camas con cuatro surcos.....	65
Figura 39. Sistema de siembra en camas a doble surco.....	65
Figura 40. Producción de cebolla de rama bajo condiciones protegidas.....	67
Figura 41. Selección de semilla de cebolla de rama.....	70
Figura 42. Desnigüe de la semilla de cebolla de rama. ....	71
Figura 43. Descalcete y corte de hojas de la semilla de cebolla de rama.....	72
Figura 44. Desinfección de semilla de cebolla de rama. a. Contenedores para inmersión; b. Armado de paquetes en costales de fibra; c. Inmersión en bactericida; d. Inmersión en fungicida e insecticida; e. Reposo y secado. ....	73
Figura 45. Remoción de arvenses en cebolla de rama. ....	74
Figura 46. Riego por aspersion en cebolla de rama. ....	78
Figura 47. Riego por goteo en cebolla de rama en condiciones protegidas. ....	80
Figura 48. Tensiómetro de suelos .....	86
Figura 49. Sistema de drenaje en paralelo.....	91
Figura 50. Sistema espina de pescado. ....	92
Figura 51. Sistema localizado o casualizado.....	93
Figura 52. Suelda o canutillo.....	104
Figura 53. Pasto burra o argentina. ....	104
Figura 54. Corazón herido o amaranto. ....	106
Figura 55. Acedera, acederilla, trebolillo.....	107
Figura 56. Macequia o cadillo.....	107
Figura 57. Ajenjo o curahígado. ....	108
Figura 58. Siempre viva. ....	109
Figura 59. Falsa malva.....	110
Figura 60. Ombligo de Venus. ....	110
Figura 61. Larva de <i>Agrotis ipsilon</i> .....	117
Figura 62. Adulto de <i>Agrotis ipsilon</i> . ....	118
Figura 63. Estados de desarrollo de <i>Copitarsia</i> sp. a. Huevos; b. Larva; c. Pupa; d. Adulto.....	118
Figura 64. Daño ocasionado por <i>Copitarsia</i> sp. ....	119
Figura 65. Minador de la hoja <i>Liriomyza huidobrensis</i> ciclo de vida .....	121
Figura 66. Daño de minador de la hoja <i>Liriomyza huidobrensis</i> .....	122
Figura 67. Daño causado por trips en hojas de cebolla de rama. ....	124

Figura 68. Daño de babosa en pseudotallo y hojas de cebolla. ....	126
Figura 69. Chizas, mojoyoy. ....	128
Figura 70. Daños causados por chizas, mojoyoy o marceños en plantas de cebolla. ....	130
Figura 71. Daño ocasionado por pulgones.....	132
Figura 72. <i>Peronospora destructor</i> primeros estados de infección. ....	144
Figura 73. <i>Peronospora destructor</i> infestación de las hojas. ....	144
Figura 74. Senescencia de las hojas por <i>Peronospora destructor</i> . ....	145
Figura 75. Mancha púrpura de la cebolla ( <i>Alternaria porri</i> ).....	147
Figura 76. Roya de la cebolla de rama ( <i>Puccinia allii</i> ). ....	148
Figura 77. <i>Stemphylium</i> sp. en cebolla de rama. ....	150
Figura 78. <i>Sclerotium cepivorum</i> Berk. a. Tallo; b. Hojas de cebolla de rama.....	152
Figura 79. Daño radicular causado por <i>D. dipsasi</i> . ....	155
Figura 80. Daño visual de la planta causado por <i>D. dipsasi</i> . ....	155
Figura 81. Daño causado por virus en cebolla de rama.....	157
Figura 82. Cosecha de la cebolla de rama.....	159
Figura 83. Descalcete y limpieza de la cebolla de rama. ....	162
Figura 84. Atados de la cebolla de rama. ....	163
Figura 85. Empaque en ruedas de 55 kg. ....	163
Figura 86. Lavado y desinfección de la cebolla de rama.....	164
Figura 87. Secado de la cebolla de rama. ....	165
Figura 88. Cebolla de rama picada.....	167
Figura 89. Cebolla de rama pelada y empacada al vacío. ....	169
Figura 90. Salsa de cebolla de rama. ....	170
Figura 91. Enfoque sistémico de los costos. ....	173
Figura 92. Enfoque diferencial de los costos.....	173
Figura 93. Principales municipios productores de cebolla de rama en Antioquia ...	175
Figura 94. Participación de los municipios de Antioquia en áreas y producción de cebolla de rama para 2013 .....	175
Figura 95. Precio mayorista de un kilo de cebolla de rama en los mercados a nivel nacional. ....	176
Figura 96. Taller de consenso realizado en Medellín el 31 de octubre de 2014.....	177
Figura 97. Fertilizantes de síntesis química más utilizados por frecuencia de productores que reportaron su uso .....	179
Figura 98. Materia orgánica y enmiendas más utilizados por frecuencia de productores que reportaron su uso.....	180
Figura 99. Fungicidas más utilizados por frecuencia de productores que reportaron su uso.....	180

Figura 100. Insecticidas más utilizados por frecuencia de productores que reportaron su uso.....	181
Figura 101. Clasificación de los costos por su forma de aplicación.....	185
Figura 102. Porcentaje de participación de los costos directos e indirectos en la estructura. ....	191
Figura 103. Estructura de costos para una hectárea de cebolla de rama en Antioquia. ....	192
Figura 104. Salsa de cebolla de rama producida por Asocebal. ....	202

## Lista de tablas

Tabla 1. Municipios y áreas aptas para el cultivo de hortalizas en el departamento de Antioquia .....	27
Tabla 2. Comparativo entre riego por goteo y aspersión en cebolla de rama .....	82
Tabla 3. Parámetros para la determinación de humedad del suelo .....	84
Tabla 4. Rangos del tensiómetro y sus significados .....	86
Tabla 5. Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico de uso agrícola.....	88
Tabla 6. Concentración foliar de nutrientes en el cultivo de cebolla de rama .....	96
Tabla 7. Extracción de nutrientes del cultivo de cebolla de rama en el municipio de Aquitania-Boyacá .....	97
Tabla 8. Biología de los trozadores o tierreros.....	119
Tabla 9. Como preparar cebos para el control de trozadores o tierreros.....	120
Tabla 10. Biología del minador de la cebolla.....	122
Tabla 11. Ciclo de vida de trips .....	124
Tabla 12. Biología de las babosas .....	126
Tabla 13. Biología de la chiza.....	129
Tabla 14. Fungicidas recomendados para el control de <i>Peronospora destructor</i> ...	145
Tabla 15. Fungicidas recomendados para el control de <i>Alternaria porri</i> .....	147
Tabla 16. Fungicidas recomendados para el control de <i>Puccinia allii</i> .....	149
Tabla 17. Fungicidas recomendados para el control de <i>Stemphylium vesicarium</i> ..	151
Tabla 18. Fungicidas recomendados para el control de <i>Sclerotium cepivorum</i> .....	154
Tabla 19. Manejo de la pudrición de la cebolla de rama causada por el nematodo <i>D. dipsasi</i> .....	156
Tabla 20. Clasificación de la cebolla de rama según la Norma 1222 Icontec .....	165
Tabla 21. Flujo del proceso de elaboración de cebolla de rama picada .....	168
Tabla 22. Presentación y precio de los insumos más utilizados (segundo semestre de 2014) .....	182
Tabla 23. Clasificación de los costos en el sistema productivo de cebolla de rama en Antioquia .....	186
Tabla 24. Costos indirectos asociados al cultivo de cebolla de rama .....	188
Tabla 25. Cálculo de los costos de producción en el departamento de Antioquia ..	189
Tabla 26. Estructura de costos directos vs. costos indirectos.....	191
Tabla 27. Costos más significativos dentro de la estructura .....	191
Tabla 28. Ingresos brutos por 1.000 m <sup>2</sup> de cultivo de cebolla de rama en Antioquia .....	194
Tabla 29. Ingresos netos por 1.000 m <sup>2</sup> de cultivo de cebolla de rama en Antioquia .....	195

Tabla 30. Ingresos contables por 1.000 m <sup>2</sup> de cultivo de cebolla de rama en Antioquia .....	196
Tabla 31. Margen neto de ingresos o ingresos disponibles en cultivo de cebolla de rama en Antioquia .....	196
Tabla 32. Indicadores de eficiencia en cultivo de cebolla de rama en Antioquia ...	197
Tabla 33. Índice de rentabilidad en cultivo de cebolla de rama en Antioquia.....	198
Tabla 34. Índice de rentabilidad económica en cultivo de cebolla de rama en Antioquia .....	198
Tabla 35. Índice de rentabilidad financiera en el cultivo de cebolla de rama en Antioquia .....	199
Tabla 36. Ingresos esperados en 1.000 m <sup>2</sup> en el cultivo de cebolla de rama en Antioquia .....	199
Tabla 37. Ingresos esperados respecto al salario mínimo en el cultivo de cebolla de rama en Antioquia .....	200

## Introducción y justificación

En la actualidad, los modelos productivos o paquetes tecnológicos centran su importancia en la necesidad de transferir a los asistentes técnicos y agricultores, conocimientos técnicos que, desde un conjunto, agrupan las tecnologías apropiadas para un sistema y, partiendo de una zona específica, proporcionan las recomendaciones tecnológicas necesarias para el desarrollo de un cultivo.

Para el caso puntual de la cebolla de rama en el departamento de Antioquia existe la necesidad de realizar un modelo productivo que sirva de guía para la producción de tan importante hortaliza, ya que el departamento se destaca por ser el tercer productor de cebolla de rama a nivel nacional, lo que lo posiciona como uno de los principales abastecedores del mercado, y a mediano plazo le da una de las ventajas más tangibles de poder llegar a todos los productores de manera exitosa.

Una de las características agronómicas más importantes de la cebolla de rama, es la capacidad fisiológica de poder adaptarse a diferentes pisos térmicos y temperaturas. Debido a esto, esta hortaliza en la actualidad es ampliamente sembrada y se encuentra reportada en cinco de las nueve subregiones del departamento, llegando a convertirse en una buena fuente de ingresos para las unidades agrícolas que se dedican a hacer de esta su fuente de trabajo e ingreso.

En la actualidad, la Gobernación de Antioquia, a través de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia (Sadra) en su plan de desarrollo 2012-2015, en la línea 5 "Antioquia es verde y sostenible", ha generado lineamientos para la mejora del territorio en las nueve subregiones del departamento. Para el caso de las hortalizas y en especial de la cebolla de rama, hay puntos claves en el plan que incentivan a mejorar la participación del departamento en el crecimiento de la fabricación de productos sanos, de buena calidad y comercialización; en este sentido programas como Articulación de actores para la gestión ambiental y Antioquia mi hogar, plantean la necesidad de incentivar a los agricultores a través de la entrega y la legalización de predios; la capacitación en BPA y BPM; la asistencia técnica para los cultivos; zonas de protección de acuíferos para sistemas de riego; la producción de hortalizas libres de bioacumulación de plaguicidas; la protección de la erosión ante aumento de sobre explotación del suelo, entre otros. Asimismo plantean la necesidad de incentivar la destinación de recursos para las cinco zonas productoras de cebolla de rama para mejorar las condiciones de los cultivos; las ayudas institucionales para

la capacitación; y la asistencia técnica para así destacar el cultivo en la zona aumentando las producciones, los ingresos de las unidades productivas y los beneficios para la asociaciones que intervengan en el crecimiento de los agricultores, además de la creación de cadenas productivas, asistidas por la Sadra para la asociación del gremio.

En la actualidad, la cebolla de rama se encuentra priorizada dentro de la cadena nacional de hortalizas y en la Agenda Nacional de Ciencia y Tecnología de este cultivo se priorizó la demanda sobre transferencia de tecnología, la cual se define como: la búsqueda de nuevas estrategias/modelos de transferencia tecnológica e innovación. Estudios de innovación tecnológica y no tecnológica (encuestas y estudios de caso) que aporten elementos clave para la formulación de políticas de ciencia, tecnología e innovación por cadena producto hortícola y por territorio que propicien el avance y modernización del sector bajo criterios de generación y distribución de riqueza, calidad y sostenibilidad en el marco del mercado global. Es necesario el entendimiento de los sistemas y las dinámicas de innovación tecnológica y no tecnológica que se presentan actualmente en los sistemas de producción hortícola a nivel nacional y regional, con el fin de identificar sus falencias, para así proponer soluciones pertinentes que permitan avanzar en el camino hacia un sector de talla mundial. Se hace necesario entonces entender y proponer desde las siguientes perspectivas:

Para el 2014, Corpoica, con recursos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, desarrolló este modelo productivo para la producción de cebolla de rama en el departamento de Antioquia, con la finalidad de que, a través de recomendaciones tecnológicas, los productores obtengan información acerca de cómo se maneja el sistema productivo en la región y acerca de las tecnologías que se pueden aplicar para mejorar la productividad y calidad del cultivo.

## Capítulo I

# Área geográfica y entorno ambiental

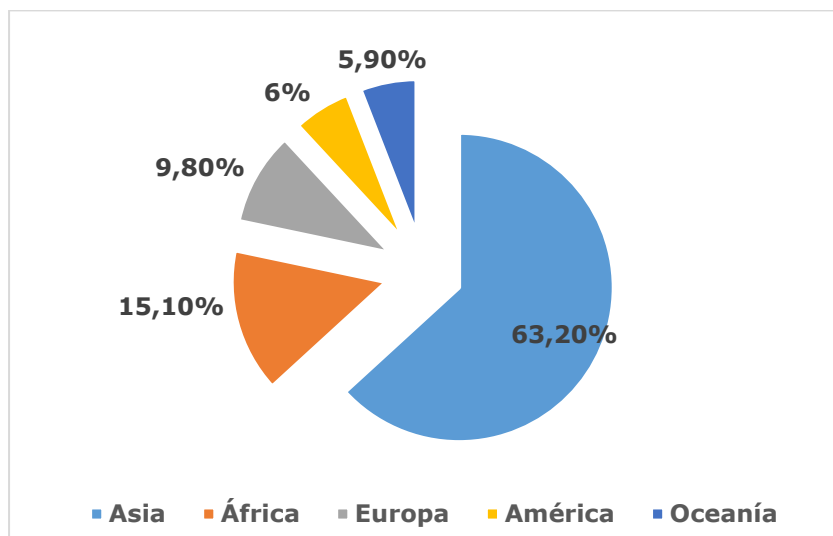
Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

### Distribución del cultivo global, nacional y departamental

El negocio de la producción de hortalizas es un gran generador de divisas a nivel mundial, el desempeño de países que comparten la franja ecuatorial son un buen ejemplo del crecimiento económico generado por la producción y exportación a mercados internacionales. En este sentido países como Perú, Ecuador y Tailandia han experimentado grandes aumentos en sus ingresos, hecho que los ha llevado a posicionarse como líderes indiscutibles en el mercado mundial de producción hortícola, llegando a ser llamados *la cocina del mundo*.

Dentro del grupo de los principales productos hortícolas comercializados se encuentran los del género de los *Allium*, destacados en su conjunto como el segundo producto hortícola más comercializado en el mercado global, ya que para el 2005 obtuvo el 7,8% de la comercialización mundial de hortalizas en fresco, logrando el 6,6% del volumen total cosechado a nivel global, solo superado por el tomate chonto que ocupó el primer lugar con el 16,3% del volumen total de hortalizas producidas, y que llegó a ocupar el 9,6% del volumen total de hortalizas cosechadas (Corporación Colombia Internacional 2005).

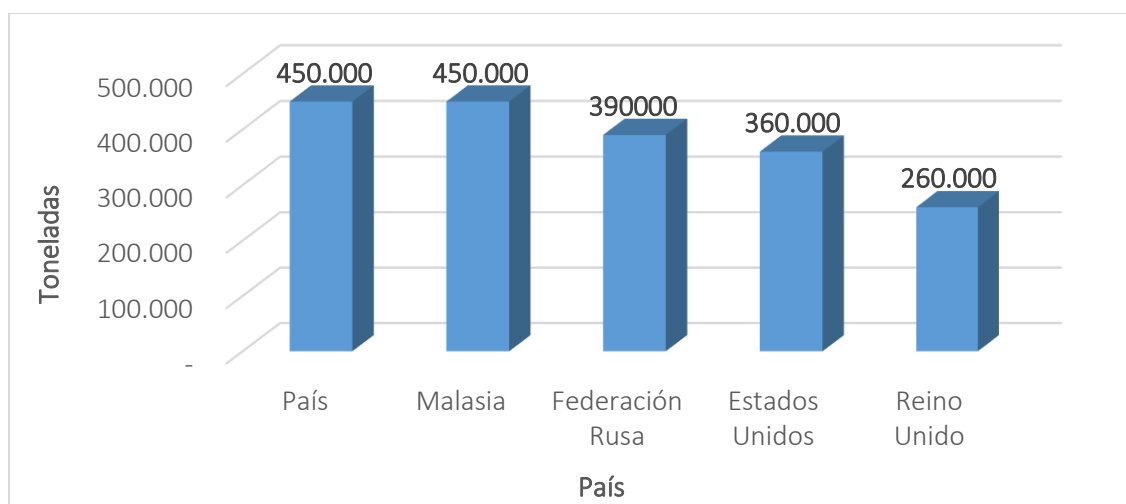
A nivel global el primer continente productor de cebollas y chalotes es Asia, con un 63,2% de la producción mundial, convirtiéndose en la despensa hortícola del planeta, y superando por gran margen de producción a Europa y África. Oceanía aparece como el menor productor con una participación del 5,9% de lo producido, superado por América que ocupa el cuarto puesto con el 6% (figura 1) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012).



**Figura 1.** Producción de cebolla de rama por continente año 2012

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012

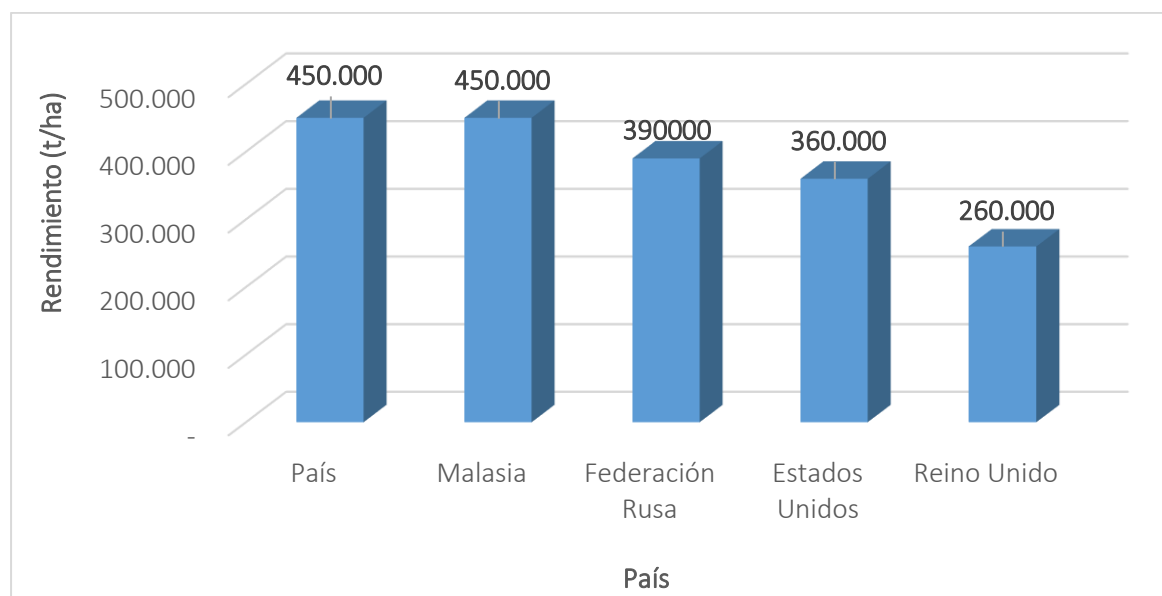
Los principales países productores de Cebollas y Chalotes a nivel mundial son China y China continental con 965.000 y 850.000 t para el año 2012, seguidas de Japón con 550.000 t, República de Corea con 356.734 t e Irak, que ocupa el quinto lugar con 350.000 t (figura 2) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012).



**Figura 2.** Cinco principales países productores de cebolla

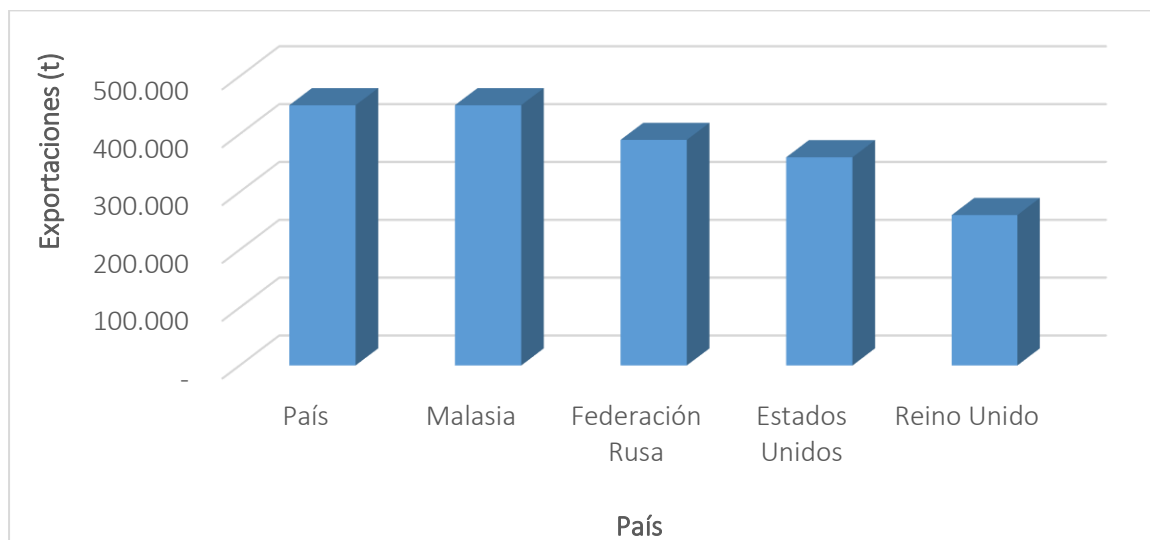
Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012

A pesar de que los principales países productores están ubicados en el continente asiático, los rendimientos más altos obtenidos en el 2012 los reportan Alemania con 52,75 t/ha, Israel con 52,27 t/ha, seguido de Nueva Zelanda con 44,95 t/ha, Suiza con 41,34 t/ha y China continental que ocupa el segundo lugar en producción y el quinto en rendimiento, con un estimado de 37,78 t/ha (figura 3) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012).



**Figura 3.** Cinco principales países con los mayores rendimientos en cebolla  
 Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012

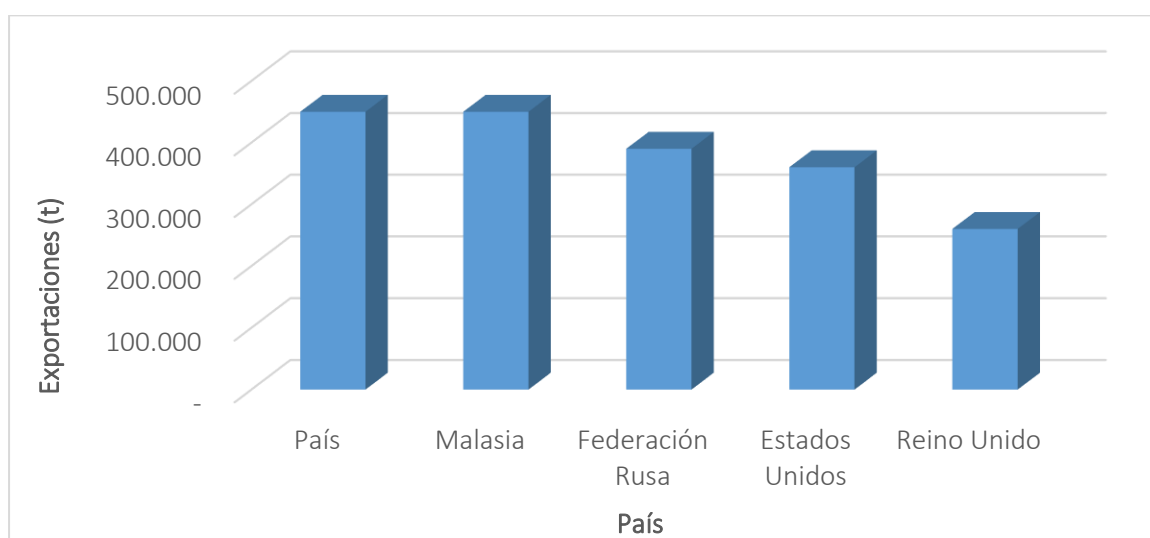
Las exportaciones de cebolla de rama han sido un tema de mercado fluctuante, en 2011 el consumo de cebolla en China y Japón, lo abasteció la producción interna de sus mercados, razón por la cual países emergentes en la producción de esta hortaliza repuntaron, alcanzando niveles muy altos de mercadeo. Para este caso los Países Bajos lograron captar la mayor cantidad del mercado de exportación con 1.342.077 t, seguidos de India con 1.110.139 t y la Unión Europea con 904.588 t. (figura 4) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012).



**Figura 4.** Cinco principales exportadores de cebolla

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012

Para el caso de las importaciones, países con bajas producciones suplen sus mercados con la oferta internacional; la Federación Rusa, en el 2011, alcanzó un total de compras de cebolla de rama de alrededor de 453.663 t, comercializando principalmente en fresco; Malasia, con importaciones de 453.651 t, estuvo muy de la mano con Rusia, y la Eurozona ocupó el tercer lugar con 396.099 t (figura 5) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012).

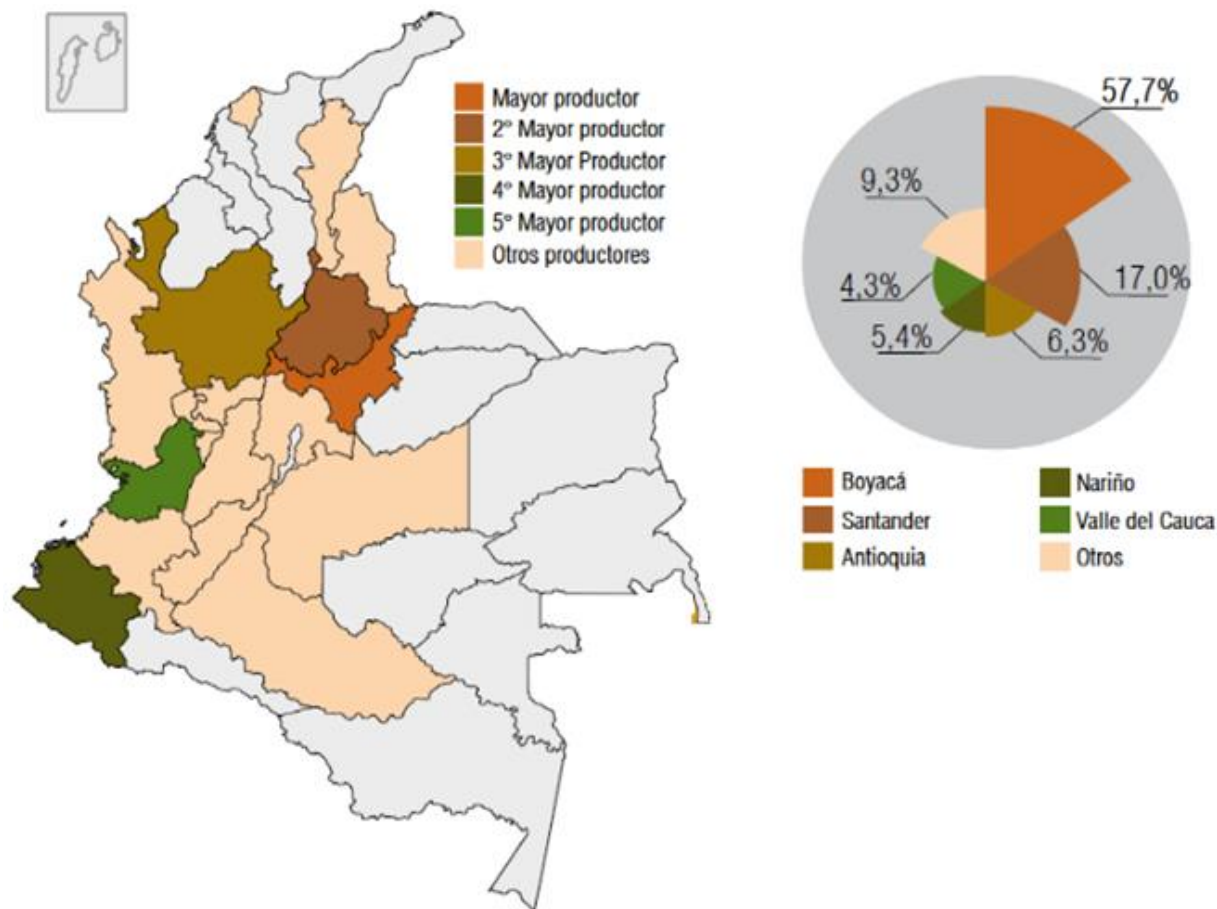


**Figura 5.** Cinco principales importadores de cebolla

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2012

A nivel nacional, la producción hortícola representa uno de los principales renglones económicos. En 2012 alcanzó la suma de 27.195 ha en los 22 departamentos encuestados (Ministerio de Agricultura... 2012b). En Colombia dentro del grupo de hortalizas de peciolo u hojas encontramos la cebolla de rama o junca (Jaramillo y Ríos 2007), aunque la producción nacional es relativamente baja, en 2011 la FAO reportó la exportación a mercados internacionales de 406 t.

A nivel departamental en 2012 Antioquia presentaba 539 ha sembradas con una producción estimada de 10.639 t en fresco y un rendimiento de 19.746 kg/ha, lo cual la posicionó en el tercer lugar en producción nacional de esta hortaliza con el 6,3 % de la producción total, superado por Boyacá como primer productor nacional, con el 57,7 % y Cundinamarca con un 17 % (figura 6) (Ministerio de Agricultura... 2012a).



**Figura 6.** Producción nacional de cebolla de rama 2012

Fuente: Ministerio de Agricultura... 2012a.

Los datos presentados permiten demostrar la creciente demanda de esta hortaliza en los mercados nacional y departamental, su potencialidad por los ingresos que genera y la proyección de la misma en los mercados internacionales.

## Descripción del área geográfica y potencialidad del cultivo

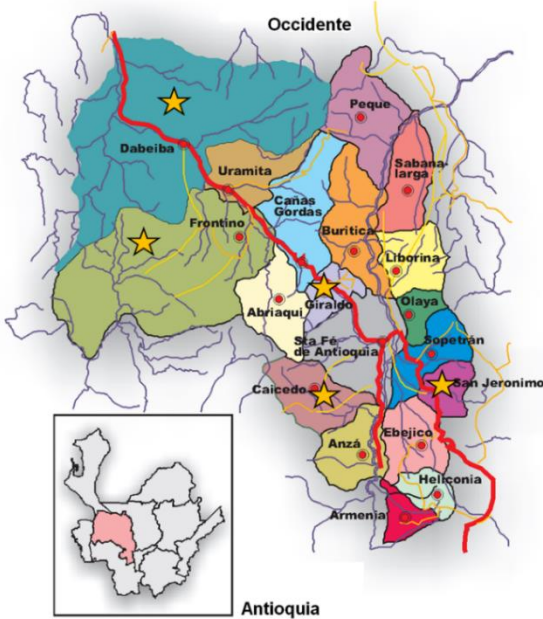
El departamento de Antioquia se encuentra conformado por 125 municipios y posee un área total de 63.312 km<sup>2</sup>. De acuerdo a la topografía, precipitación, variedad de pisos térmicos, fertilidad de los suelos y vías, estos municipios son adecuados para diversos usos del suelo. Además de las características expuestas, el departamento se caracteriza por tener unas condiciones geológicas y geomorfológicas muy variadas, hay gran heterogeneidad de regiones conformadas por las cordilleras Central y Occidental, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, la cuenca media del río Atrato, la llanura costera de Urabá y la vertiente occidental de la serranía de San Lucas; lo que favorece numerosos hábitats y la presencia de bosques altoandinos y páramos, que en la actualidad poseen una gran diversidad biológica y la interacción entre los diferentes ambientes y la flora existente (Gobernación de Antioquia 2012).

Uno de los principales usos que caracterizan los suelos del departamento es el destinado al área agrícola. En 2011 se estimaron aproximadamente 39.062,88 km<sup>2</sup> utilizados para el cultivo de hortalizas, tubérculos y papas, frutas, granos y caña, de los cuales existen 104.258 unidades productivas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2011).

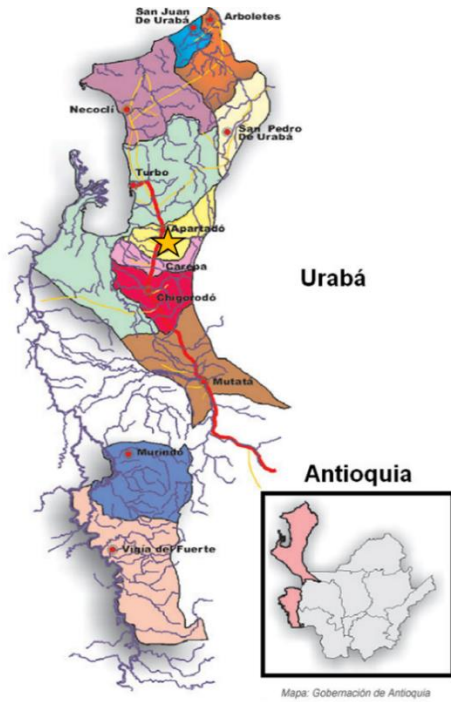
En este sentido, Antioquia es un departamento potencial para la producción de cebolla de rama, debido a que posee cinco subregiones productoras de esta especie; la subregión Valle de Aburrá (figura 7) es la que aporta la mayor cantidad de producción con el 71,2 % del total producido, seguida por la subregión Occidente con el 19,3 % (figura 8), la subregión Urabá con el 5,1 % (figura 9), la subregión Suroeste con el 3,3 % (figura 10), la subregión Norte con el 0,7 % (figura 11) y la subregión Oriente con un 0,4 % (figura 12) (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia 2012).



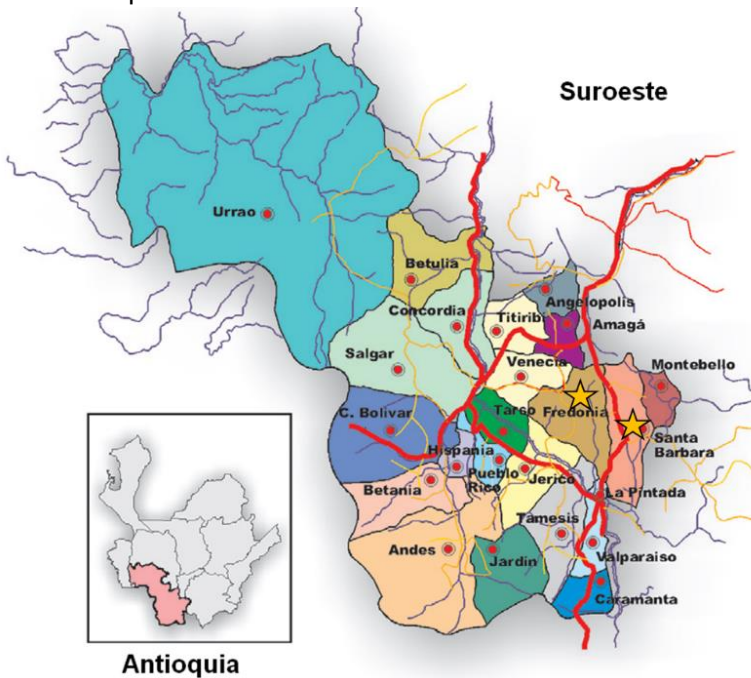
**Figura 7.** Municipios productores de cebolla de rama subregión Valle de Aburrá, Antioquia  
Fuente: Wikipedia c2015



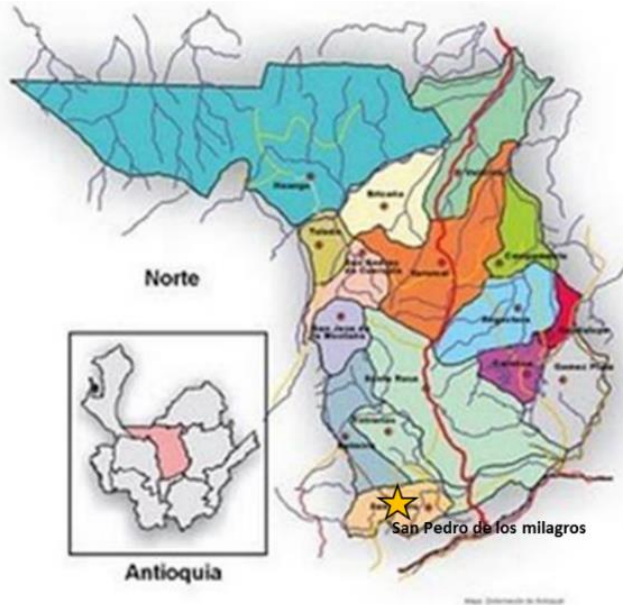
**Figura 8.** Municipios productores subregión occidente de Antioquia  
Fuente: Wikipedia c2015



**Figura 9.** Municipios productores subregión Urabá de Antioquia  
Fuente: Wikipedia c2015



**Figura 10.** Municipios productores subregión suroeste de Antioquia  
Fuente: Wikipedia c2015



**Figura 11.** Municipios productores subregión norte de Antioquia  
Fuente: Wikipedia c2015



**Figura 12.** Municipios productores subregión oriente de Antioquia  
Fuente: Wikipedia c2015

## Dinámica económica departamental

En la actualidad la economía antioqueña es una de las principales fuentes de ingresos para el país. En 2011 el departamento de Antioquia se posicionó como el primer exportador alcanzando el 17 % de la exportaciones nacionales, fundamentándose en la solidez de su economía y las exportaciones concernientes al sector industrial que fueron el principal renglón en este mercado, sin embargo, las exportaciones mostraron que productos agrícolas y agroforestales como el banano, las flores, la madera cruda y sus derivados, fueron los productos más exportados a los mercados de Estados Unidos (EE. UU.) y, la Unión Europea (UE), sin contar las exportaciones de verduras con valor agregado, conservas y frutas, razones que identifican la vocación agrícola de este departamento (Redacción El Tiempo 2011).

Dentro de la economía regional del departamento cabe resaltar que aproximadamente el 71,7 % del PIB total que aporta Antioquia, se genera en el Valle de Aburrá, mientras la subregión Oriente aporta 7,28 %, la subregión Suroeste el 4,8 %, la subregión bajo Cauca el 1,6 % y la subregión Magdalena Medio el 1,09 % (Gobernación de Antioquia 2012). Además de esta gran influencia de los productos agrícolas en el mercado nacional, es importante resaltar que Antioquia es un importante abastecedor de hortalizas en Colombia. Estas se producen en su mayoría en la Subregión Oriente, donde municipios como Marinilla, El Santuario, El Peñol y El Carmen de Viboral producen alrededor del 89,6 % de las hortalizas que se distribuyen a nivel nacional, más la participación de Medellín en su área rural con el 5,6 % y algunas zonas que son importantes como es el Valle de Aburrá y Giraldo para el caso puntual de cebolla de rama; Oriente, Suroeste y Occidente para el caso de tomate chonto; y Dabeiba para la ahuyama (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria 2007).

## Áreas óptimas para la producción

En el territorio antioqueño existen 489.980,32 ha con un grado apto, moderadamente apto y marginalmente apto para el cultivo de hortalizas de clima frío, entre ellas la cebolla de rama, que se extienden por los 125 municipios que hacen parte del departamento.

Las áreas óptimas para el cultivo de estas hortalizas se midieron según variables de suelo, altitud y zonas de vida, en las cuales los cultivos reflejan las necesidades puntuales para su óptima producción (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia 2011).

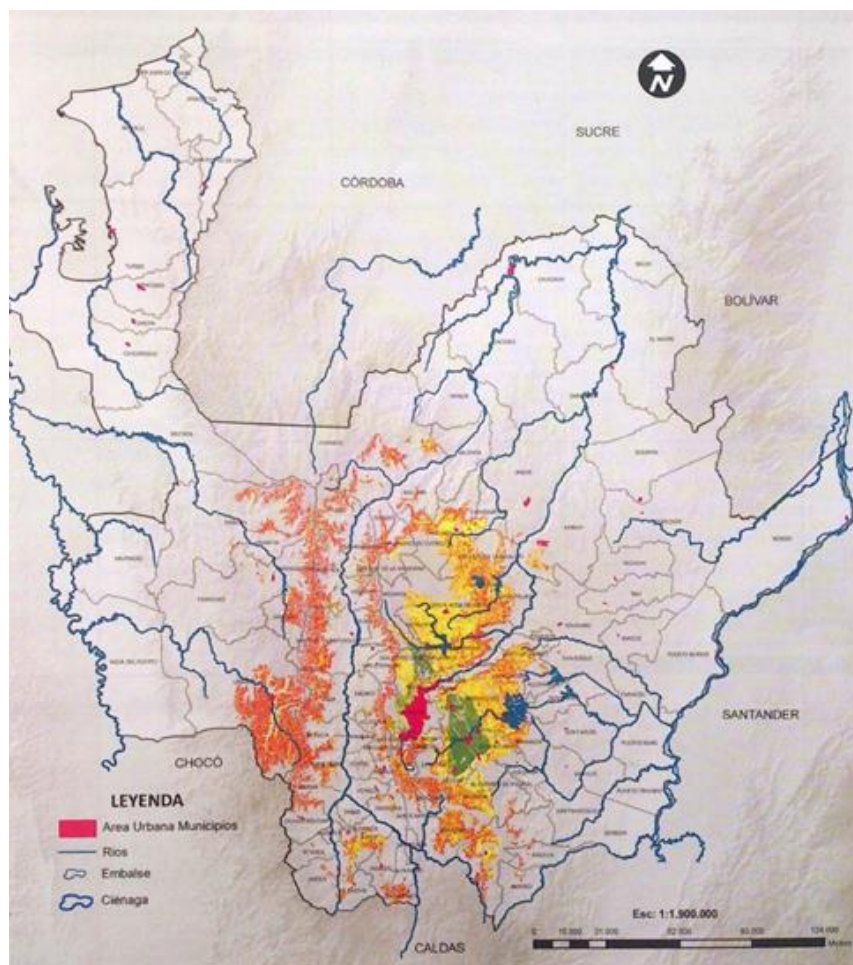
Según esta clasificación, se ubicaron zonas específicas que presentaran características homogéneas, lo que dio como resultado que el 7,9 % del área total muestreada presenta condiciones de suelos bien drenados, profundos que penetran entre 80 y 120 cm, con una pendiente entre 0 % y el 25 %, una altitud entre 1.800 y 2.600 msnm y una zona de vida con presencia de bosque húmedo premontano (bh-PM) y bosque húmedo montano bajo (bh-MB), las cuales otorgan a las hortalizas de clima frío las condiciones óptimas para que, fisiológicamente, se obtengan los mejores rendimientos. (tabla1) (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia 2011).

**Tabla 1.** Municipios y áreas aptas para el cultivo de hortalizas en el departamento de Antioquia

Municipio	Área (ha)	Municipio	Área (ha)	Municipio	Área (ha)
Abejorral	90,51	Ebéjico	92,54	Marinilla	2.462,15
Amagá	1,21	El Carmen de Viboral	3.475,49	Medellín	1.787,16
Angelópolis	3,19	El Retiro	440,03	Montebello	24,61
Anza	43,9	El Santuario	177,13	Olaya	0,06
Armenia	15,36	Fredonia	32,88	Rionegro	12.256,49
Barbosa	219,1	Giraldo	63,9	Sabanalarga	13,13
Bello	1.222,65	Girardota	371,74	Salgar	0,12
Belmira	328,57	Guarne	4.775,06	San Pedro de los Milagros	4.684,19
Betulia	70,58	Heliconia	100,62	San Vicente	52,97
Buriticá	55,06	Itagüí	8,74	Santafé de Antioquia	6,45
Caicedo	1,22	Ituango	39,83	Sonsón	12,10
Concordia	102,33	Jericó	0,49	Támesis Tarso	9,59
Copacabana	247,14	La Ceja	2.787,85	Titiribí	4,32
Don Matías	3,23	Liborina	3,89	Valparaíso	2,00

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia 2011

En la figura 13 se muestra en verde la zonificación de los suelos del departamento de Antioquia que presentan zonas homogéneas óptimas para la producción de cebolla de rama; en amarillo las moderadamente aptas que poseen suelos con profundidad de 40 a 80 cm, pendientes entre el 25,1 % y el 50 % y zonas de vida predominantes de bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) y bosque muy húmedo montano bajo. (bmh-MB) (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia 2011).



**Figura 13.** Mapa de Antioquia con la zonificación de áreas aptas para el cultivo de hortalizas de clima frío, entre ellas cebolla de rama.

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia 2011

## Capítulo II

# Descripción botánica, taxonómica y clasificación

Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

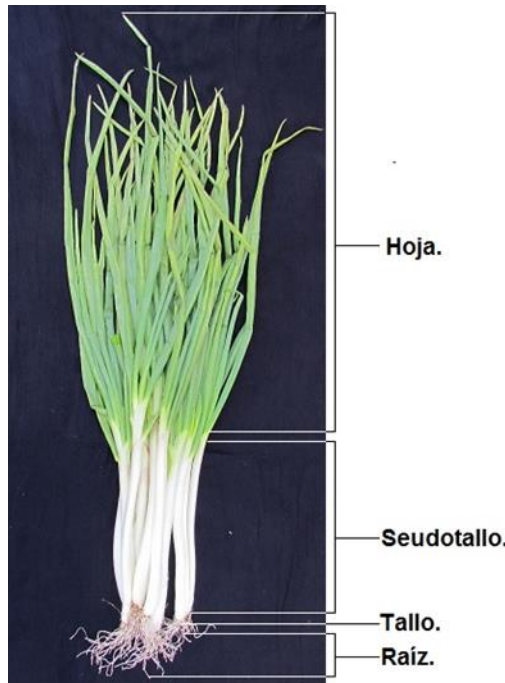
La historia del género *Allium* se remonta a las regiones de las montañas de Pakistán, Turkmenistán y en el norte de Irán, Afganistán y Pakistán. *A. fistulosum* se estableció hace más de 2000 años en China y Japón, de allí que se les denominen cebolla japonesa. Esta se clasificó en cuatro grupos: Kaga, Senju, Kujyo y Yagura negi, los cuales se clasificaron basados en que todos, excepto el último poseen pseudotallos largos y blancos; en estos se fomenta el aporcado a medida que aumenta el crecimiento del tallo, (Pinzón 2004).

A diferencia del género Kaga, los tres siguientes poseen cualidades únicas ya que están adaptados a las regiones más frescas, más cálidas e intermedias respectivamente, mientras que el grupo Kaga se utiliza para producir pseudotallos más gruesos que no se separan fácilmente y que poseen un color blanco intenso y hojas más largas (Pinzón 2004).

### Descripción botánica

Las plantas de cebolla de rama están formadas por macollas, a su vez compuestas de vástagos o gajos de hojas que nacen de un mismo sitio; la planta completamente desarrollada posee cuatro estructuras fundamentales: raíz, tallo, pseudotallo y hoja (figura 14).

Las macollas pueden llegar a poseer hasta nueve envolturas o estructuras bien definidas; estas nacen desde el interior, una detrás de la otra de forma consecutiva. Cada gajo se compone de un conglomerado de capas, las cuales emergen y van creciendo de las estructuras interiores y cuando alcanzan cierta longitud rompen el pseudotallo y de aquí emerge la parte verde de la hoja mediante un proceso continuo y permanente; mientras tanto, la hoja exterior se va marchitando (Sánchez et al. 2012).



**Figura 14.** Morfología de la planta de cebolla de rama.

Foto: Lucas Cano

## Raíz

Posee una raíz adventicia, es altamente fibrosa y fasciculada, puede llegar a profundizar hasta 25 cm y lateralmente expande su área de absorción aproximadamente 15 cm (figura 15); está conformada por raicillas que a medida que mueren o se deterioran las más viejas, nacen nuevas reemplazando su función de absorción, saliendo del disco basal o tallo y aumentando a medida que la planta así lo necesite; se comienza a ver mayor crecimiento de nuevas raicillas cuando la planta comienza a desarrollar muchos folíolos u hojas nuevas y gajos de los cuales surgen nuevas raicillas.

El desarrollo de nuevas raicillas y la muerte de estas es progresiva durante todo el ciclo del cultivo, renovando constantemente las estructuras de absorción; el diámetro promedio de cada raicilla está entre 0,5 y 2,0 mm (Sánchez et al. 2012).



**Figura 15.** Raíz planta de cebolla de rama  
Foto: Paula Andrea Aguilar

### Tallo o disco basal

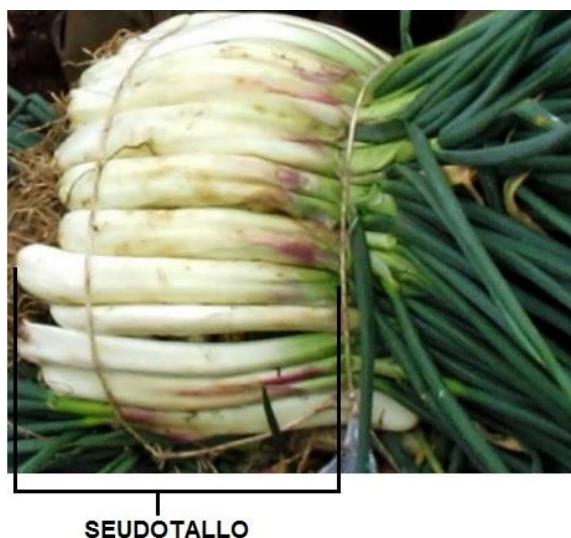
El tallo posee una forma comprimida y aplastada semejante a un disco que crece a continuación de la raíz (Figura 16) (Sánchez et al. 2012); se encuentra por debajo del nivel del suelo y así permanece a menos que la planta produzca floración (Pinzón 2004); dicho tallo se conforma de una zona meristemal que se mantiene indefinidamente y se perpetúa por sí misma; en la parte inferior está compuesto por el *cambium*, del cual se originan las raíces (Sánchez et al. 2012); en la parte superior del disco está el ápice caulinar donde se generan las hojas en sentido alterno y opuesto y se producen dos hileras separadas a 180° una de la otra (Pinzón 2004); el crecimiento del tallo aumenta radialmente del centro del disco hacia fuera, debido a esto las células nuevas se encuentran en el centro y van desplazando las más antiguas hacia los lados.



**Figura 16.** Tallo de la planta de cebolla de rama.  
Foto: Lucas Cano

## Pseudotallo

Lo que a primera vista se ve como el tallo de la planta, en realidad es un falso tallo o pseudotallo. Esta estructura se conforma de las hojas que se generan en el disco basal, estas poseen un limbo y una vaina que se curva hasta rodear completamente el punto de crecimiento formando una estructura de hojas bien ajustadas, logrando diferenciar la parte aérea compacta y blanca de la planta (figura 17) (Pinzón 2004).

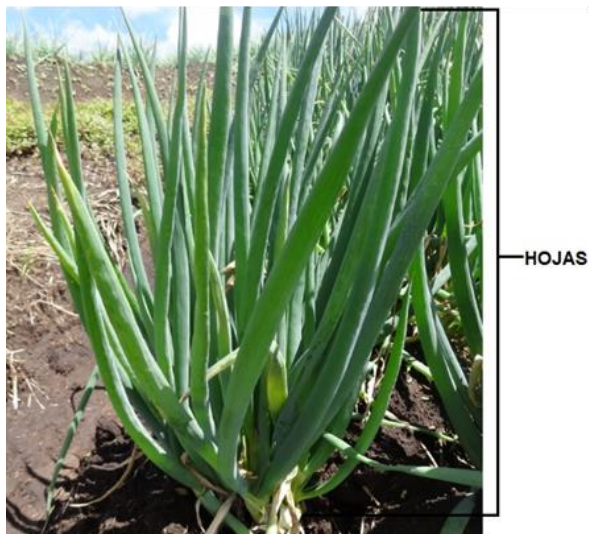


**Figura 17.** Pseudotallo de la planta de cebolla de rama.  
Foto: Lucas Cano

La porción constituida por el pseudotallo es difícil de definir, ya que estructuralmente es el espacio ocupado entre la base de la hoja y el tallo. Se asume pues que dicha unión es conocida como el peciolo (Sánchez et al. 2012).

## Hoja

Las hojas, después de emerger del pseudotallo, cambian radicalmente su conformación; en un primer momento son hojas totalmente compactas que se aferran unas a otras, luego comienzan a presentar una forma cilíndrica o cónica (figura 18), formando así un espacio vacío en el centro, que a medida que aumenta su crecimiento el ápice termina en punta y su forma cilíndrica permite que el área foliar tenga más potencial de captar la luz del sol, ya que poseen 360° de lámina foliar que sintetiza mayor cantidad de área para captar la luz solar (Sánchez et al. 2012).



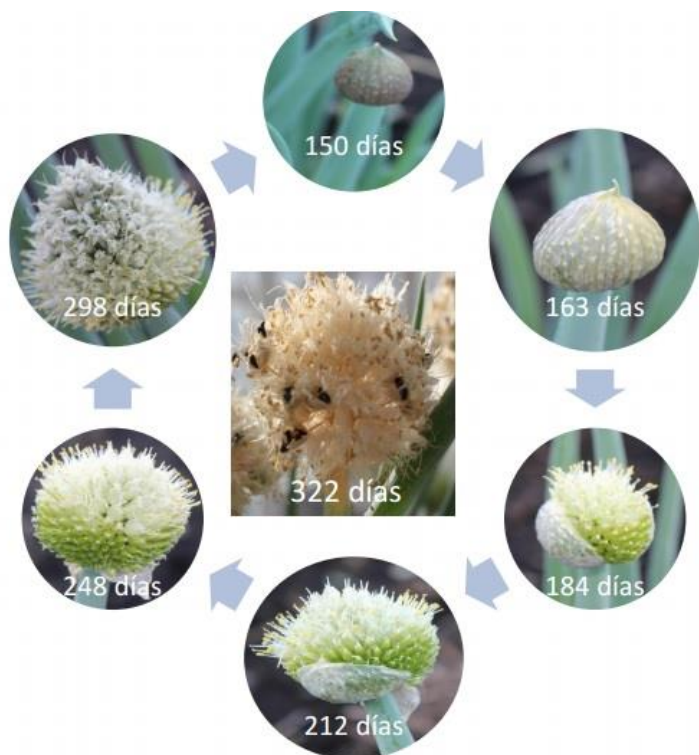
**Figura 18.** Hojas de la planta de cebolla de rama.

Foto: Lucas Cano

## Inflorescencia

Esta estructura se desarrolla a partir del tallo o disco basal, el cual produce un aumento en el crecimiento; esta zona meristemática produce una estructura sólida en su base de forma cilíndrica y hueca, que aumenta su tamaño, y recibe el nombre de escapo o peciolo floral; cuando completa su formación puede producir de 50 a 2.000 flores envueltas por una serie de hojas modificadas que conforman la llamada

espata (capullo en forma de copa) (figura 19). La inflorescencia posee una forma particular de umbela o sombrilla conformada por gran cantidad de pequeñas flores que se abren en forma definida; cada umbela posee de 350 a 400 flores hermafroditas que pueden llegar a producir aproximadamente seis semillas por flor (Sánchez et al. 2012).



**Figura 19.** Inflorescencia y duración de su ciclo en el cultivo cebolla de rama.  
Foto: José Alfredo Molina

## Semilla

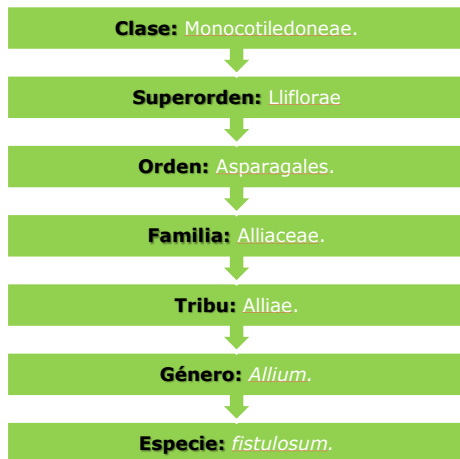
Las semillas de cebolla de rama son monocotiledóneas, o sea, con un solo cotiledón, este tejido alimenticio contiene las reservas de carbohidratos, grasas y proteínas y ocupa el 90 % del total de la semilla, el 10 % restante lo constituye el embrión; inicialmente las semillas son lisas y voluminosas (figura 20); y a medida que maduran se van deshidratando, tornándose arrugadas y de forma irregular. Cabe resaltar que la propagación de la cebolla de rama principalmente se hace de forma asexual, por hijuelos, que son clasificados de los mejores materiales cosechados; la propagación por semilla se da para materiales seleccionados provenientes de materiales comerciales. En Colombia no es muy común este tipo de siembra (Sánchez et al. 2012).



**Figura 20.** Semilla de la planta de cebolla de rama.  
Foto: Lucas Cano

## Taxonomía y clasificación

Ha existido una polémica constante entre los botánicos acerca de la correcta clasificación taxonómica de la ubicación del grupo *Allium* en una familia botánica, ya que a este pertenecen especies importantes como el ajo, la cebolla de bulbo y el puerro, entre otros; en los años noventa se definió el género en la siguiente clasificación, la cual perdura hasta la actualidad (figura 21) (Sánchez et al. 2012).



**Figura 21.** Taxonomía y clasificación de la cebolla de rama.  
Fuente: Hanelt 1990

## Capítulo III

# Recurso genético y propagación

Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

### Recurso genético

En la actualidad Colombia emplea en la producción y el cultivo de cebolla de rama genotipos adaptados a las condiciones de las regiones donde se siembra a gran escala. Dichas accesiones se establecen por patrones de comercialización del producto en fresco, ya que las necesidades y exigencias del mercado al cual van enfocadas las cosechas denota la fenología que posea la planta (Pinzón 2004). Estas variedades generalmente se propagan de manera asexual o vegetativa.

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ente regulador de la importación de variedades mejoradas que posean condiciones génicas destacadas, certifica semillas sexuales traídas del extranjero; en este proceso ha aprobado innumerables importaciones de semillas de cebolla de rama, las cuales llegan a mercados específicos del centro del país, desde los que se distribuyen a las regiones productoras. (Instituto Colombiano Agropecuario s. f.); debido a esto comercialmente existen variedades de semillas de híbridos importados como la variedad Evergreen, Tokio Long W, Kiyotaki F1 y Cristal White Wax, usadas comercialmente con sembrados para multiplicación en áreas altamente productoras.

A pesar de aumentar el ciclo completo del cultivo por el tiempo de germinación, almácigo, desarrollo y cosecha, estas variedades mejoran los rendimientos y la calidad, sanidad y vigorosidad de la planta sumado a la poca variabilidad que dichos híbridos poseen (Colombia 2012). Para una nueva siembra, estas variedades requieren de una semilla sexual. Pero no solo se emplean semillas certificadas para la producción de cebolla de rama, como se mencionó existen materiales adaptados y que han demostrado buenos rendimientos en el tiempo, los cuales son regionales y comerciales, como es el caso de:

### **Monguana o imperial**

Produce hojas gruesas y de buen tamaño, pero poca cantidad de macollas; es de muy buena apariencia para mercados de cadenas comerciales y para la exportación.

### **Berlinera**

Forma gran cantidad de macollas, de hojas vigorosas y muy fuertes las cuales son muy aptas para el transporte, pero tienen mucha susceptibilidad a enfermedades.

### **Pastusa**

Es el material más sembrado en el país debido a que posee tallo y hojas de muy buena calidad; son de buen tamaño para el mercado; y su principal afectación es la susceptibilidad a enfermedades radiculares.

### **Chava**

De buen macollamiento y hojas fuertes (Pinzón 2004).

### **Blanca o injerta**

Es de gran importancia por su resistencia a los nematodos, aunque susceptible a plagas (Gómez et al. 1998).

### **Silviana o colorada**

Es de alta demanda ya que posee muy buen precio de mercado y mayor aceptación de consumo; presenta desventajas sanitarias por pudrición de raíz por causa de nematodos; tiene muy buena resistencia a plagas y enfermedades, lo cual favorece el desarrollo de cultivos sanos sin utilización de plaguicidas (Gómez 2003).

### **Santa Isabel o R 18**

Desarrolla tallos gruesos y de color pardo rojizo; presenta buen macollamiento.

### **Junca**

Produce gran cantidad de macollas; es muy susceptible a enfermedades de tallos y raíces; principalmente presenta problemas de pudrición, quemazón y mancha de la punta de las hojas; sus tallos son de color amarillento; es de porte bajo y muy prolífera, pero no engruesa mucho (Departamento Administrativo Nacional de Estadística 2001).

### Zancona

Posee tallos de color morado en su exterior, y presenta mayor engrosamiento que la cebolla junca; posee hojas de un porte alto, es muy vigorosa y menos susceptible a enfermedades y plagas. En Antioquia los materiales más comunes son de dos tipos, unca o pereirana y veleña. La junca es sembrada principalmente en corregimientos del municipio de Medellín (figura 22), y tiene como mercado final los centros de acopio del interior del departamento. La tipo veleña, que presenta pseudotallos y hojas gruesas, se siembra en municipios de las subregiones del Occidente y Norte de Antioquia, y tiene como mercado final las plazas de la Costa (figura 23).



**Figura 22.** Cebolla de rama tipo junca o pereirana.  
Fotos: Jorge Jaramillo Noreña y Angélica Ramírez



**Figura 23.** Cebolla de rama tipo veleña.  
Fotos: Jorge Jaramillo Noreña y Angélica Ramírez

## Propagación

La cebolla de rama se propaga tanto sexual como asexualmente. La utilización de un método en particular está influenciada por la cantidad de área para sembrar, la disponibilidad de recursos económicos, la infraestructura que se posee, la infraestructura vial, las redes institucionales y el nivel educativo que pueda apoyar al agricultor, debido a que la propagación asexual basada en labores de laboratorio es menos accesible para productores con menor grado tecnológico y menores ingresos (Gómez et al. 1998).

### Propagación sexual

La reproducción sexual de la cebolla de rama en Antioquia no es ampliamente utilizada, a no ser que los materiales tradicionalmente utilizados hayan tenido problemas de alta incidencia de plagas y enfermedades relacionadas con daños o pudriciones radicales y problemas asociados a roya (*Puccinia allii*). Este tipo de propagación se puede utilizar de dos formas que dependen de las necesidades del agricultor; la primera hace referencia a la adquisición de la semilla certificada de una de las casas comerciales importadoras; este método garantiza la sanidad de la semilla, la homogeneidad del material, el vigor y la pureza de la semilla, además de unos porcentajes hasta del 90 % de germinación conseguido en condiciones de casa de malla; la segunda está basada en la selección de plantas de materiales que presenten alta vigorosidad, producción, calidad, rendimiento y resistencia a enfermedades. Dichas plantas serán tomadas para un proceso de selección y polinización para la obtención de semillas viables de estas, que permitan su posterior propagación. (Gómez et al. 1998).

### Reproducción por semilla comercial, certificada o seleccionada

La producción de semilla sexual certificada se produce especialmente por casas productoras a nivel mundial. Principalmente desde Estados Unidos se distribuyen los materiales mejorados a través de empresas comerciales en nuestro país. Para la siembra de estos materiales es necesario seguir los siguientes pasos:

**Pre-humedecimiento:** envolver por tres días las semillas en servilletas de papel de tal manera que se mantengan húmedas.

**Siembra en semilleros:** se siembran de tres a cinco semillas por espacio en bandejas de 50 sitios; para el sustrato se debe de utilizar tierra negra y arena desinfectada en relación 2:1, las semillas se siembran a una profundidad de 1,5 cm.

**Almacigo:** la emergencia se da entre los 15-25 días después de la siembra, y dos meses después se puede trasplantar el material a las camas.

**Siembra o trasplante a campo:** alrededor de tres meses después de la siembra en los semilleros se puede sacar gran cantidad de material para el trasplante a campo.

### Reproducción por semilla seleccionada de plantas propias

**Selección del material (plantas madre):** el material se debe escoger por poseer vigorosidad, poca o nula susceptibilidad a plagas y enfermedades, buenos tallos y hojas fuertes, buen macollamiento y aceptación para el mercado.

**Seguimiento y polinización:** las plantas seleccionadas tardan alrededor de tres meses más del tiempo que se cosecha la cebolla de rama para venta comercial. En este periodo hay que estar al tanto de la floración, debido a que apenas esté la flor totalmente formada hay que tapparla con bolsas de papel de arroz o glassine para evitar la polinización cruzada y que se pueda hacer una autopolinización.

**Recolección y secado:** apenas la flor termina su fecundación o polinización, se retira el papel de arroz o glassine y se espera que madure completamente la semilla hasta que esté la flor seca y la semilla madure totalmente. En ese punto se cosecha, se limpia de impurezas, se extraen semillas vanas y deformadas. Se comienza el ciclo de la reproducción sexual por semilla certificada o seleccionada (Cerón et al. 2012). Todos los procedimientos se realizan en casa de malla o invernadero, a una temperatura de aproximadamente 24 °C, humedad relativa del 80 % al 90 % y riego a capacidad de campo constante (Cerón et al. 2012). Este proceso normalmente lo realizan casas comerciales especializadas en la producción de semillas, pero los productores podrían implementarlo en sus fincas con la capacitación adecuada.

## Propagación asexual

Dentro de este tipo de reproducción podemos encontrar:

### Cultivo de tejidos

El cultivo de tejidos es una técnica que permite que materiales con alta calidad genética puedan ser saneados de problemas fitosanitarios y multiplicados rápidamente con la utilización de espacios muy reducidos en laboratorio. Este tipo de propagación puede realizarse tanto en condiciones *in vitro* como *ex vitro*, dependiendo de la infraestructura, la solvencia económica y las necesidades puntuales del agricultor (Pinzón et al. 2006).

Producción de semillas limpias de cebolla de rama *in vitro* (Pinzón et al. 2006):

- Selección de la planta donante: el material debe estar libre de suelo tanto en el follaje como en las raíces; tener aspecto seco, sin hojas húmedas o con síntomas de pudrición; uniformidad en el grosor de los tallos seleccionados; gajos completos que presenten el tallo verdadero y de 1 a 2 cm de raíz; material libre de plagas o de signos y síntomas de enfermedades y escasa presencia de tallos machos (Pinzón et al. 2006).
- Desinfección de las plantas donantes: los tallos se cortan 4 cm sobre la base radicular y se desinfectan durante tiempos establecidos con hipoclorito de sodio al 5 % e Isodine al 5 %; se eliminan los explantes dañados por la desinfección; se reducen a 1,5 cm y son tratados con alcohol al 70 %, Tween 20, hipoclorito de calcio (5 %) y agua destilada estéril (Pinzón et al. 2006).
- Proceso de introducción *in vitro* de ápices de cebolla de rama: los explantes desinfectados son colocados sobre una servilleta estéril, se retiran los tejidos degradados por la desinfección y parte de la raíz; finalmente se deja el explante de 0,5 a 0,8 cm conteniendo de una a tres yemas y de 2 a 3 mm de base radicular; posteriormente se siembra en medio de cultivo con sales macro MS al 50 % y sales micro MS al 100 % suplementados con sacarosa (30 g) y las hormonas AIB (0,4 mg/l) y 6-BAP (0,4 mg/l). Los ápices sembrados se incuban durante cinco semanas a 20 °C con fotoperiodo de 16 horas luz y 8 de oscuridad, lo que da como resultado de dos a tres brotes por explante (Pinzón et al. 2006).
- Proceso de multiplicación *in vitro* de plántulas de cebolla de rama: se individualizan los brotes obtenidos en la etapa anterior con tamaños de 1,5 a 2 cm para sembrarlos en contenedores de diez explantes; posteriormente se siembra en medio de cultivo con sales macro MS al 50 % y sales micro MS al 100 % suplementados con sacarosa (30 g) y las hormonas ANA (0,2 mg/l) y 6-BPA (0,4 mg/l). Los explantes sembrados se incuban durante cinco semanas a 20 °C con fotoperiodo de 16 horas luz y 8 de oscuridad, con lo que se obtienen de cuatro a nueve brotes por explante (Pinzón et al. 2006).

- Adaptación de plántulas de cebolla de rama en condiciones de invernadero: las plántulas obtenidas son llevadas a invernadero para garantizar la adaptación ex vitro; se siembran en bandejas con turba y suelo en una relación 1:1 dentro de un cubículo cubierto para mantener la humedad y la temperatura; a partir de la tercera semana se agrega fertilizante y a partir de la quinta semana se trasplantan a vasos de 250 ml con suelo y cascarilla, donde permanecerán hasta ser sembradas en campo o en condiciones de casa de malla. (Pinzón et al. 2006).

### Multiplicación por colinos o pseudotallos

La propagación asexual es la más utilizada por los agricultores de Antioquia, debido a que representa menores costos, es la más rápida y accesible para su producción.

Este tipo de multiplicación asegura que las plantas hijas sean exactamente iguales a las plantas donadoras o madres, además aumenta la tasa de multiplicación, su calidad genética y su vigor. Por esto es de vital importancia la adquisición de una semilla de excelente calidad, libre de plagas y enfermedades.

Para la siembra por hijuelos se deben tener en cuenta las siguientes características:

- Seleccionar semilla de procedencia conocida, libre de pudrición y enfermedades.
- La semilla debe ser homogénea, con grosor de tallo de 1,9 a 2,9 cm.
- La semilla debe tener buen vigor.
- Realizar un proceso de solarización máximo de tres días.
- Quitarle la nigua a la semilla (desnigüe): quitar la parte superior del tallo y la raíz, para favorecer la rápida formación de raicillas nuevas, dándole a la planta más vigor frente al ataque de enfermedades.
- Desinfección de semilla: se hace posterior al desnigüe. Es conveniente someter la semilla o colino a una desinfección por inmersión a base de un producto yodado o hipoclorito para eliminar todos los patógenos que se encuentren adheridos a las raíces, tanto de enfermedades, hongos y plagas como principalmente nematodos.
- Siembra directa en campo (Pinzón et al. 2006).

## Capítulo IV

# Exigencias edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo

Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

La cebolla de rama es sembrada en diferentes pisos térmicos, lo que permite que su cultivo se encuentre desde zonas con temperaturas altas hasta zona de páramos por encima de los 3.000 msnm; sin embargo las tierras en estas alturas generalmente son zonas de paramo y no es recomendable el establecimiento en estas condiciones, ya que normalmente son territorios protegidos, y hay normas ambientales que impiden dichos establecimientos debido a posibles problemas de contaminación de aguas; en el caso de que estos existan, se requiere establecer planes de manejo ambiental con enfoque de buenas prácticas agrícolas (figura 24). Las condiciones edafoclimáticas más favorables para el cultivo de cebolla de rama son (Sánchez y Pinzón 2013):

Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Se comporta bien entre los 12 - 20°C</li> </ul>
Precipitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Resiste sequías, pero necesita para su ciclo comercial de 1.000 a 1.500 mm.</li> </ul>
Rango altitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Se encuentra reportada en Antioquia, desde los 1.000 msnm hasta las zonas de páramo a 3.400 msnm. Su rango óptimo esta entre los 1.000 y los 3.000 msnm.</li> </ul>
pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Se recomiendan pH neutros o ligeramente ácidos que oscilen entre 6,0 y 7,0.</li> </ul>
Requerimientos hídricos del cultivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>•La planta fisiológicamente requiere, en el ciclo completo (un año), al rededor de 600ml/m<sup>2</sup>. (Snachez, 2013)</li> </ul>

**Figura 24.** Exigencias edafoclimáticas del cultivo de cebolla de rama.

Fuente: Modificado de Sánchez y Pinzón 2013

Según el Ministerio de Medio Ambiente de Colombia (2002), el aprovechamiento y manejo de los ecosistemas de páramo requiere considerar las relaciones directas e indirectas entre el ecosistema y los agentes externos que influyen en la oferta y calidad de los recursos naturales asociados, para lo cual se necesita integrar y coordinar su manejo sostenible con otros intereses sectoriales, además es importante considerar el conocimiento acumulado de comunidades locales, sean campesinos, indígenas o colonos.

Son doce los principios del enfoque o visión ecosistémica, que si bien no podrían catalogarse como novedosos, su relación y la forma en que se complementan las acciones que de ellos se derivan, seguramente serán la base de una gestión ambiental más acorde con las posibilidades de los sistemas naturales del páramo y los grupos humanos que allí habitan. Estos doce principios son:

- Los objetivos del manejo de la tierra, del agua y de los recursos vivos son materia de elección social.
- El manejo debe ser descentralizado al nivel apropiado más bajo.
- Los administradores de ecosistemas deben considerar los efectos (actuales y potenciales) de sus actividades sobre ecosistemas adyacentes o de otros ecosistemas.
- Es necesario reconocer las ganancias potenciales del manejo ecosistémico adecuado.
- Es necesario tener en cuenta la conservación de la estructura y funcionamiento del ecosistema para mantener los servicios del mismo.
- Los ecosistemas deben ser manejados dentro de los límites de su funcionamiento.
- El enfoque ecosistémico debe ser aplicado a escalas apropiadas, tanto espaciales como temporales.
- Hay que reconocer las variaciones de las escalas temporales y los efectos retardados que caracterizan los procesos ecosistémicos.
- El manejo debe reconocer que el cambio es inevitable.
- Debe buscar el balance apropiado entre la conservación y el uso de la diversidad biológica.
- Deben considerarse todas las formas de información relevante, incluyendo el conocimiento científico, tradicional y local, las innovaciones y las prácticas.
- Debe involucrar a todos los actores relevantes de la sociedad y de las disciplinas científicas.

Además, para la aplicación de estos principios se tienen en cuenta cinco puntos o guías operativas:

- Atención especial a las relaciones funcionales y a los procesos que se llevan a cabo en los ecosistemas.
- Promoción del acceso equitativo y la distribución de los beneficios derivados de la biodiversidad y el uso de sus componentes.
- Utilización de prácticas adaptativas de manejo.
- Realización de acciones de manejo en escalas apropiadas.
- Cooperación intersectorial.

En esta medida, la aplicación de dicha estrategia implica tres aspectos fundamentales: a) la función y estructura de los ecosistemas y sus diferentes componentes naturales; b) la organización social de los grupos humanos y la forma como esta afecta la funcionalidad de los sistemas naturales, y por último; c) el esquema económico que estos grupos sociales planteen para obtener beneficios específicos de un sistema natural. A partir del análisis de estos aspectos y en especial medida de las relaciones que en torno a ellos puedan existir, se podrán entonces plantear esquemas de conservación y uso sostenible de la biodiversidad (Ministerio de Medio Ambiente 2002).

## Capítulo V

# Manejo del recurso suelo

Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

Los suelos de Antioquia poseen una topografía integrada por las cordilleras central y occidental, agrupando los suelos en dos regiones que lo delimitan y mezclan en una gran variedad de cambios físicos. La región interandina se caracteriza por encontrarse en un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 1.000 msnm, se encuentra bañada por las llanuras aluviales de los ríos Cauca y Magdalena con temperaturas que varían desde los 24 a 30 °C, con suelos ricos en nutrientes y excesivamente labrados principalmente para la producción de alimentos.

Por otra parte, la región andina comprende gran variedad de climas, desde zonas cálidas con temperaturas medias de 29°C, hasta las zonas de páramo por encima de los 5.000 msnm. Comprende diferentes tipos de pendientes; desde onduladas o empinadas en las laderas de las montañas, hasta mesetas altas en algunas partes de la Sabana de Bogotá y los altiplanos de Antioquia, Boyacá y Nariño. Los suelos son muy variados, desde suelos de alta fertilidad en algunas zonas volcánicas como el Eje Cafetero, hasta los andisoles típicos de fertilidad media-baja en las vertientes y partes altas de las cordilleras. En esta zona también se encuentran suelos negros, con alto contenido de materia orgánica, frecuentes en las partes altas, planas o pendientes de las cordilleras (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2006). Debido a esta gran variedad de climas, se presenta diversidad en los cultivos.

## Tecnologías apropiadas para la preparación del suelo

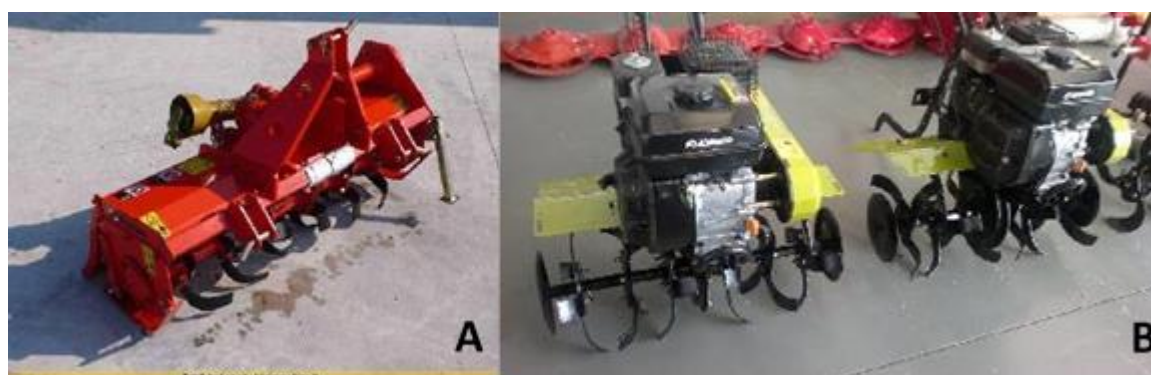
En la actualidad los factores que determinan la utilización de maquinaria para la preparación de un lote con el fin establecer un cultivo de cebolla de rama son: área destinada para la siembra, factor económico, disponibilidad de infraestructura vial, ubicación de la parcela, entre otros; estas necesidades afectan la implementación de tecnología, por lo que se pueden encontrar diversos tipos de mecanización agrícola para la preparación del suelo.

De acuerdo con los resultados arrojados de la tecnología local de producción, en Antioquia aproximadamente el 90 % de los agricultores poseen menos de una hectárea sembrada en cebolla de rama y preparan el suelo de forma manual, usando azadón, rastrillo y machete. Según Rivera (2003), en las zonas de ladera el uso de azadón lleva a la destrucción de los agregados naturales mediante pulverización de los suelos, causando erosión en los mismos. Los predios con extensiones mayores de una hectárea utilizan maquinaria agrícola (tractor y sus implementos). Para el caso de maquinaria mecanizada se utilizan los siguientes equipos:

### Arados rotativos

En Antioquia se usan dos tipos de equipos que cumplen la misma función, pero según su tamaño, costo de compra o alquiler y disponibilidad, son seleccionados por los agricultores. Para el uso de estos se tiene en cuenta principalmente la pendiente del lote, la extensión del terreno y los recursos económicos; su función es roturar, mezclar y cortar el perfil del suelo y constan de un rotor provisto de cuchillas accionadas por la toma de potencia del motor.

Dentro del grupo de los arados rotativos podemos encontrar el rotavator y la motoazada (figura 25). Los rotavator son ampliamente utilizados para pendientes poco inclinadas u onduladas debido al alto grado de erosión que producen por su peso y maniobrabilidad; alcanzan una profundidad de hasta 30cm. Por su parte, la motoazada se utiliza para suelos con pendientes muy inclinadas, donde se dificulta el ingreso de tractores; son más económicas y pueden ser accionadas manualmente por un operario y alcanzan una profundidad de 20 cm (González et al. 2006).



**Figura 25.** Diferentes tipos de arados rotatorios. a. Rotavator; b. Motoazada  
Fuente: Talleres Hijos de José Luis Ruiz s. f. y Bealser Ibérica. s. f.

## Arado de disco o grada de disco

Es utilizado para laboreo primario, cuya principal función es el esponjamiento del suelo y la aireación del mismo, lo que ayuda a la integración de los residuos de cosecha, así como a la remoción de las malezas o arvenses, a la vez que reduce la compactación del suelo por cultivos altamente densos o exceso de pisoteo (figura 26).



**Figura 26.** Arado de plato o grada de disco.

Fuente: Talleres Hijos de José Luis Ruiz s. f.

Este arado está formado por dos o más cuerpos unidos a un bastidor, poseen un plato rotatorio que disminuye el desgaste de este apero, no se debe utilizar en suelos demasiado secos debido a que el equipo necesita de una fuerza más alta para poder romper la capa superficial del suelo, en el caso contrario, un suelo demasiado húmedo produce terrones de gran tamaño, que, al momento de secarse, tienen una desintegración más compleja (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2008). El uso excesivo de arados de disco a una misma profundidad va compactando año tras año el fondo del surco y va formando una capa dura de 3 a 4 cm de espesor, lo que limita la penetración de raíces y disminuye la velocidad del movimiento del agua y aire en el perfil del suelo y, en consecuencia, ocasiona problemas de drenaje y erosión (Inostroza y Méndez 2009).

## Subsolador o descompactador

Su principal función es la de romper el suelo con fines de aireación y descompactación sin invertir el perfil del mismo; este apero trabaja a una profundidad efectiva de mínimo 10 cm por debajo de la capa de suelo que se piensa romper, además ayuda a controlar el crecimiento de la flora adventicia. Los subsoladores se clasifican en descompactadores de trabajo duro; y para trabajo menor o de menor profundidad, dependiendo de la profundidad efectiva a la cual trabajan.

## Arado manual

La preparación del terreno en los cultivos de cebolla de rama en Antioquia se da en forma manual porque los altos costos de la maquinaria, recursos económicos limitados, vías inadecuadas para el ingreso de maquinaria, poca extensión de la tierra y en algunos casos, la pendiente del terreno, no permiten el uso de maquinaria, lo que lleva a los agricultores a manejar sus lotes de una forma más artesanal; esta labor se realiza principalmente con azadones, palines, picas y machetes, que a su vez utilizan para desmalezar, descompactar, mullir y ajustar el suelo para la preparación de los camellones, camas o eras sobre los que irá el material vegetal a sembrar.

Entre las ventajas del uso de implementos manuales están que disminuyen la erosión, así como facilitan la remoción de malezas; modifican únicamente el perfil superior del suelo; no causan compactación ni pérdida de suelo, lo cual es visto como una práctica conservacionista o amigable con el medio ambiente; sumado a esto está el uso mínimo de laboreo, lo que incide directamente sobre el mantenimiento del suelo, mejorando sus condiciones físicas y químicas y logrando mantener la mínima intervención, lo que es equivalente a una labranza mínima o reducida.

Es importante resaltar que es una práctica recomendada para cultivos por debajo de una hectárea de extensión, debido a que el manejo en extensiones superiores sería engorroso y lento.

## Aplicación de enmiendas y materia orgánica

En la actualidad en el departamento de Antioquia la aplicación de enmiendas y el uso de productos compostados es una de las labores que es utilizada de forma continua por los agricultores para la preparación del lote, ya sea para iniciar un cultivo o como

método de fertilización a lo largo de este; para el caso de la materia orgánica, la principal fuente utilizada son los excrementos de gallinas, pues es una de las principales fuentes de nitrógeno orgánico, de bajo costo y fácil acceso; para el caso de las enmiendas, se utilizan cales agrícolas, principalmente cal dolomítica, por su contenido de magnesio. Aplican la cal viva, yeso, entre otros; estos productos son utilizados en grandes cantidades y favorecen la desinfección del lote, así como el mejoramiento de cualidades químicas del suelo como el pH, lo que disminuye las concentraciones de aluminio (Al) e incrementa la disposición de calcio (Ca), para la solución del suelo (Barrera 2003).

### Aplicación de enmiendas

Esta práctica es muy común entre los agricultores en el caso de la cebolla de rama, en la cual se llega a aplicar alrededor de 30-40 t/ha de cal. Esta cantidad es excesiva debido a que la mayoría de las veces las cantidades o el tipo de enmienda a aplicar no obedecen a un análisis de suelo actualizado y más bien a lo aprendido con anterioridad bien sea por indicación de un vecino o un asistente técnico.

La recomendación para el caso de productores tecnificados, con predios de un tamaño significativo (0,5 a 1 ha o más), que pueden utilizar maquinaria agrícola para la preparación del suelo, es esparcir el producto antes de la última arada, para su incorporación al suelo.

La aplicación de cales requiere de adecuada humedad del suelo para facilitar la síntesis química de los minerales allí contenidos. Para el caso de productores artesanales, la recomendación se ciñe a que en el momento en que el agricultor esté preparando el lote y proceda a hacer la cama o camellón, esparza e integre la cal en el suelo sobre la cama (figura 27), para que el producto quede integrado dentro del perfil superficial y así esta pueda ser asimilada por la solución allí contenida.

Las enmiendas deben aplicarse en el suelo con 20 días de antelación a la siembra, incorporándola al suelo para lograr una mayor efectividad (Barrera 2003). Es importante recalcar que la aplicación de cal como enmienda debe hacerse de acuerdo con los resultados que arrojen los análisis de suelos y con la recomendación de un técnico.



**Figura 27.** Aplicación de cal sobre camas para la siembra de cebolla de rama.  
Foto: José Luis Zapata

### Aplicación de materia orgánica

La materia orgánica funciona como acondicionador del suelo, ya que esta adiciona una cantidad constante de nitrógeno orgánico a la planta; la principal fuente de materia orgánica utilizada en Antioquia es la gallinaza o la pollinaza (figura 28), productos que se componen de viruta de madera, plumas, residuos de concentrado y heces de aves. Dicha mezcla se composta para ofrecer un producto aséptico, sin olores penetrantes y en una presentación lo más mullida posible para que esta se integre rápidamente en el suelo; para ambos casos los excesos de viruta en el producto compostado crean una reacción adversa en la relación C/N favorecida por las bajas temperaturas y la presencia de poca humedad, lo que impide la correcta mineralización de la materia orgánica y somete este abono al no aprovechamiento en el suelo (Barrera 2003).

Los beneficios de la aplicación de materia orgánica en el suelo se expresan en el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas. El aumento de la retención de agua ejerce una influencia positiva sobre los microorganismos del suelo, retarda la fijación de fósforo mineral y actúa como regulador de la temperatura edáfica (López 1977).



**Figura 28.** Aplicación de materia orgánica localizada en eras para la siembra de cebolla de rama

Fotos: Jorge Jaramillo

Para la aplicación de materia orgánica se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Se deben usar abonos orgánicos sometidos a tratamiento de compostaje, buscando reducir el riesgo de contaminación microbiológica en las aplicaciones superficiales.
- No es recomendable utilizar estiércol fresco o materia orgánica que no esté totalmente descompuesta, puesto que se pueden presentar problemas de enfermedades y patógenos del suelo.
- Deben transcurrir más de 120 días desde la aplicación hasta la cosecha.
- Solo se deben utilizar abonos de procedencia conocida que den garantías de las técnicas de tratamiento.
- Si se generan abonos en la propia finca, es importante considerar: i) la preparación de los abonos se debe realizar en un lugar retirado de las instalaciones de la finca y de fuentes de agua que puedan resultar contaminadas, y ii) se deben seguir adecuadamente las técnicas para la preparación de abonos orgánicos (Shany 2007).

Para el caso de Antioquia, el productor aplica alrededor de 20 t/ha de materia orgánica (gallinaza y pollinaza) para cinco cortes al año, es decir 4 t/ha por corte, cantidad que aplica sin el soporte de un análisis de suelos. Es importante que las cantidades de materia orgánica que se aplican en el suelo estén soportadas por los resultados de un análisis de suelos y el acompañamiento de un asistente técnico.

## Importancia del análisis de suelos

El análisis de suelos es una herramienta que permite diagnosticar los contenidos nutricionales del suelo, ya sea para determinar deficiencias y necesidades de fertilización o para monitorear la evolución de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, además de identificar la estructura físico química predominante en cada uno de los perfiles en los cuales se ha tomado la muestra, permitiendo así un uso correcto tanto de fertilizantes químicos y orgánicos como de enmiendas (Instituto Colombiano Agropecuario 1992).

El correcto análisis e interpretación de los resultados permite detectar deficiencias, toxicidades, textura y variables de intercambio de iones en la solución del suelo, lo cual facilita la predicción de las recomendaciones y por ende en el incremento de los rendimientos y la reducción de costos, lo que contribuye a mejorar la eficiencia del cultivo (León 1994).

Esta práctica aún no es usada ampliamente por los productores debido al desconocimiento que existe sobre la manera correcta de tomar las muestras para el análisis, la falta de información sobre la disponibilidad de laboratorios y por su alto costo, sin embargo, en el campo es de vital importancia realizar un correcto muestreo del suelo para que sea representativo del área o lote del que se desea la información.

## **Toma de la muestra para el análisis de suelos**

La toma adecuada de las muestras de suelos para el análisis tiene tanta importancia como la exactitud de las determinaciones de laboratorio o el criterio de interpretación de los resultados.

### **¿Qué es una muestra representativa de suelo?**

Una muestra de suelo es una mezcla de varias submuestras más pequeñas, obtenidas en distintas partes de un lote hasta abarcar toda el área del terreno. Cuando se toma una muestra de suelo, se deben recoger suficientes submuestras en toda el área del terreno para asegurar una información más precisa del nivel de fertilidad del área en estudio.

La muestra de suelo debe pesar aproximadamente un kilogramo, cantidad que puede representar cinco o diez hectáreas de terreno, las cuales contienen por lo menos 20 millones de kilogramos de suelo en la capa arable. Por lo tanto, la porción del suelo representativa del lote se debe tomar muy cuidadosamente para que represente el área total. Una muestra que se recoge en un sólo punto del terreno dará información

únicamente acerca de este punto y no acerca del área total; la muestra de suelo debe incluir por lo menos 20 lugares diferentes del campo o área de diez hectáreas o más. Una muestra que incluya muy pocos puntos del área puede dar información falsa sobre la fertilidad general del terreno, y las cantidades de cal y de fertilizantes que se recomiendan sobre esas bases pueden ser erradas.

Las muestras de suelo se deben tomar de dos a tres meses antes de sembrar, de esta forma se obtendrá de esta práctica la información del análisis de suelo con tiempo suficiente para obtener los fertilizantes necesarios, hacer las aplicaciones de cal oportunamente e ir construyendo un plan de fertilización adecuado para el cultivo de cebolla de rama, de acuerdo con las necesidades del cultivo. Para el caso de la cebolla de rama es recomendable como mínimo, realizar análisis de suelos cada año.

El momento más oportuno para la obtención de las muestras es cuando el suelo tiene el grado de humedad adecuado para las labores agrícolas. Si hay necesidad de ellas cuando el suelo esté muy húmedo, se extienden sobre papel limpio o sobre un plástico y se secan al aire a temperatura ambiente antes de enviarlas al laboratorio. Se debe evitar el uso de calor artificial para acelerar el secamiento de las muestras (Instituto Colombiano Agropecuario 1992).

## ¿Cómo tomar una muestra de suelos?

La forma correcta en la que se deben tomar las muestras de suelo para el envío al laboratorio y su respectivo análisis es:

- Selección de áreas homogéneas: se debe dividir la finca en zonas homogéneas que presenten igualdad en la topografía del terreno, humedad del suelo, nivel de fertilidad, clase textural y tipo de vegetación o cultivos sembrados en los últimos años (Cuesta et al. 2005).
- Profundidad de la muestra: para el caso de la cebolla de rama se recomienda un rango de 20-30 cm (Uvalle 1985).
- Época recomendada para el muestreo: generalmente se debe de realizar con un periodo de antelación aproximadamente de 60 días; se debe tener en cuenta que el cultivo de cebolla de rama en algunas zonas de Antioquia se produce como monocultivo, por lo que la recolección de las muestras se debe hacer inmediatamente después de la cosecha, para así poder tomar decisiones de fertilización (Sánchez et al. 2012).
- Material requerido para la toma de muestras: para el análisis químico de suelos es indispensable que los utensilios estén correctamente desinfectados y bien

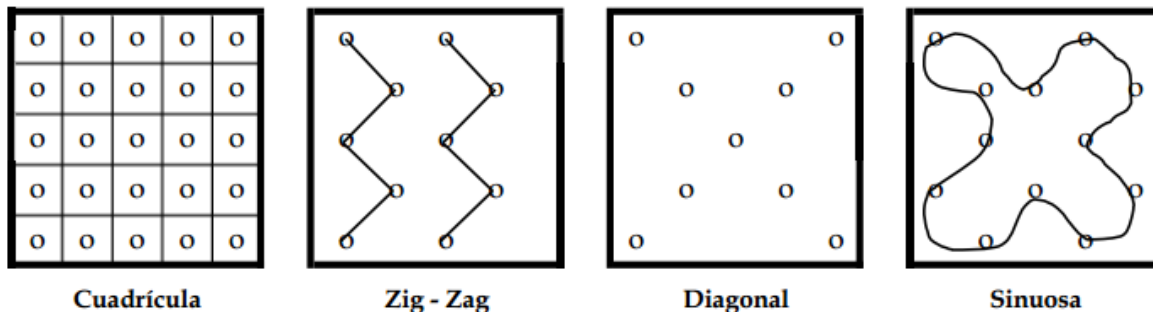
lavados. El lavado se puede realizar con agua y jabón, la desinfección con yodo agrícola en dosis de 2 cc/l en una inmersión prolongada que los deje totalmente desinfectados. Los equipos utilizados son pala o machete, estos permiten el análisis de densidad aparente y retención de humedad. Se utilizan anillos para muestras no disturbadas (figura 29) (Sánchez et al. 2012).



**Figura 29.** Herramientas utilizadas para la toma de análisis de suelos.

Foto: Paula Andrea Aguilar

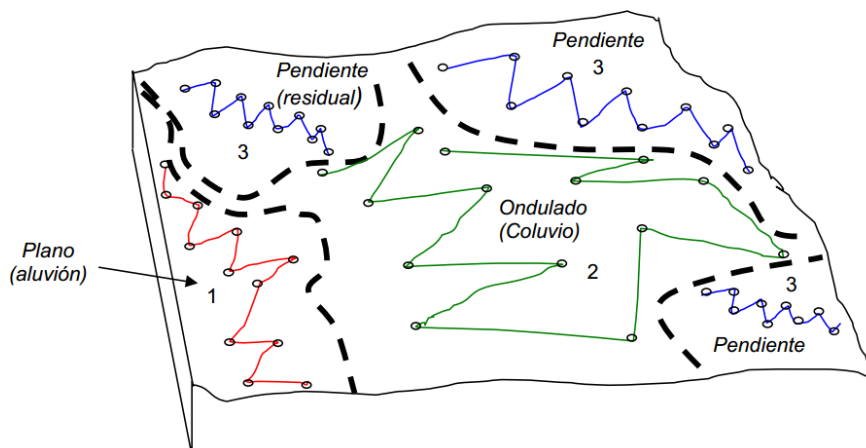
- Tipo de recorrido para toma de muestras: dependiendo de la topografía del terreno hay varios tipos de recorrido que se pueden efectuar en la finca para la toma de las submuestras para el análisis de suelos. El recorrido varía de acuerdo con la facilidad en la recolección (figura 30) (Bolsa de Comercio de Rosario Córdoba s. f.).



**Figura 30.** Tipos de recorridos para tomas de análisis de suelos.

Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario Córdoba s. f.

- Representatividad de la muestra: se deben tomar diez submuestras por hectárea en diferentes puntos del lote; estas se mezclan y se convierten en una sola muestra de un kilogramo de peso seco (Sánchez et al. 2012).
- Delimitación del suelo: es de vital importancia tener las áreas delimitadas de la finca por tipo de suelo y los límites que estos tienen dentro del paisaje para definir las unidades de muestreo. Usualmente los límites de suelo coinciden con los cambios de pendiente, así se contrasta plano vs. inclinado, manejo fertilizado vs no fertilizado, lo cual coloca cada terreno como un suelo independiente que debe ser identificado con las características anteriores (figura 31) (Osorio s. f.).



**Figura 31.** Diagrama de muestreo de suelos y sus tipos.

Fuente: Osorio s. f.

- Procedimiento para la toma de muestras: en cada sitio de muestreo se recomienda remover las plantas y la hojarasca fresca que se encuentran en la superficie entre 1-3 cm, limpiando un área de 40 cm x 40 cm. Posteriormente se introduce el barreno o pala a la profundidad deseada, transfiriendo aproximadamente 100-200 g de suelo a un balde plástico limpio. Las herramientas deben limpiarse después de tomar cada submuestra. Si se usa una pala, se puede hacer un hueco en forma de "V" y luego tomar de una de las paredes una porción de 10 x 10 x 3 cm para transferir al balde. Al final las submuestras se van mezclando en el balde hasta completar el número total de submuestras deseado.

Luego se mezclan las submuestras, para obtener una muestra compuesta que irá al laboratorio (figura 32).



**Figura 32.** a. Limpieza del sector donde se tomará la submuestra; b, c y d. Remoción de tierra a una profundidad de 25 cm; e, f y g. Toma de submuestra y eliminación de los bordes; h. Submuestra en el balde.

Foto: Paula Andrea Aguilar

- Identificación de la muestra: la muestra debe tener el nombre de la persona que solicita el análisis, el nombre del predio o finca y la ubicación de esta. Algunos análisis requieren el cultivo que se va a sembrar en el lote para analizar los requerimientos (Sánchez et al. 2012).

## Preparación del suelo para la siembra

Las labores de preparación del suelo en Antioquia varían ampliamente dependiendo de la subregión en la cual se encuentra el predio en el que se va sembrar; en la actualidad existen formas de preparación del terreno que dependen de las necesidades del agricultor, los cultivos establecidos anteriormente, el área a sembrar, la disponibilidad de maquinaria y las condiciones topográficas.

En Antioquia la cebolla de rama en la subregión Valle de Aburrá y en la subregión Occidente se siembra bajo la forma de monocultivo, debido a esto el suelo no presenta periodos de descanso o barbecho. (Técnica en la cual se deja descansar el suelo por uno o varios ciclos)

Después de la limpieza del lote, el siguiente paso depende del nivel de tecnificación de la finca y el área que se desee preparar. Si el arado se hace de forma manual los agricultores utilizan azadones reforzados o gambias para levantar la capa arable del suelo profundizando aproximadamente de 30 a 40 cm, rompiendo raíces y la mayor cantidad de material vegetal que exista sobre la superficie de suelo; una vez este se descomponga se procede a repicarlo e incorporarlo al suelo; en este proceso es recomendable aplicar las enmiendas que el técnico proponga de acuerdo al resultado del análisis de suelo.

En el caso de la preparación del terreno con maquinaria agrícola, la labor inicial se realiza usando arado de disco; este ayuda a soltar y airear el suelo, remueve las malezas o arvenses, descompacta el suelo y aumenta la profundidad efectiva y simultáneamente el área de penetración de la raíz; en este momento es recomendable la aplicación de las enmiendas, tales como cal o yeso y la aplicación de materia orgánica, de acuerdo a los resultados e interpretación del análisis de suelos (figura 33). Luego de esta labor se procede a mullir el suelo con los arados rotativos, ya sea con el uso de tractor con rotavator o motoazada, labor que se debe de repetir entre dos y tres veces para dejar el lote mullido, con el fin de facilitar la preparación y montaje de las camas, eras, camellones o zanjas para la siembra del cultivo.



**Figura 33.** Incorporación de residuos y enmiendas con maquinaria agrícola.  
Foto: Jorge Jaramillo

Cuando el cultivo se siembra para varias cosechas o ciclos consecutivos es recomendable el uso de un subsolador después del primer año, así se evitan

problemas de compactación del suelo por la aplicación constante de riego o períodos de lluvia prolongados y se impide la presencia de hongos, bacterias y demás patógenos que se favorecen por las altas humedades en el suelo (Lobo y Girard 1977). Después de aplicadas las enmiendas se hace la última arada, incorporando en el suelo las enmiendas y la materia orgánica producto de la descomposición de la vegetación, y se nivela el suelo para la construcción de camas, eras, camellones o zanjas de drenaje (figura 34).



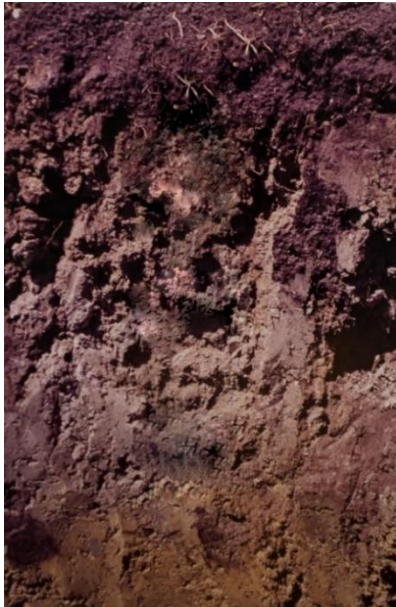
**Figura 34.** Preparación del suelo para siembra.

Foto: José Luis Zapata

Si el cultivo se mantiene en el terreno por un periodo prolongado, es recomendable ararlo entre dos y tres veces para dejarlo lo suficientemente suelto para que las raíces puedan profundizar y desarrollar mayor número de macollas (Castellanos 1999). Luego de preparar el suelo se procede con la siembra del material vegetal y el comienzo del ciclo fisiológico del cultivo.

## Caracterización física y química de los suelos de Antioquia

Los suelos del departamento de Antioquia se caracterizan por tener altos contenidos de materia orgánica; las bajas temperaturas y el predominio de altas humedades ocasionan su lenta mineralización. Dichos suelos, que provienen de cenizas volcánicas, originan texturas altamente porosas, coloraciones oscuras y una profundidad de hasta 40 cm (figura 35); estos suelos denominados andisoles también poseen gran cantidad de Al y pH de neutro a moderadamente ácido, lo que los hace aptos para una gran variedad de cultivos de clima medio y frío (Hermelin 1992).



**Figura 35.** Perfil suelo  
Foto: Álvaro Tamayo

## Características físicas

En cuanto a las características físicas de los suelos antioqueños, estos se identifican por la presencia de cuatro tipos de formaciones que varían dependiendo de su ubicación en la topografía y el origen de sus componentes, entre ellas encontramos: i) las colinas altas formadas por las rocas metamórficas: formadas de rocas ígneas (magma frío y solidificado) y rocas sedimentarias (acumulación de sedimento); dichos agregados a altas temperaturas y presiones formaron este agregado y la serpentinita, formadas de rocas que modificaron su composición química, sumadas a cristales de roca, ii) colinas bajas provenientes de la erosión de los ríos: están formadas por rocas producto del magma interno de la tierra que se solidificó lentamente y en su proceso dejó grandes depósitos de granito los cuales perduran en la actualidad, iii y iv) terrazas aluviales y llanuras aluviales: son altamente inundables (Hermelin 1992).

A pesar de la clasificación geológica de los suelos, la principal característica de ellos es la predominancia de las cenizas volcánicas en el horizonte superior; en cuanto a esto, la síntesis de la composición estructural más común de los perfiles se da para la primera capa de los 0 a los 30 cm donde predomina el color negro, textura francolimosa, estructura blocosa, pH de 6.0, porosa, friable y con mucha presencia

de raíces; de los 30 a los 50 cm varía a un color pardo amarillento oscuro, textura franco limosa, pH entre 5,5 y 6,0 y escasas raíces; de los 50 a 120 cm posee un color pardo amarillento, francolimoso, con escasas raíces y pH de 6,0; y finalmente en profundidades de 120 a 150 cm, predomina el color pardo fuerte con textura francolimosa y ya con una presencia casi nula de raíces (Fernández y Santa 1964).

### Características químicas

La formación de los suelos antioqueños se remonta a la época del Mioceno, provenientes de cenizas volcánicas, producto de explosiones derivadas de la formación de la cordillera central; lo que dio una característica química especial a los suelos de este departamento; la interacción entre la mineralización de las cenizas resultantes sumada a la poca erosión de los suelos logró una leve acidificación, generando pH promedios entre 5,5 y 6,5 con una capacidad de intercambio iónico casi totalmente saturada por hidrógeno y suelos pobres en nutrientes, teniendo como principal limitante las bajas cantidades de fósforo. La riqueza predominante en los suelos resulta de los grandes depósitos de materia orgánica acumulados en el horizonte superior, esto sumado a la presencia de alófana (compuesto de sílice y aluminio) produce complejos húmicos de alta calidad nutricional y mucha estabilidad que le han dado a los suelos del departamento la fertilidad necesaria para la producción hortícola, frutícola y pecuaria (Hermelin 1992; Arias s. f.).

## Capítulo VI

# Sistemas de siembra

Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

Según las encuestas realizadas para la toma de tecnologías locales de producción en los principales municipios productores del departamento, se encontró que actualmente se manejan cuatro tipos de sistemas producción para la cebolla de rama: por surcos, al loteo o sin una distancia de siembra determinada, por camas y por camas bajo condiciones protegidas, los cuales se diferencian de acuerdo a las condiciones geográficas predominantes en los lotes o por tradición o continuidad ancestral; a la facilidad de las labores de adecuación del lote; y, en un bajo margen, pero ampliamente importante, a la conservación de los suelos (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria 2014).

### Sistema de siembra en surco sencillo

El objetivo de la adopción de este sistema es brindarles a las plantas un mayor tamaño, lo que permite tallos más largos y gruesos, obteniéndose un mayor porte de la planta, especialmente para las cebollas de piel blanca o tipo veleña, una exigencia del mercado, principalmente para la subregión de Urabá, Magdalena medio y la costa Atlántica.

En este sistema de siembra se manejan distancias promedio de 0,40 a 0,50 m entre plantas y 0,80 a 1,0 m entre surcos aproximadamente (figura 36); estas distancias favorecen el grosor de la cebolla, el número de hijuelos brotados y el alargamiento de los pseudotallos y hojas; y aunque la densidad de plantas por hectárea es menor (entre 20.000 y 31.250) se han obtenido mayores rendimientos. El sistema de siembra por surcos en el departamento de Antioquia se presenta en la subregión Oriente, donde se siembra entre 2-3 tallos por sitio de siembra, con un grosor de 2 cm. La ventaja de este sistema es que facilita las labores a realizar en el cultivo y favorece la aireación en épocas de alta humedad relativa, disminuyendo así el ataque de enfermedades. Igualmente se facilitaría la adopción de sistemas de riego por goteo para un uso más eficiente del agua y de los nutrientes, sin embargo, generalmente se realiza a favor de la pendiente.



**Figura 36.** Sistema de siembra por surcos.

Foto: Jorge Jaramillo

## Sistema de siembra al lote o sin un sistema determinado

Es un sistema utilizado principalmente en las zonas donde la pendiente supera el 40 %. Las condiciones topográficas impiden la preparación de camas, camellones o surcos, y la realización de labores culturales. Las condiciones adversas de estos lotes favorecen la erosión del suelo debido a que el agua de riego y lluvia corre libremente por el lote, sin curvas a nivel, ni zanjas que canalicen el agua, de forma que no arrastre en su recorrido grandes cantidades de suelo.

Este sistema presenta unas distancias de siembra de 0,25 m entre plantas y 0,25 m entre surcos (figura 37), para una densidad de siembra de 160.000 plantas por hectárea, aumentando la incidencia de problemas fitosanitarios debido a las altas humedades presentes entre ellas y las temperaturas que favorecen principalmente la presencia de hongos que hacen altamente costoso el manejo del cultivo, más la dificultad en los procesos de fertilización, afloje de la tierra, control de malezas, fumigación y cosecha (Zúñiga 2010).

Este sistema es utilizado en la subregión-Occidente, principalmente en el municipio de Giraldo, donde los productores aducen que obtienen mayores rendimientos, lo cual se explica por las altas densidades de siembra utilizadas, sin embargo los costos de

producción se incrementan por el control más riguroso de enfermedades (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria 2014).



**Figura 37.** Sistema de siembra al loteo sin un sistema determinado.

Foto: Paula Andrea Aguilar

## Sistema de siembra por camas

Es el sistema de siembra más utilizado en la actualidad por la mayoría de los productores de cebolla de rama de la subregión del Valle de Aburrá. Este modelo de producción se destaca por el potencial de conservación del suelo que alcanza, ya que no genera alta erosión y protege el suelo y con ello la pérdida de nutrientes, además genera comodidad al productor para desarrollar las actividades de siembra, mantenimiento y cosecha; se aumenta la densidad de siembra y genera buenos rendimientos.

Consta de camas de aproximadamente 1,20 m de ancho por el largo del lote, dentro de las cuales se siembran las plantas con una separación de 0,30 m entre ellas, para un total de cuatro surcos por cama (figura 38), con calle de 0,40 m, con una densidad de siembra de aproximadamente 83.300 plantas por hectárea, o en algunos casos se siembran camas a doble surco a una distancia 0,80 m entre surcos y 0,30 m entre plantas, para una densidad de siembra de 31.250 plantas por hectárea (figura 39), sembrando de 2-3 tallos por sitio. Igual que en los demás sistemas de siembra, la desinfección de la semilla es una labor importante para obtener cultivos sanos y libres de problemas fitosanitarios y una cosecha con buenos rendimientos y excelente calidad. (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria 2014).



**Figura 38.** Sistema de siembra por camas con cuatro surcos.  
Foto: Paula Andrea Aguilar



**Figura 39.** Sistema de siembra en camas a doble surco.  
Foto: Jorge Jaramillo

## Sistema de siembra bajo condiciones protegidas

Actualmente en Antioquia no es común este sistema de siembra entre los productores, aunque dentro de un proyecto de emprendimiento liderado por MANÁ-FAO, se está promoviendo la siembra de diferentes especies, entre estas la cebolla de rama bajo

condiciones protegidas, teniendo como objetivo generar ingresos a las comunidades con sistemas de producción no tradicionales con los que se obtengan buenos rendimientos.

Este sistema de siembra además es una opción tecnológica como adaptación al cambio climático. En un ensayo realizado por Corpoica, en el Centro de Investigación La Selva (2011-2012) (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria 2012a) con el objetivo de identificar alternativas de producción bajo condiciones protegidas diferentes al tomate, para el caso de cebolla de rama, se sembró el material usado en el corregimiento de San Cristóbal del municipio de Medellín, llamado por el productor "cebolla de piel amarilla", que para efectos del ensayo fue nombrada cebolla de piel amarilla San Cristóbal, la cual se estableció en un invernadero tradicional y en campo abierto; para la siembra en invernadero se construyeron camas bordeadas con plástico con una altura promedio de 0,30 m y 1,20 m de ancho por 24,5 m de largo; en campo abierto también se construyeron camas de 0,15 m de altas, 1,20 m de ancho por 6 m de largo (figura 40). Las distancias de siembra para ambos casos fue de 0,20 m por 0,20 m, sembrando dos colinos por sitio; a cada colino se le cortó un poco de raíz y tallo (desnigüe) y fueron descalzados con el fin de estimular la formación de más colinos. Adicionalmente los colinos fueron sumergidos en una solución preventiva de clorpirifos y benomil.

Como resultado se obtuvo que dicho material se cosechó en condiciones protegidas a los 133 días, 30 días antes que, a campo abierto, presentando un diámetro de pseudotallo de 1,8 cm con respecto a 1,2 cm a campo abierto, que se tradujo en un mayor peso promedio por planta 630g bajo condiciones protegidas vs. 160 g en campo abierto y por consiguiente en un rendimiento del 75% más que a campo abierto (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria 2012a).



**Figura 40.** Producción de cebolla de rama bajo condiciones protegidas.

Foto: Jorge Jaramillo

## Ventajas de la producción bajo condiciones protegidas

El desarrollo e implantación de invernaderos, hidropónicos y casas de cultivos aparece como una de las tecnologías más promisorias para extender los calendarios de cosecha de los cultivos hortícolas. La ventaja principal del sistema de invernadero sobre el método tradicional a cielo abierto es que, bajo invernadero, se establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo. Esta protección permite al agricultor controlar la temperatura, la cantidad de luz y aplicar efectivamente el control químico y biológico para proteger el cultivo.

En general, son múltiples las ventajas de la producción bajo condiciones protegidas (Sganzerla 1987; Wittwer y Castilla 1995; Zeidan 2005; Jaramillo et al. 2007):

- Permite un control contra las lluvias, granizadas, bajas temperaturas, vientos, tempestades, calentamiento, enfriamiento, sombrío y la presencia de rocío en los cultivos, lo que implica una disminución del riesgo en la inversión realizada.
- La siembra bajo invernadero permite realizar un control de factores como el calentamiento, enfriamiento, sombrío y enriquecimiento con CO<sub>2</sub>.
- Obtención de cosechas fuera de época. Cultivando bajo invernadero es posible producir durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas externas. De igual modo, hay una adaptación de la producción y el mercado a los requerimientos del mercado local y de exportación, extendiendo los periodos de producción y mercadeo, y logrando así un aprovisionamiento continuo del producto.
- Mejor calidad de la cosecha. Dentro de un ambiente protegido, las condiciones de producción favorecen la obtención de productos sanos, similares en forma y tamaño.
- Preservación de la estructura del suelo. En ambiente protegido el suelo permanece bien estructurado, firme y no sufre las consecuencias de la erosión a causa de las lluvias o el viento; así mismo, se disminuye el lavado de nutrientes dentro del perfil del suelo, por lo que las plantas logran mayor disponibilidad de ellos, reflejándose en mayor productividad por unidad de área.
- Aumento considerable de la producción. Es lo que estimula a los productores a aplicar esta técnica de producción. Una planta expuesta a diferentes factores favorables bajo invernadero produce de tres a cuatro veces más, aún en épocas

críticas, que los cultivos desarrollados a campo abierto en condiciones normales. La alta productividad, asociada a la posibilidad de producción y comercialización en la época más oportuna, compensa la inversión inicial, con ganancias adicionales para el productor.

- Ahorro en costos de producción. Al existir un ahorro en los costos de producción, se aumenta la producción por unidad de área, se produce un incremento en la eficiencia de los insumos agrícolas, se disminuye el número de insumos aplicados y hay mayor comodidad en la realización oportuna de las labores.
- Disminución en la utilización de plaguicidas. Al tener mejor control de organismos nocivos, se previene el ataque de enfermedades e introducción de insectos plaga; además, dentro del invernadero es posible la utilización de mallas y cubiertas para evitar la entrada de estos.
- Aprovechamiento más eficiente del área de cultivo. Al tener altos rendimientos, no se requiere mucha área sembrada. Al estar protegido el cultivo permite incrementos en la densidad de siembra por m<sup>2</sup>.
- Uso racional del agua y de los nutrientes. El ahorro de agua es importante, puesto que la producción bajo cubierta va acompañada de sistemas eficientes, como el riego por goteo, y en el caso de los nutrientes, estos se agregan a diario en el fertirriego, lo que permite suministrar a la planta agua y nutrientes de acuerdo con sus requerimientos, según el estado fenológico, evitando pérdidas por lixiviación.
- Realización de una programación en las labores del cultivo y de la producción. La primera cosecha es mucho más precoz, lo que permite un mayor periodo de producción y con esto mayor productividad por planta y por unidad de área.
- Mayor eficiencia en la utilización de mano de obra en épocas de lluvias. Esto sucede debido a que los operarios no necesitan suspender sus labores, porque están protegidos de las precipitaciones dentro del invernadero en estas temporadas.
- Establecimiento de procesos de producción más limpios con énfasis en buenas prácticas agrícolas.

## Limitaciones de cultivo bajo condiciones protegidas

A pesar de las amplias ventajas desde el punto de vista productivo y ambiental, el sistema tiene también limitaciones como las siguientes:

- Alta inversión inicial. Para arrancar con el invernadero se requiere necesariamente de una infraestructura, cuyo costo depende de los materiales con los que se construya, además de precisar de una inversión para el sistema de fertirrigación.

- Requiere de personal especializado. Es necesario tener personal capacitado en las diferentes labores del cultivo, manejo del clima y la fertirrigación. Sin embargo, tener personal capacitado hoy en día es más una necesidad y una ventaja para cualquier empresa; para el caso de los pequeños productores que no tienen fácil acceso a la asistencia técnica, el no tener personal especializado puede llevarlos a cometer errores en el manejo del invernadero y los cultivos.
- Mayor nivel de gerenciamiento. Requiere de monitoreo constante de las condiciones ambientales dentro del invernadero para un mejor control de plagas y enfermedades, y del desarrollo productivo del cultivo.
- Alto riesgo de propagación de enfermedades y plagas. Así como los invernaderos propician condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos, también aportan las condiciones ideales para la proliferación de enfermedades y el desarrollo de plagas que, de no controlarse, pueden acabar con la producción y hacer fracasar la empresa.
- Falta de asesoría técnica, a causa de la poca experiencia de los asistentes técnicos en la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas.
- Contaminación por plásticos. Los residuos plásticos agrícolas originan problemas medioambientales si se incineran de forma incontrolada o no son tratados o almacenados adecuadamente. Entre ellos destacan la contaminación de los suelos y de las aguas superficiales y subterráneas, además del impacto paisajístico negativo. La estructura molecular del plástico lo convierte en un elemento altamente resistente al paso del tiempo y a su degradación natural, características que se potencian en los que se confeccionan específicamente para uso agrícola.

## Capítulo VII

### Prácticas culturales

Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

Las prácticas más utilizadas en el cultivo de la cebolla de rama en el departamento de Antioquia van encaminadas al aumento de la sanidad de las cosechas. Dentro de las prácticas utilizadas están:

#### Selección de la semilla

Para la selección de la semilla es necesario tener en cuenta una serie de factores en pro de obtener un material inocuo que conserve las características de la planta

donadora o planta madre y las condiciones de sanidad y tolerancia a enfermedades para obtener un cultivo sano, productivo y rentable.

- Conocer la procedencia de la semilla, que sea de un lote sano, libre de enfermedades. Lo ideal es seleccionar la semilla del propio lote para asegurar su calidad. No se recomienda comprar semilla en los centros de acopio central mayorista, ya que no se tiene certeza de su calidad fitosanitaria.
- La semilla debe ser uniforme (figura 41), con un grosor de tallo entre los 1,9 y 2,9 cm.



**Figura 41.** Selección de semilla de cebolla de rama.

Foto: Jorge Jaramillo

- Acondicionar la semilla para su siembra, como es el descalcete, desnigüe y corte de hojas.
- Desinfectar la semilla.

## Desnigüe

Esta práctica consiste en la remoción de una parte del disco basal o tallo para acelerar el proceso de crecimiento de nuevas raíces que brindarán a la planta el anclaje y la absorción de nutrientes necesaria para todo su periodo vegetativo; se le retira con un instrumento cortante la parte más vieja del tallo o disco basal; el implemento con el cual se realiza el corte debe desinfectarse con una solución a base de yodo antes de ser usado para no provocar en la herida una infección causada por patógenos. (Pinzón 2004). El desnigüe es uno de los componentes de la estrategia de manejo de enfermedades (figura 42).



**Figura 42.** Desnigüe de la semilla de cebolla de rama.

Fotos: Angélica Ramírez

### Descalcete y corte de hojas

El descalcete se realiza removiendo las hojas secas de los tallos. Este proceso se realiza para eliminar las hojas viejas de la planta, evitando así que dentro de estas hojas se introduzcan insectos como chinches, pulgones y demás plagas las cuales al momento del desarrollo fisiológico de la planta se multiplican y generan daños agresivos en la producción, reduciendo el rendimiento de la planta y generando pérdidas económicas para el productor (figura 43).



**Figura 43.** Descalcete y corte de hojas de la semilla de cebolla de rama.  
Fotos: Angélica Ramírez

## Desinfección de la semilla

Una vez se ha escogido la semilla que se va a sembrar en el lote, se procede a la desinfección, siguiendo estos pasos (figura 44):

- Preparación de un bactericida a base de yodo para la eliminación de bacterias del género *Burkholderia cepacia*; la dosificación para la preparación del producto se debe hacer cumpliendo con las especificaciones recomendadas por la casa comercial; no se puede sobre dosificar, ni aplicar menos de la dosis recomendada, ya que esto influirá en el control que se realizará sobre la semilla.
- Inmersión del material en recipientes plásticos profundos con la solución desinfectante, que permitan que la solución penetre hasta todos los órganos. Se recomienda armar paquetes de aproximadamente 10 kg de semilla para facilitar el manejo y secado; sumergir por un periodo de cinco minutos para que el ingrediente activo cumpla su labor de desinfección.
- Preparación de la solución con un fungicida, principalmente para la prevención de la roya de las cebollas y un insecticida de baja toxicidad para el control de chinches, nematodo *Ditylenchus dipsaci*, huevos de trozadores, entre otros. La inmersión en la solución se realiza aproximadamente por cinco minutos.
- Finalmente se deja la semilla en reposo alrededor de tres horas para permitir que los productos actúen (Molina y Cerón 2014).



**Figura 44.** Desinfección de semilla de cebolla de rama. a. Contenedores para inmersión; b. Armado de paquetes en costales de fibra; c. Inmersión en bactericida; d. Inmersión en fungicida e insecticida; e. Reposo y secado.

Fuente: Molina y Cerón 2014

### Control de arvenses

Esta labor se realiza constantemente durante todo el ciclo del cultivo, aunque, no todas las arvenses o malezas presentes son nocivas para el cultivo, ya que algunas de estas logran establecer un equilibrio entre la fauna benéfica y la cobertura vegetal del suelo, previniendo la erosión y en ocasiones actuando como una barrera física que dificulta el transporte de poblaciones de insectos y esporas hacia el cultivo, sumado a la alteración de los mecanismos de orientación de los insectos; debido a esto una

buena identificación permite realizar una selección de lo que se debe retirar y lo que debe permanecer en el lote (Santana et al. 2005).

Los controles que se realizan en el departamento de Antioquia para el control de arvenses, según las encuestas de captura y diagnóstico modelo tecnológico cebolla de rama 2014, son manuales, se realizan cada 20 días removiéndolos de las camas, los surcos o el lote, y retirándolos a un lugar donde se puedan degradar (figura 45).



**Figura 45.** Remoción de arvenses en cebolla de rama.

Fotos: Angélica Ramírez

## Afloje del suelo

Esta práctica es realizada con el fin de disminuir la compactación del suelo y ampliar el espacio de exploración de la raíz permitiendo que tengan una mayor área disponible para la toma de nutrientes; se realiza conjuntamente con la remoción de arvenses, por lo que la periodicidad de estas está más relacionada con la presencia de malezas en el cultivo, o sea cada 20 días aproximadamente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura s. f.).

## Aporque

Esta labor cultural se realiza en lotes donde se manejan los sistemas de siembra por surcos. Consiste en arrimar tierra a la base de las plantas para cubrir los pseudotallos y así lograr el alargamiento de los mismos, aumentando así los rendimientos de las plantas, ya que al disminuir el área de exposición del pseudotallo, este se alarga y engrosa más. Este proceso se lleva a cabo de forma manual, arrimando tierra hacia el pseudotallo (parte de color blanco de la planta); dicha labor se realiza a los 30 días después de la siembra, periodo en el cual la planta expresa su mayor tasa de crecimiento y multiplicación; finalmente se realiza 30 días después de cada cosecha o deshije (León et al. 2004).

## Riegos y drenajes

### Riego

El riego es una actividad humana que consiste en aplicar agua suelo cuando las condiciones naturales no son capaces de satisfacer la demanda hídrica de los cultivos.

### Requerimientos hídricos de cebolla de rama

La cebolla de rama es un cultivo exigente en agua; puede resistir periodos largos de sequía sin marchitez permanente de sus estructuras, visualizando principalmente la reducción de los tallos, esto afecta directamente el precio de venta, por lo que el riego es indispensable para mejorar la apariencia física de la planta.

Esta hortaliza requiere entre 20 y 30 mm de agua semanales; en zonas en las que las precipitaciones oscilan entre periodos largos de lluvias y sequías permanentes, la cantidad de riego varía, por lo que es necesario llevar registros de la cantidad de precipitación, la evaporación, la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y la radiación solar, debido a que cambios significativos de temperatura, sumados a altas velocidades del viento, aumentan la necesidad de implementar riegos más frecuentes y más prolongados que mantengan el suelo a capacidad de campo (capacidad que tiene el suelo de retener agua después de saturarse) y así mantener un suministro constante de agua para la planta sin afectar la formación de hojas y pseudotallos, vigorosos y tiernos (Collazos et al. 1998). Esta información puede ser

obtenida de una estación climatológica cercana, o si es posible, implementando en el cultivo algunos aparatos que brinden esta información.

Las propiedades físicas del suelo son de gran importancia para la retención de agua y humedad disponible para el consumo de las plantas. Para el caso de la cebolla de rama es necesario manejar una humedad constante en el suelo de aproximadamente el 85 % de la capacidad de campo: es necesario que el consumo hídrico de esta hortaliza sea constante, por lo cual se requiere de hasta 600 mm de agua en lo transcurrido del cultivo (Pinzón 2004).

El agricultor no tiene un criterio definido de aplicación de agua, se basa normalmente por las condiciones ambientales o establece un calendario de aplicación de agua. En Antioquia de acuerdo con las encuestas realizadas a los productores de cebolla de rama, el 50 % aplica agua a diario y el 50 % restante la aplica semanal.

### **Tipos de riego utilizados en Antioquia**

En la actualidad en el departamento se utilizan dos tipos de riego. Pese a la poca información existente sobre los requerimientos de esta hortaliza, se ha estimado en algunas investigaciones que los requerimientos hídricos para la cebolla de rama se mueven en el rango de 200 y 300 m<sup>3</sup>/ha semanales de irrigación total, dependiendo de la estructura del suelo (Collazos et al. 1998).

Antioquia es favorecida por un suministro constante de lluvias en la mayoría de las regiones en las que se cultiva la cebolla de rama, por esto la determinación de las necesidades de riego para el cultivo se debe realizar con base en la presencia de lluvias en la zona, el uso de estaciones meteorológicas, o elementos de medición de la precipitación, luminosidad y evaporación que permite llevar a cabo la implementación de riego efectivo, ya que la mayoría de las pérdidas hídricas se dan por exceso de este.

Un elemento que se debe modelar antes de la implementación del cultivo es la planeación de las tomas de agua para la irrigación, las necesidades hídricas en verano obligan a un aumento en la frecuencia del riego, esto repercute directamente en la toma de agua de fuentes naturales, tanques comunales, lagos o quebradas e incluso tomas de agua de acueductos veredales, por lo que el sistema de riego que se va a utilizar debe ser planeado sobre todas estas premisas (Terán 2006). Los métodos más utilizados de irrigación en Antioquia son:

## Riego por aspersión

En Antioquia el riego más utilizado es por aspersión o pájaros de aspersión por la facilidad en la adquisición y montaje (figura 46), así como en el transporte y movilidad dentro de la parcela. El principal componente del riego es la fuerza motriz (motobombas) o por gravedad, y la utilización de alguno de estos mecanismos depende principalmente de la topografía del terreno.

El sitio de toma del agua es una de las limitantes más importantes, por esto en zonas donde hay fuentes de agua de buen caudal, tanques veredales, tanques de reserva o acueducto de acciones comunales, y que están a una altura mayor que el cultivo, facilitan la implementación del riego por gravedad, ya que proporcionan la fuerza y la presión suficiente para poder llevar el agua desde la toma hasta los orificios de salida y así dar el caudal necesario para llegar a cubrir una buena área de suelo.

El riego por fuerza motriz o motobombas se implementa cuando la topografía no permite el riego por gravedad, ya sea por ser una planicie, pendiente poco inclinada, llanura o debido a que la toma de agua se encuentra por debajo del nivel del cultivo o el suministro se toma de pozos subterráneos; en este caso se pueden utilizar motobombas eléctricas o con motores de combustión interna (ACPM o gasolina); estas proveen mayor presión y flujo constante de agua hacia las mangueras y finalmente hacia los aspersores ubicados en la boquilla al final del sistema.

La presión con la cual trabaja la motobomba debe ser calculada, para evitar fracturas de la tubería, daño en los accesorios y una dispersión homogénea del agua en todo el terreno y para que no se presenten focos poco húmedos o encharcamientos del suelo que pueden derivar en posibles brotes de problemas fitosanitarios y erosión (Terán 2006).

Las principales ventajas de este tipo de riego son: no tiene limitaciones de clima, topografía o suelos, por lo que es muy versátil, además minimiza las pérdidas de agua y se puede utilizar durante todo el ciclo, logrando cultivar en zonas donde se presentan largos periodos de sequías.

En cuanto a las desventajas más notorias de este sistema, la principal se asocia a los costos de montaje, debido a que se debe incurrir en gastos para la adecuación de

tanques de almacenamiento, motobombas, mangueras, accesorios y adecuaciones de las conexiones de toma de agua que representan una alta inversión para el agricultor.

Otra limitante es la necesidad de que el sistema no contenga en el precipitado del agua de conducción arena, piedras y demás objetos que taponen los orificios de salida, así como la conducción del líquido (Arango 2002). Así mismo, favorece el ataque de enfermedades ya que humedece el follaje. Igualmente, si no se colocan los aspersores de una manera adecuada, pueden presentarse zonas con deficiencia de riego debido a la poca uniformidad en el suministro; también cuando se presentan corrientes fuertes de viento se puede distorsionar la distribución de agua en el suelo.



**Figura 46.** Riego por aspersión en cebolla de rama.

Foto: Jorge Jaramillo

### **Ventajas del riego por aspersión**

Según Sapir y Sneh (2005) las ventajas del riego por aspersión son:

- El riego por aspersión se adapta a condiciones topográficas diversas, a terrenos irregulares con fuertes pendientes que no pueden regarse por métodos superficiales.
- El regante dispone de una extensa gama de emisores y boquillas, lo cual le permite ajustar el ritmo de precipitación a la capacidad de infiltración del suelo, así como también la distribución uniforme del agua sobre el terreno, lo cual lleva a una alta eficiencia en el uso del agua.
- El equipo es sencillo y fácil de operar. Los operarios requieren únicamente de un corto periodo de capacitación.

- Medición exacta del volumen de agua aplicada.
- Facilidad para movilizar los equipos, lo cual nos permite trasladarnos de un campo a otro.
- Equipos fijos en las parcelas reducen considerablemente la mano de obra requerida.
- Es posible aplicar volúmenes reducidos de agua a la frecuencia requerida para la germinación de los sembrados, protección contra heladas y control de la humedad ambiental.
- El flujo de agua por un sistema de tuberías cerrado impide que las partículas capaces de obstruir las boquillas penetren en el sistema de conducción.
- Aplicación de fertilizantes conjuntamente con el agua de riego.
- Integración fácil a sistemas de control automático del riego.

### **Limitaciones del riego por aspersión**

Según Sapir y Sneh (2005) las limitaciones del riego por aspersión son:

- Inversión inicial de alto costo.
- Mayor costo de energía consumida en la presurización del sistema.
- Sensibilidad al viento.
- Pérdidas de agua por evaporación desde la superficie del suelo del follaje, siempre y cuando se moje este durante el riego.
- Mayor posibilidad de aparición de enfermedades al mojar el follaje.
- Acumulación de sales y quemazón de las hojas cuando el follaje se moja.
- Lavado de pesticidas aplicados al follaje.
- La interferencia con las labores de campo, tales como el cultivo, la aplicación de pesticidas, actividades de cosecha, entre otros, cuando el riego es de cobertura total.
- Sellado de la superficie del suelo, y como consecuencia el escurrimiento superficial y la erosión del suelo.
- Derroche de agua más allá de los límites de la parcela.

### **Riego por goteo**

En la actualidad el riego por goteo no es muy utilizado en cultivos a libre exposición, este sistema se encuentra muy asociado a cultivos que presenten su producción bajo condiciones protegidas (figura 47), ya que para su montaje y funcionamiento es necesario una inversión inicial alta, así como un conocimiento muy especializado del

manejo y requerimientos hídricos no solo de la planta, sino también de las características físicas del suelo que se irrigará.



**Figura 47.** Riego por goteo en cebolla de rama en condiciones protegidas.  
Foto: Angélica Ramírez

La utilización de este sistema es una alternativa muy viable para regiones donde el agua es escasa y controlada en su uso, ya que brinda la posibilidad de que el suministro de agua para el cultivo sea solo el requerido, evitando pérdidas por evaporación directa, percolación profunda o escorrentía superficial, garantizando una eficiencia del agua de hasta el 90 %, lo cual agroecológicamente es ampliamente aceptado. Para el caso de la fertilización, la utilización de riego por goteo hace más óptimo el uso de los fertilizantes, ya que si se posee un tanque reservorio y una motobomba es factible realizar fertirrigación, llevando los nutrientes ya diluidos y aplicándolos directamente a la planta, aumentando la eficiencia de estos; también es factible disminuir los costos de mano de obra en el cultivo (Terán 2006) y aumentar los rendimientos de producción hasta el 75 % bajo este tipo de condiciones (Jaramillo et al. 2013).

### **Ventajas del riego por goteo**

Según Sneh (2006) y Fuentes (1991) las ventajas del riego por goteo son:

- Aplicación exacta y localizada del agua: el agua se aplica con precisión a un volumen restringido del suelo, de acuerdo con la distribución de las raíces del cultivo. Un manejo apropiado del riego puede reducir a un mínimo las pérdidas de agua y de nutrientes más allá de la zona de enraizamiento.
- Equilibrio apropiado entre el aire y el agua en el suelo: el volumen del suelo mojado por el riego por goteo contiene por lo general más aire (oxígeno) que el riego por aspersión.
- Al disminuir la superficie humedecida por el riego por goteo se reducen a un mínimo las pérdidas de agua por evaporación.
- Se evita el desperdicio de agua en los bordes de la parcela: con el riego por goteo, el agua no se extiende más allá de los límites de la parcela, como ocurre con el riego por aspersión. Es posible adaptar la disposición de los goteros a las dimensiones del invernadero, independientemente de su forma o topografía.
- Disminuye la infestación de malezas: reduciendo el área humedecida se limita la germinación y el desarrollo de las malezas.
- Aplicación integrada del agua y de los nutrientes: la aplicación conjunta de los nutrientes con el agua de riego al volumen de suelo mojado disminuye las pérdidas por lixiviación, incrementa la disponibilidad de los nutrientes y economiza la mano de obra requerida para la aplicación de los fertilizantes.
- No interfiere con las demás labores de campo: el humedecimiento parcial de la superficie del suelo no interfiere con las demás actividades de campo, como lo son la labranza, la aplicación de plaguicidas, el raleo, la cosecha y demás actividades.
- No se ve afectada por el viento: a diferencia del riego por aspersión, el viento no afecta el riego por goteo, el cual puede continuar interrumpidamente aún bajo altas intensidades de viento.
- Reduce la incidencia de las enfermedades del follaje ya que el riego no moja los tallos ni el follaje de las plantas.
- Ahorro de mano de obra.

### **Limitaciones del riego por goteo**

Según Sneh (2006) las desventajas que presenta el riego por goteo son:

- Riesgo de obturación: Las pequeñas dimensiones del conducto por el cual fluye el agua hace que los goteros sean susceptibles a la obturación por partículas sólidas, materia orgánica en suspensión y además por sustancias que se depositan o se precipitan debido a reacciones químicas que ocurren en el agua de riego, lo que implica que la planta no reciba agua.
- Alto monto de la inversión inicial.

- No se modifica el microclima: mientras que el riego por aspersión es capaz de amenguar el efecto de condiciones climáticas extremas, tanto reduciendo la temperatura durante horas de calor excesivo, como aumentando la temperatura durante las heladas, el riego por goteo no afecta el microclima.
- Volumen restringido de las raíces: la aplicación frecuente del agua a un volumen limitado del suelo lleva al desarrollo de un sistema radicular restringido y ocasionalmente, muy superficial. En consecuencia, el cultivo depende de la reposición frecuente del agua consumida y lo hace más susceptible a estrés hídrico cuando el clima es más seco y caluroso.
- Se necesita de personal más calificado. Es importante tener en cuenta que se debe hacer un adecuado mantenimiento a las mangueras después de cada ciclo de cultivo para asegurar que no halla goteros taponados que impidan el paso del agua; también durante el desarrollo del cultivo es necesario inspeccionar permanentemente el funcionamiento de cada gotero y evitar taponar las mangueras durante el aporque.

### Cuadro comparativo entre riego por aspersión y goteo

De acuerdo con la descripción de los sistemas de riego por aspersión y por goteo utilizados en la región, se tiene la tabla comparativa en la que se muestran las ventajas y desventajas de cada sistema (tabla 2), permite identificar cuál es el más recomendable para cada zona o condición.

**Tabla 2.** Comparativo entre riego por goteo y aspersión en cebolla de rama

Aspecto	Riego por goteo	Riego por aspersión
Nivel de eficiencia alcanzado	Mayor al 90 %	Mayor al 70 %
Volumen de agua usado	Bajo	Medio
Uniformidad del riego	Alta	Media
Tiempo de riego	Reducido	Mediano
Frecuencia de riego	Diaria	Semanal
Fertirrigación	Sí	No
Topografía	Se adapta fácilmente	Puede haber restricciones
Calidad del agua	Alta	Media
Requerimiento de filtrado	Obligatorio	Opcional
Taponamiento	Alto riesgo	Baja posibilidad

Sistema aplicador del agua	Gotero, orificio en cinta	Aspersor o surtidor
Diámetro de tuberías	Reducido	Grande
Automatización	Alta	Baja
Diseño inicial	Altamente especializado	Adaptable
Manejo del sistema	Fácil	Dispendioso
Costo de mantenimiento	Medio	Bajo
Costo de bombeo	Bajo	Alto
Costo inicial	Alto	Medio

Fuente: Terán 2006

Cabe resaltar que ambos sistemas dan excelentes resultados en cuanto a utilidad y manejo, el criterio para la selección de cada uno de ellos depende principalmente de las necesidades puntuales del agricultor.

### **Análisis de requerimientos hídricos**

La cantidad de agua contenida por el suelo se expresa por el contenido de humedad que en este se alberga; necesidades como el riego y los drenajes se adaptan directamente a esta propiedad, la cual gana peso en la producción de cebolla de rama. Para el riego de esta hortaliza existen dos métodos adaptados que se relacionan directa o indirectamente (Arango 1998).

Además de algunos sistemas empleados para la toma de humedad del suelo en los laboratorios con el fin estimar la retención de humedad de una muestra, como son los platos y ollas de presión, hay en la actualidad equipos utilizados en el campo que permiten determinar la cantidad de humedad a diferentes tensiones.

Los equipos más utilizados, como los tensiómetros y las unidades de resistencia eléctrica, no miden directamente el contenido de humedad del suelo, sino que a través de la fuerza de retención o el potencial matricial permiten deducir los contenidos de agua allí presentes, los cuales sumados a las mediciones en laboratorio y complementados con las mediciones de humedad por sistemas gravimétricos o volumétricos, completan el análisis (Arango 1998).

### **Métodos de toma de humedad del suelo**

Existen varios métodos con los cuales se puede medir la retención de humedad del suelo, dichos métodos se basan en las tecnologías que se pueden adaptar a los cultivos existentes. Los métodos más utilizados son:

### Tacto y apariencia

Este método es uno de los más antiguos. Con él se estiman los contenidos de humedad del suelo al que se le realiza el muestreo a través de una inspección visual y de tacto; por medio de este método se estima cuánto y cuándo regar de acuerdo con el tacto y la apariencia. Es rápido y simple, además puede ser muy exacto siempre y cuando lo realice una persona experimentada, lo que permite tomar gran cantidad de muestras en un tiempo muy corto, y analizar la totalidad el campo.

En la tabla 3 se indica la extracción de humedad utilizable del suelo y la que en consecuencia se debe agregar al mismo con el riego (Seidl s. f.).

**Tabla 3.** Parámetros para la determinación de humedad del suelo

Falta de humedad	Textura gruesa	Textura gruesa moderada	Textura media	Textura fina o muy fina
% capacidad de campo	Al comprimir la porción de suelo no sale agua, pero queda una huella húmeda de la pella de tierra en la mano.	Al comprimir la porción de suelo no sale agua, pero queda una huella húmeda de la pella de tierra en la mano.	Al comprimir la porción de suelo no sale agua, pero queda una huella húmeda de la pella de tierra en la mano.	Al comprimir la porción de suelo no sale agua, pero queda una huella húmeda de la pella de tierra en la mano.
cm/m	0,0	0,0	0,0	0,0
0-25%	Tendencia a aglomerarse, o a veces y bajo presión, permite la formación de una bolita que se disgrega fácilmente.	Se puede tornar una bolita con dificultad, pero se rompe fácilmente y no se adhiere a la mano.	Se puede formar una bolita que se moldea fácilmente, y se adhiere fácilmente a la mano si hay un contenido	Se forma cilindro con facilidad cuando se amasa entre los dedos. Tiene un tacto untuoso

			relativamente alto de arcilla	
cm/m	0,0 a 1,7	0,3 a 3,4	0,0 a 4,2	0,0 a 5,0
25 – 50%	Seco en apariencia, no se puede formar una bolita amasándolo.	Se puede llegar a formar una boita bajo presión, sin mantenerse compacta.	Se puede llegar a formar una bolita bajo presión, sin mantenerse compacta.	Se forma una bolita o pequeño cilindro cuando se amasa entre el pulgar y el índice.
cm/m	1,7 a 4,2	3,4 a 6,7	3,4 a 6,7	5,0 a 10,0
50-75%	Se forma una bolita o pequeño cilindro cuando se amasa entre el pulgar y el índice.	Aparentemente seco, no puede formarse una bola empleando únicamente la presión.	Se amigaja, se mantiene relativamente compacta cuando se le somete a presión.	Relativamente moldeable, puede formarse una bolita cuando se presiona un poco de terreno.
cm/m	5,0 a 10,0	6,7 a 10	8,3 a 12,5	10,0 a 15,8
75-100%	Seco, suelo en granos, se disgrega entre los dedos.	Seco, suelto, se disgrega entre los dedos.	Polvoriento, seco, a veces se forman pequeñas costras que se reducen a polvo al romperlas.	Duro, muy seco, apretado tiene costras que se disgregan en la superficie.
cm/m	6,7 a 8,3	10,0 a 12,5	12,5 a 16,7	15,8 a 20,8

Fuente: Ross y Hardy 1997.

### Método gravimétrico

Con este método se determina la humedad del suelo con respecto a la diferencia existente entre el peso de la muestra de suelo húmeda, contra la muestra seca; la muestra de suelo es recogida y pesada mientras está fresca, luego se seca dicha muestra en un horno a 105°C por 24 horas para que pierda toda la humedad, finalmente se pesa la muestra seca y se calcula la diferencia con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{M_w}{M_s}$$

Donde W es el contenido de humedad del suelo,  $M_w$  es la masa de agua en la muestra de suelo y  $M_s$  es la muestra de suelo secada al horno (Arango 1998).

### Tensiómetro

El tensiómetro es un equipo que responde a cambios en la tensión del agua del suelo, y que determina la humedad allí presente. Los cambios que se perciban en esta estructura por causa del agua sustraída o incorporada, efecto de la absorción radicular, evaporación, precipitación y riego, se pueden medir y calcular con el equipo (figura 48) (Arango 1998).



**Figura 48.** Tensiómetro de suelos

Fuente: Irromater s. f.

Los tensiómetros poseen dos métodos de medición de la cantidad de humedad; esta se calcula por la altura del mercurio en un tubo capilar (manómetro mercurial) o utilizando un reloj de vacío (vacuómetro), los cuales poseen una cápsula de porcelana porosa, que lleva a un tubo conector hermético, en el que se lee la medición, y que a su vez conecta ambas partes con un tubo lleno de agua que une estos dos elementos y mide la saturación de humedad del suelo (Arango 1998).

Los valores numéricos arrojados por el tensiómetro muestran en qué porcentaje la humedad se encuentra en el suelo para así determinar las necesidades de riego. En la tabla 4 se muestran los rangos que se manejan (Montenegro y Malagón 1990).

**Tabla 4.** Rangos del tensiómetro y sus significados

Lectura tensiómetro	Significado
0-5	El suelo se encuentra muy húmedo para el cultivo.
10-25	Condiciones ideales de agua y aireación. Las lecturas mayores de 25 pueden indicar deficiencias de agua en cultivos sensibles de raíces superficiales y que están en suelos de texturas gruesas.
40-50	Condiciones ideales de agua y aireación. Las lecturas mayores de 25 pueden indicar deficiencias de agua en cultivos sensibles de raíces superficiales y que están en suelos de texturas gruesas.
70 o menos	Adecuada para cultivos con raíces profundas.
80	Adecuada para cultivos con raíces profundas.

Fuente: Montenegro y Malagón 1990

### Calidad del agua de riego

Uno de los temas asociados a los sistemas de riego en el cultivo de la cebolla de rama, es el que da los componentes estructurales del agua disponible para el riego. En cuanto al tema de la calidad, su disponibilidad, costo económico, ecológico y político es ampliamente debatido, ya que la disposición de este recurso se da de acuerdo al uso que a este le da la humanidad (Langlais y Rickenwaert 2008).

En cuanto a la calidad del agua que se solicita para la irrigación, es necesario saber que la cantidad y el tipo de sales presentes en la solución, pueden crear o corregir suelos ácidos o alcalinos. Estos niveles de sales presentes en el suelo pueden reducir la disponibilidad de agua, generando en la planta un gran esfuerzo en la absorción de la misma, creando estrés fisiológico por deshidratación y deteniendo su crecimiento (Moya 2009). Por dichas razones es de vital importancia realizar un análisis periódico de las condiciones químicas del agua, así como de sus componentes sólidos. Dentro de estos análisis existen dos propósitos básicos ligados al correcto desarrollo del cultivo: el primero se enfoca en la calidad del agua para su empleo en irrigación, así como en la tolerancia del cultivo; el segundo es establecer el grado de calidad para la fertirrigación (Marín et al. 2002).

A la hora de realizar el análisis de agua se deben tomar como parámetros relevantes dentro de la prueba; la conductividad eléctrica, el pH, la cantidad de sales disueltas, el nivel de calcio, magnesio, potasio, nitratos, carbonatos, cloruros, boro, la relación de sodio absorbido (RAS), la salinidad efectiva (SE), la salinidad potencial (SP), los carbonatos de sodio residual (CSR) y el porcentaje de sodio posible (Pérez 2011).

En el territorio nacional, la calidad del agua para uso agrícola está reglamentada por el Decreto 1594 de 1984, artículo 40, en el que se muestran las cantidades permisibles para la aplicación al suelo de este recurso y, finalmente, absorbido por el cultivo, en la tabla 5 se muestran los criterios para tal uso (Colombia 1984).

**Tabla 5.** Criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico de uso agrícola

Referencia	Unidad	Valor	Referencia	Unidad	Valor
Aluminio (Al)	mg/l	5,0	Hierro (Fe)	mg/l	5,0
Arsénico	mg/l	0,1	Litio (Li)	mg/l	2,5
Berilio (Be)	mg/l	0,1	Manganeso (Mn)	mg/l	0,2
Cadmio (Cd)	mg/l	0,01	Molibdeno (Mo)	mg/l	0,01
Zinc (Zn)	mg/l	2,0	Níquel (Ni)	mg/l	0,2
Cobalto (Co)	mg/l	0,05	pH	Unidades	4,5 - 9,0
Cobre (Cu)	mg/l	0,2	Plomo (Pb)	mg/l	5,0
Cromo (Cr+6)	mg/l	0,1	Selenio (Se)	mg/l	0,02
Flúor (F)	mg/l	1,0	Vanadio (V)	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	< 1.000	Coliformes totales	NMP	< 5.000

Fuente: Colombia 1984

En la encuesta a los productores de cebolla de Antioquia se obtuvo que el 100 % no tiene como práctica realizar análisis de agua para riego, por lo que, aunque existen empresas prestadoras del servicio de tratamiento de aguas para riego, los productores no hacen uso del servicio. Existe normatividad en cuanto a la calidad del agua, sin embargo, no hay exigencia por parte del mercado.

## Drenajes

El drenaje agrícola se compone de todas las obras que en su conjunto se desarrollan sobre una parcela para desalojar todo el volumen de agua existente sobre la superficie del suelo y en los perfiles en un tiempo adecuado y así poder mantener la humedad en un punto no crítico, favoreciendo el desarrollo de las raíces de la planta y que así tenga un óptimo desarrollo (Llerena s. f.).

A pesar de que los productores de cebolla, especialmente los de zona de ladera, generalmente no tienen problemas de inundación, además de que construyen los surcos a favor de la pendiente, a pesar de ello, a continuación, se mencionan una serie de conceptos sobre drenajes que permiten orientar al productor para construir

curvas a nivel utilizando diferentes formas de drenaje, de tal forma que se evite la erosión de los suelos.

Una de las grandes limitantes de los drenajes en los suelos agrícolas se remonta a las malas labores de adecuación de los lotes de producción, sumado a los altos niveles de humedad en las raíces, el uso de maquinaria inadecuada para el terreno y una nula planificación de los drenajes desde la nivelación inciden en la compactación, encharcamiento y pérdida de aireación del suelo, además de las limitantes fitosanitarias que abundan en suelos donde los niveles de humedad aumentan rápidamente (Sánchez 1999).

Una de las principales causas de los problemas de drenajes es la recarga activa, la cual se presenta más comúnmente en las zonas donde los fenómenos naturales afectan directamente los contenidos de humedad en los suelos, entre aquellas áreas donde hay gran abundancia de lluvias que dificultan la evacuación del agua sobrante en la superficie del suelo, zonas donde hay gran probabilidad de inundaciones y finalmente áreas en las cuales los desbordamientos favorezcan el aumento de las masas de agua y así reduzcan la salida de la misma.

Dentro de las causas artificiales encontramos problemas de drenajes por suelos áridos que necesitan de sistemas de riego que suplan los requerimientos de los cultivos; las causas pasivas corresponden a las limitantes inherentes al ambiente en el cual se desarrollan los cultivos. Dentro de estas podemos encontrar aquellas que se remiten a accidentes topográficos, obstrucciones de diferente tipo, drenaje inadecuado, azolvamiento (obstrucciones que derivan en inundaciones), entre otras (Llerena s. f.). Las pérdidas asociadas a los drenajes son altamente significativas en el cultivo, debido a esto se pueden encontrar problemas con la aireación y el intercambio gaseoso que retrasan el desarrollo de las plantas. Otra consecuencia de los problemas de drenajes son las aguas freáticas que normalmente están compuestas por altas cantidades de sales que al sedimentarse sobre la capa superior presentan problemas de ensalitramiento y cambios en el pH del suelo (Llerena s. f.).

Entre los factores que contribuyen al exceso de agua en el suelo se encuentran: la textura del suelo, la estructura, y estas a su vez afectan factores como la permeabilidad, la topografía, la formación geológica, la compactación y la precipitación.

La textura del suelo puede llegar a tener un efecto importante en qué tan bien el suelo retenga el agua y qué tan fácil se puede mover dentro de este. Los suelos de texturas finas (alto porcentaje de arcillas y limos) retienen bien el agua, pero presentan un mal drenaje; contrario de los suelos con texturas gruesas (alto porcentaje de arena y grava) que drenan bien, pero son malas retenedoras de agua. Una estructura granular ayuda a mejorar el movimiento del agua en el suelo, pero una estructura masiva (que carece de cualquier arreglo distinto de las partículas del suelo) generalmente disminuye el movimiento del agua (Castro 2010).

## Tipos de drenajes

Existen dos tipos de drenaje utilizados dependiendo la topografía del terreno donde se encuentra asentado el cultivo; este tipo de mecanismos tienden a la minimización del impacto producido por las lluvias o por el riego implementado durante todo el ciclo del cultivo, además de disminuir la erosión y mejorar la disponibilidad hídrica del cultivo (Llerena s. f.). Los tipos de drenaje son:

### Sistema de drenaje superficial

Estos sistemas constan de obras sobre la superficie del terreno que propician el escurrimiento por gravedad de los excesos de agua a zonas en las que no generen daños por erosión ni problemas de sedimentación, así como desvían las aguas que se dirigen hacia la parcela de predios colindantes a nuestro cultivo (Llerena s. f.).

Las condiciones en las cuales se utilizan este tipo de sistemas se derivan principalmente de precipitaciones de alta intensidad, baja velocidad de infiltración del agua inferior a la intensidad de precipitación y poca pendiente que no permite el escurrimiento. En un sistema de drenaje superficial existen 3 tipos de componentes básicos basados en un buen sistema de recolección, desagüe y colección que reciba todo el escurrimiento captado, lo traslade fuera del predio y posteriormente lo deposite un cauce natural, reservorio, lago, entre otros (Llerena s. f.).

Para el caso del sistema de recolección de aguas hay varios métodos que se ajustan dependiendo de la necesidad, y que pueden estar compuestos de una o varias de las siguientes obras:

- Se comienza con una nivelación del terreno, en la que se empareja o conforma la superficie de este con el fin de nivelar las depresiones y hondonadas que

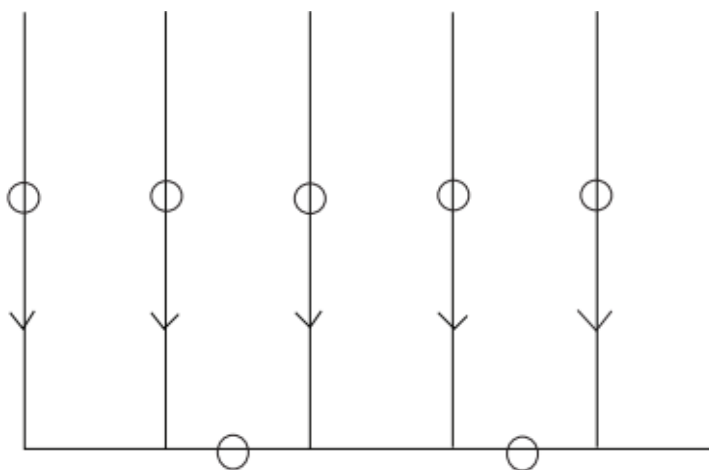
acumulen exceso de agua, dándole una leve pendiente al terreno que propicie el escurrimiento del agua.

- Se realizan surcos profundos con una pendiente continua hacia una zanja conectada con los colectores de drenaje.
- Zanjas, canales o desagües, ya sean para interceptar, captar y desalojar el agua o para unir las partes bajas de los terrenos con los colectores de drenaje.
- Implementación de bordos para protección o encauzamiento del agua hacia las zanjas colectoras.
- Se puede complementar con drenes topo o con drenaje subterráneo entubado.
- Colectores de drenaje.
- Pozos de absorción o drenaje vertical.
- Una combinación de los anteriores (Llerena s. f.).

Ya conocidos los parámetros para la nivelación y adecuación del terreno para la labor de siembra es muy importante definir el método de construcción de las zanjas, bordos, drenajes y canales que se realizarán sobre el terreno para promover mejor movimiento del agua sobre la superficie del suelo y el subsuelo. Entre ellos se destacan tres:

### Sistema paralelo

Se utiliza en terrenos casi planos con topografía uniforme. Para este tipo de drenaje es necesario que la pendiente sea menor al 2 %, se derivan de canales poco profundos llegando a un sistema colector el cual encamina el agua hacia un lugar alejado de la finca, principalmente a un cuerpo de agua (figura 49) (Urbán 2013).

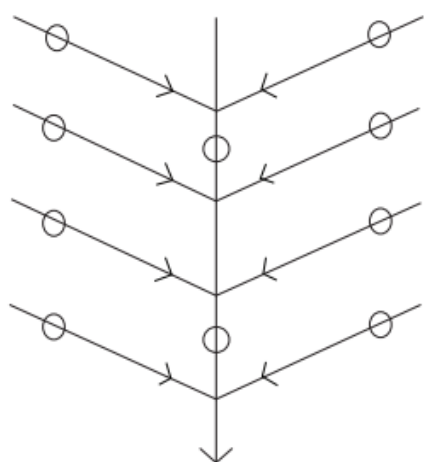


**Figura 49.** Sistema de drenaje en paralelo

Fuente: Llerena s. f.

### Sistema espina de pescado

Este sistema es utilizado generalmente en terrenos con pendiente cruzada, la cual sigue el contorno de la pendiente hasta un drenaje central que canaliza todo el exceso hasta las afueras del predio, este sistema requiere de suelos moderadamente inclinados de topografía irregular (figura 50) (Universidad de la Republica Uruguay c2009).

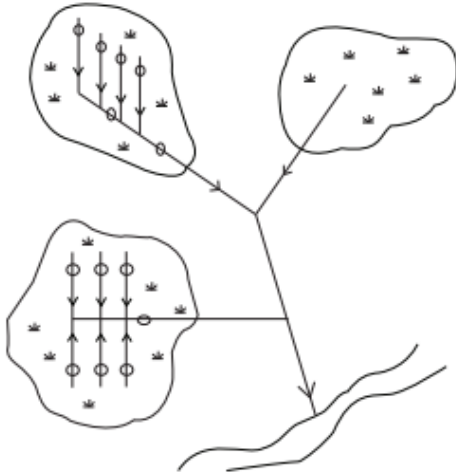


**Figura 50.** Sistema espina de pescado.

Fuente: Llerena s. f.

### Sistema localizado o casualizado

Este sistema se utiliza en zonas donde el terreno presenta diferentes niveles de encharcamiento que se encuentran al azar sobre el lote. Principalmente drena depresiones donde existen terrenos relativamente planos, que con la precipitación o el riego presentan problemas de exceso de agua (figura 51) (Universidad de la Republica Uruguay c2009).



**Figura 51.** Sistema localizado o casualizado

Fuente: Llerena s. f.

### Sistema de drenaje subterráneo

Este sistema no es muy utilizado por los agricultores del departamento de Antioquia, sin embargo, en ocasiones, cuando los suelos tienen altas condiciones de permeabilidad y retención de agua derivadas de altos niveles freáticos o áreas inundables y se desea establecer un cultivo de cebolla de rama, es necesario desarrollar obras encaminadas a captar y desalojar los excesos de agua existentes en el subsuelo. Dichas obras se realizan bajo la superficie del suelo y constan de drenajes interceptores colocados perpendicular o transversalmente a las líneas de corriente para recoger los flujos de agua libre y drenajes de colectores de desagüe orientados según la pendiente para conducir el agua sobrante fuera de la parcela (Llerena s. f.). Existen cuatro tipos de drenajes subterráneos encaminados y utilizados en la actualidad para reducir los niveles de humedad del suelo, entre ellos encontramos: zanjias abiertas profundas, zanjias profundas cubiertas con filtros de grava, arena, tubos, drenes internos cilíndricos o tubulares sin revestimiento como drenes topo, drenes internos cilíndricos revestidos o drenaje entubado, que es el más común en la actualidad (Llerena s. f.).

### Fertilización

El manejo técnico del cultivo de cebolla de rama es uno de los pasos más importantes en el desarrollo del cultivo. Una adecuada fertilización parte de una serie de

herramientas diagnósticas que nos muestra la interacción que existe entre la solución del suelo, el ambiente y la planta.

Para establecer parámetros que contribuyan al correcto modelo de fertilización que se va a aplicar en un cultivo es esencial tener como base las condiciones que este suelo presente, el estado en el que se encuentra y sus características físicas y químicas. La correcta interpretación de este nos mostrará las necesidades o ausencias que se presentan en él para la toma de decisiones, así los análisis de suelos, sumados a las concentraciones nutricionales de las que la planta adolece para su desarrollo nos muestran realmente los contenidos de nutrientes que ella posee en relación con lo que el suelo le puede brindar, para definir qué cantidad de nutrientes se debe aplicar, por lo que realizar un análisis de tejido vegetal y muestrear los niveles de extracción de nutrientes para esta hortaliza son las necesidades que se deben crear a la hora de programar un esquema de fertilización (Sánchez et al. 2012).

Una fertilización eficiente es aquella en la que los requerimientos de la planta sumados al estado nutricional del suelo proporcionan a la planta la cantidad de nutrientes necesaria para su correcto desarrollo.

Cabe resaltar que el momento en el que se realiza la fertilización es uno de los puntos que se debe tener en cuenta ya que de este dependerá que la planta comience su desarrollo de una forma precoz, minimizando la cantidad de días hasta su cosecha; cuando se piensa en un programa de fertilización se deben considerar puntos como i) tipo de cultivo, ii) necesidades nutricionales del cultivo, iii) características y aporte de nutrientes del suelo, iv) contenidos de nutrientes aportados por los fertilizantes, v) solubilidad del producto, vi) efectos sobre el suelo y sobre las capas freáticas y vii) dosis y momento de aplicación. Teniendo en cuenta estos parámetros se procede con aplicación del programa (Jaramillo et al. 2013).

## **Factores que afectan la habilidad de la planta para absorber nutrientes**

No todos los elementos disponibles para la planta son absorbidos de la misma forma, los factores bióticos y abióticos que se presentan en el suelo en ocasiones desfavorecen el consumo de estos. Existen factores nocivos que rompen este sistema como lo son:

### **Concentración de oxígeno en la atmosfera del suelo**

Los niveles de oxígeno del suelo son de vital importancia para el proceso de nutrición de la cebolla de rama, las raíces en su proceso de toma de nutrientes necesitan de este para respirar y así poder atraer los nutrientes de la solución del suelo, por lo que una pobre aireación inhibe la absorción de nutrientes y afecta el estado de oxidación de algunos elementos esenciales generando un déficit de ellos y provocando la desnutrición (Lora 1984).

### **Temperatura del suelo**

La actividad metabólica de las plantas está relacionada con la temperatura del suelo, esta influye en la necesidad de nutrientes para la planta, ya que aumenta su metabolismo demandando una mayor cantidad de ellos. Se resalta que mecanismos como el transporte de iones es dependiente de la temperatura, así como el transporte neto de estos se reduce sustancialmente a temperaturas cercanas a 0 °C por lo que la temperatura juega un papel crucial en la nutrición de la planta (Lora 1984).

### **Reacciones antagónicas que afectan la toma de nutrientes**

Incluso cuando los niveles de nutrientes son óptimos sobre la superficie radicular, es posible que entre los elementos presentes se ocasione una reacción que neutraliza su función, reacciones antagónicas como la zinc-fósforo, zinc-nitrógeno, hierro-fósforo, cobre-fósforo, molibdeno-fósforo, molibdeno-azufre, zinc-magnesio, boro-calcio, zinc-calcio, hierro-molibdeno, cobre-hierro, cobre-molibdeno y cobre-zinc, generan que la planta no tome nutrientes (Lora 1984).

### **Sustancias tóxicas**

Todas las sustancias que intervienen con las actividades metabólicas de la planta afectan la toma de nutrientes, por lo que altas concentraciones de Mn y Al en suelos ácidos, sales solubles, exceso de B y metales pesados presentes en la solución del suelo dificultan la absorción de nutrientes, aunque los inhibidores de absorción de iones como los arseniatos, fenilhidrazonas, cloranfenicol, malonatos, transaconinatos, arsenitos, fluoruros, fluoracetatos, entre otros causan la no absorción de estos (Lora 1984).

### **Exceso o deficiencias hídricas**

El estrés abiótico producido por el exceso o déficit hídrico en el suelo genera que los nutrientes no se absorban ya sea por la falta del solvente que licúe los nutrientes para ser absorbidos o la falta de oxígeno que genera decremento del consumo de nutrientes por las raíces. (Lora 1984).

### **Enfermedades que afectan el normal desarrollo de las plantas**

Afecciones en las raíces producidas por nematodos, bacterias y hongos del suelo como *Fusarium* destruyen el sistema radicular imposibilitando la absorción de nutrientes a la planta.

### Textura y estructura del suelo

La textura y estructura del suelo juegan un papel fundamental en muchos procesos del mismo, por lo que si no tenemos una buena estructura y textura podrían presentarse inconvenientes en cuanto a erosión, infiltración del agua, exploración y fijación del sistema radicular, aireación, y dificultad para la absorción de nutrientes. (Lora 1984; Rucks et al. 2004).

### Requerimientos nutricionales del cultivo de cebolla de rama según análisis de tejido vegetal (foliar)

El conocimiento de las necesidades nutricionales en el cultivo de cebolla de rama es vital para la aproximación de la fertilización de esta hortaliza. En estudios exploratorios realizados en el año 2011 se midieron los contenidos de nutrientes presentes en cebollas de rama del departamento de Boyacá, municipio de Aquitania y se obtuvieron los promedios de los contenidos máximos y mínimos presentes en tallos y hojas (tabla 6). Sobre el departamento de Antioquia no se tiene esta información.

**Tabla 6.** Concentración foliar de nutrientes en el cultivo de cebolla de rama

	Macronutrientes						Micronutrientes				
	% peso seco						mg* kg-1 peso seco				
	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Promedio	1,66	0,23	0,97	0,15	0,52	0,54	323,11	24,33	44,78	22,96	31,78
Máximo	2,50	0,31	1,35	0,21	1,00	0,71	426,00	47,00	53,00	46,70	124,00
Mínimo	0,99	0,16	0,56	0,10	0,25	0,42	198,00	10,00	40,00	15,80	8,00
CV %*	28,30	22,00	28,00	24,00	46,00	22,00	22,77	56,80	10,10	41,80	120,90

Fuente: Pedraza 2012

Según Pedraza (Sánchez 2012), la concentración de nutrientes de la cebolla de rama es baja comparada con otros cultivos cebolla de rama, a diferencia de las concentraciones de hierro y zinc que son altas. Debido a que el crecimiento vegetativo de la cebolla de rama es tan acelerado, no es posible realizar un diagnóstico del estado

nutricional del cultivo y aplicarlo inmediatamente, sin embargo, esta información puede ser útil para predecir deficiencias en el siguiente ciclo y corregirlas.

## Niveles de extracción de nutriente en el cultivo de cebolla de rama

Este análisis nos permite tener un referente acerca de qué cantidad de nutrientes debe extraer el cultivo para obtener un rendimiento en un ciclo y área determinada del cultivo. Esta información sirve como base para determinar la cantidad de nutriente que se va a aplicar. En un estudio exploratorio realizado el año 2011 en el municipio de Aquitania, Boyacá se encontró que, en promedio, la composición de humedad en cebolla de rama es del 90%; con este dato, los valores de rendimiento óptimo y los análisis de tejido se establecieron las extracciones de nutrientes para el cultivo (tabla 7).

**Tabla 7.** Extracción de nutrientes del cultivo de cebolla de rama en el municipio de Aquitania-Boyacá

	Rendimiento t/ha ciclo	Macronutrientes						Micronutrientes				
		kg/ha por ciclo o corte						kg/ha por ciclo o corte				
		N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Promedio	49,75	78,26	10,93	45,78	45,78	23,66	25,57	1,55	0,12	0,22	0,11	0,15
Máximo	60	104,88	13,87	62,53	62,53	36,01	29,3	2,26	0,23	0,32	0,24	0,64
Mínimo	40,35	57,22	7,41	35,3	35,3	12,74	19,92	0,77	0,04	0,15	0,06	0,03
CV%*	12,78	21,39	21,14	24,42	24,42	29,4	12,36	27,04	60,23	22,15	46,22	128,72

Fuente: Sánchez et al. 2012

De acuerdo con estos resultados se puede concluir la importancia del azufre para las plantas de la familia de las aliáceas, ya que existe una extracción de dos a tres veces más que para magnesio y casi 1:1 para el calcio, además que la extracción de nitrógeno es más alta que la de potasio. Es importante tener en cuenta estos análisis a la hora de implementar un plan de fertilización (Sánchez et al. 2012).

## Tipos de fertilización utilizadas en el cultivo de cebolla de rama

### Fertilizantes orgánicos

Los abonos orgánicos son una de las principales fuentes de nutrientes en el cultivo de cebolla de rama. La importancia de ellos, en especial de la materia orgánica aplicada en el ciclo vegetativo de la planta, son los beneficios que trae para el suelo y finalmente para ella, dichos beneficios se dan a partir del aumento en la capacidad de almacenamiento de agua, mejora de la relación aire-agua en el suelo, amplificación de la acción de intercambio catiónico, permite la desintoxicación de metales pesados, libera compuestos químicos que estimulan el desarrollo de las raíces, estimula el crecimiento de micro y macro-organismos favorables para el desarrollo de las plantas y amortigua la liberación de nutrientes a la solución del suelo mejorando su estructura y composición nutritiva. Por todos estos beneficios, sumados a los contenidos de minerales que presenta en su composición la hacen uno de los fertilizantes más utilizados en el cultivo (Flores 1986).

Las cantidades de materia orgánica a aplicar en un cultivo se deben de tomar del análisis resultante de los contenidos de esta en el suelo, sumados a la calidad nutricional de ella. La recomendación inicial que se debe tener en cuenta a la hora de su aplicación es que debe estar muy bien compostada, ya que con esto se reduce el riesgo de contaminación biológica en las aplicaciones superficiales. La utilización de estiércol fresco sin ningún método de degradación de microorganismos trae consigo gran cantidad de patógenos y enfermedades del suelo, así como semillas de malezas.

La materia orgánica se debe aplicar al suelo con mínimo dos semanas de anterioridad a la siembra para evitar toxicidad y problemas de inocuidad en las plantas. La utilización de estos abonos se debe de restringir al uso específico de productos conocidos que den garantías técnicas del tratamiento. Para el caso de los abonos producidos en la misma finca, la preparación de estos se debe de hacer en un lugar retirado de las zonas habitables y de las fuentes de agua para evitar la contaminación de estas, además es necesario que las técnicas utilizadas para su producción sean las adecuadas (Jaramillo et al. 2007).

### **Fertilizantes inorgánicos**

En el grupo de los fertilizantes inorgánicos encontramos los que se preparan a través de composiciones químicas simples o compuestas, de las cuales se denotan minerales esenciales que la planta consume por vía radicular o foliar. Estos se absorben y traslocan en la planta para su desarrollo. Dichos fertilizantes simples son comercialmente utilizados cuando se necesita en la aplicación de estos un solo elemento en particular, mientras los fertilizantes compuestos se basan en una

composición balanceada de varios, los cuales en un cultivo en particular llenan las necesidades de varios de los nutrientes necesarios para la corrección de deficiencias nutricionales establecidas según el análisis de suelos, foliar o los niveles óptimos de extracción de nutrientes (Jaramillo et al. 2007).

Los fertilizantes inorgánicos más usados por los productores de Antioquia son el 15-15-15 (22,22%), urea (18,06%), 17-6-18-2 y la mezcla de 15-15-15 más urea con un 12,50% cada uno, el 34,72% restante usa otros fertilizantes compuestos o la mezcla de los mencionados (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria 2014).

## Rotación de cultivos

Mediante el diseño de asociaciones y rotaciones de cultivos es factible estabilizar las poblaciones de insectos en los agroecosistemas. Esto se logra con el incremento y la conservación de poblaciones de enemigos naturales y por medio de efectos disuasivos directos sobre insectos herbívoros. La rotación consiste en evitar la siembra de un cultivo permanentemente en el mismo sitio, lo que evita el agotamiento de determinados nutrientes cuando se siembra el mismo cultivo. Esta práctica permite impedir la proliferación de insectos, plagas y enfermedades que atacan los cultivos, al alterar el hábitat que los favorece, romper su ciclo biológico y mantener la fertilidad del suelo, pues los cultivos tienen diferentes requerimientos nutricionales.

El monocultivo continuado de una especie normalmente lleva a la disminución del nivel de producción, en comparación con la producción de la misma especie en rotación. Algunas veces la reducción de la producción no está relacionada con problemas de fertilidad, plagas o enfermedades, sino más bien por la presencia de toxinas de efecto alelopático, derivadas del proceso de descomposición de los residuos vegetales del monocultivo.

Los sistemas de policultivo constituyen unidades diversificadas en el tiempo y en el espacio, cada arreglo genera diferentes efectos sobre poblaciones animales y vegetales, presentes en la parcela agrícola. Las combinaciones obtienen como resultado una utilización más eficiente de la luz, el agua y los nutrientes por parte de las plantas de diferentes alturas, estructura de doseles y necesidades de nutrientes; las enfermedades y las plagas no se pueden expandir tan rápidamente debido a la susceptibilidad diferencial de las plagas y agentes patógenos y debido a la mayor biodiversidad que favorece la cantidad y eficacia de los agentes de control biológico (Jaramillo 2001).

- Es conveniente mantener y aumentar la fertilidad del suelo y su actividad biológica, complementando el uso de los abonos orgánicos con prácticas de rotación de cultivos.
- La rotación de cultivos en la producción de tomate bajo invernadero sirve para romper los ciclos de plagas y enfermedades.
- En la rotación de cultivos bajo invernadero se deben tener en cuenta parámetros de clima, infraestructura, fertilidad, sistemas de riego y productividad.
- La rotación de cultivos debe realizarse entre familias y tipos de cultivos; así se varían los requerimientos nutricionales de las plantas y se puede racionalizar la compra de insumos, como fertilizantes.
- Mediante esta práctica además se ayuda a la diversificación de la finca, lo que lleva a un mejor manejo fitosanitario (Parrado y Ubaque 2004).

Algunas de las especies con las que se puede rotarla cebolla en zonas de clima frío son: crucíferas (repollo, brócoli, coliflor, cochina, rábano), papa, zanahoria, frijol arbustivo, entre otras; en zonas de clima medio a cálido: cilantro, frijol arbustivo, maíz.

## Manejo de malezas

El manejo de la vegetación arvense, en el cultivo de cebolla de rama, es un limitante de orden económico, ya que aumenta la mano de obra y los costos de producción, sumado a las pérdidas ocasionadas por la competencia que generan estas con el cultivo, pues compiten por nutrientes, luz, espacio y agua lo que disminuye la producción y el rendimiento del cultivo, y manejo continuo y oportuno repercute directamente en la utilidad del agricultor (Córdoba 2006).

## Manejo integrado de malezas

El manejo de malezas, mal llamado control, es una de las consideraciones más importantes que se debe tener en cuenta; el objetivo principal de este sistema no es el erradicar completamente los sistemas de malezas encontrados, lo adecuado es regularlas o manejarlas a un nivel tal que no interfieran con el desarrollo del cultivo (Córdoba 2006). Dentro del surco o la cama las malezas que interfieren en el cultivo, compitiendo por luz, agua y nutrientes del suelo o mediante la producción o secreción de sustancias tóxicas para este (alelopatía), algunas especies de arvenses presentes pueden ser hospederos de plagas y enfermedades que afecten el suelo. Las malezas también pueden favorecer el aumento de la humedad relativa dentro del cultivo, y

por ende la presencia de enfermedades, por lo tanto deben ser eliminadas y dejadas entre los surcos, para que a través de su descomposición se produzca suelo, siempre y cuando se compruebe que no son fuente de inóculo de plagas y enfermedades. Por otro lado, si no afectan el cultivo, se pueden dejar en las calles de los surcos para favorecer el refugio de los enemigos naturales de las plagas.

Para conocer el método o métodos más apropiados para el control de arvenses dentro del cultivo de cebolla de rama es necesario conocer cuáles son las plantas nocivas, su nivel de infección en el cultivo, los métodos de control técnicamente efectivos, económicamente viables y seguros para el ambiente, su dispersión y biología, la capacidad económica del productor, y el efecto competitivo, así como el efecto nocivo que trae el manejo para la cebolla de rama (Córdoba 2006). Algunos métodos utilizados son:

### **Método preventivo**

En el cultivo de cebolla de rama se pueden introducir plantas nocivas de varias maneras: por efecto del viento, clima, animales, maquinaria, fertilizantes orgánicos y empleados del cultivo. La utilización de materia orgánica mal compostada que posee semillas de arvenses es una de las principales fuentes de dispersión dentro del cultivo, así como el ingreso de animales domésticos, de igual manera en las herramientas utilizadas para la labranza de los lotes es común que se transporte semillas o trozos de tallos que se reproducen rápidamente, por tal motivo la prevención de estos es vital. Esto se puede evitar lavando la herramienta después del uso, creando barreras vivas para evitar el ingreso de semillas dispersadas por el aire de lotes vecinos, restringiendo el ingreso de animales domésticos al cultivo y en el caso de la semilla de otros lotes o regiones, se debe seleccionar para que entre ellas no existan semillas o pequeños trozos de malezas que se puedan reproducir después de la siembra. Una buena preparación del lote mediante la cual se puedan retirar la mayor cantidad de semillas y tallos de malezas antes de la siembra es una labor que disminuye el crecimiento e introducción de nuevas especies dañinas en el cultivo (Córdoba 2006).

### **Método físico**

Los métodos físicos para el control de arvenses están enfocados en el control, por medio de temperatura, de semillas y plantas existentes en el lote. Métodos como la solarización y la utilización de calderas con vapor y plásticos (*mulch*), son estrategias que difícilmente se pueden utilizar en los lotes de cebolla, debido a su fisiología y

ciclo, además en la actualidad son pocos los cultivos que presentan las condiciones óptimas para poder utilizar estos métodos (Córdoba 2006).

### **Método cultural**

Según Burrill y Shenk citados en Labrada et al. (1996), el control cultural incluye cualquier práctica de atención o manejo que aumente la capacidad de los cultivos para competir con las malezas. Para obtener estos resultados se debe contar con una buena preparación del terreno, semilla de buena calidad y vigorosa, densidad de siembra adecuada, siembra oportuna, control de plagas y enfermedades y programas de fertilización basados en los resultados de análisis de suelos enfocados en las necesidades nutricionales del cultivo de la cebolla de rama.

### **Método manual o mecánico**

Este es el método más utilizado en el cultivo de la cebolla de rama en el departamento de Antioquia debido a que este método es práctico y eficaz; sin embargo, depende de lo oportuno que se realice, los costos y la disponibilidad de mano de obra en cada región (Córdoba 2006). Una de las estrategias principales de este método es la erradicación de las arvenses de forma manual, pues en la mayoría de los sistemas las distancias de siembra no permiten la utilización de equipos. La forma manual es la más recomendada, aunque no es la única. El control con azadón se hace principalmente en los sistemas de siembra por surcos, donde el control se debe hacer de forma delicada evitando la lesión de las plantas para evitar la contaminación por enfermedades o ataque de insectos plaga (Córdoba 2006). El primer control mecánico de malezas se realiza entre los 40 y 60 días después de la siembra y en las zonas donde se realiza aporque, que consiste en acercar tierra a lado y lado de la planta con el objetivo de obtener pseudotallos o colinos más largos.

### **Método químico**

Este método no es el más efectivo, además de ser una actividad que requiere de conocimiento y cuidado extra en su aplicación. No es el más recomendable pues genera contaminación de aguas y suelos con los residuos de los herbicidas. El método químico consiste en la aplicación de herbicidas de contacto, selectivos, sistémicos y pre emergentes, entre otros. Estos se utilizan dependiendo del tipo de arvense que se va a controlar o el momento del ciclo en el que se encuentra el cultivo, por lo que es de vital importancia conocer qué ingrediente activo presenta cada producto para

no cometer errores al momento de la aplicación. El ciclo de cultivo de la cebolla de rama es corto, por lo que la aplicación de herbicidas debe ser bien planificada, ya que puede generar contaminación, incluso puede generar intoxicaciones a los consumidores, aún más, las malas dosificaciones de estos productos pueden generar pérdidas económicas para el cultivo, además daños irremediables para el medio ambiente (Córdoba 2006). En las encuestas realizadas a los productores de cebolla de rama en Antioquia se encontró que el 100 % de los productores no aplican herbicidas y prefieren realizar el control de arvenses manual o con azadón.

## Principales arvenses en el cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia

Las principales arvenses presentes en el cultivo de cebolla de rama según las encuestas de captura y diagnóstico fueron:

### Canutillo, suelda o siempre viva (*Tripogandra* sp.)

Este arvense es originario de las regiones tropicales y subtropicales de América, se encuentra en zonas donde las condiciones de alta humedad y temperaturas promedio de 18 °C favorecen su desarrollo. Es rápidamente diseminada, ya que se distribuye en el terreno por semilla sexual produciendo alrededor de 1.000 semillas por ciclo o por estolones cortados y depositados en el suelo. Debido a su carácter rastrero, tupido y su raíz superficial es utilizada como cobertura noble, actuando en forma de tapete para prevenir la erosión.

Actualmente se considera una planta de importancia apícola y se usa en la medicina tradicional. En el cultivo de cebolla de rama este arvense es retirado del lote, debido a que su rápido crecimiento y agresividad en la colonización de nuevos terrenos genera problemas de competencia, ya que toma nutrientes vitales para el cultivo, además es hospedero de virus que pueden llegar a afectar el cultivo (Salazar e Hincapié 2011). Es una planta herbácea, perenne, decumbente y trepadora. La raíz es fibrosa y el tallo es cilíndrico, semipostrado y produce raíces adventicias en los nudos. Las hojas son simples, angostamente ovaladas, agudas y oblicuas en la base (figura 52) (Santana et al. 2005).



**Figura 52.** Suelda o canutillo.  
Foto: Jorge Jaramillo

### **Pasto argentina, grama dulce, pasto bermuda (*Cynodon* sp.)**

Es una planta herbácea y perenne (figura 53), se desarrolla en suelos bien drenados y húmedos que poseen una textura que va de arenosa hasta arcillosa, resiste periodos prolongados de sequía por lo cual está adaptada a gran cantidad de condiciones climáticas en zonas donde las temperaturas superen los 17 °C. Se adapta y se establece infestando el cultivo rápidamente; su control se dificulta por la rápida diseminación, ya sea por métodos asexuales, puesto que se reproduce por rizomas o por la gran cantidad de semilla que guarda en su espiga, por lo que su transporte en ropa, herramientas y animales que se mueven dentro del cultivo aumenta su número.



**Figura 53.** Pasto burra o argentina.

Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad 2012c

En la actualidad es considerado una especie infestante nociva en cultivos como el algodón, arroz, maíz, sorgo, caña de azúcar, soya, yuca, zanahoria, café y palma africana, aunque en algunos municipios de Antioquia se ha ido reproduciendo ya que la ampliación de frontera agrícola y pecuaria ha aumentado. Es limitante en el cultivo de cebolla de rama, ya que su erradicación es manual y su extracción del lote se hace dispendiosa por los altos volúmenes en que se presentan en Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2013).

Dentro de los efectos nocivos que genera esta maleza en los cultivos de cebolla de rama están: se considera tóxica por sus contenidos de glucósidos y cianogénicos; causa fotosensibilidad; posee principios alelopáticos y su polen es alergénico causando en países como EE. UU. la fiebre del heno; y es hospedero alterno de hongos como los del género *Pyricularia*, nematodos de los géneros *Meloidogyne* y *Belonolaimus* e insectos plaga de los géneros *Spodoptera*, *Aenolamia*, *Mocis* y *Blisus*, los cuales son limitantes en varios cultivos (Santana et al. 2005).

### **Corazón herido, barbasco, amaranto (*Polygonum* sp.)**

Es una de las arvenses más diseminadas en el cultivo de cebolla de rama en Antioquia, ya que se desarrolla en casi cualquier hábitat. Entre estos se establece en suelos planos, ondulados, quebrados, mal drenados y húmedos; esta arvense es común en cultivos de plátano, café, cacao y potreros; puede ser toxica para el ganado.

Su propagación es rápida y fácil, ya que pequeños trozos de tallos pueden convertirse rápidamente en un foco de germinación de esta; posee raíz pivotante, lo que hace difícil y delicada su remoción, puesto que si no se hace bien puede propagarse de nuevo. Se propaga tanto por semilla sexual como asexual o vegetativa. Se caracteriza por que las hojas en edad adulta presentan una coloración rojiza en el haz que se sitúa en el centro de la hoja, lo que le da el nombre de corazón herido (figura 54) (Santana et al. 2005).



**Figura 54.** Corazón herido o amaranto.

Foto: Jorge Jaramillo

### **Acedera, acederilla, trebolillo (*Oxalis* sp.)**

Esta arvense se encuentra en la mayoría los cultivos de hortalizas de clima frío moderado y cálido, puede cumplir un ciclo de vida perenne o anual, posee una estructura ramificada, cuenta con largos tallos que pueden llegar hasta los 30 cm de altura, su tallo es delicado y en ocasiones cuando se erradica del cultivo se incurre en el error de sacar únicamente los tallos, por lo que en pocos días se generan nuevos crecimientos; la remoción se debe hacer profunda, de lo contrario se reproducirá de forma acelerada nuevamente. La propagación de esta planta se realiza de forma sexual (semillas) o por estolones, porciones o gajos radicales.

Actualmente es usada en la medicina natural para curar o combatir la fiebre, la hepatitis, la disentería, el timpanismo, el prolapso de recto, el escorbuto, las verrugas y la inflamación de la vesícula, pero a pesar de su importancia y propiedades, se convierte en nociva en los cultivos por ser hospedero del hongo *Puccinia melanocephala*, la cual no corresponde a las royas de las cebollas, pero que por control es mejor retirarla, sumado a esto es hospedero del nematodo *Meloidogyne* sp. Por lo que su control se hace necesario para evitar posibles daños en el cultivo. Contiene principios tóxicos debido a la acumulación de oxalatos de calcio que la hacen tóxica para el ganado. Igualmente se considera una cobertura noble como protección del suelo contra la erosión (figura 55) (Santana et al. 2005).



**Figura 55.** Acedera, acederilla, trebolillo.  
Foto: Jorge Jaramillo

### **Cadillo, macequia, amor seco (*Bidens sp.*)**

Por su poder de dispersión, esta es una de las arvenses presentes en todos los lotes muestreados del departamento. Su propagación, la cual se centra en la producción de semillas que se adhieren fácilmente a cualquier superficie, aumentan su diseminación por los lotes manteniendo siempre una producción constante de semilla; esta planta posee un ciclo de corta duración, que se presenta tres veces al año, y en el cual la producción de semilla es abundante. Una planta puede llegar a producir alrededor de 6.000 semillas en su ciclo. Por dichas cualidades es considerada una maleza altamente nociva en la mayoría de los sistemas agropecuarios del país (figura 56). Es considerada una especie de importancia apícola. En la medicina natural es usada como estimulante, antiescorbútica, como cura de rebotes biliosos, indigestiones, diarreas, vermífuga, antidisentérica y vulneraria.



**Figura 56.** Macequia o cadillo.  
Foto: Paula Andrea Aguilar

Es considerada una planta con potencial alelopático. Es hospedante alterno de los nematodos *Meloidogyne javanica* y *Pratylenchus* sp., de los hongos *Cercospora* sp. y royas del tipo *Uromyces* sp. (roya); y de los insectos plaga *Bemisia* sp., *Phaedon fuscipes* y *Oiketicus* sp., por lo que su remoción del lote se debe hacer en las primeras etapas de desarrollo de la planta (Santana et al. 2005).

### Falso piretro, ajenjo, curahígado (*Artemisa* sp.)

Esta arvense se presenta en la mayoría de los cultivos de clima frío. Se considera de difícil erradicación por su rápido crecimiento, lo que la hace visible sobre el cultivo, sin embargo su sistema radicular profundo, requiere un mayor esfuerzo para su extracción (figura 57). En el cultivo de cebolla de rama se genera un hábitat ideal debido a los grandes niveles de materia orgánica, puesto que este tipo de suelos brindan las condiciones óptimas para su desarrollo, además los suelos húmedos, frescos y sombreados generan buenas condiciones fisiológicas para ella y el sombrío generado por el cultivo aumenta su diseminación. Su flor es hermafrodita por lo que una sola planta presente dentro del lote puede generar una infestación completa y posee una reproducción asexual por estolones, por lo que su control debe de ser temprano. Una de las cualidades principales de la planta es su capacidad de adaptarse a gran cantidad de climas y pisos térmicos (hasta los 3.000 msnm).

Es una de las plantas medicinales más utilizadas antiguamente y se conoce, como aromática, estomática, digestiva y anticonvulsiva, pero su uso continuo puede ser toxico (Santana et al. 2005).



**Figura 57.** Ajenjo o curahígado.

Foto: Jorge Jaramillo

### Siempre viva blanca (*Callisia sp.*)

Esta maleza se encuentra en los cultivos de cebolla de rama en forma rastrera, su propagación en el lote es constante ya que se reproduce por pedazos de tallos dispersos en el lote y semillas producidas durante su ciclo fisiológico, habita en suelos húmedos de buena fertilidad y aunque no genera mucha competencia con la planta de cebolla de rama, es erradicada del lote porque produce compactación en el suelo debido a sus raíces fibrosas que amplían su sistema buscando nutrientes superficiales aumentando y dificultando las labores en el momento del aporque o preparación del lote (figura 58) (Santana et al. 2005).



**Figura 58.** Siempre viva.

Foto: Jorge Jaramillo

### Falsa malva (*Tarasa sp.*)

Planta arbustiva y perenne, de rápido crecimiento, que puede alcanzar hasta 120 cm de altura; es una fuerte competidora por luz y nutrientes en cultivos de porte bajo, su rápido crecimiento facilita la detección en el cultivo y su erradicación, pero su raíz principal pivotante, profundiza fuertemente en el suelo y dificulta su arranque, requiriendo de mayor esfuerzo para su erradicación y si está cerca de una planta puede aflojar y levantar esta del suelo, por lo que se recomienda eliminarla en estados más tempranos (figura 59).



**Figura 59.** Falsa malva.

Foto: Jorge Jaramillo

### Ombligo de venus (*Hydrocotyle umbellata*)

Nombre científico: *Hydrocotyle umbellata*. Sinónimos: *Hydrocotyle fluitans* DC, *Hydrocotyle petiolaris* DC., *Hydrocotyle polystachya* A. Rich, *Hydrocotyle scaposa* Steud., *Hydrocotyle umbellulata* Michx.

Acaricoba, hierba de cuarto, ombligo de Venus, orejitas, quitasolillo, sombreritos, sombrerito de agua. Crece en zonas con altitudes entre 1.000 y 3.000 msnm, temperaturas entre 10 y 23 °C y en suelos de alta retención de humedad, con mal drenaje, o en pantanos donde su porte es más alto. Es maleza en potreros, prados y en cafetales, y en los cultivos de cebolla de rama del departamento, tanto en zonas de clima medio y frío (figura 60).



**Figura 60.** Ombligo de Venus.

Foto: Angélica Ramírez

Es una planta dicotiledónea, herbácea, perenne, con rizomas, de 0,10 a 0,20 m de altura, lo que dificulta su manejo raíz fasciculada. Tallo acaule, postrado, rizomatoso, glabro, muy largo. Tiene hojas peltadas que salen de los nudos del rizoma, circulares o reniformes, con pubescencia escasa y suave, de 4 a 8 cm de diámetro, de bordes sinuados, pecíolo pubescente y largo; de 5 a 20 cm de largo. Inflorescencia en umbela axilar, compuesta, irregular, con pedúnculos más largos que el pecíolo. Sus flores son blancas y pequeñas. Se propaga por rizomas y ocasionalmente por semillas.

Es una planta medicinal; diurética, antirreumática, antidiarréica, emética, purgativa, antihidrófica y se usa para eliminar manchas en la cara; es desobstruyente del hígado, de los riñones y aperitiva. Sus hojas en cantidades altas son tóxicas (Gómez y Rivera 1995).

## Capítulo VIII

# Manejo integrado de plagas y enfermedades

Jorge Jaramillo Noreña  
Pablo Julián Tamayo  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

### Plagas

La cebolla en el departamento de Antioquia presenta problemas de insectos plaga en cada uno de sus órganos y durante todo su ciclo vegetativo, por tal motivo el manejo de esta se realiza teniendo en cuenta adecuadas labores culturales, que van desde la selección del lote, la preparación del suelo y un plan de monitoreo hasta la aplicación de prácticas de manejo integrado de plagas, para así disminuir los umbrales de daño económico que generan pérdidas significativas en la cosecha del cultivo.

Teniendo en cuenta que las plagas son organismos capaces de causar daño económico en un cultivo, cabe resaltar que no todos los insectos presentes dentro de este generan una alerta de control, así como la presencia de una plaga no nos indica que haya necesidad de tomar una decisión apresurada sobre la aplicación de algún tipo o medida de intervención (Sánchez et al. 2012).

Para el control de plagas dentro de un cultivo es fundamental el seguimiento de las poblaciones que en este se hospedan, la cantidad de individuos presentes nos dice el tipo de control que se debe utilizar y si amerita uno o varios métodos. Si al final se requiere la aplicación de un pesticida, para el caso de la cebolla de rama se debe tener en cuenta que es un alimento que se consume en fresco, por lo que una correcta dosificación y periodo de carencia (tiempo transcurrido entre la aplicación de un agroquímico y la cosecha del producto tratado, el cual debe ser de mínimo 20 días calendario) brinda la sanidad vegetal del cultivo e inocuidad del producto (Otero 1989).

### Muestreo de plagas en el cultivo de cebolla de rama

La base del uso racional y efectivo de productos químicos, biológicos, métodos mecánicos, naturales y culturales en el control de poblaciones nocivas para el cultivo de cebolla de rama debe ir enfocado en la vigilancia y seguimiento constante de la

plantación. Para esto resulta esencial conocer la fenología de la planta y su biología, así como el comportamiento del insecto plaga y sus factores de regulación natural. De la misma forma es esencial conocer la historia del lote en cuanto a plagas y el estado de los cultivos colindantes con el predio (Barfield 1989). Después del seguimiento es necesario tomar la decisión de si se puede convivir con la plaga u organismos dañinos, o si se requieren estrategias de control o supresión, teniendo en cuenta que el uso de un producto de control se debe utilizar solo si la población dañina es tan abundante que supera el nivel crítico o que por los daños que esta incurra en el cultivo genere pérdidas por lo menos iguales al costo de compra de un agroquímico, ya que si una población plaga no supera dicho nivel no amerita su control (Barfield 1989).

Cuando la decisión de tomar un control directo contra una población plaga amerita utilizar un agroquímico, se debe causar el menor impacto ambiental posible sobre los enemigos naturales y tener alto control de la población con la dosis recomendada. Además del tipo de plaguicida, el método de aplicación produce mayor eficacia y puede reducir su impacto sobre el ambiente circundante, razón por la cual es importante considerar: i) el volumen total de mezcla que se va a aplicar por unidad de área; ii) a qué parte de la planta se dirige la aplicación; iii) el momento u hora oportuna de aplicación, y iv) el uso de adherentes u otros productos que permitan incrementar la eficiencia de este. El muestreo revela no solo el momento de aplicar, sino que también nos permite evaluar la mortalidad natural dentro del cultivo, posibilitando la adopción de otras alternativas de manejo de plagas (Barfield 1989).

### **Herramientas de muestreo**

Estas varían según la plaga que se quiere muestrear, ya sea por su ecología y su botánica o lo que es más influyente, por las características del cultivo. Para el caso del muestreo de larvas o gusanos en hortalizas se utiliza un muestreo visual, mientras que, para cereales y pastos, se utiliza una red entomológica. Del correcto uso de estas herramientas depende el conteo de la densidad de las poblaciones plaga, por lo que, al momento de tomar la muestra, la herramienta utilizada para el muestreo debe brindar información confiable de la densidad en todo el campo, así como la captura de más de una plaga, para así elegir la alternativa de control adecuada (Barfield 1989).

### **Muestreo de plagas en el suelo**

Para la toma de las muestras para monitoreo de plagas en suelo, se debe de realizar con un azadón o pala un hueco de 30 cm de ancho por 30 cm de largo y una profundidad de 20 cm. La tierra que es extraída se debe tamizar o deshacer sobre un pedazo de polietileno (plástico) de color claro, preferiblemente blanco, para así

descubrir las larvas, gusanos o pupas de polillas o cucarrones. Si se registra en general para cualquier cultivo una densidad de población de 6 larvas grandes o 12 pequeñas en 25 agujeros por hectárea, se considera que el suelo está en un nivel crítico de insectos plaga y amerita control (Barfield 1989).

### **Camilla de muestreo**

Consiste en una manta pesada, preferiblemente de color blanco o amarillo, a la cual en los extremos se le pueden agregar dos bolas o piedras para facilitar su extensión. Dicha manta debe tener unas dimensiones de un metro de largo por 0,9 m de ancho, y se debe colocar cuidadosamente entre los surcos, hileras o camas en los sitios destinados para las calles que se van a muestrear. Posteriormente se sacuden las plantas vigorosamente con las manos, haciendo que los insectos caigan de las plantas a la malla y así puedan ser muestreados (Barfield 1989).

### **Inspección visual**

Es quizás la herramienta de muestreo de plagas más utilizada en la actualidad en los cultivos, debido a su uso simple y sencillo y la facilidad de la inspección y de conteos directos de insectos plaga por unidad de área o hábitat en el lugar o sitio de muestreo. El conteo y registro de datos se realiza al observar las estructuras completas de la planta, ya sea hoja, pseudotallo, tallo y raíz. Para realizar este muestreo en ocasiones se requiere del uso de una lupa de mano para observar insectos que no son fácilmente visible al ojo humano, como en el caso de artrópodos o insectos muy pequeños. Dentro de las tomas de muestras en algunas ocasiones es necesario la destrucción de una o varias de las plantas a muestrear, principalmente cuando se requiere hacer inspecciones de raíz o tallos, por lo que se encuentran debajo de la superficie del suelo. En este tipo de monitoreo se pueden identificar plagas en cualquier estructura de la planta (Barfield 1989).

### **Trampas con atrayentes**

Este método es ampliamente utilizado como mecanismo de muestreo y control. Consiste en fabricar una trampa con alguna especie de cebo, atrayente alimenticio, sexual o luminoso, el cual captura las plagas para luego determinar su densidad poblacional (Barfield 1989).

## **Parámetros de muestreos y nivel crítico de daño**

Para determinar la cantidad de muestreos, la frecuencia y cuándo se determina el nivel crítico de daño, es necesario tener en cuenta el área de cultivo, la disposición

espacial de la plaga, la precisión, la frecuencia y el umbral de acción, para así determinar bien el diseño del MIPE y hacer un buen control. (Barfield 1989).

### Área del cultivo

Para el caso de la cebolla de rama, cuyas las parcelas no superan la hectárea de cultivo sembrado es recomendable hacer alrededor de cinco muestreos por lote; si el área a muestrear supera la hectárea de siembra es recomendable separar los lotes en áreas de aproximadamente 1.000 m<sup>2</sup> que se puedan aleatorizar, tomando como referencia la misma cantidad de muestreos por lotes separados (Barfield 1989).

### Disposición espacial de la plaga en el campo

Para determinar el número de muestras a realizar y los sitios donde estas se deben tomar, es necesario que se conozca la forma en la que la plaga se distribuye en el campo, si es al azar, de forma uniforme o agregada. Como las plagas en cebolla de rama se pueden presentar en focos sectorizados en el lote, como es el caso de los pulgones o trips, se requiere tomar muestras en áreas con y sin focos; si por el contrario la plaga se distribuye de forma uniforme en el cultivo, se puede hacer un número menor de muestras significativas de todo el lote (Barfield 1989).

### Precisión

La precisión aumenta a medida que el número de muestras que se haga en el campo sea superior, lo que lleva el muestreo a un nivel más confiable; si se toma un número menor de muestras, estas deben proporcionar datos confiables, a pesar de que hayan sido obtenidos de una forma rápida y económica (Barfield 1989).

### Frecuencia de muestreo y etapas fenológicas del cultivo

La susceptibilidad a las plagas, por parte de las plantas de cebolla de rama, aumenta en las etapas de siembra y posteriores a las cosechas o deshijes, por tal razón conocer las etapas fenológicas en las cuales se encuentra el lote que se va a monitorear es un factor decisivo en la toma de decisiones con respecto a la aplicación o no de un control inmediato, ya que aún los factores medio ambientales influyen de una manera directa sobre el comportamiento de las plagas y la planta, por lo que es recomendable realizar alrededor de dos monitoreos semanales en estas etapas críticas (Jaramillo et al. 2013).

## Niveles críticos o umbrales de daño

Uno de los principales fines de los monitoreos es el de hacer más eficiente el uso de agroquímicos. La filosofía del MIPE es racionar el uso de productos para la protección del cultivo, por lo que las aplicaciones se deben realizar teniendo en cuenta que los controles solo se realizan cuando las poblaciones plaga superan el nivel crítico o umbral de acción, con esta premisa se define si se aplica o no control a un lote infestado de plaga (Jaramillo et al. 2013).

Así, el nivel crítico entonces es el nivel mínimo de población, en el que el beneficio marginal del control es igual al costo de los insumos y de la mano de obra requerida para atacarlo. Dicha definición se aproxima a lo que se llama niveles de daño económico, que establece los niveles críticos y que pueden ser expresados como: densidades absolutas, por ejemplo, donde se encuentran 25 crisomélidos (cucarrones) por metro lineal; densidad relativa, por ejemplo, 15 individuos por golpe de la red y estimados de daño, porcentaje de plantas atacadas.

Dentro de esto cabe resaltar que los niveles de daño no son estáticos, sino que son cambiantes y pueden variar dependiendo de varios factores como lo son las diferentes regiones, el valor económico de los insumos y productos que se comercializan, etapa fenológica del cultivo, variedad y factores ecológicos (Jaramillo et al. 2013).

## Principales plagas presentes en el cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia

En la actualidad uno de los limitantes económicamente más importantes en el cultivo de cebolla de rama es el manejo de plagas, debido a los altos costos que genera al productor su control y manejo. Según las encuestas de captura y diagnóstico para el modelo productivo de cebolla de rama para el departamento de Antioquia, las plagas más limitantes en el cultivo de cebolla de rama en Antioquia son:

### Trozadores o tierreros y defolidores

*Agrotis ipsilon* (Hufnagel), (Lepidoptera: Noctuidae) Gusano biringo, gusano tierrero, gusano mantequilla, cortador, trozador negro o rosquilla. *Copitarsia* sp.

Estos organismos causan daño en estado larval, consumiendo el follaje en el caso de la cebolla de rama y hortalizas en general o cortando plántulas a ras de suelo, en el

caso de las que se trasplantan. Pertenecen al orden Lepidóptera de la familia Noctuidae y las especies más frecuentes en nuestro medio son *Agrotis Ipsilon* y *Copitarsia* sp., siendo aún más frecuente y dañina en cebolla de rama, por su amplio rango de hospederos, la voracidad de sus larvas y la duración de este estado. (López-Ávila 1996; Ávila et al. 2000; Sánchez et al. 2012)

Gusano biringo (*Agrotis ipsilon*) es una plaga frecuente en otras hortalizas, pero cuando se presentan en cebolla, corta las plantas a ras de suelo o actúa como defoliador. Sus huevos son de color blanco, esféricos, de superficie estriada; los ponen de forma individual o en grandes grupos sobre el suelo húmedo, en las hojas inferiores o sobre los desechos de las cosechas anteriores (Ávila et al. 2000). Las larvas son cilíndricas, de color café con marcas claras en el dorso cuando están pequeñas, luego se van tornando de un color negro-gris brillante con una línea dorsal gris pálido y gránulos o tubérculos negros brillantes en cada segmento; son activas durante la noche y pasan el día ocultas bajo los terrenos o residuos cerca de las plantas; cuando se molestan, se enrollan como una rosquilla (figura 61); cuando están completamente desarrolladas pueden alcanzar longitudes superiores a 45 mm (López-Ávila 1996; Ávila et al. 2000).



**Figura 61.** Larva de *Agrotis ipsilon*.

Foto: Jorge Jaramillo

La larva construye una cámara en el suelo al final de su periodo y en ella se transforma en pupa. Es de color café brillante, de 20 a 30 mm de largo.

El adulto es una polilla de color gris o marrón oscuro, las alas anteriores son grises oscuras con manchas casi negras y las posteriores son blancas, translúcidas, con flecos en el borde inferior (figura 62). Su ciclo de vida completo es de 40 a 55 días, las hembras pueden llegar a ovipositar más de 1.000 huevos durante su vida (Ávila et al. 2000).

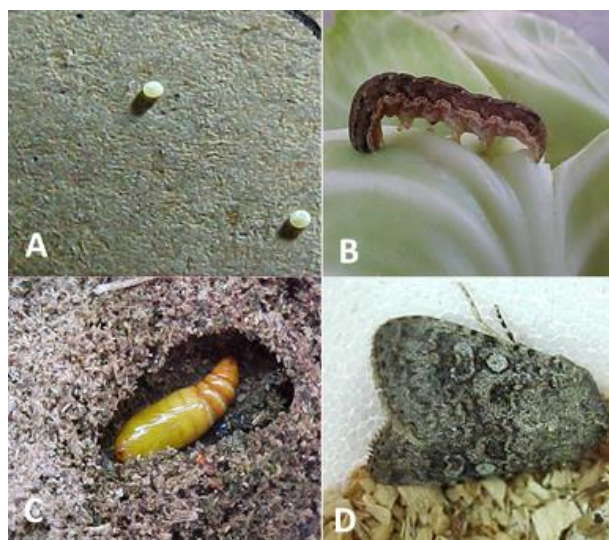


**Figura 62.** Adulto de *Agrotis ipsilon*.

Fuente: Chumakov y Kuznetsova 2009

Los daños causados son más comunes durante las dos primeras semanas del trasplante. El ataque de estos trozadores se ve en las plantas porque estas se doblan o son cortadas sobre la superficie del suelo, también se notan raspaduras de la corteza en el cuello de la raíz. (Londoño 2001; Flórez et al. 2010).

*Copitarsia* sp. es dañina en sus etapas larvales, que constan de seis instares. Las larvas completamente desarrolladas pueden llegar a alcanzar una longitud de aproximadamente 45mm y en campo alcanzan a tener una duración de 27 a 30 días (figura 63), en los cuales se alimenta continuamente hasta que cesa su periodo alimenticio para luego convertirse en pupa.



**Figura 63.** Estados de desarrollo de *Copitarsia* sp. a. Huevos; b. Larva; c. Pupa; d. Adulto

Foto: Martha Londoño

Este insecto presenta hábitos nocturnos. Su principal daño se da en el consumo de hojas sanas y vigorosas, de las cuales se alimenta consumiendo el follaje y deteniendo el crecimiento de la planta.

Los trozadores o tierreros pertenecen al orden *Lepidoptera*, de los que la especie más predominante es *Copitarsia* sp., una de las más abundantes y dañinas de la especie *Noctuidae*, ya que tiene un amplio rango de hospederos y la duración del ciclo en el cual realiza el mayor daño es amplia (Martínez et al. 1999) (tabla 8).

**Tabla 8.** Biología de los trozadores o tierreros

Estado	Forma	Duración	Daño
Huevo	Semiesférico, reticulado, blanco o violáceo	6 a 7 días	Ninguno
Larva	Alargada, de unos 45mm de longitud, café claro a oscuro. Crea galerías a unos 20 cm de profundidad en el suelo	Pasa por seis instares, en un tiempo de 27 a 30 días	Hojas y tallos
Pupa	Cilíndrica de unos 17 a 19 mm de longitud, color café oscuro a marrón.	21 a 25 días	Ninguno
Adulto	Polillas de color pajizo que varían de claro a oscuro, tienen una longitud de 18mm, con una envergadura de 35 a 40 mm.	7 a 10 días	Ninguno

Fuente: Martínez et al., 1999.

Generalmente atacan en amplios focos sobre el cultivo, principalmente en periodos secos en los cuales se presentan de forma abundante. Este invertebrado realiza su daño en sus primeros cuatro instares larvales, actuando como raspador del follaje y como comedor de este en los últimos dos instares (figura 64).



**Figura 64.** Daño ocasionado por *Copitarsia* sp.

Foto: Angélica Ramírez y Oscar Posada

Esta plaga es registrada en amplia variedad de cultivos, desde la cebolla de rama, la cebolla de bulbo, ajo, crucíferas, lechuga, maíz, espinaca, cilantro, arveja, haba, alfalfa, papa, cebada, trigo, flores, curuba y caléndula (López-Ávila 1996).

## Estrategias de manejo

Las prácticas de manejo integrado de plagas se resumen en (Flórez et al. 2010; López-Ávila 1996; Ávila et al. 2000):

- Adecuada preparación del suelo: se destruyen larvas y pupas ya que se exponen al frío, a la desecación o a la acción de enemigos naturales.
- Recolección manual de pupas y larvas.
- Monitoreo y revisión de los lotes y el suelo identificando larvas y pupas desde antes de la siembra y durante el desarrollo del cultivo, para confirmar la presencia de estas y tomar medidas de control.
- Entre los controles biológicos se encuentra el *Bacillus thuringiensis*, se debe aplicar en bombas bien lavadas y sin residuos de productos de síntesis química. Este microorganismo inocula el suelo y las larvas se contaminan por ingestión del bacilo y posteriormente mueren.
- Recolección y manejo adecuado de residuos de cosecha.
- Las lluvias y el riego oportuno por aspersión bajan los niveles de las poblaciones de trozadores.
- Como son de hábitos nocturnos, los adultos pueden capturarse usando trampas de luz como mecanismo de detección o de control directo.
- Realizar un monitoreo constante del cultivo para determinar si la infección es baja, si es así, se deben recoger las larvas para destruirlas posteriormente.
- Realizar control con productos de síntesis química de las categorías toxicológicas más bajas de acuerdo con la recomendación de un técnico. Cuando la población es muy alta, se recomienda utilizar cebos o insecticidas a base de: carbaril, clorpirifos, diazinon, esfenvalerate, indoxacarb y metomil (Flórez et al. 2010).
- Aplicación de cebos, a razón de un gramo por planta en zonas de alta incidencia de larva o focos de trozadores; se deben aplicar al final del día, en corona, alrededor de la planta (tabla 9).
- Es recomendable utilizar medidas correctivas desde que se presentan los primeros daños. Cuando el porcentaje de las plantas afectadas es menor al 20 % estas medidas son menos costosas.

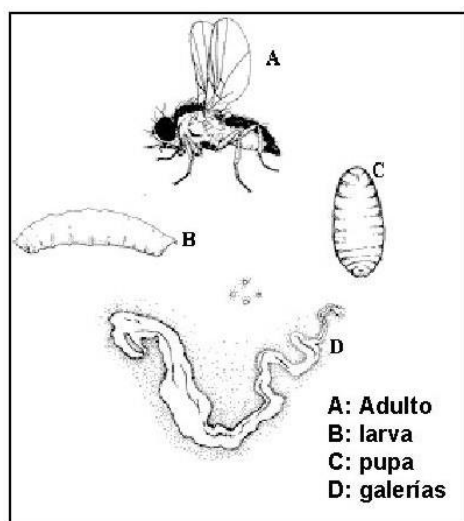
**Tabla 9.** Como preparar cebos para el control de trozadores o tierreros

Ingrediente	Dosis
Salvado de maíz o trigo	50 kg
Agua	12 litros
Melaza	12 litros
Bacillus thuringiensis (Dipel thuricidae)	600 g

Fuente: Martínez et al. 1999.

## Minador de la hoja *Liriomyza huidobrensis*"

Esta especie es altamente polífaga, y afecta una gran cantidad de familias, entre ellas las Aliáceas, atacando cebolla de bulbo, cebolla de rama, ajo, puerro y cebollín. El daño económico lo realizan tanto los adultos como las larvas; los adultos ocasionan dos tipos de daño: uno es causado por la ovoposición de las hembras, las cuales colocan huevos debajo de la epidermis de las hojas, lo que origina una mancha redondeada más clara y brillante que el resto de la hoja; el otro daño es causado por la alimentación de las hembras y machos que succionan el contenido celular de las hojas. Ambos daños se efectúan principalmente en el tercio superior de las hojas y no se diferencian a simple vista. La larva realiza minas o galerías en el tejido foliar, estas son inicialmente angostas y a medida que se desarrolla la larva aumentan de diámetro (figura 65).



**Figura 65.** Minador de la hoja *Liriomyza huidobrensis* ciclo de vida

Fuente: Plantpro s. f.

Cuando las minas coalescen, ocasionan la necrosis y muerte del tejido; dicho daño interfiere con la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, presentando el atraso en su periodo vegetativo. Debido a esto se generan altas pérdidas económicas, ya que la cebolla de rama se comercializa por la apariencia de su follaje. Cuando las larvas cumplen su ciclo de crecimiento salen de las galerías y caen al suelo donde se entierran unos pocos centímetros y empupan para emerger como adultos. Los adultos causan un daño menor generando unas pequeñas cicatrices en el tejido foliar; estas cicatrices son producidas para alimentación y postura (Vélez 1997; Silva et al. 2002) (tabla 10).

**Tabla 10.** Biología del minador de la cebolla

Estado	Forma	Duración	Daño
Huevo	Ovalado, transparente muy pequeño y blanco; son colocados en forma individual. Pasados 1,5 días después de la ovoposición, eclosionan)	2 a 4 días	Hoja, galería en la que se incuba
Larva	Vermiforme, pasa por tres instares, en el tercero alcanza su máximo desarrollo. Completamente desarrollada mide alrededor de 2mm de largo, su color es de un blanco amarillento	7 a 10 días	Hoja
Pupa	Cilíndrica a forma de barril, de color café claro recién formado pasa a marrón al final del periodo. Se desarrolla en el suelo	8 a 15 días	Ninguno
Adulto	Pequeños, de color gris a negro, con manchas amarillas en la cabeza y el tórax. La hembra es más grande que el macho	Aprox. 15 días	Pequeñas cicatrices en las hojas realizadas para alimentarse y ovipositar

Fuente: Vélez 1997; Silva et al. 2002

### Daño e importancia

El daño infringido por este insecto es relacionado únicamente con las hojas, las cuales perfora, generando así la no comercialización, por lo que el proceso de maquillado de la cosecha aumenta, disminuyendo los rendimientos e incluso dejando el material no apto para la comercialización (figura 66).



**Figura 66.** Daño de minador de la hoja *Liriomyza huidobrensis*

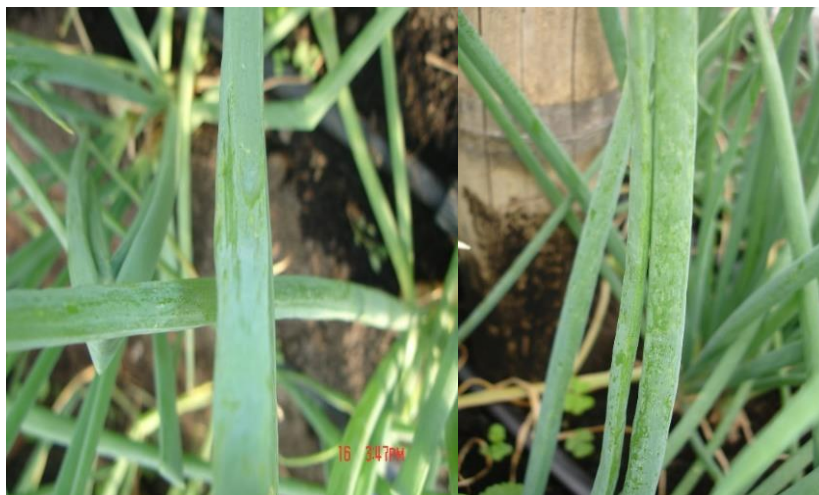
Foto: Oscar Posada

### Estrategias de manejo

- Uso de cinta pegajosa de color amarilla que atrae y atrapa a los adultos de este minador.
- Adecuada y oportuna preparación del suelo.
- Recolección y destrucción completa de residuos de cosecha para evitar la multiplicación del insecto.
- Podas sanitarias de hojas afectadas, siempre y cuando no perturbe el desarrollo de la planta.
- No exceder el uso de fertilizantes nitrogenados, pues el exceso de follaje atrae más la plaga.
- Manejo adecuado de las malezas, se debe de eliminar si se comprueba que es hospedera del insecto.
- Uso de máquinas aspiradoras para la captura de adultos.
- El control químico de los minadores es muy difícil porque las larvas que hacen el daño se encuentran muy protegidas en los túneles y escapan del ataque de parásitos y de la acción de los insecticidas. Adicionalmente, la mayoría de los insecticidas no son efectivos contra los minadores. Cuando existe un historial de ataques de minador en la zona, se recomienda la aplicación de Furadan 3GR (Carbofuran) (20 a 30 kg/ha), al lado de la semilla en el momento de la siembra. Productos comerciales como el Basudin 600 EC (Diazinon) (1,0 cc/l), Eltra 48 EC (Carbosulfan) (1,25 cc/l), Latigo EC (Clorpirifos + Cipermetrina) (2,5 cc/l), el Vertimec 1,8 % EC (Abamectina) (0,25 cc/l), también son efectivos en el control de los minadores (Tamayo y Londoño 2001).

### Trips (Thrips tabacci)

Los trips son insectos muy pequeños. Los adultos miden de 1 a 2 mm y son de color amarillo y de gran movilidad. Las mayores poblaciones se presentan en condiciones de verano y pueden atacar la planta desde los primeros estados de desarrollo del cultivo (Tamayo y Londoño 2001). Al alimentarse, los adultos y ninfas causan pequeñas manchas plateadas en los tejidos y deformación de las hojas (figura 67). En la cebolla y el ajo ocasionan secamiento desde la punta de la hoja hacia la base.



**Figura 67.** Daño causado por trips en hojas de cebolla de rama.

Fotos: Jorge Jaramillo

Cuando las poblaciones se ven favorecidas por la sequedad del ambiente, la acción del insecto es tan nociva que puede causarle la muerte a la planta, ya que estas pierden más agua y los patógenos pueden penetrarla más fácilmente.

Las plantas afectadas maduran más rápido y se reduce tamaño (López-Ávila 1996; Silva et al. 2002) (tabla 11).

**Tabla 11.** Ciclo de vida de trips

Estado	Forma	Duración	Daño
Huevo	Colocados por las hembras preferentemente en la parte media y basal de las hojas, recién colocados de color hialino, luego de color blanco a transparente, de forma arriñonada. En promedio 40 huevos por hembra	3 a 6 días	Ninguno
Larva inmadura	Desde 0,4 a 3mm, forma alargada, curva y delgada, ojos oscuros color blanco amarillo a pálido, se ubican en la base del tallo de la planta, y en el suelo	5 a 10 días	Hojas jóvenes en la parte superior de la planta, raspando y succionando las células
Pupa	Pasa por dos estadios pupales. Color amarillo claro. Ubicados en la base del cuello de la planta o en el suelo	2 días	Ninguno
Adulto	Miden entre 1-2mm, color café a gris amarillento, las hembras presentan plumosas de color gris, los machos son ocasionales, más pequeños y sin alas. La reproducción es partenogénica	16 a 24 días	Raspan y chupan el follaje

Fuente: Silva et al. 2002; López-Ávila y Ávila 1996.

Los trips tienen enemigos naturales como *Chrysoperla externa* que consume larvas y ninfas. En cultivos cercanos y malezas es común encontrar los huevos de este predador de trips. El manejo de los trips está orientado a mantener poblaciones no mayores de nueve a diez adultos o ninfas por folíolo (Tamayo y Londoño 2001). Cuando se requieren controles químicos los insecticidas Cazador® 80 WG (Fipronil) (0,25g/l), Confidor® SC 350 (Imidacloprid) (0,5cc/l), Sunfire® 24 EC (Clorfenapir) (0,5 cc/l) o Tracer® 120 SC (Spinosad) (0,3cc/l) son de utilidad en el manejo de esta plaga (Tamayo y Londoño 2001).

## Babosas

Estos organismos son moluscos de la clase Gastrópoda. Son plaga en muchas clases de hortalizas, flores y cultivos como maíz, papa, frijol, achira, caléndula y trébol. Las babosas se encuentran en zonas en las que los lotes presentan problemas de encharcamiento y altas humedades, los cuales favorecen la reproducción, dispersión y brindan un hábitat propicio para estos moluscos; las principales especies reportadas como plaga en cebolla de rama, son *Deroceras reticulatum* (Müller), familia Agrolimacidae; babosa rayada de las hortalizas, *Milax gagates* y *Limax marginatus* (Draparnaud), familia Milacidae; y la babosa café *Deroceras laeve* (Müller), familia Agrolimacidae, las cuales pueden producir daño principalmente en hojas y tallos, y en menor proporción en raíces (López-Ávila 1996).

Dado que son de piel desnuda, fisiológicamente presentan sensibilidad a cambios de temperatura y alteraciones del ambiente, pueden resistir hasta varias horas bajo el agua y utilizan este medio como ruta de diseminación. La actividad de las babosas es nocturna y cuando en el día hay humedades altas, se refugian en residuos de cosecha, basura, hojarasca húmeda, piedras, terrones de suelo, tablas y madera en descomposición. Además de la alta humedad del suelo y del ambiente, factores como la baja luminosidad, la alta densidad de siembra, la presencia de malezas y los terrenos colindantes con lotes destinados a pastos, le brindan condiciones aptas para su multiplicación y desarrollo (Sánchez y Moreno 2004).

Una de las principales ventajas evolutivas de las babosas es la capacidad de autofecundarse, ya que poseen ambos órganos sexuales. Aunque en ocasiones, algunas especies presentan polinización cruzada, poseen dos pares de tentáculos; uno parte superior son retráctil, donde se encuentran los ojos. A pesar de la fragilidad de su cuerpo, estas poseen un aparato bucal muy fuerte con el cual se aferran a las hojas para ser comidas. En ocasiones arrancan trozos de la raíz para luego consumirla (tabla 12).

**Tabla 12.** Biología de las babosas

Estado	Forma	Duración	Daño
Huevo	Ovoides a esféricos, de blanco a amarillo grisáceo a traslúcido, son puestos en grupos de 20 a 100 pegados, de 4 a 5mm de diámetro	20 a 30 días	Ninguno
Larva inmadura	Presentan un color de café a café claro o gris, no presentan muchas diferencias con los adultos, solo la diferencia el tamaño inferior	90 a 120 días	Hojas tallos y raíz
Adulto	Alcanzan una longitud de 50 mm	Hasta 3 años	Hojas tallos y raíz

Fuente: Sánchez y Moreno 2004

### Daño e importancia

Los principales daños generados por este molusco se presentan en la parte foliar de la planta de la cebolla de rama, donde, con su fuerte aparato bucal rompen la pared celular alimentándose completamente de las hojas frescas, sumado a esto sus excrementos son una fuente directa de contaminación, ya que el principal consumo de la cebolla de rama es en fresco (figura 68), lo cual causa un gran perjuicio para la cosecha y poscosecha, disminuyendo la calidad comercial. En plantas recién trasplantadas atacan las raíces consumiéndolas por completo (Cabezas 2001). La alta humedad del suelo y del ambiente, la baja luminosidad, y la alta densidad de siembra, así como la presencia de malezas en el cultivo y sus alrededores y los potreros de pastos que colindan con los cultivos proporcionan las condiciones que favorecen el aumento de sus poblaciones (Rodríguez et al. 1994).


**Figura 68.** Daño de babosa en pseudotallo y hojas de cebolla.

Foto: Jorge Jaramillo

### Estrategias de manejo

- Se recomienda desterronar el suelo durante la preparación y eliminar sitios de refugio, drenar bien el lote de siembra, planear el riego de forma eficiente sin excesos de agua y mantener los bordes del cultivo libres de arvenses y residuos vegetales (Flórez et al. 2012). Como prácticas complementarias se recomienda evitar el exceso de humedad, realizar un buen manejo de malezas alrededor de los lotes y utilizar trampas o cebos tóxicos. Para realizar esto, se pican residuos de cosecha como repollo, zanahoria, brócoli, remolacha u otra hortaliza; se impregnan en agua mezclada con melaza y se colocan por los bordes del cultivo tapándolos con un costal de fique igualmente impregnado con agua y melaza, en horas de la tarde. En horas de la mañana se levanta el costal y se eliminan las babosas impregnándolas con cal o con sal de cocina, lo que las deshidrata causándoles la muerte por desecación.
- Recolección y destrucción manual.
- Cebos a base de cogollos de Astromelias o la mezcla de cogollos de estas con zanahoria en proporción 1:1.
- Costales de fique humedecidos y colocados al final de la tarde en sitios donde se presume que hay focos de daño.
- Colocar cebos tóxicos a base de Methiocard y Metaldehído con una dosis de aplicación de 3g/m<sup>2</sup> cerca de las plantas que presentan daño; se deben de colocar en las horas de la tarde para que en la hora de mayor actividad estos moluscos consuman los cebos.
- Aplicación de cenizas de leña en zonas previamente detectadas con presencia de babosas, la ceniza puede estar en costales húmedos, que cumplan la función de trampeo o de forma directa sobre los individuos, ya que la ceniza cumple con la función de desecante reduciendo la movilidad de las babosas.
- Usar cal agrícola o dolomítica sobre las camas del cultivo y en los alrededores del lote, en especial cuando hay presencia de pastos. Esta forma una película desecadora que actúa sobre el pie del molusco.
- Aplicación de sales minerales como sulfato de potasio, nitrato de potasio o nitrato de calcio, los cuales cumplen la función de ser desecadores de estos individuos.
- Manejo adecuado de riego y drenaje agrícola, eliminando charcos, zonas demasiado húmedas y desniveles.
- El control de las babosas se puede hacer mediante cebos con base en metaldehído. Estos se deben regar en la tarde en los sitios infestados; de dos a tres gránulos, al absorber humedad sueltan un olor atrayente para las babosas, las cuales se deshidratan al consumir el cebo. Si los gránulos se mojan pierden la atracción y se deben aplicar de nuevo. En caso de un ataque fuerte se deben

hacer aplicaciones diarias del cebo hasta no encontrar más babosas muertas un día después de la aplicación. Es más importante regar periódicamente que aplicar grandes cantidades de cebo (Lee y Escobar 2000).

- **Chizas, mojoyoy o marceños**

Esta plaga está ampliamente diseminada por gran variedad de cultivos en los cuales se disemina de forma agresiva gracias a sus números elevados y sus daños causados. Estos cucarrones también llamados mojoyoy, chizas o marceños, constituyen unos de los principales problemas fitosanitarios limitantes en el cultivo de cebolla de rama debido a que su daño no solo se perpetua en sus etapas larvales, sino que también se presentan daños significativos en su etapa de adulto (figura 69), en la cual se convierten en defoliadores de pseudotallo y hojas de esta hortaliza, por lo que el control es precario y en ocasiones imposible.



**Figura 69.** Chizas, mojoyoy.  
Foto: Jorge Jaramillo

Las especies más comúnmente encontradas son la *Ancognata escarabaeiodes* Burmeister, *A. ustulata* Burmeister, *Clavipalpus ursinus* Blanchard, cuyas sus larvas son voraces y atacan en general varios cultivos de clima frío y moderado. De estas especies aproximadamente el 60 % se conocen como plagas fitófagas de cultivos de hortalizas y tubérculos principalmente, el 40 % restante se alimentan y encuentran

su hábitat en troncos podridos y en hábitats especializados como cavidades vegetales, madrigueras, residuos vegetales, etc. (Villegas et al. 2006) (tabla 13).

**Tabla 13.** Biología de la chiza

Estado	Forma	Duración	Daño
Huevo	Casi esférico, color blanco perla, diámetro de 1,5 a 2 mm	30 días	Ninguno
Larva recién nacida	Color blanco translúcido, con la cabeza ámbar, el cuerpo grueso, encorvado y cubierto de pelos largos, con una longitud de aproximadamente 5 mm	160 a 180 días en sus cuatro instares larvales	Raíz y tallo
Larva adulta	Después de los cuatro instares larvales llega a medir 50mm de largo, color blanco sucio, con la cabeza marrón casi negra en Ancognata, ámbar claro en Clavpalpus, el cuerpo presenta forma de "c" con tres patas bien diferenciadas	160 a 180 días, en sus cuatro instares larvales	Raíz y tallo
Pupa	Caracterizada por tener los apéndices del futuro adulto, su color es de ámbar a café claro y su pupa es del tipo exarata	120 días	Ninguno
Adulto	La especie <i>A. escarabaeiodes</i> es de 20 a 25 mm, de color café oscuro a casi negro, <i>A. ustulata</i> de 20 a 25 mm, color amarillo con manchas negras en el protórax y los élitros y <i>Clavipalpus ursinus</i> miden alrededor de 10 mm, son de color rojizo y presentan el tórax cubierto de pelos amarillos	Machos de 28 a 42 días, hembras 28 a 56 días	Pseudotallo y hojas

Fuente: López-Ávila 1996

Uno de los principales problemas asociados al cultivo de la cebolla de rama es la gran cantidad de materia orgánica aplicada a los cultivos en su etapa vegetativa, razón por lo cual la infestación de estos escarabajos es mayor, ya que se ha observado que niveles altos de acumulación de materia orgánica de origen animal, atraen a los adultos de este insecto para la postura de sus huevos, por lo que se generan focos de muchos individuos por todo el cultivo (Londoño 2001).

### Daño e importancia

En la actualidad diversas especies de este insecto se han propagado por los suelos de Antioquia, especialmente en los suelos de clima cálido y templado, por lo que las grandes poblaciones que se presentan en la actualidad han generado que el daño causado por insecto llegue a umbrales de daño económico para los agricultores. Los principales daños se notan al nivel de las raíces, las cuales son consumidas causando volcamiento, raquitismo y pudrición basal de las raíces de la planta, lo que se traduce en grandes pérdidas económicas, sumado a esto, en las épocas de apareamiento y ovoposición, los adultos consumen gran cantidad de tejido foliar, e incluso llegan a consumir los

pseudotallos de la planta, causando aún más pérdidas para la comercialización de este producto (figura 70).



**Figura 70.** Daños causados por chizas, mojoyoy o marceños en plantas de cebolla.  
Foto: Lucas Cano

### Estrategias de manejo

- La adecuada preparación del suelo previa a la siembra ha demostrado ser muy útil a la hora del control de esta plaga. La exposición de larvas a la luz directa del sol y el aire causa en ellas desecación y muerte, asimismo la recolección de las larvas y los adultos en los lotes al momento del aporque ayuda a reducir la población en estado larval.
- El método de control más utilizado en la actualidad es el muestreo y el control a partir de trampas de luz ultravioleta, las cuales durante la noche capturan gran cantidad de adultos que son atraídos por la luz, lo que interrumpe su ciclo y reproducción.
- Una de las estrategias de control que a mediano y largo plazo generan un control eficaz de este insecto es la utilización de alternativas de control biológico como lo son la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae*, la bacteria *Bacillus popilliae*, o el nematodo *Steinernema carpocapsae*.
- La utilización de insecticidas de síntesis química con categorías toxicológicas bajas, rotados constantemente para evitar resistencia a los ingredientes activos, logra reducir las poblaciones de larvas (Lucero et al. 2006). +- Insecticidas como el Furan® 3 GR (Carbofuran) (20 a 30kg/ha) o el Eltra® 48 EC (Carbosulfan) (2,5 a 3,0l/ha) reducen los daños por la chiza cuando se aplican al surco en momento de la siembra. En algunos casos, cuando la población de chizas en el suelo es alta (2 larvas/m<sup>2</sup>) se recomienda repetir la aplicación al momento del aporque (Tamayo y Londoño 2001).

## Pulgones

Esta plaga es altamente favorecida por el ambiente. Las épocas secas son los periodos en los cuales se ven más manifestaciones de este insecto, aunque se ven en todo el ciclo del cultivo de la cebolla de rama, en etapas posteriores a la siembra o deshije se observan los focos más críticos. Este tipo de insectos se alimentan succionando savia de la hoja de la planta y extrayendo sus nutrientes. En el momento de la succión por medio de su aparato bucal chupador inyectan una savia tóxica que le da un tono amarillo a la hoja, rebajando su tasa fotosintética y generando una marchitez permanente del tejido afectado. Sumado a esto uno de los principales problemas que generan un nivel crítico de daño por este pulgón es la transmisión de virus a las plantas, las cuales en un gran número de hortalizas y cultivos generan problemas que llegan a causar la pérdida total de una plantación (Latorre 1990).

Las ninfas y los adultos son insectos chupadores que succionan la savia de las plantas, causan deformaciones como enroscamiento o entorchamiento de hojas y retoños, clorosis, marchitamiento, debilidad y muerte de las plantas y transmiten enfermedades virosas. Estas secretan sustancias azucaradas en las cuales se desarrollan hongos como *Capnodium* sp. y *Cladosporium* sp.; cuando los ataques son severos se aprecian manchas oscuras o fumagina en las hojas; esto dificulta la absorción de luz por las plantas y la formación de clorofila (Sánchez y Moreno 2004).

Uno de los principales métodos utilizados para estimar la infestación de estos insectos, es la cantidad promedio de pulgones por hoja, la incidencia de pulgones en el cultivo expresados porcentualmente y el número de pulgones capturados en trampas amarillas, las cuales permiten detectar la llegada de pulgones alados y tomar las medidas oportunas para prevenir el daño de las plantas y la transmisión de virus (Latorre 1990).

## Daño e importancia

Los daños asociados a esta plaga son cuantiosos y en ocasiones llegan a acabar por completo las plantaciones hortícolas. La incidencia de periodos secos aumenta sus números por lo que el monitoreo constante ayuda a rebajar estas poblaciones, además de poder contar con una alternativa de manejo integrado que sea eficaz y oportuna.

Los principales daños asociados al cultivo de cebolla de rama se presentan al succionar de sus hojas grandes cantidades de savia, lo que debilita la planta, reduce

su rendimiento, marchita sus hojas, reduce el grosor de sus tallos y en momentos en los que las infestaciones de pulgones en el cultivo son amplias y de gran magnitud, generan la muerte de las plantas atacadas. Los virus transmitidos por este pulgón no son altamente nocivos para el caso de la cebolla de rama, pero su afectación a cultivos circundantes es amplia y en ocasiones letales (figura 71) (Latorre 1990).



**Figura 71.** Daño ocasionado por pulgones.

Foto: Oscar Posada y José Luis Zapata

### Estrategias de manejo

- El uso de control biológico dentro de las plantaciones es una herramienta confiable y óptima para la reducción de estas poblaciones. Dentro de este existen gran cantidad de depredadores de estos pulgones los cuales se alimentan vorazmente de ellos reduciendo por completo las poblaciones existentes en el cultivo. Así mismo, la introducción de insectos como lo son el género *Chrysoperla externa* y el *Chrysopa formosa*, cuyos estados larvales son altamente agresivos sobre esta plaga y sus adultos, comen malezas y polen, son un gran control para pulgones, extendiéndose también a mosca blanca y ácaros (Perkins 2009).
- La propagación de coleópteros coccinélidos (*Coccinella septempunctata*), ya que sus larvas y adultos se encargan de regular las poblaciones de pulgones, *Eriopsis connexa*. Ese depredador es el más comúnmente visto en plantaciones de clima frío, es un cucarrón negro con ocho manchas rojas semicirculares en sus alas endurecidas, alcanza un largo de 5 mm y un ancho de 2,5 mm; en condiciones de laboratorio destruyen un promedio de 44,2 pulgones diarios y vive como larva 24,6 días, de los cuales se alimenta alrededor de 20 días. (Sánchez y Moreno 2004).
- Parasitoides como *Aphelinus* sp. y *Praon pos. occidentale* son potenciales controladores de pulgones. De ellos el primero es más efectivo, principalmente

cuando los hospederos son juveniles (menor a tres días de emergidos), mientras el segundo es más eficiente en hospederos sexualmente maduros (mayora cuatro días de emergencia) (Cantor et al. 2008).

- Los parasitoides *Aphidius matricaria* y *Lysiphlebus testaceipes* son dos géneros de parasitoides cuyas hembras ovopositan sus huevos en el interior del cuerpo del pulgón y cuando eclosionan se desarrollan a expensas de él. El pulgón queda fijado a la planta y toma un aspecto hinchado con coloración marrón denominada como momia, para que al fin del ciclo emerja por un orificio en la parte superior de la momia.
- Utilización de hongos entomopatógenos en productos comerciales como los compuestos por *Beauveria bassiana* ( $2,2 \times 10^{10}$  UFC/ml) o *Verticillium lecanii* (Fuentes 2008).
- Utilización de trampas pegajosas de color amarillo atrayentes de las formas aladas, con las cuales se pueden muestrear y detectar las primeras infestaciones en los cultivos (Rodríguez et al. 1994).
- En la actualidad en Antioquia el control químico es el más utilizado, esto se deriva de la introducción al mercado de productos específicos para el control de esta plaga, los cuales, usados en dosis bajas y con suficientes volúmenes de agua, no afectan la fauna benéfica, claro está que especies como la *Myzus persicae* ha generado resistencia a casi todos los ingredientes activos presentes en los plaguicidas (Sánchez y Moreno 2004).
- Algunos bioplaguicidas utilizados en el control de este insecto son las soluciones jabonosas al 2%, aceites vegetales como Triona al 5% y extractos de plantas como Biomel en dosis de 2,5cc/l (García 2000). Cuando sea necesario reducir las poblaciones de los áfidos o pulgones se puede usar los insecticidas Confidor® SC 350 (Imidacloprid) (0,5cc/l), el Roxion 40 EC (Dimetoato) (1,0 a 2,0cc/l), el malation 57% (Malathion) (2,0 cc/l), el Agroil-100 (extractos de plantas y aceites emulsificantes) (4,0 cc/l) (Tamayo y Londoño 2001).

## Enfermedades

### Concepto de enfermedad

Una planta está sana cuando cumple todas sus funciones fisiológicas y expresa todo su potencial genético. Cuando una o algunas de esas funciones fisiológicas son interferidas por patógenos o por ciertas condiciones ambientales la planta se encuentra enferma, la cual pudo haber sido ocasionada por factores bióticos o abióticos.

Una de las clasificaciones de las enfermedades de las plantas tiene como base el organismo que las ocasiona. Bajo esta clasificación se tienen enfermedades infecciosas o bióticas ocasionadas por hongos, bacterias, virus, viroides, nematodos, fitoplasmas y protozoos; y enfermedades no infecciosas o abióticas ocasionadas por excesos o defectos de condiciones ambientales, toxicidad por pesticidas y prácticas culturales mal realizadas (Agrios 1997).

Las plantas en su ambiente natural se encuentran en contacto con innumerables microorganismos; sin embargo, solo un porcentaje muy bajo de estos tiene la habilidad para ocasionar enfermedad y pueden afectar desde una variedad hasta cientos de especies de plantas.

Para que ocurra una enfermedad deben coincidir tres actores: la planta susceptible, el patógeno virulento y las condiciones ambientales favorables (para que se lleve a cabo la interacción entre los dos primeros). El conocimiento de estos tres tiene implicaciones en el manejo integrado, ya que cualquier variación que ocurra en uno de ellos incidirá en la magnitud de la enfermedad. Los mecanismos específicos para que se produzca una enfermedad, así como el órgano afectado, varían según el tipo de patógeno y de planta. El patógeno puede penetrar las capas superficiales de los tejidos de la raíz, tallos, hojas, flores y frutos directamente (usando fuerza mecánica o enzimas que degradan el tejido), a través de aperturas naturales — como por ejemplo los estomas (relacionados con el intercambio gaseoso) — o por heridas mecánicas.

Una vez ha penetrado en el hospedante, la interacción entre la célula de la planta y el patógeno es de naturaleza química y no se observa a simple vista; posteriormente, la reacción se extiende a otras células y se manifiesta macroscópicamente, dando lugar a los síntomas característicos de cada enfermedad, entre los que se encuentran mosaicos, necrosis o pudriciones, manchado, marchitamiento, nódulos en raíces, etc.

Los daños ocasionados a la planta por los patógenos son debidos a:

- Absorción continúa de los nutrientes de las células que debilitan al hospedante.
- Secreción de enzimas, toxinas o reguladores de crecimiento que alteran o eliminan las células del hospedante.
- Bloqueo de los tejidos conductores que transportan nutrientes y agua en la planta.
- Consumo del contenido de las células que inmediatamente son afectadas (Agrios 1997).

El éxito de los patógenos vegetales se atribuye a su modo efectivo de infección, que permite una tasa de reproducción alta durante la estación de crecimiento de las plantas; a los mecanismos de dispersión eficientes a través de agua, viento u organismos vectores (transmisores) como los insectos; a que algunos producen estructuras (esporas, esclerocios) que pueden sobrevivir por largos períodos (hasta 30 años); y a que presentan una gran capacidad de generar diversidad genética a través de mutaciones y recombinaciones, que les otorgan ventajas para su adaptación y favorecen el origen de nuevos genotipos o variantes del patógeno a partir de los cuales pueden surgir nuevas epidemias.

Cuando diferentes plantas (tomate, cebolla, algodón o caña de azúcar, entre otras) se encuentran enfermas como resultado del ataque de patógenos, dichos patógenos generalmente son diferentes para cada tipo de planta y son específicos para ese tipo de planta en particular. De acuerdo con lo anterior, cada clase de planta es hospedante de un pequeño grupo de patógenos que, a su vez, es una proporción muy pequeña del total de patógenos de plantas conocidos.

Dentro de un mismo tipo de plantas existen diferencias en resistencia a un determinado patógeno. Ese conocimiento ha sido utilizado en dos vías: en la primera, el agricultor propaga aquellas plantas menos afectadas y con el tiempo desarrolla cultivos genéticamente homogéneos y completamente vulnerables ante los cambios genéticos del patógeno; en la segunda, se utiliza ese conocimiento en programas de mejoramiento genético para obtener continuamente variedades resistentes a determinadas enfermedades. Estas variedades son una solución a la diseminación de epidemias y a la disminución del rendimiento y la calidad de los cultivos, siendo uno de los componentes del manejo integrado de enfermedades (Agrios 1997).

## El manejo integrado de enfermedades

La dependencia del uso de fungicidas de síntesis química para la producción de cualquier especie presenta efectos colaterales, entre ellos: resistencia de los patógenos, surgimiento de enfermedades secundarias, daño ambiental y peligros para la salud tanto del productor como del consumidor. Tales efectos adversos impulsan la búsqueda de alternativas culturales, biológicas y genéticas, que utilizadas solas o en combinación (dentro de un concepto de manejo integrado de enfermedades) provean protección efectiva y prolongada contra las enfermedades de este cultivo. (Howar 2005; Jaramillo 2001; Latif 1998; Sandoval 2004; Tamayo 1994).

## 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 integrado de enfermedades

La dificultad de controlar las enfermedades de las plantas y el creciente riesgo ambiental ocasionado por el uso exclusivo y excesivo de pesticidas ha llevado a la necesidad de adoptar una estrategia de lucha que contemple un manejo integrado de los diferentes métodos de control de las enfermedades de las plantas (Tamayo 1994).

El manejo integrado de estos métodos de lucha involucra la adopción de diferentes alternativas de manejo con efectos sumatorios y complementarios, de tal manera que en conjunto, posibiliten una reducción considerable de los niveles de daño que ocasionan las enfermedades. Si hay una o varias plantas afectadas por una enfermedad, es difícil curarlas o sanarlas. Por eso es mejor realizar labores culturales o tomar medidas preventivas para tratar de impedir que la enfermedad se disemine por el resto del cultivo. Si la enfermedad se presenta y ataca a una planta, hay que evitar que esta contagie a las demás.

Las enfermedades de las plantas se reconocen cuando aparecen perforaciones, pecas, manchas o deformaciones en hojas, ramas y semillas. También pueden aparecer

chancros, pudriciones o deformaciones en vainas, tallos o raíces. Las plantas atacadas por enfermedades se secan, mueren lentamente o se pueden quedar enanas, marchitas o amarillentas.

El conocimiento de las enfermedades que atacan el cultivo de la cebolla es la clave para el manejo exitoso de las mismas. Se recomienda realizar las labores agronómicas y las prácticas de cultivo en el momento oportuno. El fundamento para el manejo integrado de las enfermedades de una plantación debe ser un manejo 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. Como medida complementaria se puede recurrir a la aplicación de productos químicos.

### Manejo químico

Como se indicó anteriormente, el manejo químico debe ser un complemento a otras medidas de manejo; a su vez, el tipo de producto a aplicar depende del organismo identificado en el diagnóstico. También debe tenerse en cuenta el ciclo de vida del patógeno para así realizar la aplicación, y dependiendo de ello utilizar un producto con acción preventiva, curativa o erradicativa.

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).

En todos los casos es necesario tener presente el 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.

### Manejo biológico

Actualmente se avanza en el conocimiento de la capacidad de una serie de microorganismos para actuar como antagonistas de algunos 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.

Entre los microorganismos a partir de los cuales se ha desarrollado un mayor número de productos, se encuentran: *Trichoderma* spp. (*T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii* y *T. hamatum*); *Gliocladium* spp.; *Pseudomonas* spp. (hoy *Burkholderia*), (*P. syringae*, *P. fluorescens*, *P. chlororaphis*, *P. aureofaciens* y *P. cepacia*); *Bacillus subtilis*, *Paecilomyces lilacinus*, una cepa no patogénica de *Fusarium oxysporum* y *Verticillium lecanii* (Cristancho 2003). *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. se utilizan para el manejo de enfermedades del suelo; *Bacillus subtilis*, para el manejo de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp. y *Cercospora* spp.; *Paecilomyces lilacinus* para el manejo de nematodos; así como *Fusarium oxysporum* no patogénico para el manejo de enfermedades causadas por la misma especie, y otras especies como *F. moniliforme*.

### 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.

### Las buenas prácticas agrícolas

Dentro del concepto de calidad e inocuidad alimentaria, las buenas prácticas agrícolas (BPA) son un conjunto de procedimientos generales para los cultivos que permiten evitar riesgos o manejarlos en caso de que ellos aparezcan. Las BPA se basan en tres principios fundamentales: obtener productos sanos que no representen riesgos para la salud de los consumidores, proteger el medio ambiente y buscar el bienestar para los trabajadores (Sandoval 2004; Jaramillo et al. 2007).

Para el caso de manejo de las principales enfermedades del tomate bajo invernadero y que es aplicable para el cultivo de cebolla, Jaramillo et al. (2007), Parrado y Ubaque (2004), Pedraza (2006) y Zeidan (2005) recomiendan las siguientes BPA:

### Antes de la siembra

- Conocer la historia del lote en el que se va a sembrar el cultivo de cebolla, para predecir la posible presencia de patógenos u otros agentes contaminantes procedentes de los cultivos anteriores.
- Cuando se remueven las cosechas, arvenses o materiales vegetales del lote, estos restos vegetales se deben eliminar, ya que pueden ser hospedantes de inóculo de diferentes patógenos.
- Utilizar semillas y plantas sanas, impidiendo así contaminaciones con inóculo de patógenos presente en las semillas. En caso de no tener certeza de la sanidad de la semilla, es importante realizar una desinfección de esta o de la planta mediante la aplicación de fungicidas, los cuales deben ser aplicados con base en las recomendaciones de un técnico capacitado y de acuerdo con las indicaciones de la etiqueta del producto.
- Considerando que no existen actualmente variedades de cebolla resistentes a hongos y bacterias, es necesario seleccionar del lote materiales que no presenten enfermedades.
- Tener especial cuidado con la cantidad y la calidad de las aguas de riego, buscando evitar que, a través de ella, se favorezca la dispersión de patógenos al cultivo y altos índices de humedad que favorezcan la aparición de las enfermedades.
- Sembrar en terrenos con suelos livianos y con buena de capacidad de drenaje. En suelos pesados, evitar riegos en exceso.
- Establecer distancias de siembra adecuadas para favorecer la circulación del aire dentro de la plantación, así como la evapotranspiración, manteniendo a su vez un microclima favorable al cultivo y desfavorable para los patógenos importantes.
- Uso de barreras vivas para limitar el acceso al lote de insectos vectores (Parrado y Ubaque 2004).

### Durante el cultivo

- Manejar regímenes nutricionales e hídricos adecuados y moderados, evitando la posibilidad de pudriciones.
- Monitorear permanentemente el cultivo y eliminar todas aquellas plantas que presenten síntomas, especialmente de virus.
- Eliminar constantemente hojas y flores secas, las cuales favorecen la proliferación de hongos como *Oidium* spp. y *Botrytis* spp.
- Eliminar arvenses/malezas que puedan ser hospedantes alternos de las enfermedades más frecuentes, como *Alternaria* spp. y *Botrytis* spp.

- La rotación de los cultivos de cebolla de rama con otros cultivos, corta los ciclos de los patógenos que quedan en el suelo, lo que renueva el equilibrio biótico y sana el lote.
- Monitorear constantemente los cultivos para la toma de decisiones sobre la aplicación de fungicidas al follaje en forma preventiva, o con la aparición de los primeros síntomas. La aplicación de fungicidas debe seguir las indicaciones de la etiqueta del producto.
- Realizar tratamientos localizados en el sitio donde se presentan enfermedades del suelo.
- Posterior al deshije o cosecha, utilizar productos a base de cobre para evitar el ingreso de patógenos por las heridas.
- Desinfectar constantemente las herramientas y velar por la limpieza de las manos de los trabajadores en las labores de deshije, descalcete, cosecha y amarre.
- Evitar la sobrefertilización nitrogenada para que no se presenten desórdenes fisiológicos, expresados con un alto desarrollo vegetativo de las plantas.
- Impedir el ingreso de insectos vectores de virus utilizando barreras físicas o trampas atrayentes que disminuyan sus poblaciones (Sánchez 2012).

### Uso de coadyuvantes para mejorar la eficiencia de los pesticidas

Generalmente en el manejo de plagas, enfermedades y malezas, los manuales técnicos no hacen referencia a este tipo de sustancias que tienen un papel fundamental en mejorar la eficacia de los pesticidas. En el caso de las crucíferas, especies botánicas que se caracterizan por tener hojas bastante cerosas, en la aplicación de mezclas de pesticidas, si no se adiciona un coadyuvante tipo adherente, es muy factible que las gotas no se adhieran al follaje y rueden sobre este hasta el suelo, perdiéndose la aplicación. A continuación, se explica brevemente la función de los coadyuvantes hipotensores, portadores, humectantes, acondicionadores y adherentes.

La actividad de un plaguicida (herbicida, fungicida o insecticida) está determinada fundamentalmente por la sensibilidad del organismo, la concentración, y distribución del ingrediente activo en el objetivo y la capacidad del ingrediente activo de superar las barreras físicas y químicas del organismo objetivo, sea planta, hongo o insecto. Un plaguicida por sí solo no logra desarrollar todo su potencial tóxico, a menos que esté acompañado de sustancias, llamadas aditivos, que mejoren su estabilidad en el vehículo de aspersión con el que se mezcla el plaguicida, que es generalmente agua, y su distribución en la superficie del organismo objetivo (Underwood 2000, citado por Moreno s. f.).

La molécula de la plaguicida por sí sola, debe tener la capacidad de atravesar la superficie objetivo a la cual va a ser aplicada; sin embargo, buena parte de las moléculas plaguicidas, tienen poca capacidad de aplicación. El desarrollo de formulaciones de plaguicidas tiene en cuenta las limitaciones de penetración de estas sustancias y para ello se emplean aditivos de formulación, muchos de ellos tensoactivos, cuya función básica es lograr dispersar, emulsificar o estabilizar el ingrediente activo en el vehículo de aplicación (agua), y mejorar la penetración de la molécula plaguicida en la superficie, objetivo (Devine et al. 1993, citado por Moreno s. f.).

No obstante la mejoras en la absorción y penetración de los ingredientes activos logradas con el uso de aditivos en la formulación de los plaguicidas —en la mayoría de los casos— la adición de productos coadyuvantes, en el tanque de mezcla-, mejora sustancialmente la acción biológica de los plaguicidas, ya sea por acción sobre el acondicionamiento del agua, por incremento en la absorción y penetración del ingrediente activo, por la mayor retención de la aspersion aplicada, etc., de lo cual se deduce que los plaguicidas por sí mismos, no contienen los componentes necesarios en las cantidades requeridas para un máximo desempeño en campo (Underwood 2000, citado por Moreno s. f.).

Los coadyuvantes son sustancias que se adicionan en la formulación del plaguicida (coadyuvante de formulación) o con los plaguicidas ya formulados en el tanque de mezcla (coadyuvantes de mezcla), cuyo objetivo es mejorar la eficacia biológica del plaguicida o su estabilidad y propiedades químicas en la formulación o mezcla de aspersion.

Los coadyuvantes de mezcla, se clasifica, según la American Society of Testing Materials (ASTM), en dos tipos principales:

- Coadyuvantes activadores, mejoran la actividad biológica de los agroquímicos.
- Coadyuvantes utilitarios, modifican las características físicas de la mezcla de aspersion para mejorar su eficacia.

En el grupo de los activadores, se encuentran los productos:

- Hipotensores. En este grupo están productos humectadores, extensores, humectantes, y penetrantes, cuya función básica es disminuir la tensión superficial del agua y mejorar el cubrimiento y la uniformidad de la aspersion.
- Portadores. Son coadyuvantes con base en aceites minerales o vegetales, que tienen un efecto fisicoquímico de protección sobre el ingrediente activo del agroquímico, al formar una emulsión de aceite en agua, que aísla los agentes

lipofílicos, (aceites y compuestos orgánicos entre ellos los ingredientes activos) de los componentes hidrofílicos (agua, sales, sustancias inorgánicas), evitando el posible efecto deletéreo del agua sobre el ingrediente activo. De otro lado, los portadores mejoran la penetración del ingrediente activo en el objetivo, por efecto de afinidad lipofílica entre el vehículo de la aspersión (aceite de la emulsión) y las sustancias cerosas de las cutículas de las plantas, insectos y hongos. (Devine et al. 1993 y Underwood 2000, citado por Moreno s. f.).

- Acondicionadores. Clasificados como coadyuvantes utilitarios. Pertenecen a este grupo los reguladores de pH, acidificantes y reductores de dureza del agua; la actividad de estos productos se centra en mejorar las propiedades químicas del agua de aspersión, especialmente el pH, pues está demostrado que estos dos factores, influyen negativamente sobre la estabilidad y actividad biológica de los ingredientes activos de los agroquímicos.
- Adherentes. Son coadyuvantes con base en polímeros, que forman una película que se adhiere a la superficie foliar, lo cual evita el lavado del ingrediente activo en caso de lluvia y lo protege de condiciones ambientales adversas como altas temperaturas (evaporación), alta radiación solar (foto degradación), vientos fuertes (deriva del producto), entre otras.

### **Durante la cosecha**

- Cosechar en los momentos más frescos y menos húmedos del día.
- Desinfectar constantemente las manos de los trabajadores y las herramientas utilizadas.
- En el momento del deshije procurar no desgarrar los tallos principales para evitar heridas.
- Trasladar la cosecha lo más rápido posible a un lugar fresco y sombreado (Sánchez 2012).

## **Principales enfermedades en el cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia**

El cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia es afectado por una serie de microorganismos patógenos, que generan pérdidas en el cultivo y dependencia del productor del uso indiscriminado de fungicidas por desconocimiento de su manejo, los cuales a su vez aumentan los costos de producción y los riesgos de salud para los seres humanos, animales y el medio ambiente. Las principales enfermedades de la cebolla observadas en el departamento son:

## Mildeo vellosa o mancha negra; cenicilla (*Peronospora destructor*)

Esta enfermedad está diseminada en la gran mayoría de los cultivos de cebolla de rama en el departamento de Antioquia; El mildero vellosa es producido por el hongo *Peronospora destructor* (Berk). Se manifiesta y es favorecido por temperaturas altas en el día, entre los 15-20°C y humedades relativas por encima del 80 % (López-Ávila et al. 1996; Zapata, 2014a). Aunque el principal hospedero de este hongo es la cebolla de rama, puede presentarse en otras especies de *Allium*, limitando su presencia a este género, lo que afecta por lo tanto a *Allium cepa* (cebolla de bulbo), *A. schoenoprasum* (cebollín), *A. porrum* (puerro) y a otras especies cultivadas y silvestres (Schwartz 1995).

Esta enfermedad es favorecida por la alta humedad, por lo que un mal manejo del riego y del drenaje de los lotes, facilita su propagación, principalmente porque una afección precoz puede provocar daños considerables. Si la infección encuentra un ambiente favorable puede llegar a infectar todo el cultivo, llevando las plantas a la muerte prematura de las hojas, lo cual en el caso de la cebolla de rama genera altas pérdidas económicas (Bejo 2011). El ciclo de la enfermedad se caracteriza por periodos largos de latencia (9 a 16 días) y periodos cortos de infección (uno a dos días) (López-Ávila 1996).

### Sintomatología

Sobrevive como oosporas en restos de tejidos enfermos que persisten sobre el suelo, puede sobrevivir como micelio en restos de plantas enfermas (Latorre 1990). Las plantas presentan una disminución del crecimiento con una ligera decoloración verde pálida en las hojas (figura 72).



**Figura 72.** *Peronospora destructor* primeros estados de infección.

Foto: Jorge Jaramillo

Cuando las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de la enfermedad aparece sobre las hojas una cubierta de un moho grisáceo de aspecto aterciopelado (figura 73), que cuando fructifican toma un color gris violáceo. Por las lesiones producidas en la hoja, estas se agobian y se secan desde ahí hasta el ápice (figura 74) (Latorre 1990; Schwartz 1995; López-Ávila1996). Con frecuencia estas lesiones son invadidas por hongos como *Alternaria porri* y *Stemphyllium vesicarium*, los cuales esporulan abundantemente sobre las lesiones, tomando estas un color oscuro y enmascarando los síntomas del mildew (López-Ávila1996).



**Figura 73.** *Peronospora destructor* infestación de las hojas.

Foto: Jorge Jaramillo



**Figura 74.** Senescencia de las hojas por *Peronospora destructor*.

Foto: José Luis Zapata

### Recomendaciones de manejo

Para el manejo de este patógeno las recomendaciones antes de su infección al cultivo son:

- Manejar semillas desinfectadas y tratadas con fungicidas, además de conocer la procedencia de las mismas y los problemas fitosanitarios que presentaron durante su desarrollo.
- Realizar monitoreo constante de los lotes para localizar focos de infección.
- Ampliar las distancias de siembra para una adecuada circulación del aire en el lote y evitar alta humedad relativa.
- Rotar el cultivo para romper el ciclo de la enfermedad.
- En el caso de requerir control químico, utilizar fungicidas recomendados para el control de este patógeno (tabla 14)

**Tabla 14.** Fungicidas recomendados para el control de *Peronospora destructor*

Ingrediente activo	Dosis
Metalaxil+Mancozeb	3 g/l
Cymoxanil+Mancozeb	2,5 g/l
Cymoxanil+Folpet	4 g/l
Propamocarb	2,5 cc/l
Clorotalonil	2,5 cc/l
Mancozeb	3-4 g/l
Fosfito	5 cc/l
Fenamidone+Propamocarb	1,5 cc/l
Mandipropamid	0,6 cc/l
Azoxystrobin	0,4 g/l
Propamocarb+Metalaxil	0,5 cc/l

Fuente: Elaboración propia a partir de encuestas a productores y etiquetas de productos

- Una planta bien nutrida es una planta que logra hacerle frente a los patógenos, por lo que una correcta nutrición aumenta la sanidad de los cultivos (Zapata 2014a).
- Integrar la materia orgánica y retirar del lote residuos de cosecha ya que el hongo puede permanecer en ellos. El compostaje permite la eliminación del patógeno, ya que este es un parásito obligado.
- No regar excesivamente.

### **Mancha púrpura de la cebolla (*Aternaria porri*)**

Esta enfermedad está ampliamente diseminada en todas las regiones del departamento, donde su manifestación se da especialmente en zonas en las cuales existen temperaturas altas en el día, acompañadas de noches lluviosas o húmedas. Cuando las hojas de la cebolla de rama pasan más de 12 horas húmedas la manifestación de este patógeno se agudiza, lo cual puede mostrar síntomas entre el día 1 y el 4 (Bejo 2011). Los días con altas temperaturas inducen la formación de conidias y si se presentan periodos discontinuos de humedad, la producción de conidias, es aún mayor. Esta enfermedad se mantiene en un amplio margen de temperaturas las cuales pueden oscilar entre los 6-34 °C. La temperatura en la que más se adapta es a los 25 °C. La humedad relativa del 90 % aumenta su esporulación y así su dispersión en el cultivo (Picolo 2007; López-Ávila1996).

### **Sintomatología**

Esta enfermedad se manifiesta principalmente en las hojas o vástagos florales, en los cuales se presentan pequeñas lesiones o manchas acuosas y hundidas, de forma elíptica o irregular, no mayores a 2-3mm de diámetro, que adquieren mayor tamaño cuando las condiciones ambientales son favorables. En ellas se forman unos pequeños anillos concéntricos en su centro, que se tornan blancos y luego toman una coloración marrón, púrpura o rojiza, rodeados de un área clorótica (figura 75) (Latorre 1990; Picolo 2007). Cuando las manchas se unen entre sí, pueden llegar a atacar toda la hoja provocando su marchitez y muerte. Las hojas más viejas son las más susceptibles (Bejo2011).

La enfermedad se disemina por el viento, que transporta conidias producidas superficialmente en los tejidos parasitados. El hongo sobrevive en tejidos de cosecha enfermos (Latorre 1990).



**Figura 75.** Mancha púrpura de la cebolla (*Alternaria porri*).

Foto: Jorge Jaramillo, Pablo Julián Tamayo

### Recomendaciones de manejo

- Utilizar semillas sanas.
- Realizar proceso de desinfección a las semillas antes de la siembra.
- Realizar una frecuente rotación de cultivos.
- Asegurarse de que las hojas no retengan humedad durante periodos prolongados.
- Disponer de un buen y eficiente drenaje.
- Manejar densidades adecuadas que permitan una buena aireación.
- Evitar el exceso de riego (Bejo 2011).
- Uso de materiales que muestren condiciones de resistencia (Picolo 2007).
- En caso de requerir control químico, utilizar fungicidas recomendados para el control de este patógeno (tabla 15).

**Tabla 15.** Fungicidas recomendados para el control de *Alternaria porri*

Ingrediente activo	Dosis
Clorotalonil	1 cc/l
Tebuconazole+Trifloxystrobin	0,5 cc/l
Difenoconazole	0,5 cc/l
Mancozeb	3 g/l
Iprodione	0,5-1 cc/l
Pyraclostrobin+Metiran	2 g/l
Difenoconazole 250	0,5 cc/l
Azoxystrobin	0,2 g/l

Fuente: Zapata 2014a

## Roya de la cebolla (*Puccinia allii* Rub.)

Es una de las enfermedades más limitantes y comunes en el cultivo de cebolla de rama en Antioquia, ya que su daño presenta una gran disminución en la producción generando pérdidas económicas considerables para el productor. En la actualidad el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ha implantado el estado de alerta fitosanitaria a nivel nacional por la rápida diseminación de la enfermedad en las principales zonas productoras del país, además de la alerta por los posibles brotes que generarían la pérdida de los cultivos en algunas de las zonas (Arévalo 2012); debido a esto, dicha entidad establece la Resolución 4258 de 2012 (Colombia 2012).

### Sintomatología

Esta roya es un patógeno obligado, el cual afecta a todas las especies del género *Allium*. Es autoica, por lo cual todo su ciclo lo desarrolla en las hojas de la planta, donde bajo las temperaturas adecuadas y periodos prolongados de humedad sobre las hojas superior a las 6,5 horas, logra un desarrollo acelerado. Los primeros síntomas aparecen entre los 7 y 8 días posteriores a la infección, en los cuales se notan unas pequeñas lesiones en el tejido vegetal, llegando a estar presentes hasta la senescencia de la hoja. Su ciclo dura entre 12 y 18 días (Casas 2014).

La sintomatología se origina con el agrupamiento de pequeñas esporas que forman pústulas de un color rojizo a un color naranja con apariencia polvosa (figura 76), las cuales se distribuyen por la parte superior e inferior de las hojas, volviendo el tejido foliar circundante a estas de un tono amarillo claro; a medida que madura genera esporas de color marrón oscuro a negro, (teliosporas), que son las que diseminan el hongo por medio del viento y el agua (Latorre 1990; Bejo 2011; Schwartz et al. 1995).



**Figura 76.** Roya de la cebolla de rama (*Puccinia allii*).

Foto: Jorge Jaramillo y Paula Andrea Aguilar

Las temperaturas que oscilan entre los 10-24 °C, aumentan el desarrollo de las uredosporas, las cuales en estas condiciones de temperatura y humedad del 97 %, llegan a germinar aproximadamente en cuatro horas, por lo que su ciclo se reduce y aumenta su daño (Gabor 1996; Zapata 2014a).

### Recomendaciones de manejo

- Usar semillas libres de enfermedades.
- Lotes bien drenados.
- Favorecer la circulación de aire para reducir la humedad relativa.
- Control oportuno de malezas ya que estas favorecen los microclimas.
- Evitar riego por aspersión.
- Evitar las siembras escalonadas.
- Evitar asociaciones de cebolla de rama con otros *Allium*.
- Hacer rotación de cultivos.
- Hacer un correcto manejo de los residuos de cosecha y demás desechos.
- Erradicación de plantas afectadas.
- En caso de poseer cultivos escalonados, separarlos con barreras vivas, el cultivo de maíz es una buena alternativa (Casas 2014).
- En caso de requerir control químico utilizar, fungicidas recomendados para el control de este patógeno (tabla 16) (Zapata 2014a).

**Tabla 16.** Fungicidas recomendados para el control de *Puccinia allii*

Ingrediente activo	Dosis
Mancozeb	4 g/l
Azoxystrobin+Difenoconazole	1 cc/l
Trifloxystrobin+Tebuconazole	0,5 cc/l
Propiconazole	1 cc/l
Triadimefon	1 cc/l
Flutriafol	0,5 cc/l

Fuente: Zapata 2014a

### Quemazón foliar, tizona de la hoja (*Stemphyllium vesicarium*)

Este patógeno se ha reportado causando daño en cultivos de *Alliaceas* en países como India, Estados Unidos y Argentina; en Colombia se ha reportado el daño económico que ha ocasionado en cultivos de cebolla de rama, ajo, cebolla puerro y cebolla de bulbo en el departamento de Boyacá y Antioquia (Sánchez et al. 2012).

### Sintomatología

Esta enfermedad es común en la mayoría de las *Alliaceas*. Afecta principalmente la parte aérea de la planta desarrollándose en ella en forma de manchas elípticas o circulares pequeñas, deprimidas y de color blanco, aunque también suelen aparecer manchas de forma oval, de tamaño variable, ya que a diferencia de las manchas de color blanco estas pueden aumentar su tamaño a medida que aumenta su aparición en el tejido de la hoja.

Los síntomas tempranos del daño por este hongo pueden ser confundidos con los de mancha púrpura causados por *Alternaria porri* debido a que son muy similares en apariencia. Sin embargo, en este caso las lesiones se pueden cubrir por una densa capa de esporas negras (figura 77) y el área afectada generalmente progresa a lo largo de la longitud de las hojas.



**Figura 77.** *Stemphylium* sp. en cebolla de rama.

Foto: José Luis Zapata

Inicialmente las lesiones son color amarillo bronce y luego se oscurecen cuando hay gran producción de esporas (Gabor 1996). Dichas lesiones pueden aparecer juntas o separadas en la planta y cuando la incidencia es severa, hay necrosis total —la cual comienza en el ápice de las hojas y culmina en la base del pseudotallo— del tejido vegetal de la planta (Basallote et al 1996).

La infección comienza principalmente en las hojas más viejas. Cualquier tejido muerto, dañado por causa de insectos u hongos, o simplemente por un daño mecánico inducido en las labores culturales realizadas, se convierte en un punto de entrada para el hongo, el cual en periodos en los que el tiempo es cálido y húmedo, por mal

drenaje, exceso de riego o una precipitación acompañada de altas temperaturas, puede provocar daños considerables (Bejo 2011). Este patógeno permanece en los residuos dejados después del proceso de maquillaje de la cosecha de la cebolla de rama y se transmite principalmente por medio de semillas infectadas, el viento, la acción del hombre y la maquinaria utilizada en lotes infectados (Sánchez et al. 2012).

### Recomendaciones de manejo

Las prácticas culturales y los fungicidas recomendados para el control de la mancha púrpura, ocasionada por *Alternaria porri*, pueden ser aplicados para el control de esta enfermedad (Schwartz 1995).

- Utilizar semillas sanas, libres de las enfermedades.
- Realizar el proceso de desinfección a las semillas antes de la siembra.
- Realizar una frecuente rotación de cultivos.
- Asegurarse de que las hojas no retengan humedad durante periodos prolongados.
- Disponer de un buen y eficiente drenaje.
- Manejar densidades adecuadas que permitan una buena aireación del cultivo.
- Evitar el exceso de riego (Bejo 2011).
- Uso de materiales que muestren condiciones de resistencia (Picolo 2007).
- Aplicar riego según las necesidades del cultivo y en tiempos adecuados.
- Recoger todos los residuos de cosecha y llevarlos a un sitio donde se puedan compostar.

En caso de requerir control químico utilizar, fungicidas recomendados para el control de este patógeno (tabla 17).

**Tabla 17.** Fungicidas recomendados para el control de *Stemphylium vesicarium*

Ingrediente activo	Dosis
Clorotalonil	1cc/l
Tebuconazole+Trifloxystrobin	0,5cc/l
Difenoconazole	0,5cc/l
Mancozeb	3g/l
Iprodione	0,5-1 cc/l
Pyraclostrobin+Metiran	2g/l
Difenoconazole 250	0,5cc/l
Azoxystrobin	0,2g/l

Fuente: Zapata 2014<sup>a</sup>

## Pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.)

Es una enfermedad causada por el hongo (*Sclerotium cepivorum* Berk), el cual afecta solo plantas del género *Allium*. Está distribuida mundialmente. En Colombia, la enfermedad se encuentra presente en la mayoría de las zonas productoras con un potencial de pérdidas de hasta el 100 %. *S. cepivorum*, infecta plantas en cualquiera de sus estados fisiológicos, sin embargo los tipos de síntomas y la severidad de estos depende del estado, la edad y las condiciones medioambientales que prevalezcan y favorezcan el desarrollo del patógeno en el cultivo.

### Sintomatología

La manifestación más visible de la infestación del patógeno es el marchitamiento. En la parte aérea, las hojas se marchitan desde su ápice hasta la base del pseudotallo, llegando finalmente a la marchitez completa de la planta afectada. Cuando la infección de este patógeno se da en tiempos cercanos a la cosecha se visualizan pseudotallos y hojas secas (figura 78), las cuales al momento de la cosecha del producto se retiran y se logra comercializar lo que queda de follaje verde (Martínez 1993).



**Figura 78.** *Sclerotium cepivorum* Berk. a. Tallo; b. Hojas de cebolla de rama.  
Foto: Jorge Jaramillo

Los síntomas iniciales, se manifiestan en las hojas en forma de un amarillamiento progresivo a partir de las puntas y con dirección a la base; este proceso varía con las condiciones ambientales. En los órganos subterráneos, coincidiendo con los síntomas aéreos, se observa el desarrollo abundante y superficial de un micelio blanco y suave y una pudrición blanca en las raíces y en la base del pseudotallo. En estado avanzado se forman unos cuerpos redondeados negros del tamaño de una cabeza de alfiler

llamados esclerocios, los cuales pueden permanecer viables en el suelo por muchos años. Los esclerocios producidos por el hongo permanecen en estado de dormancia y germinan solo cuando el hospedero está presente y las condiciones de humedad lo permiten. La germinación de los esclerocios es estimulada por sustancias exudadas por plantas del género *Allium* y es influenciada por la temperatura del suelo, siendo entre 10 y 20 °C la óptima para su germinación (López-Avila 1996).

Los esclerocios pueden tener diferentes formas y tamaños, pueden tener forma de campana, redonda u ovalada, y forman grupos grandes sobre el material afectado. Son de color negro oscuro, de superficie rugosa y su textura es gomosa. Los esclerocios recién producidos están en estado de dormancia de uno a tres meses. (Schwartz 1996; Latorre 1990; Sánchez et al. 2012). La diseminación se da a partir del agua de riego y por el viento, pero el principal material de distribución es la semilla contaminada y los esclerocios depositados en el suelo. Las temperaturas óptimas para la proliferación de la enfermedad se encuentran entre los 15-24 °C; en temperaturas por debajo de 5 °C y mayores a 29 °C la presencia de este hongo es casi nula (Hío 2006).

### Recomendaciones de manejo

- Evitar la siembra de material que ha sufrido ataques por *S. cepivorum*, en áreas limpias para no diseminar el patógeno.
- Desinfectar las plantas con productos biológicos (*Trichoderma*) o químicos como se muestra en el capítulo de labores culturales.
- Erradicación de plántulas afectadas por este patógeno, para evitar mayor infección en el cultivo.
- En áreas donde se presente la pudrición blanca, realizar solarización con plástico transparente por un tiempo mínimo de 40 días.
- Estimular la germinación de esclerocios con extractos o aceites vegetales a base de cebolla, aplicarlos al suelo y luego hacer controles con *Trichoderma* y otros productos químicos selectivos para este patógeno; estas prácticas pueden reducir el inóculo en un 55-75 %.
- Rotar los cultivos, mínimo cada cuatro años y como máximo diez años evitando cultivar *Alliaceas* en estos sitios (Sánchez et al. 2012).
- La aplicación de fungicidas con base en el ingrediente activo Iprodione, pueden ejercer control, sin embargo, puede ser parcial si las condiciones favorables para la enfermedad prevalecen (Schwartz 1996). Utilizar preventivamente, fungicidas en forma localizada alrededor de la planta. (tabla 18) (Latorre 1990).

**Tabla 18.** Fungicidas recomendados para el control de *Sclerotium cepivorum*

Ingrediente activo	Dosis
Benomil	0,5 g/l
Thiabendazole	1 cc/l
Carbendazim	1 cc/l
Carbendazim+Iprodione	1 cc/l
Fludioxonil+Ciprodinil	0,5 g/l
Iprodione	0,5-1 cc/l
Pirimetanil	1 cc/l

Fuente: Latorre 1990

## Pudrición radicular de tallo y bulbos (*Ditylenchus dipsaci* Kuhn)

*Ditylenchus dipsaci*, ocasiona la pudrición de raíces, tallos y bulbos en aliáceas y otros vegetales. Este nematodo se encuentra diseminado por todo el mundo, su fácil y rápida adaptación a cualquier tipo de clima y suelo facilitan su impacto en los cultivos, por tal motivo se encuentra diseminado y presenta problemas en una gran cantidad de áreas cultivables (Sánchez et al. 2012).

La colonización y penetración de este parasito es directa. Esta se realiza por medio de estomas o raíces, en los cuales comienza su ciclo de vida, el cual dura entre 18 y 24 días, de los cuales se alimenta del tejido de la planta a través de la segregación de sustancias químicas que descomponen el tejido, para luego ser absorbidas por medio de ventosas.

Este proceso de alimentación de *D. dipsaci* causa en la planta una serie de trastornos fisiológicos, como estrés, daños en el sistema celular, rompimiento de tejidos o pudrición de raíces y tallos, lo cual finaliza con la destrucción de los tejidos de la planta. Ya marchita la planta, este patógeno migra hacia plantas sanas para comenzar de nuevo el ciclo. Al *Ditylenchus dipsaci* lo favorecen condiciones de sequía, altos contenidos de materia orgánica en descomposición, texturas de suelo arcillo arenosas y cambio de temperaturas de los suelos (Sánchez et al. 2012).

Esta especie de nematodos es hermafrodita y su reproducción es por partenogénesis, lo cual hace que sea una especie de fácil adaptación y rápida diseminación, además de que puede permanecer en latencia hasta por 20 años, bajo condiciones favorables de sequía y ausencia de hospederos. Así pues, en el momento en que se encuentre en condiciones

favorables para su reactivación, rompe su periodo de latencia gracias a la exudación de sustancias químicas emitidas por su hospedero (Sánchez et al. 2012).

### Sintomatología

El daño se puede detectar en raíces, tallo y bulbo; este patógeno presenta sus principales síntomas con la pudrición acuosa de algunos de estos órganos, donde los tallos afectados pierden su sistema radicular (figura 79). Posteriormente en un corto tiempo las hojas de la parte superior de la planta comienzan a tornarse de un amarillo tenue a un amarillo intenso, donde los síntomas tienen un avance de senescencia de arriba hacia abajo ellas (figura 80) (Crozzoli 2002).



**Figura 79.** Daño radicular causado por *D. dipsasi*.

Foto: Jose Alfredo Molina



**Figura 80.** Daño visual de la planta causado por *D. dipsasi*.

Fotos: María del Socorro Cerón

### Recomendaciones de manejo

- Tratamiento de la semilla con fungicidas benzimidazoles, en el que benomil es el más efectivo tanto en inmersión como en aspersión.
- Rotación de cultivos para evitar que el patógeno complete su ciclo.
- Tratar el suelo con Metam sodio.
- Para el control de las pudriciones causadas por nematodos en el cultivo de cebolla de rama, Corpoica recomienda la implementación de Redes Serofani (tabla 19).

**Tabla 19.** Manejo de la pudrición de la cebolla de rama causada por el nematodo *D. dipsasi*

Redes Serofani	
<b>RE</b>	<b>COLECCIÓN</b> permanente de plantas enfermas, y de residuos de la cosecha y el deshoje, y disposición en un sitio acondicionado para producir un compost adecuado.
<b>DES</b>	<b>NIGÜE</b> esta práctica hace que la planta reaccione emitiendo rápidamente raíces, favoreciendo su crecimiento y creando defensas que disminuyen el ataque de la enfermedad. <b>INFECCIÓN DE LA SEMILLA</b> mediante inmersión de solución preparada con químicos o extractos biológicos, los cuales se debe reforzar a los 20 días con otra aplicación.
<b>SE</b>	<b>LECCIÓN DE LA SEMILLA</b> pareja, vigorosa, sin pudrición y que provenga de un lote sano. Levántela el mismo día de la siembra o máximo a los 3 días.
<b>RO</b>	<b>TACION DE CULTIVOS</b> es necesario rotar el cultivo de la cebolla de rama con otros cultivos de abonos verdes (rábano forrajero), papa, haba, arveja o pastoreo.
<b>F</b>	<b>ERTILIZACIÓN</b> realice el análisis de suelos, haga las enmiendas en presiembra, aplique lo que el cultivo necesita y si usa gallinaza, que sea compostada.
<b>A</b>	<b>GUA</b> manejo racionalmente del agua. No permita que el cultivo se encharque o se seque. Mantenga en buen estado los drenajes.
<b>NI</b>	<b>VEL DE INFECCIÓN</b> haga seguimiento de su cultivo, cuando esté en nivel 1 realice aplicaciones curativas, cuando este en niveles 2 y 3 recolecte las plantas, compóstelas y resiembre.

Fuente: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria 2012b

### Enfermedades causadas por virus (*Potyvirus*)

En el municipio de El Santuario (Antioquia) se observó una afección de origen viral en cultivos de cebolla de rama (Tamayo et al. 2005). Las plantas afectadas por el virus de partículas alargadas y flexibles de 750 nanómetros de longitud son de crecimiento reducido, hojas deformes y malformadas con síntomas de mosaico consistente en bandas de color amarillo de diferentes tamaños, alternadas con bandas de color verde oscuro que se extienden a lo largo de la lámina foliar (figura 81)

(Tamayo et al. 2005). No se conoce la distribución nacional de este disturbio viral y no se han implementado medidas de manejo de la enfermedad.



**Figura 81.** Daño causado por virus en cebolla de rama.  
Foto: Pablo Julián Tamayo

## Capítulo IX Cosecha

Germán Franco  
Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

Los vegetales son un producto vivo y luego de la recolección continúan con el desarrollo de los procesos metabólicos que desarrollaban cuando estaban unidas a la planta madre (Wills et al. 1984); un aspecto fundamental en la cebolla es que respira, para lo cual toma oxígeno y desprende dióxido de carbono, calor y pierde agua. Cuando la cebolla está unida a la planta madre en el campo, las pérdidas que ocurren por los procesos descritos se compensan por el flujo de la savia, pero al ser recolectada ya dependerá de las reservas que posea, por ello en la fase de cosecha y poscosecha se deben procurar condiciones que mantengan la respiración baja.

La cebolla es una hortaliza no climatérica, es decir, no continúa su proceso de maduración posterior a su recolección, a diferencia de vegetales que maduran después de la cosecha como el tomate y el aguacate. Este tipo de hortaliza entra rápidamente en la senescencia y pierde su calidad. Una vez ha sido recolectado el vegetal necesita energía para continuar con su metabolismo, siendo la respiración el proceso mediante el cual obtiene la energía necesaria para conseguir los compuestos para mantenerse vivo.

Las pérdidas de reservas alimenticias almacenadas en el producto por causa de la respiración significan el aceleramiento de la senescencia; la disminución de las reservas que proporcionan energía para mantener vivo el vegetal; el valor alimenticio disminuye; el sabor se afecta negativamente y hay pérdida de peso seco (Kader 2007). Esta última situación es importante para productos destinados a la deshidratación como podría ser el caso de la cebolla.

La cebolla de rama es una hortaliza que se cosecha cuando aún se encuentra en desarrollo, razón por la cual su manejo en cosecha y poscosecha se debe realizar en el menor tiempo posible (Varela 2006). Las actividades de cosecha y poscosecha se inician cuando la cebolla de rama se encuentra en el momento óptimo de recolección (MOR), que está constituido principalmente por:

- Número de días desde el momento de la siembra o del corte anterior.
- Color amarillo de las vainas externas.
- Grosor del pseudotallo (Pinzón 2004).
- Inicio de coloración rojiza en el pseudotallo (Sánchez et al. 2012).

En algunos casos también se tienen en cuenta los requisitos del cliente y la disponibilidad de infraestructura y apoyo logístico (Collazos et al. 1998).

En Antioquia el tiempo que transcurre desde la siembra a la primera cosecha o deshije es de aproximadamente 84 días, tiempo en el cual se cosechan las  $\frac{3}{4}$  partes de la planta y se dejan en el suelo de cuatro a cinco colinos. Estos colinos darán origen a los pseudotallos, que a su vez se recolectarán en los siguientes deshijos que se realizan entre los 57 y 64 días posteriores a la primera cosecha. Dependiendo del clima y los factores de orden fitosanitario pueden llegar a producir hasta cuatro cosechas más antes de una nueva siembra (figura 82) (Collazos et al. 1998).



**Figura 82.** Cosecha de la cebolla de rama.

Foto: Angélica Ramírez

La cosecha se debe hacer en las horas más frescas del día, de ser posible en las primeras horas de la mañana. Realizada la recolección se lleva el producto a un sitio fresco y sombreado, con el fin de evitar incrementos en la respiración y el marchitamiento por exposición de la cebolla a los rayos solares y a altas temperaturas (Reina et al. 1996).

Para la recolección se utiliza la herramienta denominada *ganche*, que es un azadón de cabo corto puntiagudo, con el que se remueve la tierra alrededor de planta para

retirar los colinos o pseudotallos escogidos manualmente con la precaución de dejar en el sitio productivo de cuatro a cinco colinos que garantizarán la próxima cosecha. Las plantas cosechadas se destinan a la venta y se pueden utilizar como semilla en caso de ser necesario.

Los pasos a seguir en cosecha y poscosecha son:

- Distribuir los surcos según el número de cosechadores.
- Aflojar la tierra alrededor de la planta con el ganche.
- Deshijar a mano y dejar en el sitio los colinos seleccionados (cuatro a cinco), que conformarán la unidad productiva para la siguiente cosecha.
- Selección en campo y retirado en algunas plantas del follaje seco (descalcetado), para poner en la parte exterior de la rueda.
- Desnigüe y corte de raíz.
- Empacado para comercio mayorista.
- Empacado para mercado especializado (Varela 2006; Sánchez et al. 2012).

## Capítulo X Poscosecha

Germán Franco  
Jorge Jaramillo Noreña  
Paula Andrea Aguilar  
Lucas Esteban Cano

### Preparación de la cebolla de rama para la comercialización

La cebolla de rama solo tiene un proceso de presentación y transporte en las llamadas *ruedas* (Pinzón 2009). Para la comercialización de la cebolla de rama es necesario tener en cuenta una serie de procesos, los cuales están enfocados a la calidad del producto; de dichos procesos que se realizan antes de la introducción de la cosecha al mercado, se consideran los siguientes (Vélez et al. 2014).

#### Selección

Esta labor se realiza en campo, donde se retiran las plantas que presenten problemas de pudriciones, hojas partidas o dobladas, hojas de color amarillento o seco, productos con problemas de cortes y magulladuras o problemas fitosanitarios causados por insectos o patógenos. Una vez terminado el proceso de selección en el lote, la cebolla se traslada al centro de acopio o lugar donde se lleva a cabo la acumulación de la cosecha para su despacho (Collazos et al. 1998).

#### Descalcete y limpieza

Consiste en la remoción de los falsos pecíolos (pseudotallo) o calcetas secas, sucias o muertas las cuales deterioran la apariencia del producto; es una labor manual, aunque en ocasiones se requiere de la utilización de un cuchillo para remover la parte inferior de la calceta, también se realiza la limpieza de impurezas y tierra con un trapo (figura 83) (Collazos et al. 1998).



**Figura 83.** Descalcete y limpieza de la cebolla de rama.  
Foto: Angélica Ramírez

## Desnigüe y desbarbe

Se retira la “nigua” o disco basal (tallo de la planta) y se elimina la raíz, con el fin de facilitar la presentación y el empaque del producto. Se realiza con un cuchillo para lograr un corte recto y una presentación pareja de la parte inferior de la cebolla de rama (Collazos et al. 1998).

## Empaque

En Antioquia la cebolla de rama presenta varias formas de empaque, las cuales difieren entre ellas según el mercado de destino. Esta medida va desde atados de 60 kg, pasando por presentaciones de 25 kg, 15 kg y en algunos casos en venta al menudeo (cantidad que necesite el comprador); debido a esto, a pesar de que muchos de los productores y asociaciones no manejen otro tipo de empaque, en la actualidad sí se utilizan e incluso se manejan en una forma constante. Algunos de ellos son:

### Atados

El empaque de la cebolla de rama se realiza según las necesidades del mercado, comúnmente se encuentran atados desde 15 kg a 60 kg, los cuales se comercializan en volúmenes constantes, armados y despachados semanalmente (figura 84).



**Figura 84.** Atados de la cebolla de rama.

Foto: Jorge Jaramillo

Otra forma de empacar comúnmente utilizada para la comercialización mayorista es la rueda de 55 kg (figura 85) o la de 27 kg (denominada poni), y los costales 40 kg. Estos sistemas no son recomendados porque maltratan el producto, causando magulladuras, cortes, excesiva compresión y por estar en contacto directo con el ambiente, ocasionando la contaminación del producto, además, se producen incrementos de temperatura en la parte central de ellos (Sánchez et al. 2012), lo que acelera la respiración y disminuye la calidad y vida útil del producto.



**Figura 85.** Empaque en ruedas de 55 kg.

Foto: Paula Andrea Aguilar

Hasta este punto se realizan la mayoría de las labores tendientes a la comercialización mayorista. A continuación, se describen los pasos que se realizan para la comercialización especializada con almacenes de cadena, minoristas o transformadoras (Collazos et al. 1998).

## Deshoje

Con el fin de mejorar la presentación del producto se retiran las hojas secas o deterioradas, con un cuchillo se cortan las puntas de las hojas unos 15 cm por encima de la bifurcación del tallo, se procede a quitar la cutícula externa seca y en mal estado hasta lograr que el tallo quede limpio (Reina et al. 1996; Collazos et al. 1998).

## Lavado y desinfección

Este proceso se realiza por medio de la inmersión de las plantas completas en agua limpia, frotándolas para desprender la suciedad, tierra, objetos extraños y demás residuos que dañen la apariencia del producto (figura 86). Después del lavado se desinfecta introduciendo el producto en un recipiente con agua clorinada a la dosis de 200 ppm (Reina et al. 1996; Collazos et al. 1998).



**Figura 86.** Lavado y desinfección de la cebolla de rama.

Foto: Laura Patiño (Picados San Juan)

## Secado

Se realiza principalmente colocando las plantas ya lavadas de forma vertical para que por gravedad se inicie el proceso de secado. Cuando el volumen lo requiera se puede hacer uso de aireación mecánica, aunque la utilización de aireación es natural (figura 87) (Collazos et al. 1998).



**Figura 87.** Secado de la cebolla de rama.

Foto: Laura Patiño (Picados San Juan)

## Clasificación

Aunque la cebolla de rama no se vende clasificada, el comercializador esta siempre al tanto de la calidad del material que va a comprar para así fijar los precios de compra de la cosecha, por lo que el diámetro, talla y sanidad de los tallos por comercializar pueden significar el aumento de los precios de compra (Collazos et al. 1998).

Los criterios de clasificación de la cebolla de rama son: i) tallos enteros, ii) aspecto fresco, iii) forma regular, iv) sin rupturas, ni heridas, v) sin residuos orgánicos, tierra, ni agroquímicos, vi) color característico de la planta: hojas color verde intenso, pseudotallo blanco. Esta clasificación se cumple para clientes como los almacenes de cadena, los cuales reciben el producto clasificado por tamaños, grosor y presentación, ya sea por atados o manojos de media libra, libra o kilo. Para la clasificación de la cebolla de rama el Icontec generó la norma 1222 la cual regula el tamaño y el grosor que esta debe tener para su comercialización (tabla 20) (Collazos et al. 1998).

**Tabla 20.** Clasificación de la cebolla de rama según la Norma 1222 Icontec

Tamaño	Largo	Diámetro
Extra	Mayor de 25cm	Mayor de 2cm
Larga a	15-24,9cm	Mayor de 2cm
Larga b	15-24,9cm	1,5-1,9cm
Corriente	10-14,9cm	1,0-1,4 cm

Fuente: Collazos et al. 1998

## Empaque

Para el mercado especializado se utilizan sistemas de empaqueo que conservan la calidad del producto, tales como las mallas, empaqueo al vacío y en atmósferas modificadas.

### Empaque en mallas

Cuando se tiene la cebolla acondicionada, se empaqa en mallas de polipropileno en presentación de 500 o 1.000 g (Sánchez et al. 2012).

### Empacado al vacío

Este sistema tiene como objetivo disminuir la cantidad de oxígeno al interior del empaque, con lo que se logra mermar la respiración del producto y por lo tanto se alarga su vida útil, además se retarda la aparición de patógenos de la poscosecha que causan pudriciones. Cuando se tiene acondicionada la cebolla, esta se escalda y luego se preenfria, posteriormente se realiza el procedimiento de empaqueo con la utilización de una empacadora al vacío y se almacena a 5 °C. Con este tipo de empaque el producto alcanza una duración de 12 días (Cerón et al. 2012; Sánchez et al. 2012).

### Empacado en atmósferas modificadas

El objetivo de este proceso es la disminución del contenido de oxígeno en el empaque y el aumento de dióxido de carbono, con lo cual se logra la disminución de la respiración. Se recomienda un nivel de oxígeno de 10 % y de 2,5 % de dióxido de carbono, en estas condiciones y almacenado a 5 °C el producto dura 22 días (Cerón et al. 2012).

## Capítulo XI

# Transformación y valor agregado

Germán Franco  
 Jorge Jaramillo Noreña  
 Paula Andrea Aguilar  
 Lucas Esteban Cano

En el departamento de Antioquia se encuentran comercialmente productos derivados del proceso de transformación de la cebolla de rama, como lo son cebolla de rama picada y pelada al vacío —cuyo proceso de describió anteriormente—, y pasta de cebolla. Estos productos son producidos por la empresa Picados San Juan y Asocebal.

### Cebolla de rama picada

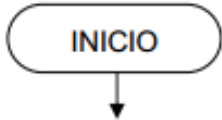
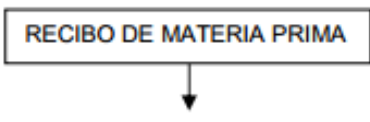
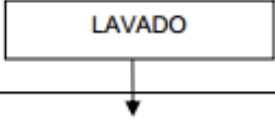
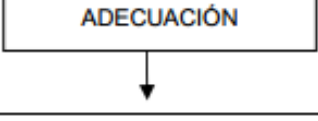

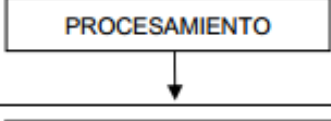
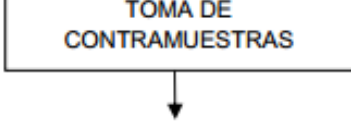
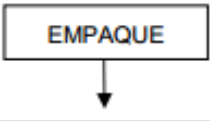
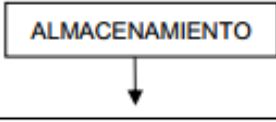
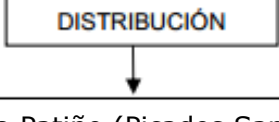
La cebolla de rama empacada bajo este proceso tiene las etapas descritas en la tabla 21.

La cebolla picada se distribuye en empresas de alimentos, que con dicho producto realizan innumerables recetas como empanadas, guisos empacados para el consumo, condimentos, entre otros (figura 88).



**Figura 88.** Cebolla de rama picada.  
 Foto: Laura Patiño (Picados San Juan)

**Tabla 21.** Flujo del proceso de elaboración de cebolla de rama picada

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLE
1			
2		La materia prima es pesada y verificada al momento de la entrega. Debe cumplir con los estándares de calidad: tamaño, cero daños físicos, grado de madurez, color, etc.	JEFA DE PRODUCCION Y CALIDAD
3		Las frutas y/o verduras son lavadas para retirar suciedades o tierra físicamente visible.	OPERARIAS DE PRODUCCIÓN
4		La etapa de adecuación comprende la selección, el pelado (manual o mecánico), extracción de semillas, algunos cortes, entre otros procedimientos realizados de manera manual.	OPERARIAS DE PRODUCCIÓN
5		Se reduce la carga microbiana para asegurar la eliminación de cualquier patógeno mediante el uso de desinfectantes especiales para la industria de alimentos.	OPERARIAS DE PRODUCCIÓN
6		Las frutas y hortalizas son procesadas de acuerdo a los requerimientos del cliente: cortes en cubos, julianas, rallado, trozos, molido, uso de tratamientos térmicos o encurtidos, etc.	OPERARIAS DE PRODUCCIÓN
7		En cada lote de producción se toma una contra muestra la cual es llevada al laboratorio para analizar y evaluar los índices de calidad (vida de anaquel, grados Brix, pH, color y textura) del producto final.	JEFA DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD
8		Los productos finales son empacados en bolsas de polietileno herméticamente selladas y en cuñetes plásticos cuando el producto lo requiere.	OPERARIAS DE PRODUCCIÓN
9		El producto terminado se almacena en la cava de refrigeración con capacidad para 20 toneladas, la temperatura de almacenamiento es de 2 a 4°C	OPERARIAS DE PRODUCCIÓN
10		Para el transporte del producto final, se cuenta con un carro refrigerado para mantener una cadena de frío sin interrupciones.	CONDUCTOR DE VEHICULO

Fuente: Laura Patiño (Picados San Juan)

## Cebolla de rama pelada empacada al vacío

Para el caso de la cebolla de rama pelada y empacada al vacío el proceso es similar al de la cebolla picada, solo que se llega hasta la etapa de procesamiento, momento en el cual esta se retira de la línea de producción y se procede a secar la humedad que está presente sobre su parte vegetativa y así ser empacada para su comercialización. El mercado para este producto son los almacenes de cadena de grandes superficies y clientes que solicitan así esta hortaliza para continuar ellos con el proceso de industrialización (figura 89).



**Figura 89.** Cebolla de rama pelada y empacada al vacío.

Foto: Laura Patiño (Picados San Juan)

## Pasta de cebolla de rama

Este proceso lo desarrolla Asocebal. La producción de la salsa de cebolla se describe de la siguiente manera:

- Preparación del personal y del producto, lo cual incluye la desinfección física, química y biológica de la siguiente manera:

Física. Los operarios no pueden realizar el proceso de preparación de la salsa con anillos, cadenas, pulseras, lociones y maquillaje.

Biológica. Se debe cuidar que la cebolla no tenga restos de fertilizantes; también se deben tener en cuenta los microorganismos como carga bacteriana que se encuentran en el ambiente. Es necesario tener en cuenta que los utensilios que se utilizan para la preparación de los alimentos también deben estar esterilizados.

Química. Con la cebolla, antes del proceso de cocción, se realiza un proceso de desinfección sumergiéndola durante diez minutos en agua con un desinfectante natural.

- Pesaje: la cebolla se pesa junto con los ingredientes que a esta se le agregan para su conservación y sabor, luego se lleva al picado y licuado. Después del licuado de la cebolla se procede a hervir la pasta por cinco minutos, se le agrega vinagre y diez minutos después se le agregan los conservantes y se continúa con la cocción por diez minutos más.
- Empaque. Este producto se empaqueta a 75 °C, pues de esta forma se garantiza la durabilidad y se elimina el aire que puede quedar dentro del empaque. Luego se cierra herméticamente y se envía a un choque térmico, (se sumerge el producto caliente en agua fría), luego se seca para etiquetarse y ser llevado al punto de comercialización (figura 90).



**Figura 90.** Salsa de cebolla de rama.  
Fuente: Asocebal 2012

## Capítulo XII

### Indicadores económicos

Francisco Benjumea  
Lucas Esteban Cano

El acercamiento a los costos de producción de la cebolla de rama en Antioquia es en la práctica un cambio cultural, ya que desde el punto de vista histórico y de la costumbre, nunca han sido considerados<sup>1</sup> como fundamentales al momento de tomar la decisión del qué y cuándo producir.

Por lo general, en este departamento, la decisión del productor se basa en lo tradicional-cultural y en el margen bruto de ingresos (ingresos disponibles) que se pueda generar; situación coherente con el tipo de productor analizado. El margen bruto de ingresos hace referencia al flujo de caja básico que se define luego de vender el producto, y que resulta de multiplicar la cantidad total del producto por el precio, de cuantos recursos se dispone, sin costos.

Efectivamente, el cultivo de la cebolla de rama en Antioquia se ha caracterizado por ser una pequeña unidad de producción, de economía campesina y de agricultura familiar; posee y destina al sistema productivo extensiones muy pequeñas, recibe más del 75 % de los ingresos del hogar de este producto y suministra el 100 % de la mano de obra requerida de su misma familia<sup>2</sup>, es de pequeña unidad, mini o microfundio de producción, con la particularidad de ser monocultivo. Esto hace muy sensibles a los productores y sus decisiones frente a los cambios relacionados con precios, plagas y enfermedades que los afectan, y costos de producción. En este caso, la factibilidad financiera está dada por la capacidad instalada del campesino, que normalmente no lo considera dentro de los costos de producción (costos implícitos).

---

<sup>1</sup> Se realizó el 31 de octubre de 2014, en las instalaciones del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (lugar equidistante para los productores), un taller de consenso departamental de costos de producción en el que se identificó claramente la poca prioridad que se le da a los costos al momento de tomar decisiones por parte de los productores, además de la ausencia total de este tipo de ejercicios para el sistema productivo. Para ellos fue absolutamente novedoso. Afirmación que ellos mismos emitieron, necesaria.

<sup>2</sup> Según el artículo 3º de la resolución número 267 de 2014, del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, *La Agricultura Familiar* se refiere a: "...las familias...que derivan el 75% de sus ingresos de actividades agropecuarias, silvícolas, pesqueras y/o acuícolas adelantadas en la unidad productiva con mano de obra predominantemente familiar...". Y, la *pequeña unidad de producción* al tener ingresos por menos de 2 smlmv- y menos de 1080 smldv-diarios por año (UAF de leyes 1152 y 160, respectivamente).

Entre otros, se hace referencia a la propiedad de la tierra ya que al ser propietario (tenedor o poseedor<sup>3</sup>) no paga para obtener la disponibilidad de este.

La residencia del mismo en el predio productivo hace que se ahorre los costos de vigilancia. La fuente de agua para el consumo y la de riego, normalmente es la misma, los recursos de inversión son del productor y, principalmente la mano de obra con la que cuenta es la de su misma familia, por lo que no necesita de recursos financieros (dinero) para financiarla.

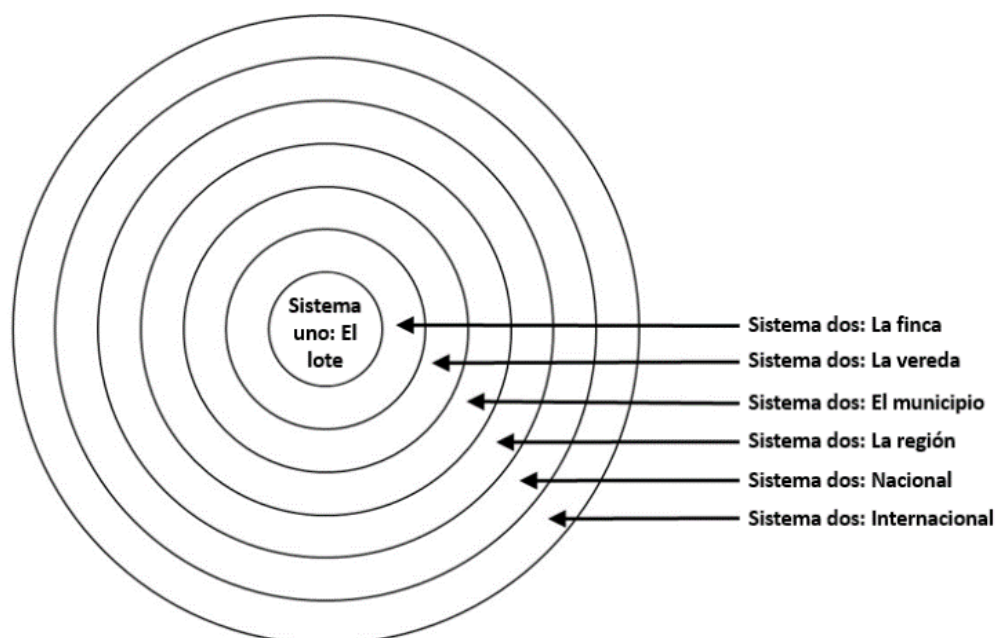
Los costos implícitos (costos de oportunidad) tienen que ver con opciones alternativas de ganancia, o dinero que se deja de percibir al realizar ciertas acciones comerciales. “Un productor incurre en costos implícitos cuando renuncia a una acción alternativa pero no hace un pago” (Portal PQS c2014).

Los costos de producción están asociados y en muchos casos, diferenciados, entre otros, con la localización y características biofísicas del predio (zona agroecológica), así como con la dotación de infraestructura regional, local y predial (vías, sistemas de riego, entre otros); además con la capacidad instalada (costos implícitos) que tiene la parcela y con las capacidades del productor (experiencia, formación, educación), al tipo de mercado al cual está dirigido (local, regional, nacional o internacional) y a las exigencias de los intermediarios, comercializadores y productores (BPA, BPH, GAP, entre otros)<sup>4</sup>. En el enfoque sistémico (figura 91):

---

<sup>3</sup> En los municipios de Antioquia existen en las zonas de economía campesina inconsistencias técnicas y legales en cuanto a la tenencia. Por falsa tradición, manifiesta en papeles o documentos de compraventa principalmente y en sucesiones ilíquidas.

<sup>4</sup> BPA-BPM-BPH-Primus LABS, Global GAP (Versión 4), Eurogap, Kenyagap, Chilegap, Usdagap, Usdanop, o Icontec (Guía 65 de ISO). También certificaciones con requisitos específicos como, British Retailer Consortium (BRC), PrimusGFS, Safe Quality Food (SQF) 2000 (Nivel 3), Tesco Nurture (convencional y orgánico), Certificación Field to Fork, certificación de Nutriclean en Residuos Pesticidas Free, la Huella del Carbono, Cosco, Graps, Reglamento de la Comunidad Económica Europea (CEE), Naturland, Japanese Agricultural Standards (JAS), EU-Ecolabel, Veriflora, Red de Agricultura Sostenible (RAS) (Certificado por Rainforest), International Food Standard (IFS), Kosher, Ethical Trade Initiative (ETI), British Retail Consortium (BRC), Decreto Supremo Número 17 Certificación DS17 (SAG), entre otras.



**Figura 91.** Enfoque sistémico de los costos.

Fuente: Francisco Javier Benjumea Zapata

En el enfoque diferencial (figura 92):



**Figura 92.** Enfoque diferencial de los costos.

Fuente: Francisco Javier Benjumea Zapata

Para simplificar el análisis y, considerando que es un primer acercamiento al tema, se ha propuesto tabular y procesar la información básica suministrada por los productores relacionada con los costos explícitos,<sup>5</sup> directos e indirectos en el sistema de producción,<sup>6</sup> bajo la metodología de “experto”;<sup>7</sup> con el fin de hacer un primer acercamiento al tema y tener información básica disponible para los productores y demás personas naturales y jurídicas interesadas.

De acuerdo con lo anterior, no se trata de definir óptimos ni el deber ser en la materia. Se trata de identificar y cuantificar de manera concertada los costos de producción en este tipo de sistema de producción. Es como “tomar una foto” acerca del qué y cómo se generan, tramitan y ejecutan los costos por los productores, como punto de partida en los diferentes procesos de investigación y desarrollo relacionados con el sistema productivo.

## Consideraciones técnicas para el modelo de costos

Las consideraciones presentadas son resultado del trabajo de campo con la aplicación de 72 encuestas a productores en los municipios de: Barbosa, Bello, Copacabana, Giraldo, Girardota y San Jerónimo<sup>8</sup> (figura 93), los cuales registran mayor producción y la información fue convalidada en el taller de consenso realizado en la ciudad de Medellín con 27 expertos el día 31 de octubre de 2014 (figura 94).

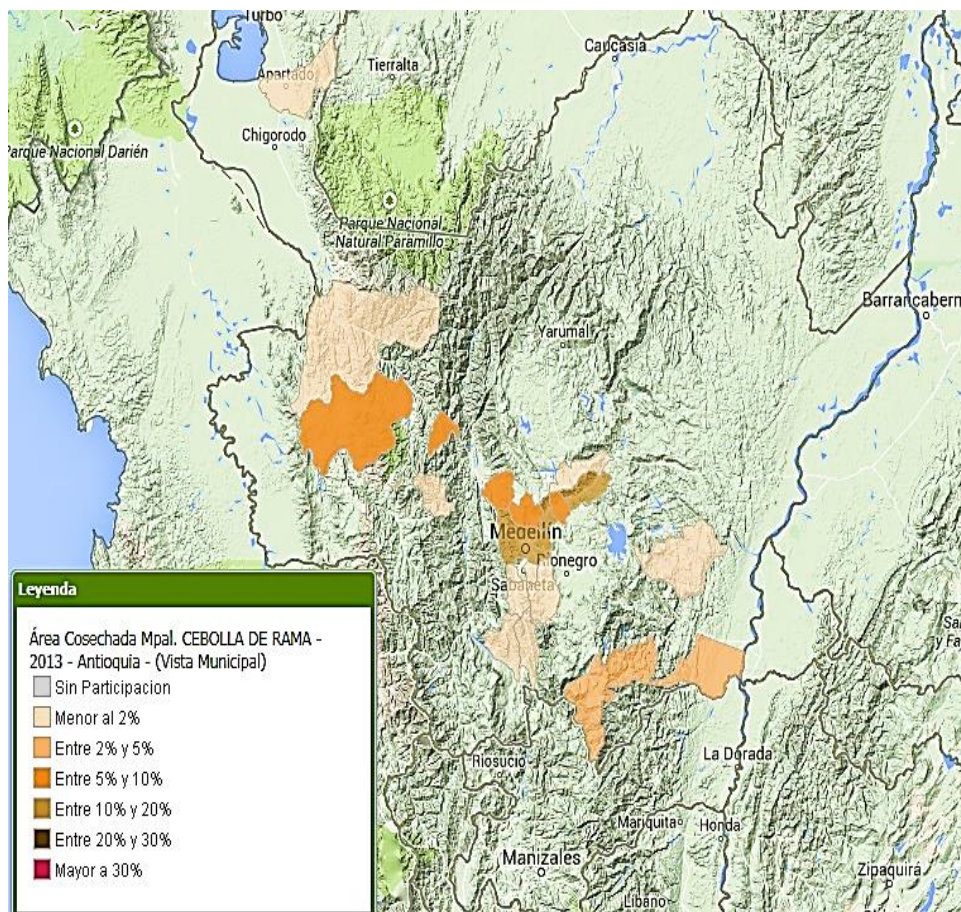
---

<sup>5</sup> Son los que se ven normalmente y son fáciles de identificar. Aun cuando puedan presentar alguna complicación para su determinación, se identifican gracias a la propia operación del negocio. Los costos explícitos se pagan con dinero. En una empresa de alimentos, los costos que registra el contador de la empresa son los costos explícitos, por los que la compañía desembolsa dinero en efectivo, tales como sueldos y salarios, mantenimiento de los camiones, peajes, pagos de servicios, etcétera (Portal PQS c2014).

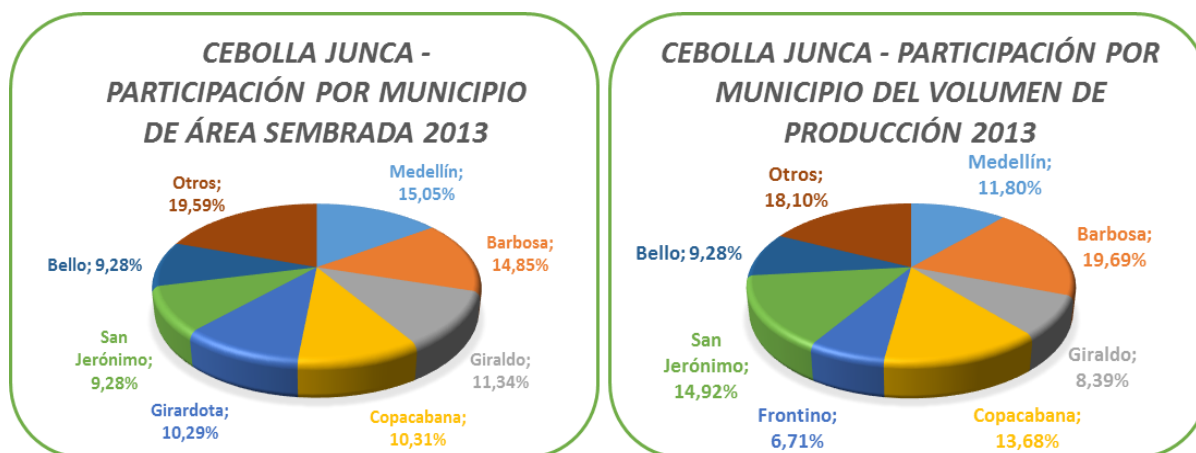
<sup>6</sup> Tampoco se consideran los costos tributarios (impuestos) ni los ingresos por subvenciones o subsidios del gobierno. Los primeros no son asumidos por los pequeños productores y los segundos son normalmente recursos de coyuntura o por proyecto y no son sustentables ni sostenibles en el tiempo. No se consideran costos de transacción.

<sup>7</sup> En el taller realizado el 31/oct, participaron de 27 productores y asistentes técnicos (expertos) de seis municipios representativos en la producción del departamento.

<sup>8</sup> No fue posible acceder a la información de Medellín que es el municipio que más área de producción reporta.



**Figura 93.** Principales municipios productores de cebolla de rama en Antioquia  
Fuente: Agronet c2013



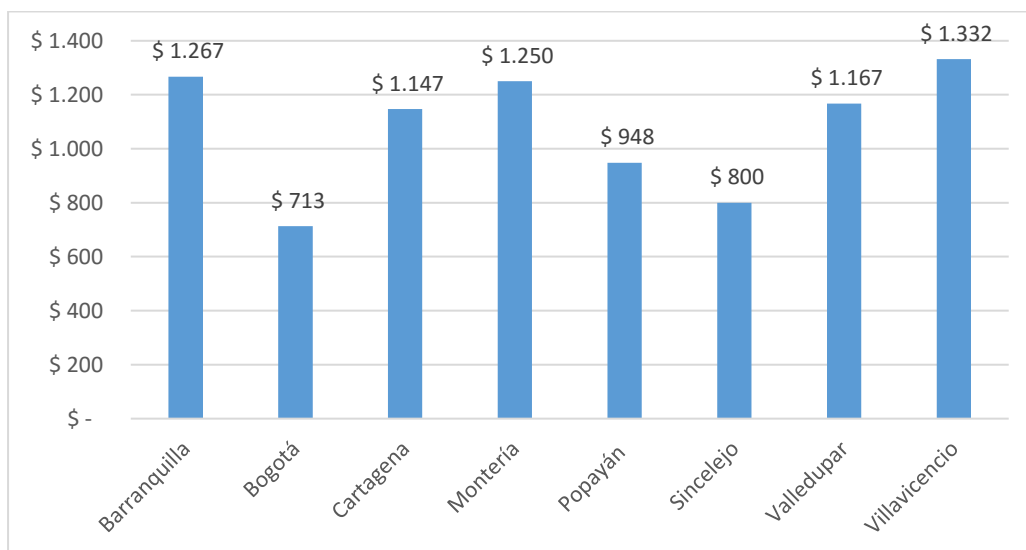
**Figura 94.** Participación de los municipios de Antioquia en áreas y producción de cebolla de rama para 2013

Fuente: Gobernación de Antioquia. 2014

Estas son:

### De nivel general

- Análisis para un sistema de siembra a campo abierto, en camas de 1,20 m.
- La unidad de análisis es de 1 hectárea. A pesar de que la moda estadística del sistema de producción en los análisis realizados está en aproximadamente 1.000 m<sup>2</sup>.<sup>9</sup>
- Distancia de siembra de 30 cm x 30 cm, que arroja una estimación aproximada de 83.333 sitios de siembra por hectárea.
- El valor del jornal para es de \$25.000 por día.
- Las actividades que generan costos explícitos, que se incluyen en la matriz de Excel, fueron concertadas en el consenso.
- Son cinco ciclos por año. Uno de siembra y cosecha, más cuatro deshijos (cosechas). En promedio 72 días por ciclo.<sup>10</sup>
- El precio de venta reportado en el taller está entre \$278 y \$2000 el kilo. Para el ejercicio se toma por consenso el valor de \$1.000/kilo (figuras 95 y 96)

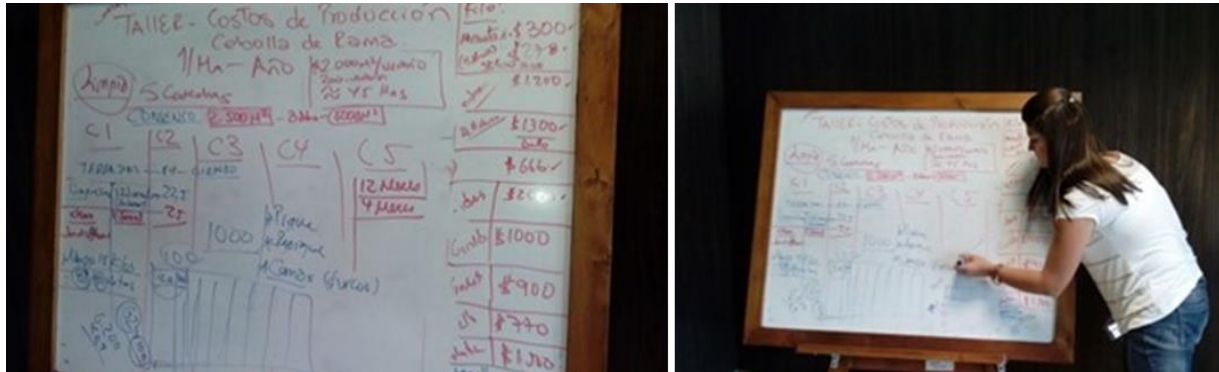


**Figura 95.** Precio mayorista de un kilo de cebolla de rama en los mercados a nivel nacional.

Fuente: Agronet 2014

<sup>9</sup> Los productores, a pesar de tener área disponible para realizar explotaciones de mayor tamaño, en aras de un flujo de caja continuo y de resistir las fluctuaciones del precio, cultural y tradicionalmente realizan explotaciones en promedio de 1.000 m<sup>2</sup>. Lo que se puede constatar en las encuestas aplicadas.

<sup>10</sup> En promedio se trata de cuatro meses de establecimiento y primer deshije. Posteriormente se realizan deshijos cada dos meses.



**Figura 96.** Taller de consenso realizado en Medellín el 31 de octubre de 2014  
Foto: Francisco Benjumea

## La productividad por hectárea

**Producto (P):** cantidad o unidades físicas de producto generado en el sistema productivo analizado. Expresado en kilos y toneladas.

**Rendimiento (R):** unidades o cantidad de producto que se genera por área específica. Expresada en toneladas / hectárea.

$$R = \frac{P}{S}$$

**P** = cantidad de producto expresado en kilos y/o toneladas

**S** = área expresada en hectáreas

Productividad agrícola (**Pd**): se puede expresar como producción por unidad de superficie (**S**) o rendimiento (**R**) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2000): Se refiere a las unidades físicas del producto/por hectárea.

$$Pd = S * R$$

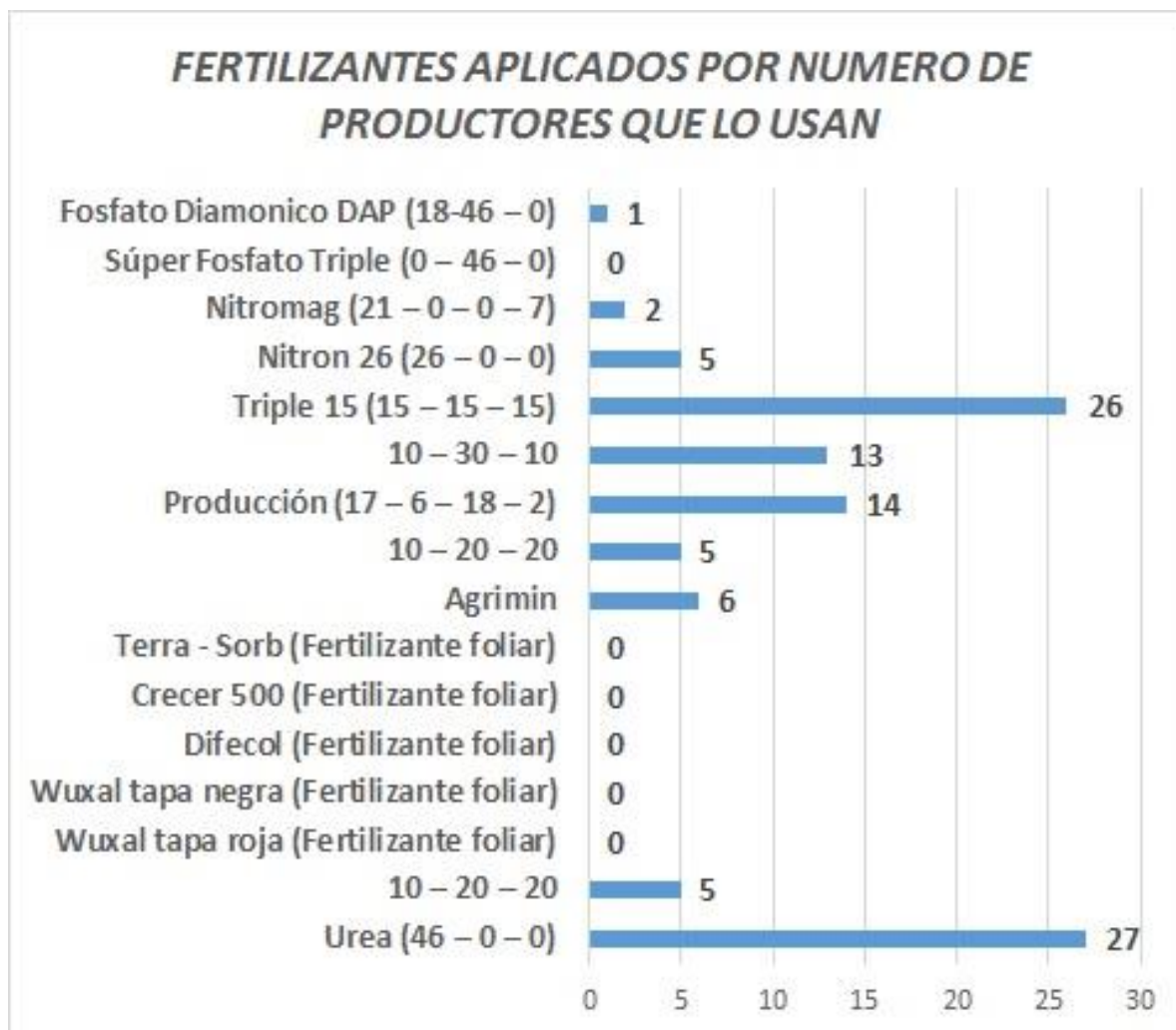
La productividad publicada por la Secretaría de Agricultura de Antioquia de 17.604,7 kilos/ha/ciclo (Gobernación de Antioquia 2014), es coherente con la realidad. Información que se toma para la realización de los cálculos respectivos.<sup>11</sup>

### **Sobre los insumos, fertilizantes, insecticidas y plaguicidas considerados en el análisis**

- Sobre el costo de los materiales: en Antioquia no se consume ni se compra por parte de ningún productor la semilla sexual (importada). Normalmente no se generan costos por este concepto porque se utilizan plantas de reproducción asexual y se toman del mismo predio (donde se rotan los lotes), por medio del deshije. En caso de necesitarse para el establecimiento o renovación de un cultivo, según el consenso realizado, se adquieren en Copacabana, Sonsón y Giraldo principalmente. El valor de las plántulas se estima con base en el peso y talla frente al costo del manajo (atao) en el mercado. Es importante anotar que no existe semilla certificada. Dentro de este costo se incluye el valor del transporte para adquirirla y transportarla hasta la finca.
- Por consenso, la frecuencia de aplicación para los fungicidas e insecticidas es la siguiente:  
Los insecticidas se aplican cada 20 días. Para ciclos de 72 días son 3,6 aplicaciones por ciclo. Para cinco ciclos son 18 aplicaciones por año.  
Los fungicidas se aplican cada 15 días. Para ciclos de 72 días son 4,8 aplicaciones por ciclo. Para cinco ciclos son 24 aplicaciones por año. (figuras 97, 98, 99 y 100).
- No todos los productores del departamento usan los mismos insumos. Por frecuencia, se utilizan:

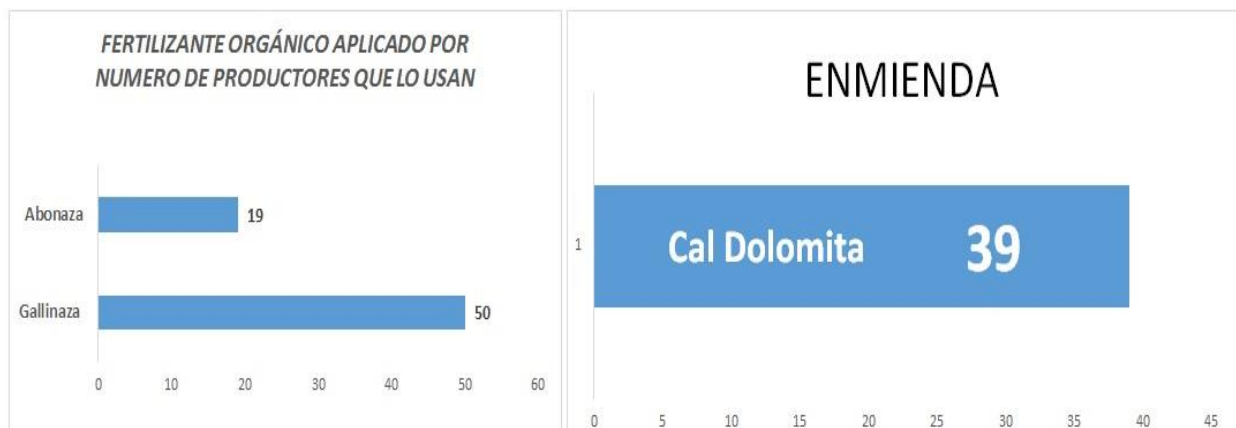
---

<sup>11</sup> Información que es coherente con los cálculos del Banco Agrario en la estimación financiera del flujo de caja para los productores: 15 toneladas/ha/ciclo. Según evaluación de cultivos semestrales de la subgerencia técnica, formato Guía costos de producción año 2014.



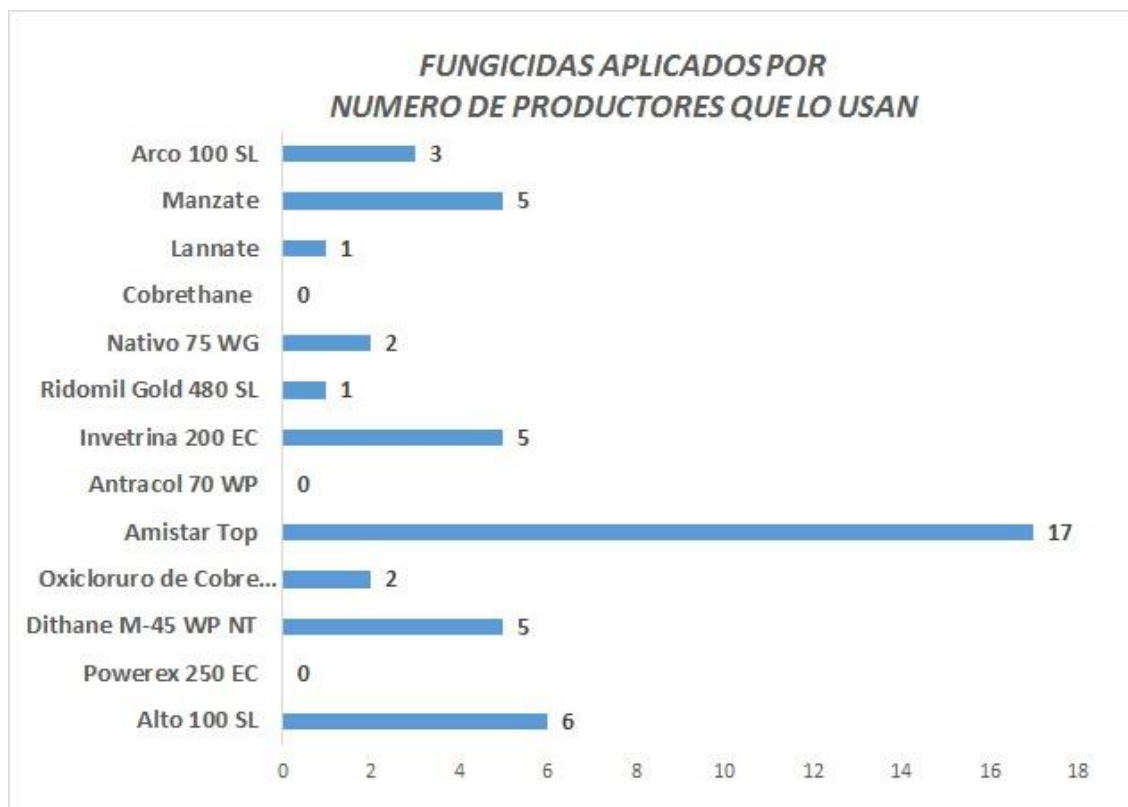
**Figura 97.** Fertilizantes de síntesis química más utilizados por frecuencia de productores que reportaron su uso

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios



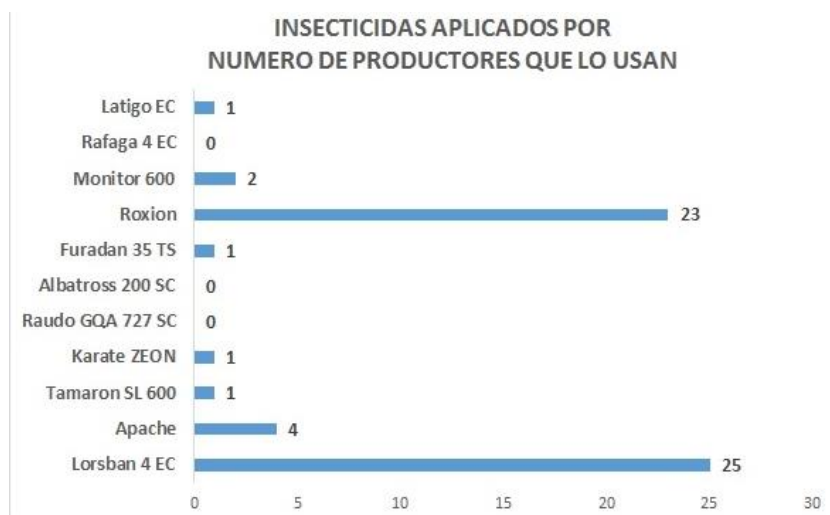
**Figura 98.** Materia orgánica y enmiendas más utilizados por frecuencia de productores que reportaron su uso.

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios



**Figura 99.** Fungicidas más utilizados por frecuencia de productores que reportaron su uso.

Fuente: Taller de consenso y encuestas a 72 productores del departamento en seis municipios



**Figura 100.** Insecticidas más utilizados por frecuencia de productores que reportaron su uso.

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios.

- En los gráficos se presentan cifras en cero al referirse a los insumos presentados por los productores en el consenso, pero, no reportaron su uso en las encuestas ni en el taller.
- La Cal dolomítica la utiliza la mayoría de los productores. Por consenso se identificó como necesaria su aplicación. Se utiliza solo en el primer ciclo de establecimiento.
- Sobre la gallinaza y la abonaza (se utiliza uno u otro), concertadamente se identificaron como necesarios y de continuo uso. Tiene un lugar significativo en la estructura de costos y en algunos casos puede ser manejado (o ahorrado) por el productor, al compostar en la finca, en otros inclusive solo genera el costo de transporte del insumo desde otras fincas. Se considera en la estructura de costos de producción ya que no existe consenso sobre la necesidad o no de los recursos financieros para adquirirlos.
- En estos insumos, para el ejercicio de cálculo de costos, se tiene en cuenta solo los que más se utilizan con una frecuencia mayor a cinco productores que lo apliquen. Además, como utilizan uno solo de ellos por ciclo y los van rotando (un ciclo usan uno y al siguiente otro diferente), se calcula un promedio aritmético por componente para estimar un valor/ha/año en cada ítem analizado.
- Los precios de los insumos, fertilizantes, plaguicidas y fungicidas son comerciales y consultados en los almacenes agropecuarios. Los mismos que fueron contrastados con los valores entregados por los productores en las encuestas. Los más utilizados en el sistema productivo son (tabla 22):

**Tabla 22.** Presentación y precio de los insumos más utilizados (segundo semestre de 2014)

Ítem	Producto (comercial e ingrediente activo)	Presentación	Valor
Fertilizante químico			
1	Urea (46-0-0)	50 kilos	55.300
2	Triple 15 (15-15-15)	50 kilos	67.200
3	Producción (17-6-18-2)	50 kilos	68.900
4	Fertilizante 10-30-10	50 kilos	74.000
5	Agrimin	46 kilos	77.900
6	Fertilizante 10-20-20	50 kilos	72.100
7	Nitron 26 (26-0-0)	50 kilos	43.450
Fertilizante orgánico			
8	Gallinaza	50 kilos	12.300
9	Abonaza	50 kilos	12.300
Enmiendas			
10	Cal Dolomítica	40 kilos	11.500
Fungicidas:			
11	Amistar Top (Azoxistrobina más Difenconazol)	40 gramos	17.500
12	Alto 100 SL (Cyproconazole)	1 litro	190.000
13	Dithane M-45 WP NT (Mancozeb)	1 kilo	17.300
14	Manzate (Mancozeb)	1 kilo	10.000
Insecticidas:			
15	Lorsban 4 EC (Clorpirifos)	1 litro	26.800
16	Invetrina 200 EC (Cipermetrina)	250 cc	6.700
17	Roxion (Dimetoato)	1 litro	28.500
18	Athrim (Lambda-cihalotrina )	1 litro	70.300

Fuente: Elaboración propia a partir de Tierragro, Secretarías de Agricultura y productores

- A pesar de que los empaques son diferentes por zona, se considera el valor del empaque (Tovar 1996) de fibra de \$250 por bolsa, por el costo de oportunidad que representa, pues el empaque de fique es más caro \$1.100 cada uno y no lo requiere el mercado; y el de plástico, (bolsa que cuesta \$100), no garantiza la calidad y resistencia que se necesita en el proceso de embalaje, amarre y transporte.

## Supuestos del modelo de costos

La importancia del trabajo realizado en campo y en el taller de consenso es que nos permite identificar situaciones constantes y válidas para la totalidad del universo de análisis, que pueden ser tomadas como supuestos para el modelo:

## **Los productores de cebolla del departamento de Antioquia no contratan mano de obra externa**

Los productores de Antioquia realizan todos los procesos, tratamientos e intervenciones con mano de obra familiar (costo implícito, no pagan por ella). Esta afirmación se hace pues los productores, a pesar de tener otras áreas disponibles para el cultivo, hacen rotación de lotes al interior de sus parcelas e intervienen lotes de 1.000 m<sup>2</sup> en promedio, con el objetivo de ahorrar costos en la contratación de mano de obra (alcanzan a realizar los procesos para esa área con la mano de obra familiar), generar flujo de caja permanente y buscando incidir en el control de la oferta del producto.

## **Los productores no pagan por el factor productivo-suministro de la tierra**

Los productores analizados son propietarios, tenedores o poseedores. (no pagan por el suministro de este recurso). No se reportó agricultura comercial o industrial en la producción.

## **Los productores no inciden en el precio del producto**

En el mercado de la cebolla de rama de Antioquia, se presentan fallos del mercado, al existir asimetría en el acceso a la información (no se tiene información de dónde está la demanda y cuánto están pagando por el producto frente al intermediario que sí la tiene), por parte de los productores y, monopsonio (un solo comprador que pone el precio) u oligopsonio (pocos compradores que ponen el precio) en el que el intermediario o comercializador es quien pone los precios del producto al momento de la venta.

Por las razones descritas, los productores de manera permanente buscan mercado en otras latitudes que les representen mejor precio y por ende mayores ingresos. Debido a esto se reportaron ventas en el departamento de Córdoba (Montería, principalmente) y en el Urabá antioqueño y chocono.

## Los productores no asumen compromisos financieros por los costos implícitos

Por consenso se decidió no incluir los costos implícitos, por no asumir su pago en dinero durante el proceso productivo. En general, se refieren a la capacidad instalada del productor. Entre ellos se pueden nombrar:

- El costo de la disponibilidad y puesta en operación de la maquinaria, planta y equipo, tales como bombas de fumigación y herramientas, que hacen parte de sus inventarios y no tienen que comprarlos para el proceso productivo.
- Los productores no tienen en cuenta el trabajo familiar dentro de los costos, declaran que normalmente no pagan por él.<sup>12</sup> Inclusive presentan dificultades para estimarlo.
- No contratan asistencia técnica agropecuaria (ATA). En los casos analizados, la asistencia proviene de instancias o entidades públicas. Inclusive de los mismos laboratorios.
- Los recursos que se invierten son propios, de cada productor, pues estos presentan dificultades para el acceso al crédito en razón a su flujo de caja y la tenencia de la tierra.<sup>13</sup> Por consiguiente, no se considera el valor del dinero (intereses).
- Los costos de administración, contabilidad e impuestos no se calculan. En la mayoría de los casos no se generan.
- El costo del riego se asume con los costos de los servicios públicos domiciliarios. Normalmente provienen de la misma fuente de agua y la infraestructura es propia.
- Los costos de bodegaje se asumen en la misma vivienda donde reside el productor.
- Los costos de vigilancia los asume el productor ya que residen en la misma finca.
- No se lleva la información sobre el autoconsumo de cebolla en los hogares.

## Se asigna igual costo a la gallinaza que la abonaza

Por la dificultad de estimar y calcular los costos y en vista de que operan como sustitutos (se usa uno u otro), se les adjudica el mismo valor.

---

<sup>12</sup> Según los productores, el pago de los jornales a sus hijos y esposa se hace en especie, con techo, servicios públicos, alimentación, vestido, educación, entre otros.

<sup>13</sup> Como se dijo, en la mayoría de los municipios de Antioquia existe falsa tradición en la propiedad o posesiones que se evidencia con títulos de compraventa. Además de sucesiones ilíquidas.

## Estructura de costos de producción de la cebolla de rama en Antioquia

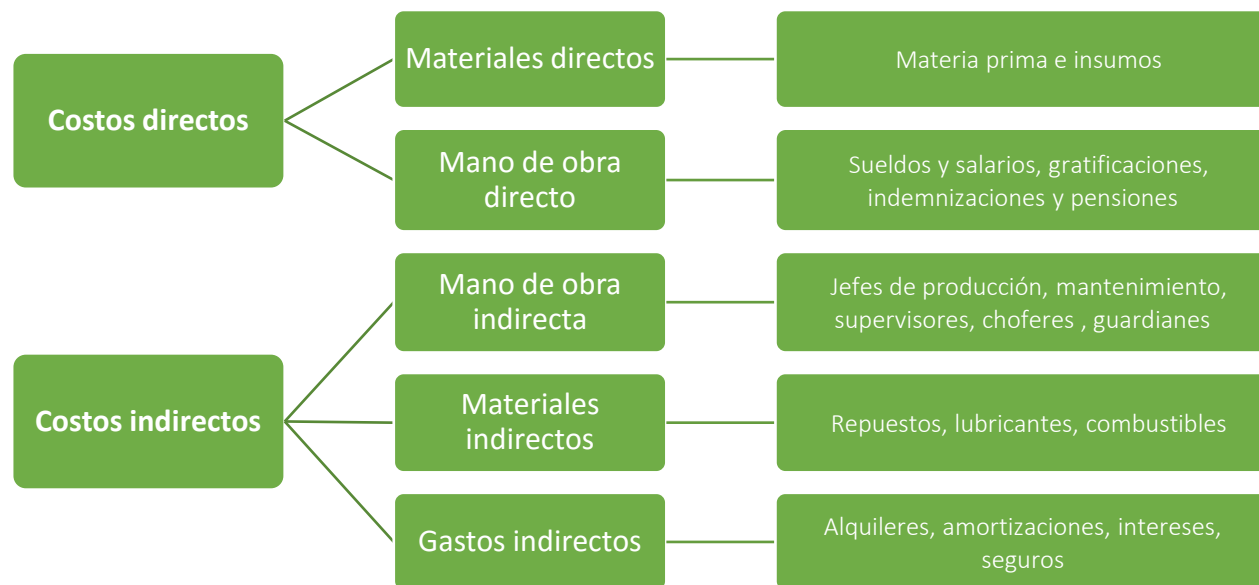
Una vez presentadas las consideraciones técnicas y los supuestos de trabajo, se procede a realizar el análisis que nos permite llegar a definir cuánto cuesta en Antioquia establecer y poner en marcha un sistema productivo de una hectárea de cebolla de rama.

### Sobre los costos

Los costos representan las salidas de dinero por concepto de compra de insumos o contratación de servicios para llevar a cabo la producción. En su mayoría los costos guardan relación directa con las cantidades producidas, estos pueden ser fijos o variables, los fijos por su lado no guardan relación directa con las cantidades producidas.

### Clasificación de los costos según su forma de imputación o aplicación

En la figura 101 se presenta la clasificación de los costos por su forma de aplicación:



**Figura 101.** Clasificación de los costos por su forma de aplicación.

Fuente: Documento abierto a consultas en la nube<sup>14</sup>

<sup>14</sup> En: <https://docs.google.com/document/d/1QAWjOApC6kH0C5OzjrhHqBvMNbQicEed4/edit?pli=1>

### Costos directos o fundamentales (*Cd*):

Son los recursos de los que dispone el productor para financiar las actividades y materias primas que están directamente relacionados con la obtención del producto, como los son los insumos y la mano de obra utilizada directamente en la producción.

### Costos indirectos (*Cin*):

Son los de recursos necesarios para desarrollar las actividades de producción, comercialización o apoyo, pero no se puede identificar o medir exactamente cuánto de ellos contiene cada producto (Botero 2011). No están relacionados directamente con la transformación de los insumos y la obtención del producto.

### Clasificación de los costos según su variabilidad o en relación con el volumen de actividad

#### Costos fijos (*Cf*):

Son los que no guardan una relación directa con las cantidades producidas, y permanecen constantes a lo largo del periodo productivo. Algunos ejemplos de estos costos fijos son: el valor de la tierra, las herramientas y en general la capacidad instalada del productor (tabla 23).

**Tabla 23.** Clasificación de los costos en el sistema productivo de cebolla de rama en Antioquia

Tipo de costos	Directos	Indirectos
Fijos	Tierra Sistema de riego Herramientas Invernaderos Maquinaria	Administración Contabilidad Vigilancia Bodega
Variables	Mano de obra: jornales Insumos: semillas, fertilizantes, fungicidas, insecticidas, empaques Maquinaria y herramientas en arriendo	Transporte Repuestos, lubricantes, combustibles Mantenimiento de planta y equipo Servicios públicos Análisis de suelos Asistencia técnica Costos financieros, amortizaciones e intereses Seguros Alquiler de edificios Impuestos

Fuente: Francisco Javier Benjumea Zapata

### Costos variables ( $Cv$ ):

Son aquellos que están en relación directa con las cantidades producidas, aumentan cuando aumenta la producción y disminuyen cuando disminuye la producción. Este es el caso de la mano de obra y los insumos principalmente. También están incluidos los servicios como transporte, riego, servicios públicos, entre otros servicios que se utilizan directamente en la obtención del producto.

**Costo total ( $Ct$ ):** conceptualmente puede ser calculado de dos formas:

**Primera:** sumatoria de los costos directos e indirectos

$$Ct = Cd + Cin$$

**Segunda:** sumatoria de los costos fijos y variables

$$Ct = Cf + Cv$$

**Costo unitario ( $Cu$ ):** es el resultado de dividir los costos totales por la cantidad de producto. Esto es:

$$Cu = Ct/Q$$

$Cu$  = Costo unitario. Expresado en unidad monetaria (pesos).

$Ct$  = Costos totales. Expresados en unidad monetaria (pesos).

$Q$  = Cantidad total de lo producido. Expresado en unidades (kilos o toneladas).

### Clasificación de los costos según el requerimiento financiero en el proceso productivo

De acuerdo con el Portal PQS c2014, la clasificación de los costos, según el requerimiento financiero en el proceso productivo son:

### Costos implícitos ( $Cim$ ):

También conocidos como costos de oportunidad, tienen que ver con opciones alternativas de ganancia, o dinero que dejamos de percibir al realizar ciertas acciones comerciales. Se incurre en costos implícitos cuando el productor renuncia a una acción alternativa pero no hace un pago. Son costos implícitos del productor: el uso del propio capital o activos (capacidad instalada).

### Costos explícitos ( $C_e$ ):

Los costos explícitos se presentan cuando un productor desembolsa dinero en efectivo para financiar las actividades y recursos que se requieren en el proceso productivo, tales como sueldos y salarios, pago y mantenimiento de los insumos productivos. Los costos explícitos se pagan con dinero.

### Formato de costos a considerar en el ejercicio

Se construyó con base en las actividades culturales realizadas por los productores (tabla 24):

**Tabla 24.** Costos indirectos asociados al cultivo de cebolla de rama

Costos indirectos
Costos implícitos indirectos (capacidad instalada de los productores. No se consideran al no generar gastos financieros)
Disponibilidad del terreno o arriendo de la tierra (propiedad del productor)
Vigilancia
Invernaderos
Servicios públicos
Costos administrativos, financieros y contables
Producción para autoconsumo
Bodegaje
Cercado del lote
Transporte que asume el productor (moto, carro, otro)
Dotación de mesas, cavas (neveras), otros
Costos indirectos y servicios de terceros
Análisis de suelos (no se realiza o lo paga un tercero dentro de procesos de investigación o fomento)
Asistencia técnica (es pública y gratuita, por consiguiente, no se considera)
Arriendo de maquinaria y herramientas (no se genera en el modelo)
Costos financieros-impuestos (No se considera en el modelo)
Empaques - costales - bolsas - hilo- pita. De fique= \$1.100, de Fibra \$ 250. Bolsa=\$100
Costos de transporte de insumos hacia la finca

Fuente: Elaboración propia a partir de productores y asistentes



## Cálculo de los costos de producción

**Tabla 25.** Cálculo de los costos de producción en el departamento de Antioquia

Estimación de los costos de producción de una hectárea de cebolla rama/año en el departamento de Antioquia						
Descripción	Establecimiento hasta el primer corte				Cuatro cortes	Valor total año/ha (5 cortes)
Estructura de costos	Unidad	Valor unitario	Costo/hectárea		Costo/hectárea	Costo/hectárea
Actividades			Cantidad	Valor subtotal	Sub-total 4 Cortes/año	Total 5/cortes/año
<b>Costos directos</b>				9.785.778,41	16.324.138,63	25.734.917,03
<b>Mano de obra</b>				4.812.500,00	9.150.000,00	13.962.500,00
Limpieza del terreno (rocería o control químico)	Jornal	25.000,00	15,00	375.000,00	-	375.000,00
Pica	Jornal	25.000,00	40,00	1.000.000,00	-	1.000.000,00
Repique	Jornal	25.000,00	25,00	625.000,00	-	625.000,00
Construcción de camas y nivelación (manual)	Jornal	25.000,00	7,00	175.000,00	-	175.000,00
Enmiendas (cal o yeso)	Jornal	25.000,00	1,00	25.000,00	-	25.000,00
Trasporte de plántulas	Global	25.000,00		-	-	-
Preparación de semilla (desnigüe, desinfección)	Jornal	25.000,00	3,00	75.000,00	-	75.000,00
Materia orgánica (champiñonaza, abonaza, equinaza, pollinaza cruda)	Jornal	25.000,00	5,00	125.000,00	500.000,00	625.000,00
Siembra	Jornal	25.000,00	10,00	250.000,00	-	250.000,00
Aplicación de riego (aspersión, goteo sistema protegido)	Jornal	25.000,00	5,00	125.000,00	500.000,00	625.000,00
Resiembras	Jornal	25.000,00	0,50	12.500,00	50.000,00	62.500,00
Deshierbas, aporque, limpieza de surcos o calles	Jornal	25.000,00	32,00	800.000,00	3.200.000,00	4.000.000,00
Aplicación de fertilizantes químicos.	Jornal	25.000,00	3,00	75.000,00	300.000,00	375.000,00
Aplicación de gallinaza	Jornal	25.000,00	3,00	75.000,00	300.000,00	375.000,00
Control de plagas	Jornal	25.000,00		-	-	-
Aplicación de insecticidas	Jornal	25.000,00	1,50	37.500,00	150.000,00	187.500,00
Control de enfermedades	Jornal	25.000,00		-	-	-
Aplicación de fungicidas	Jornal	25.000,00	1,50	37.500,00	150.000,00	187.500,00
Deshije, recolección, selección, maquillaje, amarre, transporte interno	Jornal	25.000,00	40,00	1.000.000,00	4.000.000,00	5.000.000,00
<b>Insumos</b>				4.973.278,41	7.174.138,63	11.772.417,03
Plántulas (Sonsón, Copacabana, San Jerónimo, Giraldo)	Kg	1.000,00	3.000,00	3.000.000,00	-	3.000.000,00
Fertilizante químico				554.092,46	2.216.369,83	2.770.462,28
Urea (46-0-0)	Kilo	1.106,00	416,50	460.649,00	1.842.596,00	
Triple 15 (15-15-15)	Kilo	1.344,00	416,50	559.776,00	2.239.104,00	

Continúa...

						Continuación
Producción (17-6-18-2)	Kilo	1.378,00	416,50	573.937,00	2.295.748,00	
10-30-10	Kilo	1.480,00	416,50	616.420,00	2.465.680,00	
Agrimín	Kilo	1.693,48	416,50	705.333,70	2.821.334,78	
10-20-20	Kilo	1.442,00	416,50	600.593,00	2.402.372,00	
Nitron 26 (26-0-0)	Kilo	869,00	416,50	361.938,50	1.447.754,00	
<b>Fertilizante orgánico</b>				<b>1.024.590,00</b>	<b>4.098.360,00</b>	<b>5.122.950,00</b>
Gallinaza	Kilo	246,00	4.165,00	1.024.590,00	4.098.360,00	
Abonaza	Kilo	246,00	4.165,00	1.024.590,00	4.098.360,00	
Enmiendas						
Cal Dolomítica	Kilo	287,50	416,50	119.743,75	-	119.743,75
<b>Fungicidas:</b>				<b>106.500,00</b>	<b>426.000,00</b>	<b>532.500,00</b>
Amistar Top	Gramos	437,50	192,00	84.000,00	336.000,00	
Alto 100 SL	Litro	192.000,00	1,44	276.480,00	1.105.920,00	
Dithane M-45 WP NT	Kilo	17.300,00	2,40	41.520,00	166.080,00	
Manzate	Kilo	10.000,00	2,40	24.000,00	96.000,00	
<b>Insecticidas:</b>				<b>33.352,20</b>	<b>133.408,80</b>	<b>166.761,00</b>
Lorsban 4 EC	Litro	26.800,00	1,44	38.592,00	154.368,00	
Invevtrina 200 EC	cc	26,80	1.440,00	38.592,00	154.368,00	
Roxion	Litro	28.500,00	1,44	41.040,00	164.160,00	
Athrim	Litro	70.300,00	0,22	15.184,80	60.739,20	
Herramientas: machetes, azadones, tacsos, podadoras, etc	Global	600.000,00	-	60.000,00	-	60.000,00
Costos indirectos						75.000,00
Costos indirectos y servicios de terceros						875.000,00
Empaques - costales - bolsas - hilo- pita. De fique= \$1.100, de Fibra \$ 250. Bolsa=\$100	Costal	250,00	300,00	75.000,00	300.000,00	375.000,00
Costos de transporte insumos hacia la finca	Valor/ ciclo	100.000,00	1,00	100.000,00	400.000,00	500.000,00
<b>Total costos ha/año</b>						<b>26.609.917,03</b>

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios.

## Análisis de la estructura de costos de producción para una hectárea de cebolla de rama en Antioquia

Veamos la estructura de costos (tablas 26 y 27; figuras 102 y 103):

**Tabla 26.** Estructura de costos directos vs. costos indirectos

Descripción	Valores	Participación
Costo total de una hectárea de cebolla año en Antioquia	26.609.917,03	100 %
Costos directos	25.734.917,03	96,71 %
Costos indirectos	875.000,00	3,29 %

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios.

### *COSTOS DIRECTOS VS COSTOS INDIRECTOS*



**Figura 102.** Porcentaje de participación de los costos directos e indirectos en la estructura.

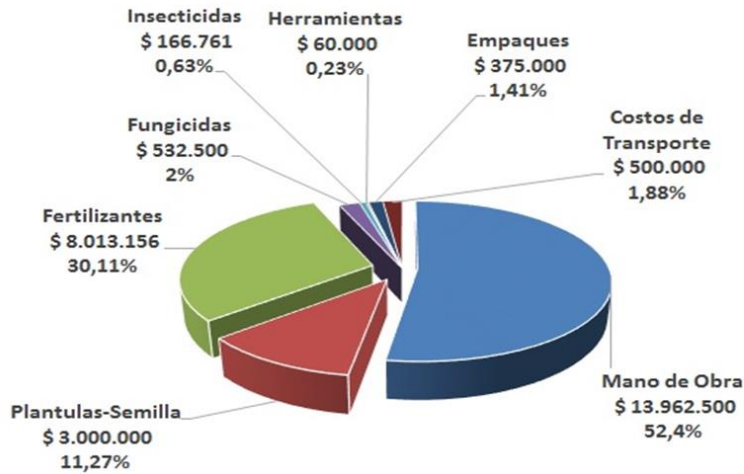
Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios.

**Tabla 27.** Costos más significativos dentro de la estructura

Descripción	Valores	Participación
Insumos	12.147.417,03	45,65 %
Mano de obra	13.962.500,00	52,47 %
Gallinaza y abonaza	5.122.950,00	19,25 %
Plántulas	3.000.000,00	11,27 %

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios.

**ESTRUCTURA DE COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA UNA HECTÁREA DE CEBOLLA DE RAMA EN ANTIOQUIA**



**Figura 103.** Estructura de costos para una hectárea de cebolla de rama en Antioquia. Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios

El mayor peso de los costos de producción de una hectárea de cebolla de rama en Antioquia recae en la mano de obra con una participación del 52,4 %, seguida por los fertilizantes con un 30,11 %, dentro de los cuales el de mayor costo es la gallinaza (o abonaza según el caso), con un 19,25 %. Las plántulas o semillas utilizadas por los productores participan en los costos con un 11,27 % de los costos. Por su parte, el control de plagas y enfermedades, conocido técnicamente como MIPE, se calculó en el 2,63 %.

Cuando se estiman los ingresos del productor, además de los ingresos recibidos por la venta del producto, se deben tener en cuenta también los ingresos por capacidad técnica instalada del productor, tales como la mano de obra (que es familiar y no la paga) y el precio de las plántulas (que las toman de la misma finca). Es así como los ingresos brutos se diferencian de los ingresos totales. Los ingresos brutos consideran lo que recibe el productor por la venta del producto, mientras que los ingresos totales también incluyen lo concerniente a la mano de obra y los insumos no comprados como herramientas y plántulas, inclusive se pueden incrementar más estos ingresos totales cuando el productor no compra gallinaza (o abonaza) sino que la produce en la misma finca. Se pueden presentar por tanto diferencias de ingresos entre diferentes productores, pues algunos de ellos compran plántulas y otros compran gallinaza, mientras que otros que no lo hacen.

## Análisis de factibilidad: índices e indicadores básicos

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, factibilidad es cualidad o condición de factible y, factible significa que se puede hacer. Lo que nos permite interpretar, a partir de los índices e indicadores, la racionalidad del productor. Esto se tiene en cuenta sobre la motivación a nivel de ingresos que tiene el productor para producir y seguir en la actividad.

### Indicadores

No existe definición universal sobre qué es un indicador. Sin embargo, se toma una definición técnica aceptada en procesos de investigación. Un indicador "(...) Es la síntesis de un conjunto de elementos que permiten describir la situación actual y las tendencias futuras de uno o más componentes de lo ambiental, de lo social y/o de lo económico, de la manera más científica y objetiva posible" (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2003). Así se resumen las características de los indicadores: SMART: *specific* (específico), *measurable* (medible), *achievable* (realizable), *realistic* (realista) y *time - bound* (limitado en el tiempo) (Wikipedia c2014). CREMA: claro, relevante, económico, medible y adecuado. (Departamento Nacional de Planeación 2013).

### Sobre los índices

Un índice puede estar compuesto por varios indicadores. Son algoritmos más o menos complejos, es decir, que responden a modelos matemáticos, o como mínimo a ecuaciones. No son lineales. Son relativos. Se presentan a continuación los indicadores básicos económicos y de retorno a la inversión:

### Ingresos

El ingreso es la cantidad de dinero que obtiene el agricultor por la venta de sus productos o servicios a los precios vigentes en el mercado. En este sentido el ingreso de la producción es equivalente al valor de la producción final.

## Ingreso bruto (*Ib*)

Se define como las cantidades producidas multiplicadas por el precio de venta. En este caso, las cantidades de cebolla de rama medida en kilos (88.024 kilos) que produjo una hectárea multiplicado en el período de un año, por el precio de venta promedio en el mercado (\$ 1000). Se tomó el valor por consenso con los productores. Los rendimientos físicos fueron obtenidos de la información pública de la Secretaría de Agricultura y validados en consenso. Para nuestro ejercicio (el precio se da por consenso) y se calcula así:

$$Ib = Pv * Q$$

Donde:

*Ib* = ingreso bruto (en unidades monetarias=pesos)

*Pv* = precio de venta del producto. Pagado al productor por unidad (kilo)

*Q* = cantidad producida medido en unidades. En este caso kilos.

Para el ejercicio (tabla 28):

**Tabla 28.** Ingresos brutos por 1.000 m<sup>2</sup> de cultivo de cebolla de rama en Antioquia

Ítem	Indicador	Descripción	Valores
A.	Productividad/kilos / año	Son 17.604,7 por ciclo. Para cinco ciclos por año, se estima en	88.023,50
B.	Precio de venta por kilo	Se concertó \$ 1.000 / kilo en el taller de consenso	1.000,00
C.	Ingresos brutos año/ha	(AxB)	88.023.500,00
D.	Ingresos brutos año/1.000m <sup>2</sup> (productores)	(C/10)	8.802.350,00
Ingresos brutos mes/1.000 m <sup>2</sup> (productores)			733.529,17

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios

## Ingreso total (*It*):

Los ingresos totales hacen referencia a la totalidad de ingresos por todo concepto que tiene un productor en el período analizado. Incluye además de los ingresos por venta del producto, los ingresos adicionales que genera el proceso productivo y los cultivos asociados.

$$It = \sum_{i=1}^n p_i \times q_i$$

Donde:

**It** = Ingreso total

**Pi** = Precio de venta del producto

**qi** = Cantidad del producto

**i** = Periodo analizado

Para este ejercicio analizado, los ingresos totales son iguales a los ingresos brutos por ser monocultivo en las fincas productoras de cebolla. Además, no está cuantificado el ingreso por el procesamiento y valor agregado del producto (salsa de cebolla) que algunos de los productores generan.

### Ingreso neto (*In*):

Es la diferencia entre el ingreso bruto y el costo total. Indica si hay ganancia o pérdida en el ejercicio productivo.

$$In = Ib - Ct$$

Donde:

**Ib** = Ingreso bruto

**Ct** = costo total

Para el ejercicio (tabla 29):

**Tabla 29.** Ingresos netos por 1.000 m<sup>2</sup> de cultivo de cebolla de rama en Antioquia

Ítem	Indicador	Descripción	Valores
A.	Productividad / kilos / año	Son 17.604,7 por ciclo. Para cinco ciclos por año, se estima en	88.023,50
B.	Precio de venta por kilo	Se concertó \$ 1.000 / kilo en el taller de consenso	1.000,00
C.	Ingresos brutos año/ha	(AxB)	88.023.500,00
D.	Costo total ha / año	Estimado en el ítem anterior	26.609.917,03
E.	Ingresos netos año/ha	(C-D)	61.413.582,97
F.	Ingresos netos año/1.000 m <sup>2</sup> (productores)	(E/10)	6.141.358,30
	Ingresos netos mes/1.000 m <sup>2</sup> (productores)	(F/12)	511.779,86

Fuente: Taller de consenso y encuestas a 72 productores del Depto. en seis municipios

### Ingreso contable ( $Ic$ ):

El ingreso contable hace referencia a la sumatoria de todos los ingresos explícitos, o sea, los ingresos en dinero que recibe el productor.

- Ingreso contable = Sumatoria de los ingresos explícitos

Para el ejercicio analizado (tabla 30):

**Tabla 30.** Ingresos contables por 1.000 m<sup>2</sup> de cultivo de cebolla de rama en Antioquia

Ítem	Indicador	Descripción	Valores
A.	Productividad/kilos/año	Son 17.604,7 por ciclo. Para cinco ciclos por año, se estima en	88.024,00
B.	Precio de venta por kilo	Se concertó \$ 1.000 / kilo en el taller de consenso	1.000,00
Ingresos contables ha/año		(AxB)	88.023.500,00

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios

### Margen bruto de ingresos ( $Mbi$ ) o ingreso disponible

$$Mbi = \frac{Ib}{Ce}$$

Donde:

$Mbi$  = margen bruto de ingresos;  $Ib$  = ingreso bruto (en unidades monetarias=pesos);  
 $Ce$  = costos explícitos

La importancia de este indicador radica en que los productores de cebolla del departamento de Antioquia toman la decisión de producir o no, dependiendo del valor del indicador (positivo o negativo). (tabla 31).

**Tabla 31.** Margen neto de ingresos o ingresos disponibles en cultivo de cebolla de rama en Antioquia

Ítem	Indicador	Descripción	Valores
A.	Productividad/kilos/año	Son 17.604,7 por ciclo. Para 5 ciclos por año, se estima en	88.023,50
B.	Precio de venta por kilo	Se concertó \$ 1.000 / kilo en el taller de consenso	1.000,00
C.	Ingresos brutos año/ha	(AxB)	88.023.500,00
D.	Total costos ha/año	Estimado en el ítem anterior	26.609.917,03
E.	Costos explícitos	Estimado en el ítem anterior	7.524.467,03
F.	Margen bruto de ingresos por año/ha	(C-E)	80.499.032,97
G.	Margen bruto de ingresos año/1.000 m <sup>2</sup> (productores)	(F/10)	8.049.903,30
Margen bruto de ingresos mes/1.000m <sup>2</sup> (productores)		(g/12)	670.825,27

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios

## De eficiencia en la producción

Eficiencia se refiere a la tasa de participación que tiene el precio de venta por unidad con respecto al costo unitario. En la medida que sea mayor el precio de venta y se aleje del costo unitario, la eficiencia se aumenta:

$$E = \frac{Pv}{Cu}$$

Donde:

$E$ =eficiencia;  $Pv$ =precio de venta;  $Cu$ =costo unitario

Cuando esta eficiencia es igual a 1, quiere decir que el producto se vendió exactamente al costo de producción, si es mayor que 1 quiere decir que el precio es mayor que el costo unitario de producción y cuando es menor que 1 significa trabajar a pérdida por cuanto el precio de venta es inferior al costo de producción. En el ejercicio analizado (tabla 32):

**Tabla 32.** Indicadores de eficiencia en cultivo de cebolla de rama en Antioquia

Ítem	Indicador	Descripción	Valores
A.	Precio de venta por kilo	Se concertó \$ 1.000 / kilo en el taller de consenso	1.000,00
B.	Total costos ha/año	Estimado en el ítem anterior	26.609.917,03
C.	Producción / kilos / año	Son 17.604,7 por ciclo. Para cinco ciclos por año, se estima en	88.023,50
D.	Costo unitario - costo de producción de un kilo de cebolla de rama en Antioquia-	(B/C)	302,30
Indicador de eficiencia		(A/D)	3,31

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis

## De rentabilidad<sup>15</sup>

Es la relación entre el ingreso neto y el costo total, muestra los retornos o rendimientos de la inversión. La rentabilidad indica la posibilidad de recuperar la inversión, en este caso un coeficiente alto indica que es mayor la posibilidad de recuperar los dineros invertidos, en tanto que cuando es baja, la posibilidad es menor.

Se interpreta como porcentaje e indica que por cada unidad monetaria invertida en el costo se recupera y genera adicionalmente fracciones de esas unidades invertidas que se expresan en centavos.

<sup>15</sup> Para el ejercicio analizado, no se contemplan los índices de Valor Presente Neto (VPN) ni de la Tasa Interna de Retorno (TIR), en razón a que no se están contemplando series de tiempo ni recursos vía crédito (sin intereses).

Clasificación:

- Rentabilidad = ingreso bruto – costo total / costo total

$$Rent = \frac{Ib - Ct}{Ct}$$

Donde: **Rent** =Rentabilidad; **Ib** =ingreso bruto (en unidades monetarias=pesos); **Ct** = costo total

En el ejercicio analizado (tabla 33):

**Tabla 33.** Índice de rentabilidad en cultivo de cebolla de rama en Antioquia

Ítem	Indicador	Descripción	Valores
A.	Productividad / kilos / año	Son 17.604,7 por ciclo. Para 5 ciclos por año, se estima en	88.023,50
B.	Precio de venta por kilo	Se concertó \$ 1.000 / kilo en el taller de consenso	1.000,00
C.	Ingresos brutos año/ha	(AxB)	88.023.500,00
D.	Costo total ha / año	Estimado en el ítem anterior	26.609.917,03
Índice de rentabilidad		(C-D)/D	2,31

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios

- Rentabilidad económica = (ingreso total – costo total)/costo total \* 100

$$Rent\ eca = \frac{Ib - Ct}{Ct} * 100$$

Donde: **Rent eca** =Rentabilidad económica; **Ib** =ingreso bruto (en unidades monetarias=pesos); **Ct** = costo total

En el ejercicio analizado (tabla 34):

**Tabla 34.** Índice de rentabilidad económica en cultivo de cebolla de rama en Antioquia

Ítem	Indicador	Descripción	Valores
A.	Productividad / kilos / año	Son 17.604,7 por ciclo. Para cinco ciclos por año, se estima en	88.023,50
B.	Precio de venta por kilo	Se concertó \$ 1.000 / kilo en el taller de consenso	1.000,00
C.	Ingresos brutos año/ha	(AXB)	88.023.500,00
D.	Costo total ha / año	Estimado en el ítem anterior	26.609.917,03
Índice de rentabilidad		(c-d)/d	(1.00)
Índice de rentabilidad económica		( (c-d)/d)*100	2.31

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios

- Rentabilidad financiera = (ingreso contable – costos totales) / costo total \* 100

$$Rent\ fra = \frac{Ib - Ct}{Ct} * 100$$

Donde:

**Rent fra** =Rentabilidad financiera; **Ib** =ingreso bruto (en unidades monetarias=pesos); **Ct** = costo total

En el ejercicio analizado (tabla 35):

**Tabla 35.** Índice de rentabilidad financiera en el cultivo de cebolla de rama en Antioquia

ítem	Indicador	Descripción	Valores
A.	Productividad/kilos/año	Son 17.604,7 por ciclo. Para cinco ciclos por año, se estima en	88.023,50
B.	Precio de venta por kilo	Se concertó \$ 1.000 / kilo en el taller de consenso	1.000,00
C.	Ingreso contable	(AxB)	88.023.500,00
D.	Costos totales	Estimado en el ítem anterior	26.609.917,03
Índice de rentabilidad financiera			((C-D)/D)*100
			231 %

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios

## Ingresos esperados por el productor

Con base en lo anterior, se puede decir que el productor cuenta con tres escenarios de ingresos esperados, todos positivos (tabla 36).

**Tabla 36.** Ingresos esperados en 1.000 m<sup>2</sup> en el cultivo de cebolla de rama en Antioquia

Ingresos esperados por el productor (En 1.000 m <sup>2</sup> de explotación-estudio de caso)		
Escenario uno	Ingresos brutos esperados por el productor al mes	733.529,17
Escenario dos	Ingresos netos esperados por el productor al mes	511.779,86
Escenario tres	Margen bruto de ingresos esperado por el productor al mes	670.825,27

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios

Siendo el más aproximado a la realidad el número tres, ya que como se expuso anteriormente, el margen bruto de ingresos es tal vez la única consideración que tiene el productor antioqueño de cebolla de rama, al momento de tomar decisiones.

## Conclusiones

Los productores en el mejor de los casos reciben ingresos de subsistencia:

A pesar de que el ejercicio analizado arroja un ingreso cercano a los \$88 millones al año por hectárea, la realidad es que los productores explotan en promedio 1.000 m<sup>2</sup> por ciclo. Los ingresos esperados oscilan en torno a un salario mínimo mensual vigente en Colombia para 2014, ingreso considerado de subsistencia o remuneración vital (tabla 37).

**Tabla 37.** Ingresos esperados respecto al salario mínimo en el cultivo de cebolla de rama en Antioquia

Ingresos esperados respecto al salario mínimo legal vigente por mes en 2014 de \$ 616.000		
Escenario uno	733.529,17	119,08 %
Escenario dos	511.779,86	83,08 %
Escenario tres	670.825,27	108,90 %

Fuente: Taller de consenso y encuestas aplicadas a 72 productores del departamento en seis municipios

Los productores toman las decisiones con base en el margen bruto de ingresos o ingreso disponible. La decisión del productor de cebolla de rama de Antioquia está dada por el margen bruto de utilidad (o ingreso disponible).

Para el pequeño productor, probablemente el criterio más relevante para maximizar es el ingreso disponible para satisfacer las necesidades de la familia. Este ingreso disponible se define como la diferencia entre el valor de la producción y los pagos a los factores externos a la explotación. Este ingreso disponible no es entonces una medida exclusivamente de la ganancia neta, sino que también en él están involucrados, los costos implícitos, o más bien, las retribuciones a los factores poseídos por el pequeño productor, específicamente su tierra y su mano de obra familiar, así como también su aporte de capital de operación propio. Estas consideraciones permiten explicar la racionalidad de algunas decisiones del pequeño productor familiar, decisiones que no parecen racionales bajo la lógica del productor empresarial (Palacio 1999).

De acuerdo con lo anterior, aplicado a nuestro ejercicio, los ingresos del pequeño productor, además del dinero recibido, convierten en ingresos el valor de la mano de

obra familiar utilizada pues, no la pagan. Esto significa que se ahorra los costos de la mano de obra y por esa vía bajan los costos y por consiguiente los ingresos son mayores.

Sobre la elasticidad de producción (precio-área),<sup>16</sup> se puede decir:

Existe gran sensibilidad a la variabilidad de los precios.<sup>17</sup> Se presenta una elasticidad entre precio y área de producción ya que el precio varía entre \$278 el kilo y \$2000 kilo (casi 700 %). Esta variación no obedece a la estacionalidad y ciclo del cultivo. Esta variabilidad frente al tipo de producto de ciclo corto lleva a los productores a tomar decisiones, lo que explica la variabilidad entre períodos del área cultivada y cosechada.

Sin embargo, los productores han desarrollado estrategias para asumir esta realidad, entre las que se destacan:

- Siembra de lotes de 1.000 m<sup>2</sup>, esto significa no sembrar todas las áreas disponibles para controlar la oferta. Este tamaño según ellos baja los costos de producción, ya que no exige la contratación de mano de obra, pues la asumen con la mano de obra familiar (esposa/o e hijos/as).
- Buscan mercados en otras latitudes como la costa caribe, Córdoba, Urabá y Sucre, principalmente.<sup>18</sup>
- Han conformado dos asociaciones de productores en aras de generar economías de escala en procura de bajar los costos de los insumos, gestionar asistencia técnica en manejo de MIPE y sistemas productivos, mejorar la capacidad de negociación y de la oferta del producto (calidad y cantidad), además de adelantar iniciativas de procesamiento industrial-empresarial, como por ejemplo, la salsa de cebolla (figura 104). Son ellas Asocebal de Barbosa y Agrocebolleros de Girardota.

---

<sup>16</sup> Expresada matemáticamente (modelo de retrasos de Nerlove) así:  $H_t = B_0y + B_1yP_{t-1} + B_2(1-y)H_{t-1}$ . Donde:  $P_{t-1}$ =precio recibido por el productor el periodo (ciclo) anterior,  $(H_{t-1})$ =área de producción en el periodo (ciclo) anterior. "La elasticidad precio de la oferta mide el grado de respuesta de la producción o el área cultivada ante un cambio porcentual del precio real recibido por el productor" (Rojas s. f.)

<sup>17</sup> Información, presentada, constatada y convalidada en el taller de consenso realizado.

<sup>18</sup> Información constatada en el taller de consenso.



**Figura 104.** Salsa de cebolla de rama producida por Asocebal.  
Foto: Asocebal

Salsa de cebolla producida por Asocebal de Barbosa, Antioquia, reconocida como proceso destacado en agroindustria campesina en:

- Antójtate de Antioquia (Gobernación)
- Agrofuturo
- Feria internacional Acobat-2010

Hoy en proceso de introducción, distribución y venta en góndolas de grandes hipermercados.

## La realidad exige incrementar las competencias de los productores

Aunque han venido funcionando las estrategias aplicadas y descritas en el ítem anterior, además de las descritas, se hace necesario el fortalecimiento de las capacidades de los productores, entre las que se encuentran:

- La vinculación de oferta y nuevos desarrollos técnicos y tecnológicos de producción. Asociada a los procesos de MIPE.
- Acceso a la información de mercados: oferta y demanda del producto, los subproductos y/o bienes sustitutos a nivel local, regional, departamental, nacional e internacional.

- Acceso a la formación de las capacidades en manejo de las Tics, lo que les permite acceder a la información en tiempo real. Emisoras de radio y televisión, internet, telefonía celular, medios escritos, entre otros.
- Incremento de la capacidad de negociación que permite la adopción de precios de sustentación y de mercados a futuro (*forward*).
- Planificación, buen manejo y administración de las finanzas personales de los productores.
- Creación de un sistema de formación, capacitación y apropiación social de la tecnología mediante métodos de educación probados y multimedia, intra e intergeneracionalmente. En aras de la sustentabilidad del sistema productivo.
- Incremento de la capacidad de gestión ante instancias público-privadas, a través de alianzas, transferencias de recursos o gasto público social, en aras de mejorar la infraestructura vial y productiva.

## La orientación de las políticas públicas

Colombia ha venido haciendo un gran esfuerzo en el fortalecimiento y reinstitucionalización del agro colombiano con iniciativas claves en procura del fortalecimiento de la participación de los productores, y buscando mejorar la oferta de oportunidades, para ellos y sus familias. En esa dirección, desde el gobierno nacional, y los gobiernos intermedios y locales se ha logrado:

- Un marco normativo que permite seguridad jurídica a los inversionistas pequeños, medianos y grandes.
- Fortalecer los procesos de investigación y transferencia de la oferta tecnológica para los sistemas productivos hacia la pertinencia, oportunidad y sustentabilidad.
- Fortalecer los sistemas, redes y cadenas por productos enmarcados en la adecuada y oportuna asistencia técnica.
- Combatir la especulación y el acaparamiento de productos y servicios en manos de intermediarios que buscan controlar los precios y por esa vía controlar también los márgenes de rentabilidad en detrimento de los productores y los consumidores.
- Promover el comercio justo (*faire trade*) y los contratos a futuro (*forward*).
- Fortalecer la oferta institucional para el monitoreo, evaluación, seguimiento y certificación en buenas prácticas agropecuarias (BPA) o Global GAP según el mercado que se focalice.
- Ofertar instrumentos financieros subsidiados y sostenibles para los pequeños y medianos productores.

- Desarrollar procesos de formalización, regularización y legalización de los predios rurales en manos de los productores.
- Mejorar la infraestructura productiva relacionada directa e indirectamente con los sistemas de producción, tales como distritos de riego, vías terciarias, invernaderos (ambientes protegidos), centro de comercialización y de transformación de productos, entre otros.
- Fortalecer procesos de participación ciudadana y de agremiación en todos los niveles.
- Crear espacios de análisis y discusión de las realidades, así como las formas de intervenirlas.
- Ofertar educación técnica, tecnológica y profesional a los habitantes rurales del país, así como la formación para el trabajo y el desarrollo humano, con acceso a tecnologías de información y comunicación.
- Mejorar las condiciones de calidad de vida de los productores por medio del desarrollo de proyectos de electrificación, agua potable, saneamiento hídrico, mejoramiento y nuevas viviendas, entre otros.

## Bibliografía

- Agrios N. 1997. Fitopatología. 4.<sup>a</sup> ed. México D.F.: Editorial Limusa.
- Agronet. c2013. Agromapas. [consultado 2014 septiembre].  
<http://www.agronet.gov.co/Paginas/Agromapas.aspx>.
- Agronet. 2014. Estadísticas. Precios y abastecimiento del sector agrpecuario.  
[consultado 2014 oct] <http://www.agronet.gov.co/Paginas/estadisticas.aspx>
- Arango J. 1998. Relación suelo-agua-planta. Medellín: Unalmed. Equipos para medir la humedad del suelo. p. 39-74.
- Arango J. 2002. Aspectos fundamentales de los sistemas de riego. Medellín: Unalmed.
- Arévalo E. 2012. Detección de la roya Puccia allii Rub. En: ICA-MADR. 2012 mayo. Bogotá; [consultado 2014 nov]  
[http://wwtablaw.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Epidemiologia-Agricola/Alertas/ALERTA\\_ROYA\\_CEBOLLA-\(1\).aspx](http://wwtablaw.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/Epidemiologia-Agricola/Alertas/ALERTA_ROYA_CEBOLLA-(1).aspx)
- Arias F. s. f. Minerales y rocas del entorno de las médulas. Pardollán Santoestevo; [consultado 2014 sep].  
[http://www.santoestevo.com/exposicion%20paco/exposicion%20paco/GUIA%20ODE%20LA%20CAJA%20DE%20MINERALES\\_AULA%20ARQUEOLOGICA.pdf](http://www.santoestevo.com/exposicion%20paco/exposicion%20paco/GUIA%20ODE%20LA%20CAJA%20DE%20MINERALES_AULA%20ARQUEOLOGICA.pdf)
- Asocebal. 2012. Reseña histórica. [consultado 2014 jul].  
<http://asocebal.blogspot.com.co/>.
- Ávila MC, Velandia J, López AA. 2000. Enfermedades y plagas de las hortalizas y su manejo. Bogotá: ICA.
- Barfield CS. 1989. El muestreo en el manejo integrado de plagas. En: : Andrews KL, Quesada JR, editores. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. pp. 145-162.
- Barrera LL. 2003. Fertilización de la cebolla larga en los alrededores del lago de tota en Boyacá. En: Jaramillo J, Pinzón H, Sánchez G, Robayo G, Osorio J. II Taller de Hortalizas Productividad. Mercadeo 2003. Mosquera: Corpoica. pp. 64-68.
- Basallote MJ, Centeno E, López CJ, Pérez A, Prados A. 1996. Etiología, epidemiología y control de las manchas foliares causadas por stemphyliumsp en el cultivo del ajo. INIA; [consultado 2014 ago].  
<http://www.inia.es/gcontrec/Proyectos/Resultados96/sc93-077.pdf>.
- Bealser Ibérica. s. f. Motoazadas Besana Genergy. [consultado 2014 jul].  
<http://www.bealseriberica.com/motoazadas.php>
- Bejo BV. 2011. Enfermedades y plagas importantes en Cebollas. Madrid: Bejo Zaden.

- Bolsa de Comercio de Rosario Córdoba. s. f. Etapas de la toma de muestra para análisis de suelo. BCR; [consultado 2014 sep]. <https://www.bcr.com.ar/Laboratorio%20Varios/Instructivo%20toma%20de%20muestras%20de%20suelo.pdf>.
- Botero MA. 2011. Clasificación de los costos. Gerencie; [consultado 2014 nov]. <http://www.gerencie.com/clasificacion-de-los-costos.html>.
- Cabezas M. 2001. Algunos aportes sobre el manejo integrado de babosas en cultivos hortícolas. En: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Hortalizas, plagas y enfermedades. Bogotá: Corpoica. pp. 30-35.
- Cantor F, Rodríguez D, Cure JR. 2008. Avances en el control de plagas del tomate bajo invernadero mediante el empleo de enemigos naturales. Ponencia presentada en: Simposio Actualidades en el Manejo Integrado de Plagas en Hortalizas y Aromáticas. Bogotá, Colombia.
- Casas D. 2014. Roya del ajo y las cebollas, *Puccinia allii* Rub. Ponencia presentada en: Jornada de actualización tecnológicas del cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Castellanos PA. 1999. Manejo integrado del cultivo de cebolla de rama *Allium fistulosum* L. para el departamento de Risaralda. Agronet; [consultado 2014 sep]. [http://agronet.gov.co/www/docs\\_si2/Manejo%20integrado%20de%20cultivo%20de%20cebolla%20de%20rama%20o%20larga.pdf](http://agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20integrado%20de%20cultivo%20de%20cebolla%20de%20rama%20o%20larga.pdf).
- Castro CM. 2010. Diseño de sistemas de drenaje agrícola: conceptos previos. Apuntes de drenaje agrícola. El Knol; [consultado 2014 sep]. <https://elknol.wordpress.com/article/disenio-de-sistemas-de-drenaje-agricola-1i29ptfum49sf-6/>.
- Cerón M, Moreno J, Arias P, Molina JA, Abaunza C, García H, Arguelles J, Sánchez G, Hío J, Rivera A, et al. 2012. Nuevos clones de cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.) tolerantes a enfermedades como una alternativa de manejo integral para la sostenibilidad del sistema de producción en el área de la jurisdicción de la laguna de Tota, departamento de Boyacá. Informe final. Bogotá: Corpoica-MADR.
- Collazos F, Ordoñez H, Mora L, Zapata T, Aguirre J, Díaz L. 1998. La cebolla de rama, su cosecha y poscosecha en la cadena agroindustrial. Armenia, Colombia: Editorial Grefas.
- Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución 4258 Por medio de la cual se declara en emergencia Fitosanitaria los municipios de Facatativá, Madrid, Mosquera y Tenjo del departamento de Cundinamarca; Copacabana y Giraldo (Antioquia), Puracé (Cauca), Carcací y los Santos (Santander), Chitagá, La

- Playa, El Carmen y Ocaña (Norte de Santander) e Ipiales (Nariño); por la presencia de la roya del ajo y las cebollas *Puccinia allii*, se establecen las medidas fitosanitarias tendientes a su vigilancia y manejo y se implementa el plan de acción. Bogotá: Diario Oficial, 30 de octubre de 2012; [consultado 2014 ago] [http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_ica\\_4258\\_2012.htm](http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_ica_4258_2012.htm).
- Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1984. Decreto 1594, Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Bogotá: Diario Oficial, 26 de junio de 1984.
- Departamento Nacional de Planeación. 2013. Guía metodológica para el seguimiento a la gestión del DNP. Bogotá: DNP.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2012c. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Conabio; [consultado 2014 sep]. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cynodon-dactylon/fichas/ficha.htm>.
- Córdoba O. 2006. Arvenses. En: Bernal JA, Diaz CA. Tecnologías para el cultivo del aguacate. Rionegro: Corpoica. pp. 107-118.
- Corporación Colombia Internacional. 2005. Plan hortícola nacional. Asohofrucol; [consultado 2014 jul] [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_28\\_PHN.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_28_PHN.pdf)
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2007. Acuerdo de competitividad de la cadena de hortalizas de Antioquia. Geocities; [consultado 2014 jul] [www.geocities.ws/hortalizasantioquia/ACR\\_CHA\\_DocumentoBase.doc](http://www.geocities.ws/hortalizasantioquia/ACR_CHA_DocumentoBase.doc).
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2012a. Informe técnico final. Indicadores de productividad de tres especies de hortalizas sembradas bajo condiciones protegidas. Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2012b. Ola invernal, estrategias para recuperar el sector agropecuario. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Colombia Humanitaria, Asohofrucol, Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola y Asoparcels. Redes Serofani.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2013. Sistema de toma de decisión para la selección de especies forrajeras. Bogotá: Corpoica.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2014. Encuestas de captura y diagnóstico modelo tecnológico cebolla de rama. Rionegro, Colombia: Corpoica.

- Cristancho M. 2003. Control biológico de enfermedades. En: Federación Nacional de Cafeteros. Las enfermedades del cafeto en Colombia. Chinchiná, Colombia: Cenicafé-Colciencias. p. 1-224
- Crozzoli R. 2002. Especies de nematodos fitosanitarios en Venezuela. INCI. 27(7):254-264.
- Cuesta PA, Mateus H, Barros J, Contreras A, Jiménez NC, Villaneda E, Rincón A, Vanegas MA, Rodríguez G, Carrero GA, et al. 2005. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de la región Caribe y valles intermedios. Bogotá: Corpoica.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2001. I Censo del Cultivo de Cebolla Larga 2001. DANE; [consultado 2014 ago]. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/Cebolla\\_Boyaca\\_Reg\\_Laguna\\_Tota.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/Cebolla_Boyaca_Reg_Laguna_Tota.pdf).
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2011. Resultados [Encuesta Nacional Agropecuaria](#). DANE; [consultado 2014 ago]. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/doc\\_anexos\\_ena\\_2011.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/doc_anexos_ena_2011.pdf).
- Fernández F, Santa N. 1964. Estudio general de los suelos del Oriente Antioqueño. Bogotá: IGAC.
- Flores I. 1986. Producción de hortalizas. Monterrey, México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Flórez R, Segura M, Ortiz JA. 2010. Brócoli (*Brasica oleracea* L. var. Italica). Producción y manejo poscosecha. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Flórez LE, González G, Pulido SP, Wyckhuys K, Escobar H, Salamanca C, Zamudio A, Jiménez J, Gil R, Fuentes LE, Niño N, Fuentes L, Bojacá C. 2012. Manual para el cultivo de hortalizas. Lechuga (*Lactuca sativa* L.). Bogotá: Produmedios.
- Fuentes Q. 2008. Controladores biológicos promisorios en el manejo integrado de plagas de hortalizas en la sabana de Bogotá. Ponencia presentada en: Simposio Actualidades en el Manejo Integrado de Plagas en Hortalizas y Aromáticas. Bogotá, Colombia.
- Fuentes Y. 1991. Características del riego por goteo. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Gabor BK. 1996. Onion Diseases: a practical guide for seedsmen, growers and agricultural advisors. Saticoy, Estados Unidos: Petoseed.
- García R. 2000. Manejo integrado de gusano cogollero y del pasador de los frutos de tomate. Asiava. (56):26-27.

- Gobernación de Antioquia. 2012. Plan de Desarrollo de Antioquia 2012-2015. Medellín: Gobernación de Antioquia.
- Gobernación de Antioquia, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2014. Anuario Estadístico del Sector Agropecuario en el Departamento de Antioquia 2013. [consultado 2014 jul]. [http://antioquia.gov.co/images/pdf/Anuario\\_2013.pdf](http://antioquia.gov.co/images/pdf/Anuario_2013.pdf).
- Gómez A, Rivera JH. 1995. Descripción de arvenses en plantaciones de café. Chinchiná, Colombia: Cenicafé.
- Gómez J, Anaya S, Sierra E. 1998. Propagación de la cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.) Libre del Nematodo *Ditylenchus dipsasi* (Kühn) Filipjev. A través del cultivo de meristemos. Palmira, Colombia: Litotámara.
- Gómez JE. 2003. Propagación de semilla de cebolla de rama libre de nematodo (*Ditylenchus dipsaci*) mediante la técnica de propagación *ex vitro*. Popayán, Colombia: Corpoica-Pronata.
- González H, Pérez W, Anaya ML, Restrepo C, Toro A. 2006. Resistencia al desgaste de cuchillas de arados rotativos en operación en suelos tropicales. *Scientia et Technica*. XIII(36):479-484.
- Hanelt P. 1990. Taxonomy, evolution and history. En: Rabinowitch HD, Brewster JL, editores. *Onions and allied crops*. Bocarraton, Estados Unidos: CRC press. p. 1-26.
- Hermelin M. 1992. Los suelos del oriente antioqueño un recurso no renovable. *Bull Inst Fr études andines*. [consultado 2014 sep] 21(1):25-36. [http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/21\(1\)/25.pdf](http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/21(1)/25.pdf)
- Hío JC. 2006. Las enfermedades más limitantes en la producción de cebolla de rama (*Allium fistulosum*) en Aquitania (Boyacá). En: Herrera CA, Sánchez GD, Peña V, compiladores. *Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania, Boyacá*. Mosquera, Colombia: Corpoica. p. 41-48.
- Howar R. 2005. Management of major greenhouse vegetable diseases. *Canadian Greenhouse Conference*; [consultado 2009 sep]. <http://www.canadiangreenhouseconference.com/talks/2005/2005-Tk-Howard.pdf>.
- Inostroza J, Méndez P. 2009. Preparación del suelo. En: Inostroza J. *Manual de papa para la Araucanía: Manejo y plantación*. Temuco, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. p. 29-58.
- Instituto Colombiano Agropecuario. 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. *Manual de Asistencia Técnica*. Bogotá: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario. s. f. Quiénes somos. ICA; [consultado 2014 ago]. <http://www.ica.gov.co/El-ICA.aspx>.

- Irrometer. s. f. Irrometer Tensiometers. [consultado 2014 sep] <http://www.irrometer.com/sensors.html>.
- Jaramillo JE. 2001. El manejo agronómico de cultivos como herramienta de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades tendientes a la producción limpia de hortaliza. En: Begon. Hortalizas: Plagas y enfermedades. Rionegro, Colombia: Corpoica-Socolen. p. 5-21.
- Jaramillo J, Rodríguez VP, Guzmán M, Zapata M, Rengifo T. 2007. Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Medellín, Colombia: Corpoica, FAO, MANA, Gobernación de Antioquia.
- Jaramillo JE, Ríos G. 2007. Estrategias de producción limpia de hortalizas. Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Jaramillo JE, Sánchez GD, Rodríguez VP, Aguilar PA, Gil LF, Hío JC, Pinzón LM, García MC, Quevedo D, Zapata MA, et al. 2012. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Bogotá, Colombia: Corpoica. Muestreo y niveles críticos. Bogotá, Colombia: Corpoica. p. 322-326.
- Jaramillo JE, Rodríguez VP, Aguilar PA. 2013. Nutrición. En: Jaramillo JE, Sánchez GD, Rodríguez VP, Aguilar PA, Gil LF, Hío JC, Pinzón LM, García MC, Quevedo D, Zapata MA, et al. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Bogotá, Colombia: Corpoica. p. 229-304.
- Kader A. 2007. Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas. Biología y tecnología postcosecha. Davis, Estados Unidos: Universidad de California. p. 45-56.
- Labrada R. 1996. Manejo de malezas en hortalizas. En Labrada R, Caseley JC, Parker C. Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal 120. Roma: FAO. p. 298-308.
- Langlais C, Ryckewaert P. 2008. Guía de cultivos protegidos de hortalizas en zona tropical húmeda. Montpellier, Francia: Editorial Cirad.
- Latif MA. 1998. Integrated foliar disease management for greenhouses in arid, hot climates. En: Moustafa AT, Al Moharnmadi A, Abou-Hadid A, Peacock JM. Protected agricultura in the arabian peninsula. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. [consultado 2009 oct]. <http://www.icarda.org/APRP/PDF/PAinAPippp.pdf>.
- Latorre B. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado. Santiago de Chile: FAO.
- Lee R, Escobar H. 2000. Manual de producción de lechuga lisa bajo invernadero. Chía, Colombia: Universidad Jorge Tadeo Lozano.

- León A. 1994. Fertilidad del suelo, diagnóstico y control. En: Silva F, editor. Fertilidad de suelos. Diagnóstico y control. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias del Suelo. p. 155-186.
- León P, Díaz L, Cea ME. 2004. Efecto del aporque en el rendimiento del cultivo del maíz. Rev Cie Téc Agr. 13(2):43-46.
- Llerena FA. s. f. Drenaje superficial en terrenos agrícolas. México: Sagarpa.
- Lobo M, Girard E. 1977. Algunos aspectos sobre el cultivo de cebolla de rama (*Allium fistulosum* L., plagas, enfermedades, control de malezas). En: Instituto Colombiano Agropecuario. Curso sobre hortalizas. Medellín: ICA. p. 41-54.
- Londoño ME. 2001. Las chizas y su manejo. En: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Hortalizas, plagas y enfermedades. Bogotá: Corpoica. p. 36-46.
- López V. 1977. Respuesta de la cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.) a la fertilización orgánica y fosfórica [tesis de maestría]. [Bogotá]: Universidad Nacional de Colombia.
- López-Ávila A. 1996. Insectos plagas del cultivo de la papa en Colombia y su manejo. En: Robayo G, compilador. Papas colombianas con el mejor entorno ambiental. Bogotá: Fedepapa. p. 146-154.
- López-Ávila A, Ávila C. 1996. Manejo fitosanitario del ajo y la cebolla. Bogotá: ICA.
- Lora R. 1994. Factores que afectan la disponibilidad de nutrimentos para las plantas. En: Silva F, editor. Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- Lucero AM, Peña LA, Cultid L, Bolaños MA. 2006. Manejo integrado de chizas en fincas de minifundio del departamento de Nariño (Colombia). Corpoica Cienc Tecnol Agropecu. 7(1):70-72.
- Marín ML, Aragón P, Gómez C. 2002. Análisis químico de suelos y aguas. Manual de Laboratorio. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Martínez M. 1993. El bulbo de ajo y sus limitaciones fitopatológicas como semilla en el país. Fonaiap Divulga. (44):17-18.
- Martínez P, Rodríguez DA, Borrero F. 1999. Manejo de plagas en hortalizas de clima frío. Bogotá: ICA.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012a. Anuario estadístico del sector agropecuario 2012. Resultados evaluaciones agropecuarias municipales. [consultado 2014 jul] [http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/Anuario\\_Estadistico2012.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/Anuario_Estadistico2012.pdf).

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corporación Colombiana Internacional. 2012b. Resultado encuesta de decisión de siembras y productividad. Bogotá: MADR-CCI.
- Ministerio de Medio Ambiente de Colombia. 2002. Programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de alta montaña colombiana. Bogotá: Minambiente.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2008. Arado de disco. Magrama; [consultado 2014 ago]. <http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/arado-discos.aspx>.
- Molina J, Cerón M. 2014. Manejo y producción de semilla sexual de cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.). Ponencia presentada en: Jornada de actualización tecnológica del cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Montenegro H, Malagón D. 1990. Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Moreno AA. s. f. Conceptos técnicos sobre coadyuvantes de uso agrícola. Bogotá: Coadyuvantes Acuasis - SYS technologies.
- Moya JA. 2009. Riego localizado y fertirrigación. 4.<sup>a</sup> ed. Madrid, España: Mundi-prensa.
- Osorio NW. s. f. Muestreo de suelos. Universidad Nacional de Colombia; [consultado 2014 sep]. <http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/muestreo.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2000. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. FAO; [consultado 2014 oct]. <http://www.fao.org/docrep/X4400S/x4400s12.htm>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2006. Calendario de cultivos. América Latina y el Caribe. Roma: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2012. Cantidad de producción de Cebolla, Chalotes, Verdes. Para Colombia. Faostat; [consultado 2014 jul]. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QC/S>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. s. f. Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible. Soluciones para la compactación del suelo. FAO; [consultado 2014 oct]. [http://www.fao.org/ag/ca/training\\_materials/cd27-spanish/sc/soil\\_compaction.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/sc/soil_compaction.pdf).

- Otero G. 1989. Utilización de medidas legales. En: Andrews KL, Quezada JR. Manejo de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro, editores. San Antonio de Oriente, Honduras: Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. pp. 261-266.
- Palacio J. 1999. Lecturas sobre economía campesina y desarrollo tecnológico. Bogotá: Corpoica.
- Parrado A, Ubaque H. 2004. Buenas prácticas agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Pedraza JM. 2006. Línea programática de buenas prácticas agrícolas y pecuarias para la cadena agroindustrial. Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas. Pereira, Colombia: SENA.
- Pérez JM. 2011. Manual para determinar la calidad del agua para riego agrícola. Veracruz, México: Universidad de Veracruz.
- Perkins. 2009. Información técnica de insumos biológicos. Parasitoides y depredadores, insecticidas botánicos, biofertilizantes. Palmira, Colombia: Perkins.
- Picolo R. 2007. Enfermedades micológicas y bacterianas del ajo (*Allium sativum*) Mendoza, Argentina: INTA.
- Pinzón H. 2004. La cebolla de rama (*Allium fistulosum*) y su cultivo. Bogotá: Produmedios.
- Pinzón H, Peña V, Parra M. 2006. Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania, Boyacá. Bogotá: Produmedios.
- Pinzón H. 2009. Los cultivos de cebolla y ajo en Colombia: estado del arte y perspectivas. Rev Colomb Cienc Hortíc. 3(1):45-55.
- Plantpro. s. f. Miner fly. [consultado 2014 ago]. [http://www.plantprotection.hu/modulok/angol/paprika/minerfly\\_pap.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/angol/paprika/minerfly_pap.htm).
- Portal PQS. c2014. Costos explícitos e implícitos: Qué son y cómo detectarlos; [consultado 2014 nov]. <http://pqs.pe/tu-negocio/costos-explicitos-e-implicitos-que-son-y-como-detectarlos>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2003. Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades. Pnuma; [consultado 2014 sep]. <http://www.pnuma.org/geociudades/PDFs/Manual%20GEO%20Ciudades.pdf>
- Redacción El Tiempo. 2011. Un departamento poderoso, con múltiples riquezas; rico en oro y otros minerales, que internacionaliza bienes con valor agregado; El Tiempo; [consultado 2014 ago]. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento-2013/DR-59919>.
- Reina CE, Cuenca JI, Ortega F. 1996. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la cebolla junca (*Allium fistulosum*) y el apio (*Apium graveolens*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana.

- Rivera JH. 2003. La labranza de los suelos en el trópico ¿necesidad o costumbre? Documento presentado en: Curso nacional "Hacia un nuevo enfoque de producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales en la empresa ganadera", trópico medio y bajo. Medellín, Colombia.
- Rodríguez R, Moreno V, Rodríguez M, Lastres G, Téllez M, Marisol C. 1994. IPM Tomate. Programa de manejo integrado en el cultivo de tomate bajo plástico en Almería. Andalucía: Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.
- Rojas G. s. f. Precios y producción campesina de alimentos. Univalle; [consultado 2014 nov 16]. [http://cms.univalle.edu.co/socioeconomia/media/ckfinder/files/Precios %20y %20produccion %20campesina %20de %20alimentos.pdf](http://cms.univalle.edu.co/socioeconomia/media/ckfinder/files/Precios%20y%20produccion%20campesina%20de%20alimentos.pdf).
- Ross EA, Hardy LA. 1997. Irrigation Guide. Chapter 9: Irrigation Water Mangement. United States Department of Agriculture. [consultado 2014 jul]. [file:///F:/2015/guia %20de %20riego %20USDA.pdf](file:///F:/2015/guia%20de%20riego%20USDA.pdf).
- Rucks L, García F, Kaplán A, Ponce de León J, Hill M. 2004. Propiedades físicas del suelo. Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia. 2011. Zonificación agropecuaria, piscícola, y forestal. Medellín: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia. 2012. Anuario estadístico del sector agropecuario en el departamento de Antioquia 2011. Medellín: Imprenta Departamental de Antioquia.
- Salazar LF, Hincapié E. 2011. Las arvenses y su manejo en los cafetales. En: Cenicafé. Sistemas de producción de café, las arvenses y su manejo en los cafetales. Chinchiná, Colombia: Cenicafé. p. 102-130.
- Sánchez GD, Moreno M. 2004. Manejo integrado de plagas de crucíferas y lechuga en la Sabana de Bogotá. Bogotá: Corpoica.
- Sánchez C. 1999. Drenaje de suelos agrícolas. En: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Curso de manejo del algodón. Montería, Colombia: Corpoica, Conalgodón, Fondo de Fomento Algodonero. p. 73-82.
- Sánchez G, Pinzón H. 2013. Recomendaciones tecnológicas para cebolla de rama. Agrotech de Colombia; [consultado 2014 agosto]. <http://www.cebollalarga.com/planeaci-n>.
- Sánchez GD, Pinzón H, Hío JC, Herrera CA, Martínez EP, Quevedo DH, Murcia GA, Pedraza RA, Martínez P, Ortiz LS, et al. 2012. Manual de la cebolla de rama. Bogotá: Corpoica.

- Sandoval B. 2004. Manual técnico. Manejo integrado de enfermedades en cultivos hidropónicos. Universidad de Talca, Chile; [consultado 2014 oct] <http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/2931/1/Sandoval.pdf>.
- Santana GE, Córdoba O, Jaramillo JE, Díaz C. 2005. Identificación de arvenses (malezas) en el cultivo de hortalizas de clima frío moderado. Boletín divulgativo 5. Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Sapir E, Sneh M. 2005. Riego por aspersión. 2.<sup>a</sup> ed. Israel: Mashav, Cinadco.
- Schwartz F. 1995. Downy mildew. En: Schwartz HF, Mohan SK, editores. Compendium of onion and garlic diseases. Minnesota: APS Press. pp. 442-444.
- Seidl A. s. f. Land evaluation and site assessment. Boulder: Department of Agricultural and Resource Economics, Colorado State University.
- Sganzerla E. 1987. Nova agricultura. A fascinante arte de cultivar com os plásticos. Porto Alegre, Brasil: Petroquímica Triunfo.
- Shany M. 2007. Técnicas de producción bajo cobertura. Israel: Cinadco.
- Silva JG, Trochez AL, Sánchez MY, García E, Gómez CA. 2002. Procedimientos técnicos para el manejo integrado de plagas en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.). Palmira, Colombia: Corpoica.
- Sneh M. 2006. El riego por goteo. Israel: Mashav, Cinadco.
- Talleres Hijos de José Luis Ruiz. s. f. Arado de discos galucho D-H 55-150 CV. [consultado 2014 ago]. <http://tiendatractoresburgos.com/2012/11/05/arado-de-discos-galucho-d-h-55-150-cv/>.
- Tamayo PJ. 1994. Integración de métodos de control de las enfermedades de las plantas. Guía ilustrada. Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Tamayo PJ, Castaño M, Arroyave JA, Olaya C. 2005. Virus en cultivos de tomate, pimentón, zucchini, apio, ajo, cebolla de rama y de bulbo. Ascolfi Informa. 31(5):16-20.
- Tamayo PJ, Londoño ME. 2001. Manejo integrado de enfermedades y plagas del fríjol: manual de campo para su reconocimiento y control. Rionegro, Colombia: Corpoica.
- Terán CA. 2006. El Riego en el cultivo de la cebolla de rama (*Allium fistulosum*). Corpoica; [consultado 2014 sep] <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/45037/45037.pdf>.
- Tovar E. 1996. En empaques, Colombia sigue llevando del bulto. El Tiempo. [consultado 2014 oct]. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-341075>.
- Universidad de la Republica Uruguay. s. f. Drenajes. Fagro; [consultado 2014 sep]. <http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/Drenaje.pdf>.

- Urbán G. 2013. Patrones de drenaje. Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Uvalle J. 1985. Guía para recolectar muestras de suelo. Ciudad Obregón, México: SARN-INIA.
- Varela N. 2006. Cosecha y poscosecha de cebolla de rama (*Allium fistulosum*). En: Herrera CA, Sánchez GD, Peña V, compiladores. Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania, Boyacá. Mosquera: Corpoica. p. 49-55.
- Vélez L, Ríos A, García A. 2014. Manual técnico para las buenas prácticas de cosecha y poscosecha de frutas y hortalizas. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia.
- Vélez R. 1997. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Villegas NP, Gaigl A, Vallejo LF. 2006. Reconocimiento de especies del complejo chisa (Coleoptera: Melolonthidae) asociadas al cultivo de cebolla y pasto kikuyo del departamento de Risaralda. Agranomía. 14(1):51-63.
- Wikipedia. c2014. Área metropolitana del Valle de Aburrá. [consultado 2014 jul]. [https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea\\_metropolitana\\_del\\_Valle\\_de\\_Aburr%C3%A1](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea_metropolitana_del_Valle_de_Aburr%C3%A1).
- Wikipedia. c2016. Management by objectives. [consultado 2014 jul]. [https://en.wikipedia.org/wiki/Management\\_by\\_objectives](https://en.wikipedia.org/wiki/Management_by_objectives).
- Wills R, Lee T, Mcglasson, W, Hall E, Graham D. 1984. Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección. Zaragoza, España: Acribia.
- Wittwer SH, Castilla N. 1995. Protected cultivation of horticultural crops worldwide. Horttechnology. 5(1):6-23.
- Zapata J. 2014a. Enfermedades que atacan el cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia. Ponencia presentada en: Jornada de actualización tecnológica del cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia. Medellín, Colombia
- Zapata J. 2014b. Generalidades del cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia. Ponencia presentada en: Jornada de actualización tecnológica del cultivo de cebolla de rama en el departamento de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Zeidan O. 2005. Tomato production under protected conditions. Israel: Mashav, Cinadco.
- Zúñiga H. 2010. La pendiente compleja, atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

