

# Manual de la cebolla de rama

25922  
2 cop



25922  
2 COP

6076

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA 26 OCT. 2012



# *Manual de la cebolla de rama*

Germán David Sánchez León  
Hernán Pinzón Ramírez  
Juan Clímaco Hío  
Carlos Alberto Herrera Heredia  
Erika Patricia Martínez Lemus  
Daniel Humberto Quevedo Garzón  
Gilberto Alonso Murcia Contreras  
Rafael Antonio Pedraza Rute  
Patricia Martínez Nieto  
Luz Stella Ortiz Piñeros  
Carlos Eduardo Montaña  
Yhovana Valderrama Navas  
Luz Mireya Pinzón Perdomo  
Jeisson Rodríguez Valenzuela

Bogotá, D.C., Colombia, agosto de 2012

Sánchez León, Germán David; Pinzón Ramírez, Hernán; Clímaco Hío, Juan; Herrera Heredia, Carlos Alberto; Martínez Lemus, Erika Patricia; Quevedo Garzón, Daniel Humberto; Murcia Contreras, Gilberto Alonso; Pedraza Rute, Rafael Antonio; Martínez Nieto, Patricia; Ortiz Piñeros, Luz Stella; Montaña, Carlos Eduardo Valderrama Navas, Yhovana; Pinzón Perdomo, Luz Mireya; Rodríguez Valenzuela, Jeisson / Manual de la cebolla de rama. Bogotá (Cundinamarca): CORPOICA, 2012. 131 p.

Palabras clave: **CEBOLLA JAPONESA, ALLIUM FISTULOSUM, CULTIVO, LABRANZA DE CONSERVACIÓN, COMPOST, GESTIÓN DE LUCHA INTEGRADA, COSECHA, ALMACENAMIENTO, PRÁCTICAS AGRÍCOLAS; COSTOS DE PRODUCCIÓN, AQUITANIA-BOYACA-COLOMBIA, LAGO DE TOTA—BOYACA-COLOMBIA**



Línea de atención al cliente: 018000121515  
atencionalcliente@corpoica.org.co  
www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-116-5

CA: 1570

CUI: 1394

Primera edición: Octubre de 2012

Tiraje: 1000 Ejemplares

Edición y corrección de estilo: Donaldo Alonso Donado Viloria / [www.redactores.org](http://www.redactores.org)

Coordinador general: Germán David Sánchez León

Fotografías: CORPOICA, ASOPARCELA, Patricia Martínez

Diseño: Javier Nieto

Impreso en Colombia

Printed in Colombia

Octubre de 2012

Cita:

Sánchez León, G.D. *et al.* (2012). *Manual de cebolla de rama*. Mosquera, Cundinamarca: Corpoica - Produmedios. 132 p.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA - BAC	
Compra <input type="checkbox"/>	Donación <input type="checkbox"/>
Canje <input type="checkbox"/>	Deposito <input type="checkbox"/>
Procedencia:	
Fecha: 6 OCT. 2012 Costo	

# Contenido

Prólogo .....	7
<b>Capítulo 1. Historia e importancia económica</b> .....	9
1. Historia .....	9
1.1. Usos .....	10
2. Importancia económica .....	11
2.1. Área y producción .....	11
2.2. Zona aledaña al lago de Tota .....	13
3. Bibliografía .....	14
<b>Capítulo 2. Clasificación y descripción botánica</b> .....	15
1. Clasificación taxonómica .....	15
2. Descripción botánica .....	15
2.1. Raíz .....	16
2.2. Tallo o disco .....	17
2.3. Seudotallo .....	18
2.4. Hojas .....	18
2.5. Inflorescencia .....	18
2.6. Semillas .....	19
3. Agroecología .....	19
4. Bibliografía .....	20
<b>Capítulo 3. Manejo agronómico de la cebolla de rama en el lago de Tota</b> .....	21
1. Selección y preparación del lote .....	21
2. Selección de la semilla de cebolla de rama .....	23
2.1. Reproducción asexual .....	23
2.2. Reproducción sexual .....	24
3. Siembra .....	25
4. Establecimiento de cultivo .....	26
5. Bibliografía .....	28
<b>Capítulo 4. Labranza de conservación en el cultivo de cebolla de rama</b> .....	29
1. Introducción .....	29
2. Principales causas de degradación de los suelos .....	30
3. Labranza .....	30
3.1. Factores determinantes para la aplicación de un sistema de labranza .....	31
4. Los abonos verdes .....	33
4.1. Principales funciones y ventajas de los abonos verdes y las coberturas vegetales .....	33
5. Maquinaria para la labranza .....	34
5.1. Desbrozadora .....	34

5.2. Rolo cuchilla .....	35
5.3. Arado de cincel rígido .....	35
5.4. Arado de cincel vibratorio .....	36
5.5. Rastras de discos .....	36
6. Resultados preliminares con el uso de un sistema de labranza conservacionista .....	37
7. Bibliografía .....	39
<b>Capítulo 5. Manejo de la nutrición en el cultivo de cebolla de rama (<i>Allium fistulosum</i> L.)</b> .....	40
1. Introducción .....	40
2. Análisis de suelo .....	40
3. Análisis de tejido vegetal (foliar) .....	42
4. Niveles de extracción de nutrientes .....	43
5. Conclusiones .....	45
6. Bibliografía .....	46
<b>Capítulo 6. El compostaje como alternativa al manejo de residuos producidos por el cultivo de cebolla de rama</b> .....	47
1. Introducción .....	47
2. Fundamento teórico .....	49
3. Materiales y equipos .....	54
4. Procedimiento .....	55
4.1. Análisis fisicoquímico a los residuos que se van a utilizar en el proceso de compostaje .....	55
4.2. Activadores biológicos del proceso de compostaje .....	56
4.3. Montaje de pilas .....	56
4.4. Monitoreo y volteos de las pilas .....	56
4.5. Evaluación de las pilas .....	57
5. Análisis de resultados .....	57
5.1. Análisis fisicoquímico de los residuos que se van a utilizar en el proceso de compostaje .....	57
5.2. Monitoreo y volteos de las pilas .....	59
5.3. Evaluación de las pilas .....	60
6. Recomendaciones .....	62
7. Bibliografía .....	62
<b>Capítulo 7. Enfermedades de impacto económico en la cebolla de rama (<i>Allium fistulosum</i> L.) en Colombia</b> .....	66
1. Enfermedades foliares de la cebolla de rama .....	66
1.1. Quema foliar Tizón de la hoja <i>Stemphylium vesicarium</i> .....	66
1.2. Secamiento de las puntas <i>Heterosporium allii</i> .....	68
1.3. Mancha blanca foliar <i>Cladosporium allii</i> .....	69
1.4. Mancha púrpura de la hoja <i>Alternaria porri</i> (Ellis) Cif. ....	71
1.5. Pudrición blanca <i>Sclerotium cepivorum</i> Berk .....	72
2. Enfermedades radiculares de la cebolla de rama .....	74

2.1. Pudrición radicular, de tallo y bulbos <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kuhn) Filipjev .....	74
2.2. Podredumbre blanda bacteriana <i>Burkholderia cepacia</i> .....	76
2.3. Podredumbre del cuello de la cebolla <i>Botrytis alli</i> .....	78
2.4. Podredumbre basal <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cepae</i> (Hans.) y <i>Fusarium proliferatum</i> .....	80
3. Bibliografía .....	81
<b>Capítulo 8. Manejo integrado de plagas en cebolla de rama</b> .....	83
1. Introducción .....	83
2. Manejo integrado de plagas en cebolla de rama .....	84
2.1. Babosas .....	84
2.2. Trozadores y tierreros .....	86
2.3. Chisas .....	88
3. Bibliografía .....	90
<b>Capítulo 9. Cosecha y postcosecha</b> .....	92
1. Cosecha .....	92
2. Postcosecha .....	93
2.1. Oreo .....	93
2.2. Empaque .....	93
2.3. Almacenamiento .....	99
2.4. Transporte .....	99
3. Bibliografía .....	99
<b>Capítulo 10. Productores de cebolla larga implementan BPA</b> .....	101
1. Conservación del medio ambiente .....	102
1.1. Manejo de envases vacíos de productos fitosanitarios .....	102
1.2. Manejo de otros residuos peligrosos: sobrantes de mezcla y aguas servidas .....	104
1.3. Manejo de residuos orgánicos e inorgánicos .....	105
1.4. Eliminación del uso de gallinaza cruda .....	105
1.5. Rotación y asociación de cultivos, e incorporación de abonos verdes .....	106
1.6. Protección de zonas de reserva y respeto de la ronda del lago .....	107
1.7. Reforestación con especies nativas y establecimiento de cercas vivas .....	108
1.8 Manejo racional del recurso hídrico .....	108
2. Salud, seguridad y bienestar de los trabajadores .....	109
2.1. Uso del Equipo de Protección Personal, EPP .....	109
2.2. Infraestructura en la finca .....	110
2.3. Aplicación de una política de salud y seguridad .....	110
2.4 Capacitaciones permanentes .....	111
2.5. Potabilidad del agua para consumo .....	112
3. Producción de un alimento inocuo .....	112
3.1. Registros y trazabilidad .....	112
3.2. Respeto de los plazos de seguridad .....	113

3.3. Aplicación de una política de higiene y de las BPH .....	113
3.4. Análisis de laboratorio .....	114
4. Dificultades en la implementación de las BPA .....	114
<b>Capítulo 11.</b> Costos de producción para la siembra y el sostenimiento de una hectárea de cebolla de rama .....	116
1. Análisis de costos de producción, siembra y mantenimiento .....	116
1.1. Mano de obra .....	116
1.2. Insumos .....	117
1.3. Servicios .....	118
2. Resultados económicos del cultivo de cebolla de rama en Aquitania, Boyacá .....	120
2.1. Rendimientos por hectárea de un cultivo de cebolla de rama .....	120
2.2. Costos de producción por hectárea .....	121
3. Bibliografía .....	122
<b>Capítulo 12.</b> Componente socioempresarial y asociativo.	
Visión integrada del sistema: un nuevo modelo de innovación social y tecnológica .....	123
1. Introducción .....	123
2. Antecedentes del modelo .....	123
3. Componentes del modelo VIS, descripción e interacción .....	124
3.1. Componente Seras .....	125
3.2. Componente MIC .....	125
3.3. Componente de las BPA .....	126
4. Algunos logros del Modelo VIS .....	127
5. Proyecciones que se esperan del modelo VIS .....	128
Anexo 1. Resumen de programación del Modelo VIS .....	128
6. Bibliografía .....	131

# Prólogo

Entre las hortalizas que se cultivan en Colombia sobresale la cebolla de rama por su área sembrada, producción, rendimiento, valor de la producción y consumo per cápita. Adicionalmente, es un ingrediente muy importante dentro de la gastronomía colombiana.

La principal zona de producción de cebolla de rama en el país es el área aledaña al lago de Tota en Boyacá, donde el cultivo es la principal fuente de ingresos y de empleo de la región. Es un cultivo al que difícilmente se le encuentra otra especie que lo reemplace, ya que tiene un ciclo de producción corto, buen rendimiento y presenta buenos precios la mayor parte del año. Sin embargo, su principal problema sanitario es la pudrición de la cebolla, causada por un nematodo y una bacteria, los cuales, si no se manejan adecuadamente, representan una seria amenaza a la permanencia del cultivo, como ya ha sucedido en otras regiones del país.

Después de varias investigaciones, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, desarrolló una estrategia para el manejo de la pudrición de la cebolla denominada Redes SEROFANI, que se ha implementado con éxito por los productores miembros de ASOPARCELA. Así mismo, los agricultores están aplicando buenas prácticas agrícolas, BPA, en sus predios comerciales y han logrado demostrar a sus vecinos que el cultivo de la cebolla de rama con ellas no solo es necesario socialmente, sino que también puede ser sostenible desde el punto de vista económico y ambiental, con lo cual se puede producir y ofrecer productos sanos a los consumidores. Aunque persiste la dificultad de la comercialización de productos limpios.

Desde hace seis años, algunos de los agricultores de la región, con el apoyo de varias instituciones, constituyeron la Asociación de productores de cebolla de rama limpia y otras hortalizas del municipio de Aquitania, ASOPARCELA, la cual cuenta actualmente con 50 productores asociados. Esta organización fue consciente, desde un principio, de la necesidad de realizar una producción limpia, y es por eso que han participado en el diagnóstico del cultivo en la región, en las investigaciones para desarrollar la estrategia de manejo de la pudrición, están implementando BPA en sus cultivos, montaron una planta de postcosecha, desarrollaron diferentes tipos de productos a partir de la cebolla de rama y, además, están buscando mercado para sus productos limpios.

A todos sus asociados les expresamos nuestros agradecimientos por toda la colaboración prestada para el desarrollo de las investigaciones así como por la información suministradas para la realización de este manual.

Este ejemplo debe ser asimilado por todos los actores de la cadena de producción, con el fin de acompañar a los productores de esta región y de otras zonas del país. Por otra parte, como consumidores resulta clave la difusión de las bondades de los alimentos inocuos producidos por agricultores que

implementan las BPA en sus fincas, tanto en cultivos de cebolla de rama como en otras hortalizas, frutas y tubérculos.

Para CORPOICA es muy grato presentar a los productores de cebolla de rama este manual, el cual recoge un enfoque integral sobre el manejo de un problema sanitario. La aproximación a su manejo ha tenido en cuenta la visión integral del sistema de producción y la búsqueda de soluciones sostenibles para que los productores, comunidades y territorios se apropien y gestionen su propia tecnología para producir alimentos sanos y competitivos.

Con este manual intentamos proporcionar a los productores herramientas para que puedan manejar adecuadamente sus cultivos, a la vez, dotar a los asistentes técnicos con bases técnicas para el direccionamiento adecuado del sistema de producción de la cebolla de rama, y lo más importante, entregar a los consumidores evidencias que les permitan cerciorarse de la validez de los esfuerzos que vienen adelantando los productores para ofrecer un producto inocuo.

**Diego Aristizábal Quintero**

Director del Centro de Investigaciones Tibaitatá  
CORPOICA

# Capítulo 1.

## Historia e importancia económica

Germán David Sánchez León<sup>1</sup>

Hernán Pinzón Ramírez<sup>2</sup>

### 1. Historia

La cebolla de rama fue el principal cultivo de *Allium* en China y Japón, en donde se ha cultivado durante más de 2.000 años y allí sigue teniendo una gran importancia. Probablemente se originó en el Noroeste de China (Jones y Mann, 1963). La especie silvestre más relacionada es *Allium altaicum*, común en Liberia y Mongolia (Inden y Asahira, 1990). A Colombia fue introducida por los españoles, a principios de la Colonia, en tiempos del Virrey Lebrón. Se siembra especialmente en Asia, siendo China, Corea, Japón y Taiwán los principales países productores. En América Latina, Colombia es el principal productor, en donde se conoce con los nombres de cebolla de rama, cebolla junca, cebolla de tallo, cebolla de hoja, cebolla larga y cebolla verde; en Venezuela, cebollín; en Argentina, cebolla de verdeo; en Paraguay, cebollita; en Perú, cebolla china; en el mundo es más conocida como cebolla de manojo japonesa (*Japanese Bunching Onion*), cebolla de gales (*Welsh Onion*), cebolla de primera (*Scallions*), cebolla verde, cebolla de tallo, cebolla de hojas, cebollón y cebolleta.

En cuanto al inicio de la producción de la cebolla en los alrededores del lago de Tota, cuenta la historia que hacia finales de la década de los años veinte se abrió una carretera que llegaba al sitio llamado el Alto del Crucero, la cual empató con una carretera que partía de Sogamoso. A partir de ese momento, Aquitania, llamada antiguamente *Pueblo viejo*, tuvo mercado asegurado para sus productos de clima frío, tales como papa, habas y cereales (trigo y cebada, de gran importancia por ese tiempo), y en menor proporción, nabo, hibia y papa criolla (Raymond, 1990). Igualmente, Arjona (1976) considera que en los años sesenta los cultivos que prosperaban eran el trigo, la cebada, la papa y las habas, y en muy pequeñas extensiones, los cubios y las hibas.

Posiblemente, el desarrollo de las enfermedades y plagas severas como el gusano blanco de la papa y la cebada, y la sensibilidad de estos productos a las frecuentes heladas en el centro del municipio, obligaron a los agricultores a buscar un cultivo comercial nuevo. En realidad, ya tenían, sin saberlo, la llave de una futura prosperidad en sus huertas. Aunque en Aquitania ya la cebolla se conocía y se sembraba en pequeñas huertas, se afirma que don Juvenal Rosas fue quien primero comenzó a sembrarla para la venta, a comienzos de la década de los años sesenta. La cebolla de rama, como cultivo comercial de gran éxito, encontró condiciones favorables especiales para su adaptación y próspero desarrollo gracias al microclima que le proporciona el lago de Tota: temperatura, humedad relativa, disponibilidad de agua para riego y

1 Ingeniero Agrónomo. Investigador CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, gsanchez@corpoica.org.co

2 Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Asesor hortícola, Bogotá, hpinzonra@yahoo.com

suelos orgánicos de los terrenos adyacentes. A lo anterior se agrega que su rentabilidad es excelente: a partir de una primera siembra se obtienen varios cortes o cosechas al año. Por último, la importancia social: la gran mayoría de las personas de la región, de una forma u otra, están vinculadas directa o indirectamente al proceso de producción de la cebolla y, por tanto, son beneficiarias. Hoy todo está invadido de cebolla, “ya no hay espacio ni para un alfiler”. “En estas condiciones, el cultivo se vuelve monotonía. El municipio solo vibra al unísono de las cotizaciones del precio de la cebolla en Corabastos y de los brotes de amarillera” (Raymond, 1990).

### 1.1. Usos

La utilización tradicional de esta cebolla es como condimento para las comidas. El olor y sabor picante es producido por sus típicos compuestos azufrados. La mayor parte del azufre se encuentra en forma de aminoácidos no proteicos, que incluyen los precursores de los compuestos volátiles de aroma y sabor. Cuando se daña el tejido fresco de la cebolla, estos precursores reaccionan bajo el control de la enzima allinasa, liberando ácidos sulfénicos, más amoníaco y piruvato. La enzima está confinada en las vacuolas celulares, mientras que los precursores del aroma y el sabor lo están en el citoplasma, probablemente en el interior de las pequeñas vesículas que se asocian con su presencia en la célula. De aquí que la enzima tenga acceso como señales para localizarlos, como sucede en la germinación de los esclerocios e invasión de las raíces a los precursores, solo cuando se rompe el tejido. Una vez liberados los ácidos sulfénicos experimentan una reordenación espontánea e interrelacionan produciendo una amplia gama de productos volátiles de fuerte olor.

Los precursores del aroma y el sabor originan muchos compuestos con fuertes efectos fisiológicos sobre otros organismos y es probable que sean importantes en la defensa química, tanto por disuadir a animales fitófagos, como por ser tóxicos para hongos y bacterias invasoras. Se ha identificado, de forma provisional, a la allicina como funguicida o fungistática ante una serie de hongos fitopatógenos. Las principales plagas y enfermedades de las cebollas tienden a estar muy adaptadas a sus hospederos y a emplear sus compuestos volátiles característicos como señales para localizarlos, como sucede en la germinación de los esclerocios e invasión de las raíces por el hongo de la pudrición blanca, *Sclerotium cepivorum*.

Numerosas pruebas realizadas con extractos de cebollas han demostrado que inhiben la agregación de las plaquetas de la sangre humana que forman los coágulos, los cuales poseen la capacidad de bloquear las arterias. Las evidencias experimentales indican que es beneficioso comer cebollas o sus extractos en los tratamientos de la diabetes, el cáncer y el asma.

A partir de las cebollas se elabora una serie de productos manufacturados para su uso culinario; su aroma y sabor son generalmente menores que los de una cantidad equivalente de productos frescos. Los aceites concentrados pueden emplearse para conferir el aroma y sabor de las cebollas a alimentos procesados, sin las dificultades del manejo de grandes cantidades de producto fresco. La cebolla de rama es ideal para deshidratarla, porque tiene un elevado porcentaje de materia seca.

Estos valores se comparan ventajosos con la cebolla de bulbo, a la cual excede tanto en fibra como en minerales, especialmente calcio y hierro (Tabla 1.1). Las hojas, por otra parte, presentan altos contenidos de vitaminas A, B y C, superiores a otras especies hortícolas que se consumen por la hoja (Inden y Asahira, 1990).

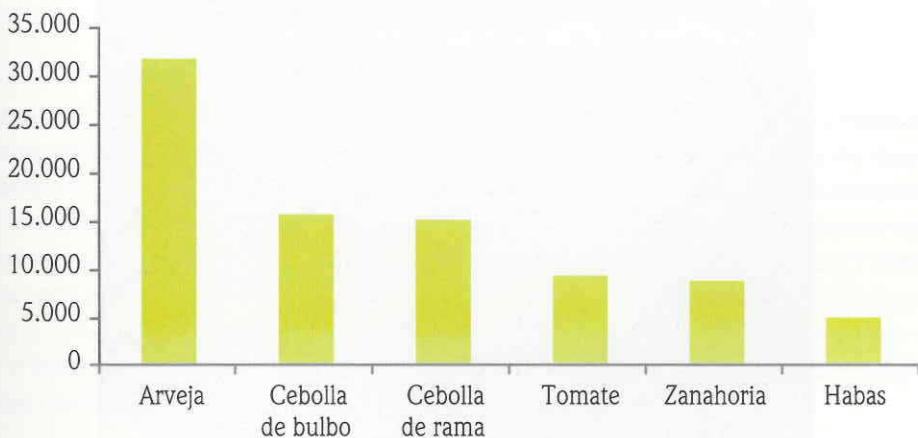
**Tabla 1.1** Contenido nutricional de las cebollas de rama y bulbo

	Agua	Energía	Proteína	Grasa	Carbohidrato	Fibra
	%	Kcal	G	g	g	g
C. rama	92	25	1,7	0,1	5,6	0,8
C. bulbo	91	34	1,2	0,3	7,3	0,4
	Mg	Ca	P	Fe	Na	K
C. rama		60	33	1,9	4	2,57
C. bulbo	25	35	29	0,4	2,0	155

## 2. Importancia económica

### 2.1. Área y producción

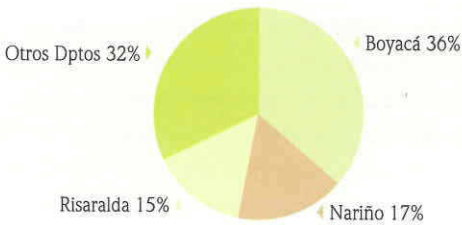
Según la Encuesta Nacional Agropecuaria del DANE de 2011, las principales hortalizas que se sembraron en 2011 en Colombia fueron: arveja (31.155 ha), cebolla de bulbo (14.787 ha), cebolla de rama (14.240 ha), tomate (8.383 ha), zanahoria (7.855 ha) y habas (4.038 ha) (Figura 1.1). La mayor producción para el mismo año fue de cebolla de rama (336.067 t), tomate (259.104 t), cebolla de bulbo (171.365 t) y zanahoria (130.937 t). Los mayores rendimientos se obtienen en tomate (37,3 t/ha), cebolla de rama (25,12 t/ha) y zanahoria (24,2 t/ha).



Fuente: DANE – ENA, 2011.

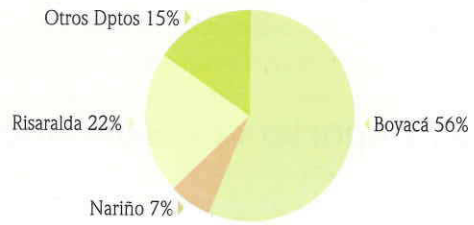
**Figura 1.1.** Área sembrada en las principales hortalizas en 2011 en Colombia.

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria del DANE de 2011, en ese año en Colombia se cosecharon 14.240 hectáreas de cebolla de rama. El departamento con mayor área de producción es Boyacá, con 5.164 ha, que corresponden al 36,3% del área que se siembra en el país. Le siguen, en orden de importancia, Nariño con 2.381 ha y Risaralda con 2.118 ha (Figura 1.2). El departamento con mayor producción es Boyacá con 189.165 toneladas, mientras que Risaralda produjo 73.208 t, Nariño 22.115 t y los demás departamentos, 51.567 t. Las zonas de producción están bien definidas, como el caso de la zona aledaña al lago de Tota, en los municipios de Aquitania, Cuítiva, Tota y Sogamoso, en Boyacá; Pasto, Potosí y la laguna de La Cocha, en Nariño; los corregimientos de La Florida y La Bella, de Pereira, en Risaralda; páramo de Berlín, en Santander; San Cristóbal, en Antioquia; Tenerife, en el Valle del Cauca; Silvia, en Cauca; Cajamarca, en Tolima, Villa María y Manizales, en Caldas, y Garzón, Algeciras y Gigante, en el Huila.



Fuente: DANE – ENA, 2011.

Figura 1.2. Participación por departamento en el área cosechada en cebolla de rama. 2011.



Fuente: DANE – ENA, 2011.

Figura 1.3. Participación por departamento en la producción de cebolla de rama. 2011.



Figura 1.4. Panorámica de la producción de cebolla de rama en Nariño.

## 2.2. Zona aledaña al lago de Tota

La producción de cebolla de rama del departamento de Boyacá es la que se obtiene en la zona aledaña al lago de Tota, repartida entre los municipios de Aquitania (93,78%), Cuítiva (4,48%) y Tota (1,74%).

El área de jurisdicción de la cuenca del lago de Tota (con una superficie de 201 km<sup>2</sup>, de los cuales 55 km<sup>2</sup> cubren el espejo de agua del lago) abarca la zona rural y urbana del municipio de Aquitania y algunas veredas de los municipios de Cuítiva, Tota y Sogamoso, cuyas cabeceras municipales se localizan por fuera de la cuenca. La participación de los municipios en el área de la cuenca es mayoritaria en Aquitania con 108 km<sup>2</sup>, seguida por Tota con 25 km<sup>2</sup> y finalmente Cuítiva con 7,4 km<sup>2</sup>.

La subdivisión de la zona productora de cebolla en pequeños microfundios para la explotación intensiva de la cebolla, que según el DANE de 2001 el 4,57% corresponden a predios menores de 500 m<sup>2</sup>, de los cuales el 18,38% son inferiores a 250 m<sup>2</sup>, típico de una fragmentación espacial de la tierra, donde predominan pequeños productores con una capacidad de inversión limitada; el 51,82% corresponde al grueso de los predios típicos del microfundio; entre tanto, el 13,61% son predios superiores a 5.000 m<sup>2</sup>.



Figura 1.5. Producción de cebolla de rama en la región del lago de Tota.

En esta zona la cebolla de rama es un monocultivo. Esta situación debe hacer pensar que una región que dedique todos sus recursos a un monocultivo, por exitoso que aparentemente sea, tiene grandes riesgos. La cebolla de rama, como eje principal del sistema de producción en Aquitania, tiene grandes debilidades que se originan mayoritariamente en su sistema de propagación asexual. Se conoce que los órganos vegetativos utilizados como semillas (gajos de cebolla de rama, tubérculos de papa, estacas de yuca y dientes de ajo, entre otros) pueden ser portadores sistemáticos de microorganismos y organismos patógenos como hongos, bacterias, virus y nemátodos. En el caso de Aquitania, esta situación se magnifica con el hecho de que la fuente de todo el material utilizado como semilla es de la propia región y no se utiliza el refrescamiento continuo con semilla sana de otras regiones.

El problema de los materiales de siembra fue reconocido por el ICA en la década de los años ochenta y desde el Centro de Investigaciones de Tibaitatá (Mosquera, Cundinamarca) realizó trabajos de investigación consis-

tentes en evaluar, directamente en Aquitania, clones del banco de germoplasma, labor que tuvo continuidad en Corpoica a partir de su creación en 1993. Esta entidad, contando con fuentes de financiamiento propio y de otros entes como el Ministerio de Agricultura, Asohofrucol, Colciencias, Corpoboyacá y la Alcaldía, entre otros, amplió y desarrolló el portafolio de proyectos para esta región con otros temas de investigación complementarios e importantes, que se han venido trabajando con la comunidad de productores, como el reconocimiento, identificación y manejo de enfermedades, el protocolo de producción *in vitro*, fertilización, Buenas Prácticas Agrícolas, comercialización y capacitación y organización de los productores.

Lo anterior muestra que ha habido interés por parte del Estado en atender la problemática de Aquitania, si bien no con toda la intensidad requerida. A pesar de los conocimientos obtenidos y divulgados por los investigadores en los últimos años, se puede presentar una crisis en el cultivo de cebolla de rama, por tanto es necesario hacer un análisis del camino recorrido, de las experiencias obtenidas y de lo que falta, con la finalidad de realizar un oportuno replanteamiento de prioridades, que cuenten esta vez con una participación mucho más activa por parte de los productores, así como los diferentes actores de la cadena de producción y consumo que convergen en la región.

### 3. Bibliografía

- ARJONA D., H. Producción de cebolla en rama (*Allium fistulosum*) en el área de influencia del lago de Tota – Boyacá, 1ª parte. En: Revista Agrícola Esso. 23 (2) 1976. Pp. 8-9.
- DANE. Primer censo del cultivo de la cebolla larga. Bogotá, Colombia. 2001. 24 p.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE - ENA. Resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria, ENA. Bogotá (Colombia). 2011. 181 p.
- INDEN, H. & ASAHIRA, T. Japanese Bunching Onion (*Allium fistulosum* L.). In: BREWSTER, J.L. & RABINOVITCH, H.C. (eds). Onions and Allied Crops, Vol. 3. Biochemistry, Food Science, and Minor Crops. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press. 1990. Pp. 159-178.
- JONES, H. & MANN, L.H. Onion and Their Allies. London, England: Leonard Hill Book Co. 1963. 286 p.
- RAYMOND, P. El Lago de Tota ahogado en cebolla: estudio socioeconómico de la cuenca cebollera. Serie Investigación y Desarrollo. No.1. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. 1990. 176 p.

# Capítulo 2.

## Clasificación y descripción botánica

Hernán Pinzón Ramírez<sup>1</sup>

### 1. Clasificación taxonómica

La clasificación botánica de los *Allium* (a los que pertenecen especies importantes como la cebolla de bulbo, ajo y el puerro, entre otras) según Hanelt (1990) es la siguiente:

Clase:	Monocotiledoneae
Superorden:	Liliflorae
Orden:	Asparagales
Familia:	Alliaceae
Tribu:	Alliae
Género:	<i>Allium</i>

Hanelt dividió el género *Allium* en cinco subgéneros, dos de los cuales (*Rhizirideum* y *Allium*) contienen las plantas comercialmente importantes. La cebolla de rama, según esa clasificación, corresponde al primero de esos subgéneros y su especie es denominada *A. fistulosum*.

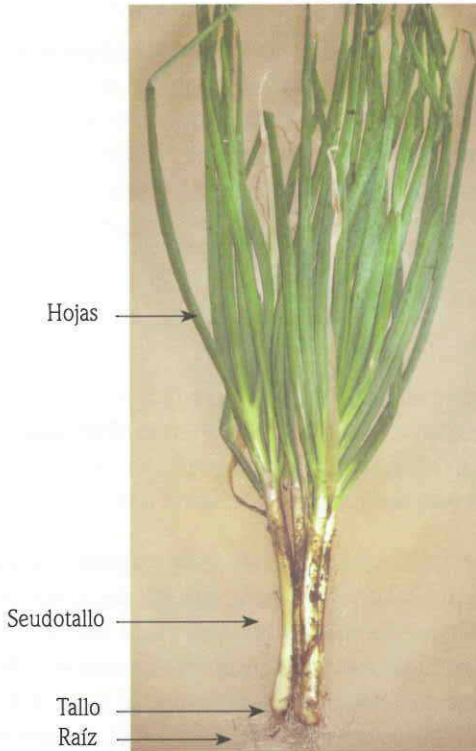
Se piensa que los *Allium* se domesticaron en primer lugar en las regiones montañosas de Tayikistán, Turkmenistán y en el norte de Irán, Afganistán y Pakistán. Específicamente, *A. fistulosum* se estableció en China y Japón, donde se ha cultivado durante más de 2.000 años y sigue teniendo una gran importancia, razón por la cual a esta especie se le llama en muchas latitudes “cebolla japonesa”. Estas cebollas japonesas (Brewster, 2001) se han clasificado en cuatro grupos principales: Kaga, Senju, Kujyo y Yagura negi. Los tres primeros grupos corresponden a los cultivares adaptados a las regiones de Japón más frescas, intermedias y más cálidas, respectivamente. El grupo Kaga se cultiva para producirseudotallos gruesos, de color pálido, ya que forma hojas grandes que no se separan fácilmente y se fomenta el desarrollo deseudotallos largos y blancos mediante un aporcado repetido a medida que las plantas crecen; por estas características es el grupo que más se asemeja a nuestra cebolla de rama.

### 2. Descripción botánica

La planta de cebolla de rama está formada por macollas que constituyen un conjunto de gajos o vástagos que nacen de un mismo lugar; en ellos se diferencian cuatro partes fundamentales: raíz, tallo,seudotallo

1 Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Asesor hortícola, Bogotá, hpinzonra@yahoo.com

y hojas (Figura 2.1). Cada gajo constituye un conglomerado de capas envolventes y su crecimiento es diametral y longitudinal, en forma tubular; las nuevas capas o envolturas se van formando en su interior, es decir, viene una dentro de la otra de forma consecutiva. Los primordios (células meristemáticas que en divisiones sucesivas generan los órganos de la planta) van creciendo dentro de las envolturas interiores y cuando alcanzan determinada longitud rompen elseudotallo y emerge la parte verde de la hoja mediante un proceso continuo y permanente; mientras tanto, la hoja exterior se va marchitando. El gajo puede estar conformado hasta por nueve envolturas bien definidas.



**Figura 2.1.** Partes fundamentales de la estructura de la cebolla de rama.

## 2.1. Raíz

La raíz es fibrosa y fasciculada, alcanza una longitud de 20 a 25 cm y lateralmente se extiende aproximadamente 15 cm (Figura 2.2). Está conformada por raicillas que nacen de la parte inferior del disco basal o tallo y van aumentando a medida que aparecen nuevas hojas y gajos; de cada uno de ellos surgen nuevas raicillas. Cada raicilla tiene un diámetro entre 0,5 y 2,0 mm; la aparición de nuevas raicillas y la muerte de las más antiguas es progresiva y de acuerdo con el desarrollo de la planta.



Figura 2.2. Raíz de la cebolla de rama.

## 2.2. Tallo o disco

El tallo tiene forma comprimida y aplastada semejando un disco que crece a continuación de la raíz, horizontalmente su forma es irregular y verticalmente es ovoide (Figura 2.3). Está conformado por una zona meristemática que se mantiene indefinidamente y se perpetúa por sí misma; ella está rodeada por el llamado *cambium*, el cual origina la zona de diferenciación histológica primaria de la que surgen las raíces, gajos, hojas e inflorescencias. El crecimiento del tallo se produce radialmente del centro hacia afuera, por eso las células nuevas se encuentran en el centro y van desplazando a las antiguas hacia los lados.

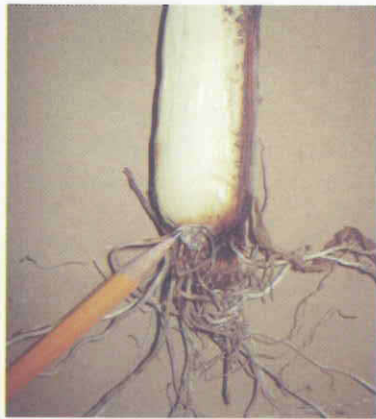


Figura 2.3. Tallo de la cebolla de rama.

### 2.3. Seudotallo

Lo que a primera vista parece el tallo de la planta es de hecho un “falso” tallo o “seudotallo”, constituido por las vainas concéntricas de las hojas y forma la parte aérea compacta y blanca de la planta. El nombre de la parte de la hoja que forma elseudotallo no está bien definido, se afirma que es la cubierta envolvente de las hojas y que puede corresponder al peciolo, asumiendo que el peciolo es la unión entre la base de la hoja y el tallo.

### 2.4. Hojas

Antes de emerger delseudotallo, las hojas son compactas; luego, al emerger, van presentando un espacio vacío en el centro, el cual se va agrandando a medida que crece la hoja y su ápice termina en punta. La forma cilíndrica de las hojas promueve que sean grandes receptoras de luz: tienen 360 grados de lámina fotosintetizadora para captar la energía solar.

### 2.5. Inflorescencia

Es producida por la zona meristemática del tallo o disco, el cual emite una estructura sólida en su base y es hueca e inflada a medida que aumenta su tamaño y se conoce como escapo o peciolo floral; cuando está formado contiene en su ápice de 50 a 2.000 flores envueltas por hojas modificadas que conforman la llamada espata. La inflorescencia tiene forma de umbela (sombriila) y está conformada por pequeñas inflorescencias dentro de las cuales las flores abren en secuencia definida.



**Figura 2.4.** Inflorescencia de la cebolla de rama.

## 2.6. Semillas

Inicialmente son lisas y voluminosas, a medida que van madurando se deshidratan y se tornan arrugadas y de forma irregular. Aproximadamente el 90% del volúmen de la semilla lo constituye el endospermo, tejido alimenticio que contiene las reservas: carbohidratos, proteínas y grasas; el volúmen restante lo ocupa el embrión.

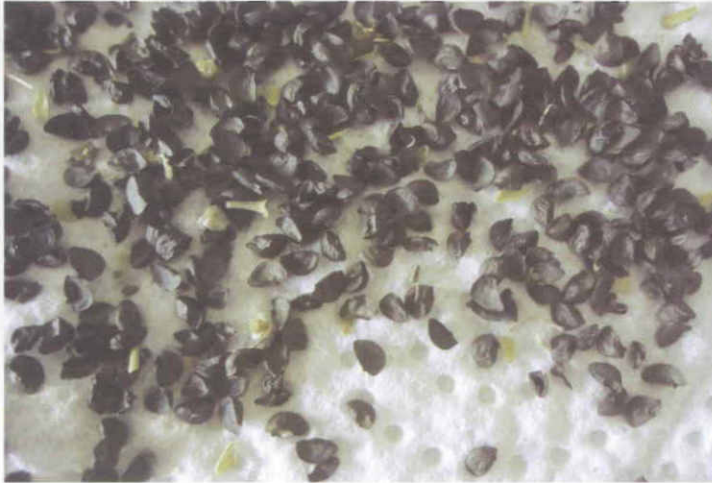


Figura 2.5. Semilla de cebolla de rama.

## 3. Agroecología

El cultivo de la cebolla de rama en Colombia se encuentra en casi todos los pisos térmicos, pero las zonas productoras más importantes están ubicadas en el clima frío y aún sobre los 3.000 msnm, como en el caso de Aquitania. En esta región, que participa con el 60,39% de la producción nacional, la cebolla de rama encontró condiciones favorables especiales para su adaptación y próspero desarrollo, gracias al microclima que le proporciona el lago de Tota: estabilización de la temperatura, humedad relativa adecuada y disponibilidad de abundante agua para riego; a lo anterior se agrega la ventajosa condición de suelos orgánicos que poseen los terrenos adyacentes.

El contenido de agua de esta cebolla es de aproximadamente 85%, razón por la cual su cultivo requiere constante riego; sin embargo, puede resistir las sequías, aunque con mermas en la producción. La disponibilidad de agua para riego se hace más notoria, ya que el cultivo de cebolla de rama no es estacional (en función de ciclos de lluvias), sino que es un cultivo permanente (siembras, cortes y cosechas a lo largo del año).

En lo relacionado con suelos, este cultivo requiere, en lo posible, suelos con buena profundidad efectiva, textura franca a franco arcillosa, un contenido de materia orgánica de medio a alto y un pH entre 6,0 y 7,0.



Figura 2.6. Panorámica de cultivos de cebolla de rama en Aquitania (Boyacá).

## 4. Bibliografía

- BREWSTER, J.L. Las cebollas y otros alliums. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A. 2001. Pp. 98-176.
- CORPOICA, ICA, PRONATTA. El cultivo del ajo y las cebollas en Colombia. Bogotá: Editorial Produmedios. 1996. Pp. 61-85.
- HANELT, P. Taxonomy, Evolution and History: Onions and Allied Crops. Boca Raton, Florida: CRC Press. 1990. Pp. 1-26.
- OSORIO B., J.; LOBO A., M.; GIRARD O., E.; ORTEGA E., J. Cebolla de rama. En: Hortalizas. Manual de asistencia técnica. Mosquera, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario. 1983. Pp. 329-340.
- PINZÓN, H. Producción de *Alliaceas*. En: Memorias de taller de hortalizas. Productividad-mercadeo. Mosquera, Colombia: Editorial Produmedios. 2002. Pp. 11-13.
- \_\_\_\_\_. La cebolla de rama y su cultivo. Mosquera, Colombia: Editorial Produmedios. 2004. 40 p.
- \_\_\_\_\_. Los cultivos de cebolla y ajo en Colombia: estado del arte y perspectivas. En: Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 3. No.1. 2009. Pp. 45-55.

# Capítulo 3.

## Manejo agronómico de la cebolla de rama en el lago de Tota

Germán David Sánchez León<sup>1</sup>

Daniel Humberto Quevedo G.<sup>2</sup>

Carlos Eduardo Montaña<sup>3</sup>

Los procesos productivos que se deben tener en cuenta para un buen desarrollo del cultivo de la cebolla de rama (*Allium fistulosum L.*) en la región del lago de Tota son los siguientes:

### 1. Selección y preparación del lote

En lo posible, el lote debe ser de fácil acceso para operarios, vehículos requeridos para la movilidad de los insumos (semilla, fertilizantes, enmiendas, etc.) y cosecha del cultivo. Se deben evitar terrenos con problemas de drenaje y alta pendiente que sean de difícil solución. Es de vital importancia sacar una muestra de suelos, un mes antes de la siembra y llevarla al laboratorio para hacerle un análisis físico-químico.

La cebolla de rama requiere un suelo con buena estructura (granular), buen contenido de materia orgánica; que sea preferiblemente suelto y que no tenga capas compactadas. Estas condiciones proporcionan suficiente oxígeno, adecuada retención de humedad y el drenaje del exceso de agua, lo cual permite buen crecimiento de las raíces, macollamiento de los tallos y facilita la cosecha.

Es conveniente no sembrar en terrenos en los que se acaba de cosechar cebolla, por los problemas de pudrición, insectos y enfermedades del suelo. Es necesario rotar el cultivo de la cebolla con otros cultivos, como abonos verdes (rábano forrajero), papa, haba, arveja, zanahoria o brócoli para reducir los problemas sanitarios y mejorar la calidad nutricional del suelo (Figura 3.1).



Figura 3.1. Rotación de cultivos con: a) Nabo forrajero. b) Haba c) Papa, y d) Zanahoria.

1 Ingeniero Agrónomo. Investigador CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, gsanchez@corpoica.org.co

2 Ingeniero Agrónomo. Investigador CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera. dhquevedog@gmail.com

3 Asociado ASOPARCELA. Productor de cebolla. Aquitania, carlosaquitania@yahoo.es

El suelo es el soporte de la planta y la cama durante muchos años, por tanto su preparación tiene como objetivo crear una condición favorable que permita la penetración de raíces y el rápido y buen establecimiento del cultivo. Es por esto que los implementos y enmiendas utilizadas deben ser dirigidos a buscar unas condiciones físicas adecuadas (suelo suelto y sin terrones grandes), para la elaboración de los surcos, la parada de la semilla y los aporques. Las buenas condiciones físicas facilitan también la cosecha.

Como enmiendas físicas se puede usar cascarilla cruda proveniente de molinos autorizados para comercializar esta cascarilla (no debe usarse en suelos muy arcillosos, porque genera compactación), compost, aserrín tipo viruta y gallinaza sanitizada o compostada, dependiendo de las condiciones físico-químicas del suelo.

Las enmiendas se deben aplicar de forma homogénea (bien distribuidas) dentro del lote, en capas de 5 a 10 cm, luego deben ser incorporadas al suelo en forma mecánica con tractor o manual mediante el uso de pala puntuda o azadón, evitando que queden colchones de estos materiales en el suelo. Estos materiales mejoran la estructura del suelo, aportan materia orgánica y favorecen el drenaje del suelo. Si el terreno es muy pendiente, es conveniente hacer la preparación del suelo de forma manual.

El suelo no se debe preparar con mucha anticipación a la siembra, es recomendable que esta labor se haga ocho días antes de sembrar. El suelo se debe preparar con una humedad a dos tercios de la capacidad de campo (ni muy seco ni muy húmedo).

Una vez preparado el suelo, se procede al surcado y la siembra. El surcado es la guía para colocar la semilla a la distancia adecuada y facilitar las labores culturales del cultivo. El surcado en la región de Aquitania se usa de acuerdo con la fertilidad del suelo y la topografía del terreno, así, en suelos fértiles y planos se hace el surcado a 80 cm de distancia y en la zona de ladera, con suelos menos fértiles, a 90 cm de distancia (Figura 3.2).



**Figura 3.2.** a) Trazado de surcos y b) Surcos en cultivo establecido.

En zona plana es aconsejable hacer el surcado en forma de espina de pescado, para evitar encharcamientos en épocas de lluvia y mejorar el drenaje del terreno. Mientras que en zona de ladera se deben trazar en curvas de nivel o perpendicular a la pendiente.

Es muy importante que una vez surcado, y teniendo en cuenta la historia del lote y definidas las zonas de posible encharcamiento y mal drenaje, hacer obras que mitiguen esos posibles encharcamientos y sacar los excesos de agua que impiden el desarrollo normal de la semilla y, por el contrario, favorecen la pudrición de la semilla o de las plantas a temprana edad.

## 2. Selección de la semilla de cebolla de rama

Para la multiplicación de semilla hay dos tipos de reproducción:

### 2.1. Reproducción asexual

La reproducción asexual o llamada clonal es en la que la semilla madre produce hijuelos idénticos. Las tasas de multiplicación, su calidad genética y vigor serán de acuerdo con la calidad de la semilla madre, por esto es fundamental la adquisición de una semilla de excelente calidad, libre de plagas y enfermedades.

Toda la semilla de cebolla de rama que se utiliza actualmente es asexual, lamentablemente no hay productores de semilla, por tanto, no se dispone de semilla registrada, ni siquiera seleccionada.

El material regional “pastusa” (Figura 3.3), aunque muy susceptible a la pudrición de la cebolla, se constituye en la más sembrada actualmente en Aquitania. Se caracteriza por tener tallos gruesos y largos, excelente calidad y muy buena aceptación en el mercado.



Figura 3.3. Material regional “pastusa”.

Sánchez *et al.* (2012) afirman que para la siembra se debe seleccionar una semilla que tenga las siguientes características:

- 1) Se debe conocer la procedencia de la semilla, que sea de un lote sano, libre de pudrición y enfermedades;
- 2) La semilla debe ser pareja (Figura 3.4), con un grosor de tallo entre los 1,9 y 2,9 cm. No se debe utilizar

semilla delgada o riche, porque las pérdidas por pudrición son mayores; 3) De buen vigor; 4) Sin solarización o con un máximo de tres días (Figura 3.5), por cuanto un tiempo mayor de exposición al Sol causa deshidratación de la semilla y la planta resulta débil y propensa al ataque del complejo *Burkholderia cepacia* y *Ditylenchus dipsaci*, causantes de la pudrición.



Figura 3.4. Semilla pareja de cebolla de rama.



Figura 3.5. Práctica de la solarización.

5) Quitarle la nigua a la semilla: esta labor consiste en quitarle parte del tallo y la raíz (Figura 3.6), lo que favorece la rápida formación de la raíz, dando plantas más vigorosas para defenderse del ataque de las enfermedades, principalmente de la pudrición.



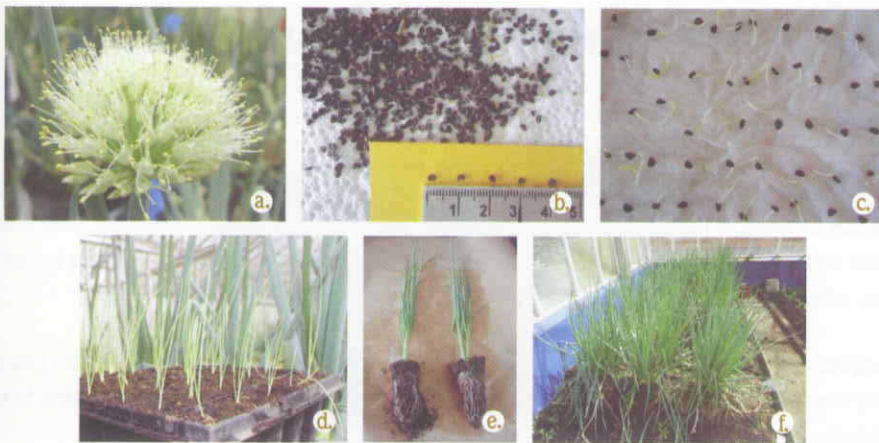
Figura 3.6. Desnigüe de cebolla de rama.

6) Desinfectar la semilla. Después de realizado el desnigüe, es conveniente hacer la desinfección de la semilla mediante inmersión, como se indica en el capítulo de manejo de enfermedades. El desnigüe es uno de los componentes de la estrategia de manejo de la pudrición Redes Serofani.

## 2.2. Reproducción sexual

Corpoica, con la participación de Asoparcera, del municipio de Aquitania; de Asotoquecha, del municipio de Tota, y de Asollanos, del municipio de Cuítiva, en el departamento de Boyacá, actualmente están realizando los primeros avances para la producción de semilla sexual, que tiene como gran ventaja su sanidad y vigor. Para el caso de la variedad pastusa se ha encontrado que, a pesar de que florece en la zona aledaña al lago de Tota, debido a las condiciones climáticas (temperatura, luminosidad y viento), la flor no se desarrolla completamente y necesita de un invernadero para producir semilla de buena calidad (Figura 3.7).

Las plantas madres se seleccionan de un cultivo sano, se recorre el lote y se escogen plantas vigorosas, de excelente estado sanitario, uniformes y se marcan. Las plantas madres seleccionadas serán el material inicial para la producción de semilla en el invernadero. Cuando se está produciendo semilla sexual en invernadero, las plantas no se cosechan en el estado óptimo comercial, sino que se dejan hasta que las flores cumplan su ciclo y madure la semilla, lo que sucede tres meses después de la cosecha de la cebolla comercial. Se seleccionan las mejores plantas y cuando la semilla está formada con la inflorescencia aún verde, se cubre con bolsas de papel, revisando periódicamente el estado de la misma, hasta que se seque. Las semillas se recolectan y se secan bajo luz difusa. Tan pronto estén secas se les eliminan las impurezas, como las malformadas y contaminadas. En caso de tener más de una variedad, las plantas madre se deben sembrar en camas separadas y antes de formar la semilla se deben embolsar las umbelas. La semilla es pequeña (3 mm), de color negro, de forma semiplana y con bordes de la testa terminadas en puntas (Figura 3.7); 100 semillas pesan aproximadamente 0,17 g. En pruebas realizadas en laboratorio a 24°C se ha encontrado más de 90% de germinación. La semilla se siembra en bandejas de germinación de 50 alvéolos, utilizando como sustrato turba con humus de lombriz en proporción 1:1 y colocando 4-5 semillas/alvéolo. La emergencia se da 25 días después; dos meses después se pasan a camas en el invernadero y de ellas se multiplica gran cantidad de material para llevar a campo (Cerón *et al.*, 2012).



**Figura 3.7.** a) Flor. b) Semilla. c) Germinación de semilla. d) Plántulas de cebolla en bandeja. e) Plántulas de cebolla óptimas para trasplante, y f) Planta de cebolla de rama de alta calidad como semilla producida en cama.

Actualmente CORPOICA con la participación de las asociaciones de productores ASOPARCELA de Aquitania, ASOTOQUECHA de Tota y ASOLLANOS de Cuítiva (Boyacá), después de un proceso de selección en laboratorio, casa de malla y campo, se encuentra realizando las pruebas de evaluación agronómica, en las que se están valorando 10 clones con el fin de ofrecer a los productores de Boyacá, la primer variedad de cebolla de rama registrada ante el ICA. En Antioquia y Naríño se están realizando las unidades piloto donde se evaluarán los clones avanzados para seleccionar aquellos de mejor comportamiento agronómico y de rendimiento con el fin de seleccionarlos e ingresarlos

en nuevas pruebas de evaluación agronómica para que estos departamentos tengan sus primeras variedades acordes con las necesidades de los productores y consumidores.

### 3. Siembra

Terminada la desinfección de la semilla asexual, esta queda lista para sembrar. La cantidad de semilla por hectárea es de 400 ruedas, aproximadamente; se siembra a una distancia entre plantas de 40 cm; a lo largo de los surcos se abren los huecos y se extiende la semilla colocando de 3 a 4 tallos por sitio, luego se paran los tallos arrimando tierra hasta llenar el hueco (Figura 3.8). Se debe apisonar la tierra alrededor de la planta para que no se vuelque, regar para sellar y eliminar las bolsas de aire en el suelo, evitando el exceso de agua.



Figura 3.8. Siembra: a) Hechura de huecos. b) Extendida de semilla, y c) Parada de semilla.

### 4. Establecimiento de cultivo

A los 20 días de la siembra y para romper el ciclo biológico de los patógenos, se debe hacer la primera aplicación de refuerzo para el manejo de la pudrición. Esta aplicación se hace en *drench*, para lo cual se le retira la boquilla a la bomba de espalda y se asperja a baja presión con el chorro dirigido a la base de la planta, hasta que se inicie a formar charco (Figura 3.9).

La maquinaria y las herramientas deben ser desinfectadas al inicio y fin de cada labor cultural. Esta desinfección se puede hacer con solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 10 cc/litro de agua o en *Agrodyne* en una dosis de 1 cc/litro de agua.



Figura 3.9. Aplicación en *drench*.

Al mes de la siembra se hace la primera picada, que consiste en darle vuelta al surco de planta a planta de cebolla, aprovechando esta operación para realizar la primera fertilización, la primera deshierba y la rectificación de drenajes. Muchos productores efectúan aplicaciones foliares con productos como el amino K, el *wuxal* tapa roja y el *omex* bio-8.

Cuando se presenten condiciones climáticas adversas al cultivo (temperatura, viento y precipitación), es conveniente realizar aplicaciones preventivas contra diversos patógenos causantes de enfermedades foliares, como amarillera, mildew veloso, mancha púrpura y secamiento de las puntas, utilizando fungicidas protectantes en mezcla con un surfactantes o pegante que mejore su permanencia en la hoja y no se lave con la primera lluvia o riego; si de acuerdo con el monitoreo se registra y constata la presencia de problemas sanitarios, es recomendable hacer aplicaciones curativas con los productos específicos.

Actualmente los agricultores realizan aplicaciones preventivas en mezcla con curativas, en una frecuencia de 10 a 15 días. Sin embargo, es necesario mantener un monitoreo semanal de la presencia de plagas y enfermedades, para así mismo hacer el programa de manejo y las aplicaciones oportunas y adecuadas.

A los 75 días después de la siembra se efectúa el primer aporque, que consiste en arrimar la tierra a la planta tapándola hasta el nivel de inicio de las hojas; esta labor ayuda al macollamiento y al aumento de la longitud delseudotallo, además afloja la tierra permitiendo las posteriores labores culturales (Figura 3.10).



Figura 3.10. Aporque a los 75 días después de la siembra.

El segundo aporque o arrimada de tierra se hace a los tres meses y medio, aproximadamente; con él que se pretende evitar que los tallos se dividan y facilitar que los pseudotallos engruesen y aumente el peso. Algunos agricultores acostumbran hacer aplicaciones con fertilizantes foliares como el amino K 13, *wuxal* tapa negra y el *omex* K, que ayudan a engrosar el tallo y la hoja.

En todas y cada una de las labores se debe tener en cuenta dos factores muy importantes, como son: primero, el manejo adecuado del riego, procurando mantener la humedad del suelo cerca de la capacidad

de campo y evitar los excesos de agua, que pueden causar problemas de enfermedades en la planta; se recomienda aplicar una lámina de 12 a 20 mm semanales, los riegos se deben hacer en las primeras horas de la mañana o al finalizar el día, evitando regar 4 a 6 horas al medio día, horas en las que normalmente se presentan las condiciones más desfavorables por viento fuerte (superior a 2 m/s) y mayor radiación. Una alternativa puede ser la implementación del riego nocturno. Se recomienda la utilización de aspersores con las mismas características en el mismo lote, ya que esto influye directamente en el nivel de uniformidad del riego.

El segundo aspecto a tener en cuenta es que el agricultor nunca debe olvidar en cada una de las labores realizadas, erradicar las plantas enfermas, que junto a los residuos de la cosecha y la pelanza se deben llevar a un sitio definido y acondicionado para su compostaje, agregando estiércol y cal viva para mantener el pH y una relación carbono - nitrógeno adecuada.

## 5. Bibliografía

- CERÓN L., M.S.; MORENO M., J.D.; MOLINA V., J.A.; ABAUNZA G., C.; GARCÍA, H.R.; ARGÜELLES, J.H.; SÁNCHEZ L., G.D.; HÍO, J.C.; ARIAS C., P; RIVERA, A.E.; MOLINA, J. & PINZÓN, L.M. 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 jurisdicción del lago de Tota, departamento de Boyacá. Informe final. Mosquera, Colombia: Corpoica. 2012. 231 p.
- HERRERA H., C.A.; SÁNCHEZ L., G.D. & PEÑA, V. Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania. Cartilla divulgativa. Mosquera, Colombia: Corpoica – Corpoboyacá. 2006. 62 p.
- PINZÓN, H. La cebolla de rama *Allium fistulosum* y su cultivo. Cartilla divulgativa. Mosquera, Colombia: Corpoica. 2004. 39 p.
- SÁNCHEZ L., G.D.; HIO, J.C.; MARTÍNEZ, E.P.; HERRERA H., C.A.; QUEVEDO G., D.H.; PISCO, C.; ARGÜELLES, J.H. & ORTIZ P., L.S. Tecnologías innovadoras para el manejo integrado de la pudrición radicular en cebolla de rama (*Allium fistulosum*) en la región del lago de Tota. Informe final. Mosquera, Colombia: Corpoica. 2012. 202 p.

# Capítulo 4.

## Labranza de conservación en el cultivo de cebolla de rama

Gilberto Alonso Murcia Contreras<sup>1</sup>

### 1. Introducción

El suelo es una mezcla de partículas sólidas, como arcilla, arena, limos y materia orgánica, cuya proporción y organización determinan sus características fundamentales como la textura, la estructura, el contenido de nutrientes, la estabilidad estructural, la aireación y la capacidad de retención de humedad, entre otras. Desde el punto de vista agrícola, una proporción ideal del volumen corresponde a 50% de sólidos, 25% de aire y 25% de agua.

Adicionalmente, el suelo está conformado por una serie de capas que difieren en cuanto a su composición física y química. Una primera corresponde al suelo que se labra para establecer los cultivos. Una segunda al subsuelo y, posteriormente, la roca madre. La principal limitante que se ha observado en los primeros horizontes es la formación de una capa compactada y el deterioro de las propiedades físicas, a pocos centímetros, causada principalmente por el mal manejo de los suelos al usar las máquinas e implementos agrícolas. La compactación se presenta con mayor frecuencia en suelos de textura media a pesada, de topografía plana y condiciones climáticas con periodos marcados de lluvia y de verano.

Las capas compactadas o endurecidas pueden constituir problemas, como la reducción de la profundidad efectiva para el desarrollo radicular, del área con nutrientes disponibles y de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo; la restricción del movimiento de agua en el suelo, la reducción de la porosidad del suelo, especialmente de la aireación (macroporosidad) y la baja respuesta del cultivo a la aplicación de fertilizantes, entre otras. Estas limitantes pueden ser reducidas o eliminadas si se sustituyen los sistemas convencionales de preparación de suelos por sistemas conservacionistas que minimicen la erosión y degradación del suelo, mejorando la capacidad de almacenamiento y conservación del agua en el suelo.

Para aplicar las técnicas adecuadas de un manejo conservacionista, es imprescindible conocer las características químicas y físicas del suelo; por tanto, es importante realizar el respectivo análisis químico y físico de los suelos, para definir tanto la fertilización como las máquinas e implementos agrícolas a emplear en el cultivo, las labores apropiadas y la profundidad de trabajo, según el tipo de suelo y el cultivo a establecer.

1 Ingeniero Agrícola. M.Sc. Ph.D. Investigador CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, gmurcia@corpoica.org

Finalmente, a través de este documento se pretende dar una visión general de la mecanización agrícola para el manejo conservacionista de los suelos destinados a la producción agrícola, especialmente en la producción de cebolla de rama en el municipio de Aquitania, Boyacá, contribuyendo así a la búsqueda de soluciones que permitan a extensionistas, estudiantes, investigadores y agricultores seleccionar de forma acertada los equipos y sistemas de labranza que mejor se adaptan a cada condición en particular.

## 2. Principales causas de degradación de los suelos

Entre otras, las siguientes son las principales causas de degradación de los suelos destinados a la producción agrícola, asociadas principalmente con el manejo:

- Establecimiento de especies de cultivos en suelos no aptos para tal fin.
- Inadecuado manejo de la fertilización.
- Sistemas de monocultivo.
- Invasión de malezas. La amplia diversidad y agresividad e inadecuadas prácticas de manejo que incrementan la propagación de malezas.
- Empleo de sistemas convencionales de labranza.
- Compactación del suelo, ocasionada por sobrepastoreos o por efecto de las inundaciones.

## 3. Labranza

La función de la labranza es generar en el suelo condiciones físicas adecuadas para el buen flujo del agua y el aire, evitando que se formen en el suelo capas duras que limiten la penetración y el crecimiento de las raíces. Con esto se contribuye a que el suelo disponga de más nutrientes para la planta, incorporándole restos de cosecha y materia orgánica como abonos, y se favorece así la actividad de organismos que mejoren su fertilidad.

Por tanto, para este caso específico, definiremos la labranza como un sistema conservacionista que integre la preparación de los suelos, el uso de abonos verdes, las coberturas vegetales (abonos verdes depuestos) y la rotación de cultivos, considerando la rotación abono verde – cebolla.

Inicialmente, para seleccionar el lote a sembrar, se debe considerar la topografía, evitando pendientes pronunciadas por que son propensos a erosionarse por efecto del agua o del viento, verificar el estado sanitario del predio, conocer el historial para evitar siembras repetitivas y el potencial de producción, revisar las condiciones de humedad del suelo para iniciar las labores de preparación y, sobre todo, la disponibilidad de maquinaria agrícola adecuada en la zona.

Las labores asociadas con la preparación de los suelos tienen por objetivo principal mejorar las condiciones físicas del suelo, principalmente la estructura, la cual determina el intercambio gaseoso y la cantidad de agua que puede llegar a ser almacenada por el medio, según el IGAC (1990).

### 3.1. Factores determinantes para la aplicación de un sistema de labranza

- Condiciones climáticas.
- Condiciones topográficas.
- Cultivo a establecer.
- Nivel económico del agricultor.
- Propiedades físicas del suelo.

**3.1.1. Compactación (resistencia a la penetración):** es la reducción del volumen de la masa de suelo causada por una fuerza aplicada sobre él sin variar su contenido de humedad, de la que resulta un aumento de la densidad aparente. Los suelos tienen menor densidad aparente inmediatamente después de arados, pero su densidad luego aumenta por acción del agua, por la acumulación de arcillas, por el pisoteo de los animales, por el uso inadecuado de máquinas e implementos agrícolas, por el empleo de máquinas e implementos agrícolas en suelos con altos contenidos de humedad, por el uso excesivo de labores mecánicas y por el uso frecuente de maquinaria pesada e implementos a la misma profundidad.

La compactación está relacionada con la presencia de capas de alta densidad aparente y baja aireación, y afecta la productividad de los cultivos por su efecto en el espacio poroso en el suelo (reducción de macroporos y aumento de los microporos), limitando la aireación y el agua disponible para el cultivo; con la disminución de la infiltración del agua en el suelo, lo cual aumenta la escorrentía y favorece el arrastre y la pérdida de suelo y nutrientes por erosión; con la reducción de la profundidad efectiva del suelo, lo cual limita el desarrollo radicular de los cultivos; con el menor rendimiento y calidad de la producción agrícola y, finalmente, con la presencia de áreas erodadas e incremento de malezas.

**3.1.2. Textura del suelo: la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos que constituyen el suelo:** arena (gruesa, media y fina), limo y arcilla. Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición. Sin embargo, la textura tiene influencia en algunos parámetros asociados con el tipo de labranza, por ejemplo, en un suelo con textura arenosa, la capacidad de retención de agua es baja, la aireación y el drenaje interno son buenos, es fácil el laboreo y requiere poca potencia para manipular los implemen-

tos. Entre tanto, un suelo con textura arcillosa tiene alta capacidad de retención de agua (aunque no toda es disponible para la planta), es muy pobre tanto la aireación como el drenaje interno y es difícil el laboreo, el cual debe hacerse en condiciones adecuadas de humedad y se requiere alta potencia para la preparación de los suelos.

**3.1.3. Estructura del suelo:** la estructura del suelo hace referencia a la agregación de partículas primarias en partículas compuestas y agregados, los cuales se separan por superficies de ruptura. La estructura se evalúa cuantitativamente a través de la estabilidad, la cual se define como la resistencia de los agregados del suelo a desintegrarse por la acción del agua y por el manipuleo, como la mecanización agrícola, permitiendo conocer el grado de agregación del suelo, que es una característica que cambia con el tipo de labranza y los sistemas de cultivo empleados. Mientras mayor sea la estabilidad, mayor será la resistencia de un suelo a la erosión. La variación de la estabilidad estructural es analizada, observando el diámetro ponderado medio (DPM) y clasificada según la interpretación de la Tabla 1. Un suelo se considera estructuralmente degradado cuando la mayoría de los agregados son menores o iguales a 0,5 mm de diámetro, debiéndose emplear prácticas e implementos conservacionistas para el manejo de estos suelos, como por ejemplo, los arados de cincel.

**Tabla 1.** Rangos de la estabilidad estructural con relación al diámetro ponderado medio (DPM)

DPM (mm)	Interpretación
< 0,5 0,5 – 1,5	Inestable
1,5 – 3,0	Ligeramente estable
3,0 – 5,0	Moderadamente Estable
> 5,0	Muy estable

Fuente: IGAC (1990).

**3.1.4. Humedad del suelo:** la humedad del suelo, en el momento de realizar las operaciones de labranza, tiene importancia principalmente en la conservación de la estructura, en la aireación del suelo, en la penetrabilidad de las raíces y en la condición adecuada para la labranza o preparación de los suelos. Cuando una muestra de suelos se satura con agua y luego se deja secar, el suelo pasa por cuatro estados en términos de consistencia: pegajoso, plástico, friable y seco. En las fases de pegajoso y plástico el suelo se deja moldear; sin embargo, al realizar labores de labranza en estas condiciones, se provoca compactación. Entre tanto, el suelo se disgrega con facilidad cuando está en estado friable y, finalmente, en condiciones secas del suelo es muy duro para realizar labores de labranza, dejando terrones grandes, lo que implica un aumento en el número de labores secundarias, requiriendo, por tanto, mayor potencia y, por ende, se expone a que el suelo pierda estructura y se favorezca la erosión, según IGAC (1990).

Es claro, entonces, que la condición friable caracteriza la facilidad del suelo para desmenuzarse. El rango de humedad en el cual los suelos están friables, es también el rango de humedad en que la condición es óptima para la labranza. Los suelos están aptos para el laboreo cuando están friables, los gránulos individuales están blandos y la cohesión es mínima.

## 4. Los abonos verdes

El concepto de abono verde hace referencia al cultivo destinado a ser incorporado en el suelo con el objetivo de aumentar su fertilidad, según Escutia (2001). Por otro lado, Piamonte (1996) amplía el concepto de abono verde al empleo de cualquier planta de crecimiento rápido en rotación, sucesión o asociación con los cultivos que se cortan e incorporan al suelo o se deponen sobre la superficie, actuando como cobertura vegetal superficial, con el objetivo de mantener y mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos. Bajo este nuevo concepto, es muy importante que estas especies vegetales presenten características específicas, como que las semillas sean fáciles de conseguir, cosechar, guardar, reproducir y conservar al menos por un año, que sean de bajo costo si es necesario comprarlas; que no requieran insumos externos para su establecimiento y desarrollo; que sean de rápido establecimiento, crecimiento y con elevada capacidad de cubrir el suelo; de fácil adaptación a las condiciones de la región; que posean la capacidad de producir gran cantidad de biomasa; que sean fáciles de sembrar y de manejar como cultivo solo o asociado y que permitan la rotación con otros cultivos.

### 4.1. Principales funciones y ventajas de los abonos verdes y las coberturas vegetales

- Evitan el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo.
- Impiden la desagregación del suelo, evitando la formación de costras impermeables superficiales.
- Reducen el escurrimiento superficial del agua cuando llueve, evitando la erosión.
- Conservan la humedad de los suelos, mejoran la infiltración y la capacidad de almacenamiento del agua.
- Amortiguan los cambios bruscos de temperatura en el suelo.
- Favorecen la estructura y la estabilidad de los suelos.
- Mejoran la aireación y la porosidad del suelo.
- Sirven para perforar capas compactadas, actuando como un arado biológico.
- Disminuyen el lavado de nutrientes hacia las capas más profundas del suelo (lixiviación).
- Facilitan la fijación del nitrógeno que está en la atmósfera, especialmente las plantas leguminosas.
- Son una fuente constante de materia orgánica.
- Ayudan a extraer minerales y agua de las capas profundas a la superficie.
- Producen sustancias orgánicas alelopáticas, o sea, que repelen a otras plantas.

- Favorecen la formación de ácidos orgánicos que hacen solubles los minerales del suelo.
- Controlan el desarrollo de otras plantas agresivas y competidoras con los cultivos, disminuyendo los costos de su control.
- Pueden ser utilizados tanto para la alimentación animal, en asociación con pasturas, o como bancos de proteína o para la alimentación humana.
- Favorecen la biodiversidad de fauna y flora, contribuyendo a la estabilidad ambiental.
- Evitan la desertización del suelo.

Las plantas más comunes usadas como abonos verdes son las leguminosas, por la capacidad que tienen de asociarse en sus raíces con las bacterias del género *Rhizobium*, las cuales son muy hábiles para tomar nitrógeno del aire e incorporarlo al suelo y a la planta, a través de nódulos que forman en sus raíces. Sin embargo, para las condiciones del municipio de Aquitania, algunas gramíneas como las avenas se desarrollan muy bien, al igual que algunas crucíferas como el nabo forrajero.

## 5. Maquinaria para la labranza

### 5.1. Desbrozadora

La desbrozadora de la Figura 4.1 es una máquina accionada por el toma de fuerza del tractor, provista de cuchillas de corte graduables y diseñada para fraccionar todo tipo de material vegetal, como los abonos verdes o las socas y residuos de cosechas anteriores, dejándolos esparcidos sobre el suelo mediante una capa de fragmentos pequeños. Esta capa vegetal desmenuzada ayuda a conservar la humedad del suelo, a protegerlo de la erosión, además de aportarle nutrientes.



Figura 4.1. Desbrozadora.

## 5.2. Rolo cuchilla

El rolo cuchilla es un implemento que tiene como función deponer y cortar los abonos verdes, de tal manera que el suelo quede protegido con la cobertura vegetal mediante fragmentos de mayor tamaño. Para mayor eficiencia, este implemento se debe emplear en terrenos relativamente planos o con pendientes moderadas. Existen en el mercado modelos que se usan de acuerdo con la capacidad económica y las necesidades del productor, además del tamaño de los predios, los cuales pueden ser traccionados por sistemas motorizados como el tractor (Figura 4.2) o modelos de tracción animal.



Figura 4.2. Rolo cuchilla traccionado por tractor.

## 5.3. Arado de cincel rígido

El arado de cincel rígido (Figura 4.3) fue diseñado para penetrar en suelos duros y romper capas compactadas que se han formado superficialmente, sin voltearlas ni mezclarlas, dejando la superficie del suelo roturada y abierta para atrapar y mantener el agua en el suelo. El trabajo desarrollado por este implemento permite que la mayor parte de los residuos vegetales queden sobre la superficie del suelo y de esta forma ayuda a reducir la erosión y la evaporación del agua. Para áreas pequeñas o lotes con pendientes superiores al 15%, donde se dificulta el uso del tractor, se debe contemplar el uso de la tracción animal e implementos con el mismo principio, como es el arado de chuzo (Figura 4.4).



Figura 4.3. Arado de cincel rígido.



Figura 4.4. Arado de chuzo con tracción animal.

#### 5.4. Arado de cincel vibratorio

Este implemento rompe capas un poco menos compactadas y reduce el tamaño de los terrones debido a la vibración de los ganchos, preparando la cama para el establecimiento del cultivo, llegando en algunos casos a eliminar el uso de las rastras de discos (Figura 4.5). El trabajo desarrollado por este implemento permite igualmente que la mayor parte de los residuos vegetales queden sobre la superficie del suelo, ayudando a reducir la erosión.



**Figura 4.5.** Arado de cincel vibratorio.

Fuente: Empresa de maquinaria agrícola Montana.

#### 5.5. Rastras de discos

Otro implemento utilizado en la preparación de los suelos para el establecimiento del cultivo de la cebolla de rama son las rastras de discos (Figura 4.6), caracterizadas por tener dos cuerpos de discos dispuestos simétricamente respecto a la línea de tracción. Cada cuerpo puede llevar de 8 a 20 o más discos, generalmente de 24 pulgadas, dependiendo de la potencia disponible en el tractor. Las rastras de discos se usan principalmente para reducir el tamaño de los terrones después de la cincelada o subsolada, para controlar malezas y para incorporar correctivos y fertilizantes. Sin embargo, el uso de este implemento debe ser adecuado, si se tiene en cuenta que un uso excesivo causará daños en la estructura del suelo, exponiéndolo a la degradación y a la erosión, más aun en las condiciones topográficas de la región.



**Figura 4.6.** Rastra de discos.

Finalmente, para estas condiciones topográficas, el uso en la labranza de máquinas como los arados rotativos (rotovator) debe ser eliminado, debido a que pulveriza demasiado el suelo con el consecuente daño de la estructura, exponiéndolo además a la pérdida por erosión.

## 6. Resultados preliminares con el uso de un sistema de labranza conservacionista

En un trabajo desarrollado por la Corporación PBA (2010), en el que se empleó un sistema de labranza conservacionista basado en el uso de los abonos verdes, para recuperar y conservar la capacidad productiva de los suelos bajo explotación en cebolla de rama, en tres fincas del municipio de Aquitania, Boyacá, se inició con suelos que se detallan en las Tablas 4.2, 4.3 y 4.4 y en la Figura 4.7.

Tabla 4.2. Densidades aparente y real y textura del suelo

Identificación	Densidad		Textura			Denominación.
	Aparente	Real	Arena	Arcilla	Limo	
	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%	%	%	
Piedra blanca	0,65	2,11	35,60	26,40	38,00	F
Loa Ajjes	0,89	2,31	25,60	44,40	30,00	Ar
Embarcadero	1,17	2,48	27,60	40,40	32,00	Ar

Tabla 4.3. Distribución inicial de la porosidad

Identificación	Porosidad total %	Macroporos %	Microporos %	Mesoporos %
Piedra blanca	67,8	13,5	45,4	8,9
Los Ajjes	62,0	8,3	48,1	5,6
Embarcadero	49,4	8,8	31,5	9,1

Tabla 4.4. Estabilidad estructural

Identificación	4 mm %	2 mm %	1 mm %	0.5 mm %	0.25 mm %	< 0.25 mm %	DPMmm
Piedra Blanca	12,42	22,04	23,89	21,60	9,22	10,83	1,97
Los Ajjes	5,73	22,26	18,73	23,51	10,54	19,23	1,53
Embarcadero	5,67	17,69	26,04	17,17	14,33	19,10	1,47

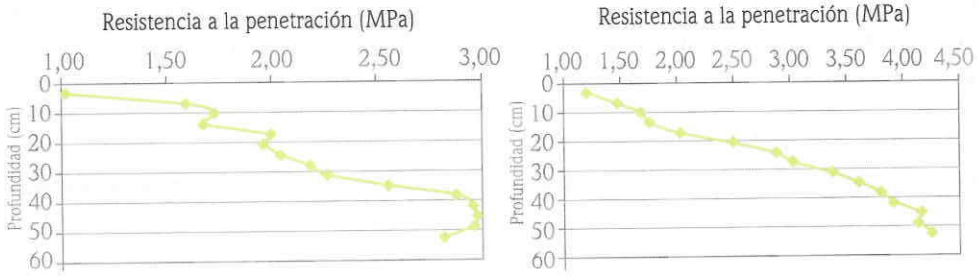


Figura 4.7. Resistencia a la penetración – Fincas Piedra blanca y Los ajés.

Los resultados obtenidos en la caracterización inicial muestran que aunque la densidad aparente en los primeros 30 cm del suelo es adecuada en las tres fincas, la distribución de la porosidad no es la apropiada, si se tiene en cuenta el alto contenido de microporos (compactación) y pocos macroporos y mesoporos, es decir, poca aireación del suelo y poco agua disponible para el aprovechamiento de las plantas. Se observa, igualmente, que en cuanto a la estabilidad estructural, estos suelos son de ligera a moderadamente estables, propensos a desintegrarse por la acción del agua y por el manipuleo, como la mecanización agrícola. Esto nos indica que posiblemente la pulverización del suelo mediante prácticas excesivas de preparación con implementos convencionales condujo a agregados extremadamente finos y a compactación desde los primeros centímetros del suelo. Por tanto, en estos suelos, bajo las anteriores características físicas iniciales, se deben emplear sistemas de labranza conservacionista, basada en arados de cincel rígido o vibratorio y reducir el uso de las rastras de discos y del rotovator, además de usar abonos verdes para mejorar las propiedades físicas, principalmente (Figura 4.8). Esto fue lo que se realizó en las tres fincas y en la Tabla 4.5 se muestra el aporte de nutrientes que se hace cuando se promueven abonos verdes como el nabo forrajero.



Figura 4.8. Cultivo de nabo forrajero (*Raphanus sativus L.*) – Finca Los ajés.

**Tabla 4.5.** Aporte de nutrientes por hectárea de la materia seca del nabo forrajero para 10,2 t/ha de materia seca

Finca	Abono Verde	Kh/ha										
		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	Br
Los Afjes	Nabo forrajero	224,4	39,8	452,9	85,7	19,4	20,4	4,4	0	0,2	0,3	0,4

## 7. Bibliografía

CORPORACIÓN PBA. Desarrollo participativo de alternativas de producción limpia de cebolla de rama para manejo y uso sostenible de suelos y aguas en la región de la cuenca del lago de Tota. Informe final. Bogotá, Colombia. 2010.

ESCUTIA, M. Los abonos verdes. *En*: Boletín de la asociación vida sana, No. 2. España. 2001. Pp. 53 –

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, IGAC. Propiedades físicas de los suelos. Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia. 1990. 813 p.

PIAMONTE, R. Abonos verdes. Quirama, Rionegro. Antioquia. 1996. 13 p.

# Capítulo 5.

## Manejo de la nutrición en el cultivo de cebolla de rama (*Allium fistulosum* L)

Rafael Antonio Pedraza<sup>1</sup>

### 1. Introducción

El manejo técnico de la nutrición en un cultivo implica el uso de herramientas para el diagnóstico, interpretación y fertilización. Los análisis de suelo y de tejido vegetal, los niveles de extracción de nutrientes y las curvas de absorción de nutrientes son herramientas que permiten establecer planes balanceados y adecuados para el logro de una apropiada nutrición y óptimo rendimiento del cultivo. Para el caso exclusivo de la cebolla de rama (*A. fistulosum* L), se hace un análisis de suelo con adecuada interpretación, pero con baja aplicación de las recomendaciones que se han venido haciendo desde hace un tiempo atrás; las demás herramientas no se han establecido como base de diagnóstico e interpretación de la nutrición del cultivo de cebolla (*A. fistulosum* L), por tanto, en este capítulo se mencionan esas herramientas y a partir de un pequeño ensayo exploratorio realizado, se muestra su virtud y utilidad.

### 2. Análisis de suelo

El análisis de suelo es una herramienta que con una adecuada interpretación y diagnóstico permite evaluar la capacidad de suministrar nutrientes un tipo de suelo, diagnosticar deficiencias y toxicidades (León, 1994; Barker y Pilbean, 2007; Restrepo, 2006; Slaton, Brye y Bacón, 2005), detectar posibles problemas por acidez o salinidad-sodicidad antes de establecer el cultivo, característica muy importante para la selección de cultivos y el manejo del suelo. La adecuada interpretación y diagnóstico comienza con un buen muestreo, el cual consiste en:

1. Selección de áreas homogéneas de muestreo en la finca, por color y textura, entre otros (Figura 5.1a).
2. Profundidad de la muestra, que para el caso de la cebolla se recomienda entre 0-20 cm.
3. Época recomendada para el muestreo: generalmente, la muestra de suelos se toma dos a tres meses antes de la siembra, teniendo en cuenta la particularidad del cultivo de cebolla de rama en Aquitania, que se caracteriza por ser un monocultivo que generalmente no tiene rotación; la época más apropiada puede ser después de una cosecha, considerando que es el tiempo más lejano después de la aplicación de fertilizantes o materia orgánica que pueden interferir con el análisis. Y con una frecuencia de muestreo anual o bianual, dependiendo de la capacidad económica del agricultor.

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo. Estudiante de M.Sc de Suelos y aguas. Investigador de CORPOICA. C.I. Tibaitatá, Mosquera, [pedraza@corpoica.org.co](mailto:pedraza@corpoica.org.co), [rafantope@gmail.com](mailto:rafantope@gmail.com).

# Capítulo 5.

## Manejo de la nutrición en el cultivo de cebolla de rama (*Allium fistulosum* L)

Rafael Antonio Pedraza<sup>1</sup>

### 1. Introducción

El manejo técnico de la nutrición en un cultivo implica el uso de herramientas para el diagnóstico, interpretación y fertilización. Los análisis de suelo y de tejido vegetal, los niveles de extracción de nutrientes y las curvas de absorción de nutrientes son herramientas que permiten establecer planes balanceados y adecuados para el logro de una apropiada nutrición y óptimo rendimiento del cultivo. Para el caso exclusivo de la cebolla de rama (*A. fistulosum* L), se hace un análisis de suelo con adecuada interpretación, pero con baja aplicación de las recomendaciones que se han venido haciendo desde hace un tiempo atrás; las demás herramientas no se han establecido como base de diagnóstico e interpretación de la nutrición del cultivo de cebolla (*A. fistulosum* L), por tanto, en este capítulo se mencionan esas herramientas y a partir de un pequeño ensayo exploratorio realizado, se muestra su virtud y utilidad.

### 2. Análisis de suelo

El análisis de suelo es una herramienta que con una adecuada interpretación y diagnóstico permite evaluar la capacidad de suministrar nutrientes un tipo de suelo, diagnosticar deficiencias y toxicidades (León, 1994; Barker y Pilbean, 2007; Restrepo, 2006; Slaton, Brye y Bacón, 2005), detectar posibles problemas por acidez o salinidad-sodicidad antes de establecer el cultivo, característica muy importante para la selección de cultivos y el manejo del suelo. La adecuada interpretación y diagnóstico comienza con un buen muestreo, el cual consiste en:

1. Selección de áreas homogéneas de muestreo en la finca, por color y textura, entre otros (Figura 5.1a).
2. Profundidad de la muestra, que para el caso de la cebolla se recomienda entre 0-20 cm.
3. Época recomendada para el muestreo: generalmente, la muestra de suelos se toma dos a tres meses antes de la siembra, teniendo en cuenta la particularidad del cultivo de cebolla de rama en Aquitania, que se caracteriza por ser un monocultivo que generalmente no tiene rotación; la época más apropiada puede ser después de una cosecha, considerando que es el tiempo más lejano después de la aplicación de fertilizantes o materia orgánica que pueden interferir con el análisis. Y con una frecuencia de muestreo anual o bianual, dependiendo de la capacidad económica del agricultor.

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo. Estudiante de M.Sc de Suelos y aguas. Investigador de CORPOICA. C.I. Tibaitatá, Mosquera, [pedraza@corpoica.org.co](mailto:pedraza@corpoica.org.co), [rafantope@gmail.com](mailto:rafantope@gmail.com).

4. Materiales requeridos para la toma de muestra: para el análisis químico del suelo se pueden utilizar: pala limpia (Figura 5.1b) o barreno holandés (Figura 5.1c); para análisis físico es necesario además emplear anillos para muestras no disturbadas de suelo (Figura 5.1d), que permiten el análisis de densidad aparente y retención de humedad, entre otros.
5. Representatividad de la muestra: siempre se recomienda representar un área homogénea de muestreo con varias submuestras que se mezclan y se convierten en una muestra compuesta para llevar a laboratorio; generalmente se toman 10 submuestras de suelo por hectárea.
6. Se debe identificar claramente la muestra con los datos de ubicación del predio del solicitante, que caractericen la muestra y que ayuden a dilucidar e interpretar el análisis de suelo.



**Figura 5.1.** Muestreo de suelo: a) Selección de áreas homogéneas de muestreo, b) Toma de muestra con pala, c) Toma de muestra de suelo con barreno holandés (se observan: pala, barreno holandés y barreno Up-Land), y d) Toma de muestra con anillo.

Los anteriores aspectos se pueden ver de forma detallada en el capítulo *El análisis de suelo, toma de muestras para el manejo de la fertilidad en el cultivo de la cebolla de rama (*A. fistulosum*, L)* (Villaneda, E., 2006).

Los análisis de suelo realizados en la región del lago de Tota, Boyacá, interpretados bajo parámetros de la Quinta aproximación (ICA, 1992) y la historia de la fertilización en la zona, muestran que la aplicación excesiva e inadecuada de gallinaza, además de ser posible vector de enfermedades y del nematodo (*Ditylenchus dipsaci*), también ha causado fuertes desbalances nutricionales. Como lo menciona Barrera

(2003), se han encontrado niveles elevados de fósforo y zinc, desbalances Ca/Mg, además, contenidos medios de azufre y bajos de boro. En análisis realizados en el primer semestre de 2011 por el laboratorio de Corpoica, a solicitud de la Asociaciones de productores de cebolla limpia y de otras hortalizas del municipio de Aquitania, Asoparcela, se corrobora esa interpretación, dejando ver que la situación no ha cambiado y que siguen los mismos desbalances, aunque ya existe conciencia por parte de los productores, principalmente los asociados a Asoparcela, lo que ha permitido el uso de alternativas de fertilización ajustadas a las recomendadas por Barrera (2003).

### 3. Análisis de tejido vegetal (foliar)

El análisis foliar es una herramienta utilizada para evaluar el estado nutricional actual de un cultivo, siendo complementario al análisis de suelo; un análisis de tejido hecho en épocas tempranas de crecimiento puede ser usado para ayudar a identificar otros factores, aparte de la fertilidad del suelo, que puedan limitar el crecimiento y rendimiento del cultivo; aspectos importantes a tener en cuenta, al igual que en el suelo, como la representatividad del muestreo, la limpieza de los materiales de muestreo y empaque, además seguir las instrucciones del laboratorio para la toma correcta de la muestra de tejido vegetal (Snyder, C., 1998). Esta herramienta es muy utilizada en cultivos perennes como palma de aceite (*Elais guinensis*) (Caliman, J. *et al.*, 2004) en donde se tiene correlacionado la concentración de nitrógeno en la hoja 24 de palma adulta con el rendimiento, lo que permite evaluar el estado nutricional actual en el cultivo. Como se describe para palma, en el análisis de tejido vegetal es necesario tener en cuenta el órgano de la planta muestreado y la edad de la planta, para que el dato analítico sea útil para comparar resultados con referentes de cultivos con rendimiento óptimo. A continuación, a manera de ejemplo, se muestra la concentración óptima de nutrientes para diversos cultivos:

**Tabla 5.1.** Concentración óptima de nutrientes en tejido vegetal para diversos cultivos

Cultivo	Macronutrientes						Micronutrientes				
	% peso seco						Mg*kg-1 de peso seco				
	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Lechuga	3,0	0,35	5,0	0,3	1,2	0,3	50-100	30-200	30-100	25-55	10-35
Papa	3,0	0,35	5,0	0,75	2,0	0,35	70-150	40-300	15-30	20-50	
Frijol	3-5	0,2-0,3	2,0-2,5	0,4-0,7	1,5-2,0	0,5-1,0	100-450	30-300	20-100	30-60	10-20
Banano	2,7-3,6	0,16-0,27	3,2-5,4	0,27-0,60	0,75-0,85	0,26-0,3	80-360		20-50	10-25	6-30

Tomado de: Malavolta (1989), citado por Gómez (2006).

En un estudio exploratorio realizado en el primer semestre de 2011 se hizo un muestreo de cebolla de rama (*A fistulosum*. L) (tallos y hojas) en tres fincas y por triplicado ubicadas en el municipio de Aquitania, se midió el rendimiento, se tomó peso fresco, peso seco y en laboratorio se determinaron los siguientes nutrientes: nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), hierro (Fe),

manganeso (Mn), zinc (Zn) y boro (B). Al realizar el análisis de tejido en laboratorio se encontraron los siguientes resultados:

**Tabla 5.2.** Concentración de nutrientes en cultivo de cebolla de rama

	Macronutrientes						Micronutrientes				
	% peso seco						mg*kg <sup>-1</sup> 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%*	28,3	22	28	24	46	22	25,77	56,8	10,1	41,8	120,9

\* Coeficiente de variación.

Al comparar los resultados mostrados en la Tabla 5.1, que son los de concentración de nutrientes de diversos cultivos con respecto a lo encontrado en cebolla de rama (*A fistulosum*. L) (Tabla 5.2), se observa que la cebolla presenta una más baja concentración de nutrientes, a excepción del azufre, donde su concentración es alta, inclusive más alta que para el magnesio. La concentración de hierro en tejido es alta. El rápido crecimiento del cultivo de la cebolla, en muchas ocasiones, impide que un adecuado diagnóstico del estado nutricional del cultivo pueda ser corregido durante el desarrollo del mismo. Sin embargo, la información puede ser útil para predecir una posible deficiencia o desbalance que se pueda corregir después del corte o cosecha, en el siguiente ciclo de cultivo.

## 4. Niveles de extracción de nutrientes

El estudio de niveles de extracción de nutrientes permite tener un referente de las cantidades de nutrientes que debe extraer un cultivo para un determinado rendimiento en un ciclo de cultivo y área determinada, además de la proporción de un nutriente frente a otro, que permite formar índices de balance entre nutrientes. Estos niveles sirven de herramienta base para calcular la cantidad de nutriente a aplicar.

Generalmente, los niveles de extracción se obtienen a partir de ensayos en los que el rendimiento del cultivo es óptimo, se utiliza el análisis de tejido, el rendimiento, el peso en fresco, peso seco y a partir de estos se obtienen los niveles de extracción.

A nivel exploratorio se encontró con la cebolla que, en promedio, por cada 100 g de materia fresca, 90 g son de agua (90% de humedad). Con el conocimiento de este dato, los análisis de tejido y los rendimientos se estableció a nivel exploratorio unos valores de extracción de nutrientes para la cebolla de rama, como se observan en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Extracción de nutrientes por el cultivo de cebolla de rama

	Rendimiento Ton/ha*ciclo	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
		kg/ha por ciclo o corte						kg/ha por ciclo o corte				
Promedio	49,75	78,26	10,93	45,78	23,66	7,21	25,57	1,55	0,15	0,12	0,22	0,11
Máximo	60,00	104,88	13,87	62,53	36,01	10,71	29,30	2,26	0,64	0,23	0,32	0,24
Mínimo	40,35	57,22	7,41	35,30	12,74	4,91	19,92	0,77	0,03	0,04	0,15	0,06
CV*	12,78	21,39	21,14	24,42	29,40	26,59	12,36	27,04	128,72	60,23	22,15	46,22

\* Coeficiente de variación.

Al analizar los resultados de la Tabla 5.3 se observa una importante extracción de azufre, la cual es dos o tres veces más alta que para magnesio, y presenta una relación casi 1:1 con respecto al calcio; esto demuestra la importancia del azufre para las plantas de la familia de las aliáceas, en este caso de la cebolla de rama (*Allium fistulosum* L). También se observa que la extracción de nitrógeno es más alta que potasio; este tipo de observaciones se deben tener en cuenta en los planes de fertilización.

Al suponer tres ciclos o cortes por año, entonces, en la Tabla 5.4 se presenta el valor promedio de extracción de nutrientes por hectárea por año:

Tabla 5.4. Extracción de nutrientes por hectárea año para el cultivo de cebolla de rama

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
kg/ha por año						kg/ha por año				
235	75	137	71	22	77	5	0,5	0,3	0,65	0,33

Al relacionar los nutrientes extraídos por la cebolla de rama y su rendimiento, se encontraron bajas correlaciones (es decir, baja relación entre el nivel de nutriente extraído con el rendimiento), posiblemente debido a la elevada aplicación de gallinaza, que aporta grandes cantidades de nutriente y por el nivel de estudio que es exploratorio con un número bajo de puntos de comparación. Una excepción fue el zinc, que presenta una correlación positiva con respecto al rendimiento, es decir, que a mayor extracción de zinc por la cebolla, mayor es el rendimiento; este resultado, más que por niveles bajos de zinc en el suelo [como se menciona anteriormente, los niveles de nutrientes en el suelo son elevados. Para más detalle, ver Barrera (2003)], es posiblemente debido a su desbalance frente al fósforo, como consecuencia de la inhibición de la absorción de zinc por las raíces, por el elevado contenido de fósforo en el suelo, además, las altas concentraciones de fósforo disminuyen la translocación del zinc de las raíces a las hojas, tallos y frutos (Malavolta). A continuación, en la Figura 5.2 se muestra la gráfica que relaciona el zinc con el rendimiento de cebolla de rama.

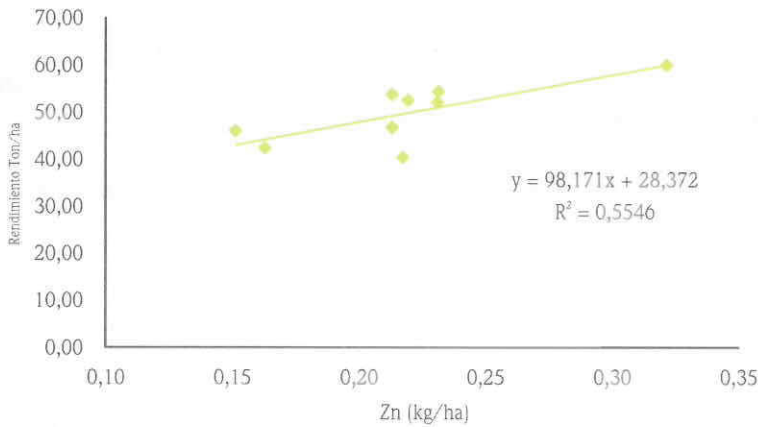


Figura 5.2. Relación del contenido de zinc con el rendimiento de cebolla de rama.

Además de las anteriores herramientas, existen otras que deben tenerse en cuenta para el manejo de la nutrición del cultivo de cebolla, tales como: la curva de absorción de nutrientes que ayudan a definir la época y el fraccionamiento de aplicación, de acuerdo con la acumulación de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del cultivo (Sancho, H., 1998) y con ensayos de respuesta a la fertilización que ayudan a manejar con más criterio técnico las cantidades óptimas de fertilizante y las fuentes de fertilizantes que generen más rendimiento a menor costo (mayor productividad).

## 5. Conclusiones

- El uso de herramientas como análisis de suelo, niveles de extracción de nutrientes y curvas de absorción, entre otras, si son bien manejadas sirven para hacer programas de fertilización balanceados y ajustados que permitan un rendimiento óptimo del cultivo de cebolla de rama.
- Aún se evidencia la aplicación excesiva de gallinaza en el cultivo de cebolla larga (*A fistulosum* L), en la región del lago de Tota, lo que ocasiona desbalances en la relación Ca/Mg y elevadas concentraciones de fósforo que pueden afectar la absorción de zinc por el cultivo de cebolla de rama; es recomendable el uso de fuentes de magnesio y zinc en la nutrición del cultivo.
- Se encontraron bajos y medios contenidos de boro y azufre, respectivamente, en el suelo, por lo que se espera una alta respuesta a su aplicación en el cultivo de cebolla larga (*Allium fistulosum* L).
- Al analizar los datos del ensayo exploratorio se observó la importancia de la nutrición del azufre, por su alta extracción por parte de la planta de cebolla larga (*A fistulosum* L), además, por el efecto benéfico en la pungencia de la cebolla (calidad organoléptica).
- La cebolla extrae más nitrógeno que potasio, aspecto a tener en cuenta en los planes de fertilización.

## 6. Bibliografía

- BARKER, A. & PILBEAN, D. Introduction. En: Handbook of Plant Nutrition. Edited by: Barker and Pilbean. Boca Raton, Florida, Unites Estates: Taylor & Francis. 2007. Pp. 3-19.
- BARRERA, L. Fertilización de la cebolla larga en los alrededores del Lago de Tota en Boyacá. Documento técnico: II Taller de Hortalizas Corpoica. Bogotá, Colombia: Edición Galrobayo VEU. 2003. Pp. 64-68.
- CALIMAN, J.; DUBOS, B.; TAILLIEZ, B.; ROBIN, P.; BONNEAU, X. & DE BARROS, I. Manejo de la nutrición en palma de aceite: situación actual y perspectivas. En: Revista Palmas. Vol. 25 No. especial, Tomo I. 2004. Pp. 42-60.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Bogotá, Colombia: ICA, Manual de Asistencia Técnica N° 25. 1992. 64 pp.
- LEÓN, A. Evaluación de la fertilidad del suelo. En: Fertilidad de suelos, diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. 1994. Pp. 155-186.
- MALAVOLTA, E. Relación entre el fósforo y el zinc. Centro de Energía Nuclear para la Agricultura. Universidades de Sao Paulo. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil. 2006. [en línea] Recuperado de: [http://www.ipni.net/ppiweb/Itamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/1671a1825d3515eb85256e1b0014553a/\\$FILE/Relacion%20entre%20el%20P%20y%20el%20Zn.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/Itamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/1671a1825d3515eb85256e1b0014553a/$FILE/Relacion%20entre%20el%20P%20y%20el%20Zn.pdf). [Consultado en marzo de 2012].
- MENGEL & KIRBY. Principles of Plant Nutrition. Kluwer academic Publisher. 2001. ISBN 0-7923-7150-K.
- RESTREPO, F. Uso de las bases de datos en la calibración e interpretación de análisis de suelos, caso Café. En: Congreso colombiano de la ciencia del suelo. La sostenibilidad del suelo y la competitividad agrícola. Sociedad colombiana de la ciencia del suelo (SCCS). Bogotá, Colombia. Octubre de 2006. 129 p.
- SLATON, N.; BRYE, K.; BACON, R. & MOZAFFARI, M. Correlation and Calibration of Mehlich-3 Recommendations for Winter Wheat Following Rice in Arkansas. In: Communications in Soils Science and Plant Analysis. 36 (7). 2005. Pp. 993-1004.
- SNYDER, C. Plant Tissues Analysis a Value Nutrient Management Tool. News and News. Potash and Phosphate Institute. Canada. 1998. In: <http://www.ppci.org>.
- VILLANEDA, E. El análisis de suelo, toma de muestras para el manejo de la fertilidad en el cultivo de la cebolla de rama (*Allium fistulosum*). Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania, Boyacá. Corpoica. Bogotá, Colombia: Edición Produmedios. 2006. Pp. 16-20.

# Capítulo 6.

## El compostaje como alternativa al manejo de residuos producidos por el cultivo de cebolla de rama

Patricia Martínez Nieto<sup>1</sup>

### 1. Introducción

La cuenca del lago de Tota, localizado en el departamento colombiano de Boyacá, comprende los municipios de Aquitania, Cuítiva y Tota, donde se concentra la mayor producción de cebolla larga del país (Figura 6.1). Esta actividad agrícola, sumada al vertimiento de aguas negras procedentes de estos municipios, contamina el agua de este lago, segundo en importancia en Suramérica, después del Titicaca (Rodríguez, 2005; Alcaldía Municipal de Aquitania, 2008).



Figura 6.1. Cultivo de cebolla en Aquitania.

1 Bacterióloga. M.Sc. Microbiología. Consultora de manejo de residuos orgánicos, Bogotá, patingli@yahoo.com

El cultivo de cebolla es el principal generador de empleo e ingresos en Aquitania, con una participación promedio del 80% de la población (Renjifo *et al.*, 2002; Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, 2002; Granados y Guzmán, 2003). El uso de insumos es el rubro que demanda mayor inversión, con una participación de los fertilizantes orgánicos hasta del 50% de los costos totales durante el establecimiento del cultivo. Esto se debe al uso inadecuado de gallinaza cruda para la fertilización orgánica, que junto con el riego generan problemas fitosanitarios de pudrición radicular y foliar. Además, el uso excesivo de gallinaza no compostada ocasiona procesos de nitrificación acelerada que el cultivo no puede asimilar, generando pérdida de nutrientes. Estos nitratos por lixiviación llegan a aguas subterráneas y posteriormente a riachuelos y al lago de Tota, aumentando el desarrollo de plantas acuáticas como junco y elodea, que reducen la superficie de agua y modifican el hábitat de fauna y flora nativas, causando con el tiempo eutrofización (Renjifo *et al.*, 2002; Barrera, 2003; Rodríguez, 2005; Hio 2006; Banco Agrario, 2006). El crecimiento de elodea, en detrimento de otras plantas acuáticas, ha reducido drásticamente la población de algunas aves en el lago de Tota, debido a la desaparición o reducción de las plantas que eran su sustento (Renjifo *et al.*, 2002). Por tal razón, desde 1996, Corpoboyacá ha extraído del lago de Tota algo así como 300.000 metros cúbicos de elodea, como medida de control (El Tiempo, 2010).

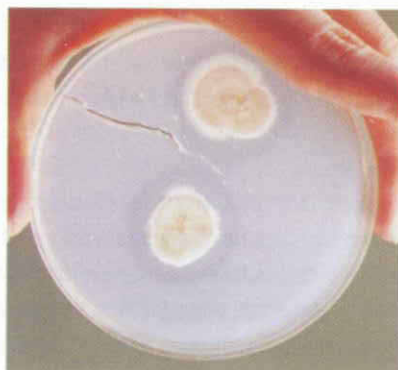
Por otro lado, el cultivo de la cebolla genera residuos de la producción misma, los cuales son eliminados sin ningún tratamiento o aprovechamiento adecuado, y podrían ser utilizados mediante técnicas de compostaje. En Aquitania se generan residuos a partir del proceso conocido como *pelanza*, que consiste en un desprendimiento de hojas secas y deterioradas y de las raíces más largas, que son abandonados en diferentes lugares sin ningún tratamiento, en cambio de convertirse en una alternativa productiva en la zona (Varela, 2006; Clarkson *et al.*, 2006).

Debido a la contaminación generada por la gallinaza, la elodea y la pelanza de cebolla entre 2005 y 2006, Corpoica desarrolló un proyecto en Aquitania con los Productores asociados de cebolla larga y otras hortalizas en producción más limpia del municipio Aquitania (Asociación Parcela), manejando estos residuos mediante siete módulos de compostaje, inoculando microorganismos para acelerar el proceso y mejorar la calidad del producto. En esta experiencia, los resultados mostraron que los abonos orgánicos evaluados con relación a la norma técnica colombiana 5167 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC (2004), cumplían con todos los parámetros exigidos, como también con la normatividad internacional consultada del estado de Washington y de países como Canadá, Australia y Chile (Martínez-Nieto, 2006). Retomando esta experiencia, en 2008 y 2009 la Corporación para el desarrollo participativo y sostenible de pequeños agricultores, Corporación PBA, con la Asociación Parcela, bajo la asesoría de la Fundación Humedales, optimizaron las mezclas y el uso de microorganismos, obteniendo abonos de excelente calidad nutricional a partir de la inoculación de microorganismos benéficos, de acuerdo con lo reportado por el laboratorio de control de calidad con concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio entre 1,7-1,83%, 2,29-2,51% y 2,08-2,31%, respectivamente, para los compost obtenidos con la mezcla de los tres residuos e inoculados con microorganismos celulolíticos, proteolíticos y amilolíticos producidos por la autora de este capítulo (Fundación Humedales, 2009; Martínez-Nieto *et al.*, 2011a).

Con base en los resultados obtenidos en este manual, abordaremos el compostaje con inóculos microbianos como alternativa para el manejo de residuos generados directa e indirectamente por el cultivo de cebolla en Aquitania, buscando en un futuro su uso como fertilizante orgánico en remplazo de la gallinaza cruda y como parte de la solución para la descontaminación del lago de Tota, teniendo en cuenta lo expresado por Enríquez-Calderón *et al.* (1997): “Transformar los desechos agroindustriales para hacerlos utilizables es, no solamente resolver un problema de contaminación ambiental sino contribuir también a mejorar la calidad del medio y favorecer la sostenibilidad de la producción agrícola”.

## 2. Fundamento teórico

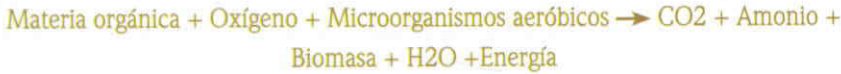
El compostaje puede ser definido como el proceso de transformación aerobia controlada de materiales orgánicos, por acción de los microorganismos que conduce a la producción de un material estable y seguro que mejora la estructura y los nutrientes del suelo conocido como compost, si no se le adicionan artificialmente microorganismos benéficos, y si se le agregan microorganismos que se garanticen en la composición se conoce como bioabono. El compostaje se puede considerar como la mejor manera de recuperar el potencial de reciclamiento de nutrientes de los residuos, con eliminación de patógenos (microorganismos, larvas y malas hierbas) a bajo costo; y cuando se usan microorganismos seleccionados en el proceso de descomposición de la materia orgánica, se está aprovechando su actividad enzimática para potencializar la degradación de compuestos complejos (Figura 6.2) y la capacidad antagonista y/o estimuladora de crecimiento vegetal (Ichida *et al.*, 2001; Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 2004; Martínez-Nieto, 2006; Abaunza *et al.*, 2008; Martínez-Nieto *et al.*, 2011b).



**Figura 6.2.** Degradación cualitativa de celulosa, evidenciada por halos claros alrededor de las colonias fúngicas.

El compostaje es una serie de procesos biológicos interconectados para degradar la materia orgánica, llevada a cabo por una sucesión de microorganismos que establecen las etapas y características de la degradación. Es un proceso de descomposición incompleta de la materia orgánica para la producción

de productos carbonados, biomasa, dióxido de carbono, agua y energía. En los sistemas aeróbicos la ecuación sería:



(Day y Shaw, 2004; Li *et al.*, 2004; Calixto y Del Basto, 2005)

Como vemos, el proceso de compostaje es una compleja interacción entre sustrato, microorganismos, aireación, producción de agua y calor; por tanto, es importante entender cómo influyen estos parámetros en el ecosistema microbiano, para mejorar la eficiencia del proceso. Aunque los microorganismos son primordiales, los invertebrados también son claves en el proceso de degradación de ciertos tipos de compostaje, donde se crea una red basada en el alimento (Figura 6.3) (Cornell Waste Management Institute, 2000; Cereijo *et al.*, 2007; Moreno y Moral, 2008).



**Figura 6.3.** Algunos ejemplos de organismos (Hongo, Bacteria, Actinomiceto, Nematodo y crustáceo terrestre) encontrados en diferentes procesos de compostaje con residuos como macrófitas acuáticas, tomate, estiércol de cerdo, cebolla y gallinaza. *Absidia corymbifera* (A). *Serratia marcescens* (B) *Strep-tomyces* sp. (C) *Rhabditis* sp. (D) y Cochinita de humedad (*Armadillium opacum*) (E).

El compostaje depende de la naturaleza de los materiales que se utilicen, de factores fisicoquímicos y del método de descomposición empleado, entre otros factores (Martínez-Nieto, 2006; Abaunza *et al.*, 2008; Farhan *et al.*, 2010).

Los ingredientes que van a enriquecer la mezcla deben ser escogidos teniendo en cuenta su disponibilidad en la zona, la calidad expresada en ausencia de sustancias nocivas y el valor económico. La utilización de fuentes de carbono fácilmente asimilables por los microorganismos, junto con condiciones fisicoquímicas, garantizan un proceso óptimo de degradación y da las condiciones adecuadas para que otros microorganismos más exigentes puedan activar su maquinaria enzimática y degradar compuestos más complejos.

Por otro lado, la presencia de materiales como vidrio, plástico y metales pesados, entre otros, hacen que el producto final pierda valor comercial, sin importar lo bueno que sea el control del proceso de compostaje; si el material de base está contaminado, el producto no sirve y por eso es importante la selección de los sustratos que alimentan el proceso (Corporación Técnica Alemana (GTZ), 2000; Martínez-Nieto, 2006).

La caracterización de nutrientes de los residuos que van a constituir la mezcla es primordial, en la medida que determinan la velocidad de la degradación y el valor nutritivo del producto final. Entre los nutrientes clave se encuentran el carbono, el nitrógeno y el fósforo. Carbono, nitrógeno y fósforo son elementos esenciales para la vida, ya que son retenidos dentro de algunas moléculas orgánicas como carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos, entre otros. Estas moléculas van a ser metabolizadas por los microorganismos en el proceso de compostaje, para sus funciones vitales y estructura celular. El equilibrio entre carbono y nitrógeno se conoce como la relación de transformación carbono/nitrógeno, que nos indica cuánto carbono contiene un material con relación al nitrógeno; lo ideal para una adecuada transformación es 20 a 30 partes de carbono por 1 porción de nitrógeno; para el caso del fósforo la relación entre carbono/fósforo ideal para el compostaje debe estar en el rango de 75-175/1. El crecimiento y la reproducción de los microorganismos depende, entre otros factores, del balance entre carbono/ nitrógeno, por tanto, la tasa de transformación del material orgánico va a estar directamente vinculada con esta relación. Por ejemplo, una relación de 60:1 demora el proceso de obtención del compost, debido a una lenta descomposición del material por parte de los microorganismos, debido a la carencia de nitrógeno, obteniéndose un bajo rendimiento en la producción del compost; si, al contrario, tuviéramos una relación baja, se perdería el nitrógeno en forma amoniacal, debido a las elevaciones de la temperatura. Una descomposición rápida y la obtención de un producto de buena calidad dependen, entre muchos factores, de la forma como se mezclen los diferentes residuos orgánicos que se dispongan para el proceso de compostaje. Se reitera que los compuestos que se vayan a escoger son clave; por lo general, los materiales verdes y húmedos proveen un alto contenido de nitrógeno, mientras que los cafés suministran carbono (Uscátegui y Valbuena, 1999; Cornell Waste Management Institute, 2000; Martínez-Nieto, 2006; Abaunza *et al.*, 2008; Washington State University, 2009).

Otros factores importantes son la temperatura, pH, oxígeno, humedad y tamaño de partícula en el proceso de degradación. La temperatura es uno de los parámetros que mejor indican el desarrollo del proceso, debido a que la elevación de la temperatura entre 35 y 60 °C elimina patógenos, parásitos y semillas de arvenses. Entre más caliente esté la pila, más rápido se degrada; sin embargo, hay un rango óptimo para no matar organismos deseables. Muchos autores consideran que la temperatura no se debe dejar incrementar por encima de 60 a 65 °C y la normatividad internacional consultada indica que para obtener la eliminación de patógenos la temperatura del compost debe incrementarse por encima de 55 °C durante tres días para compostaje en bio-reactores y pilas estáticas con aireación forzada; mientras que para pilas con volteo, por 15 días deben mantener esa temperatura (Cornell Waste Management Institute, 2000; Comisión Nacional del Medio Ambiente del Gobierno de Chile, 2000; Hogg *et al.*, 2002; Ge *et al.*, 2006; Martínez-Nieto, 2006; Cereijo *et al.*, 2007; Abaunza *et al.*, 2008; Martínez *et al.*, 2011b). Aunque la temperatura influye en la sanidad del producto, en la eliminación de patógenos están involucrados otros factores como la competición microbiana, que evita la recolonización cuando las temperaturas bajan, ya que en muchos procesos están presentes microorganismos que producen antibióticos, sideróforos o ejercen antagonismo contra especies patógenas para el hombre y las plantas (Cornell Waste Management Institute, 2004; Martínez-Nieto *et al.*, 2011b).

El rango de pH inicial entre 5,5 y 8,5 es óptimo para el crecimiento de los microorganismos del compost. Al comienzo, por la acción de bacterias y hongos que digieren la materia orgánica, liberan ácidos

orgánicos y bajan el pH; posteriormente se incrementa por liberación de amonio en la fase termófila y cuando se entra en la etapa de enfriamiento y maduración vuelve a descender a niveles cercanos a la neutralidad. Aquí hay que tener en cuenta que si el sistema se vuelve anaeróbico se acumulan los ácidos y el pH puede bajar a 4,5, limitando la actividad microbiana; sin embargo, una simple corrección de la aireación devuelve el pH a los rangos adecuados (Cornell Waste Management Institute, 2000; Martínez-Nieto, 2006; Abaunza *et al.*, 2008).

El oxígeno es un factor determinante en el proceso de compostaje, si tenemos en cuenta que el proceso es aeróbico, no solo se necesita para el crecimiento de los microorganismos sino también para la oxidación de diversas moléculas orgánicas presentes en los residuos. Además, en el requerimiento de oxígeno hay que tener en cuenta que los microorganismos viven en la fase líquida, sobre y en las partículas de compost, por tanto, la concentración de oxígeno no solo está determinada por la concentración de la fase gaseosa, sino que va a depender de las velocidades de consumo, difusión y tamaño de partícula. Al inicio se puede tener una concentración de oxígeno en los poros de 15-20%, pero a medida que el proceso avanza este gas disminuye y aumenta el dióxido de carbono; si el promedio en la concentración del oxígeno es menor de 5%, se empiezan a desarrollar zonas anaeróbicas (carentes de oxígeno).

Para mantener un adecuado suministro de oxígeno existen varios métodos, como el volteo manual, la inclusión de tuberías perforadas, los ventiladores y la elevación de piso; hay que tener cuidado en su implementación para evitar la desecación del material. Con relación al tamaño de partícula, es conveniente anotar que este debe estar entre 1,3-5 cm para favorecer una adecuada aireación y ataque de los microorganismos (Cornell Waste Management Institute, 2000; Sundberg, 2005; Martínez-Nieto, 2006; Abaunza *et al.*, 2008).

Los microorganismos aeróbicos necesitan tanto de oxígeno como de agua, y aquí se genera un problema para el balance de estos dos elementos, en la medida en que uno es líquido y el otro un gas, jugando un papel importante las relaciones entre sólidos, líquidos y gases en la matriz del compostaje, que envuelve un modelo conceptual de agregados de sólidos y líquidos rodeados por un espacio poroso lleno de gas; ya que el oxígeno es consumido y el dióxido de carbono producido, el oxígeno necesita continuamente ser suministrado. Este gas es transportado, principalmente, por flujo de masa a los poros vacíos, y en el líquido, mediante difusión; este último es un proceso lento que limita el proceso, pero como los microorganismos consumen mucho oxígeno, solo una delgada capa externa de cada partícula de compost es aerobia durante la degradación.

Por otro lado, el equilibrio entre agua y oxígeno se complica por el hecho de que el gas se elimina del agua cuando ésta se evapora y siendo la evaporación el principal medio de refrigeración, no es posible mantener el contenido de humedad por largos periodos. Es por esto que la humedad es un factor crítico dentro del compostaje, en el que los extremos son viciosos en la medida que un exceso crea condiciones anaerobias y su disminución cesa la actividad microbiana. Se recomienda que durante el proceso de compostaje se maneje una humedad entre 40-60%, aunque esto depende del material, ya que en los de naturaleza fibrosa se pueden

manejar humedades iniciales entre 75-85% (Sundberg, 2005; Martínez-Nieto, 2006; Abaunza *et al.*, 2008; Martínez-Nieto *et al.*, 2011b).

Por último, es clave saber cuándo un compost está maduro. Aquí hay que hacer una diferenciación entre estabilidad y madurez, ya que muchas veces en la literatura se utilizan indistintamente, pero presentan diferencias que son importantes anotar, aunque no exista una definición oficial dentro del compostaje industrial para estos términos, por parte de las entidades gubernamentales que reglamentan la producción de abonos orgánicos. La estabilidad se relaciona con el grado de descomposición de la materia orgánica. Un compost está lo suficientemente estabilizado cuando la tasa de consumo de oxígeno se reduce hasta el punto de que las condiciones anaeróbicas no se crean, de tal manera que no interfiere con el almacenamiento, comercialización y uso final del producto. Además, un compost estabilizado no debe tener problemas con la atracción de insectos o patógenos, derivados de una descomposición incompleta. Mientras que *madurez* se define como el grado de descomposición de las sustancias orgánicas fitotóxicas durante el compostaje y, por tanto, la madurez se relaciona directamente con el valor del producto en la agricultura o sea con relación a su efecto en el suelo y las plantas. Para algunos autores un compost inmaduro no ha alcanzado las etapas de enfriamiento y curado.

En la mayoría de la normatividad consultada, el término *madurez* es el comúnmente usado. En Canadá, el compost es maduro si cumple con los siguientes requisitos: consumo de oxígeno  $< 150 \text{ mg O}_2/\text{Kg MO (VS)}/\text{h}$ , índice de evolución de  $\text{CO}_2 \leq 4 \text{ mg CO}_2\text{-C/g MO/d}$ , relación C/N  $\leq 25$ , no recalentamiento de la pila por encima de  $8 \text{ }^\circ\text{C}$  con relación a la temperatura ambiente, germinación de semillas de berro (*Lepidium sativum* L.) y rabanito (*Raphanus sativus* L.)  $\geq 90\%$  comparado con el control, reducción de la materia orgánica al menos en un 60% y en ausencia de los anteriores test, curar el compost por seis meses. La metodología utilizada para determinar estos parámetros se encuentra estandarizada y se basa en su mayoría en lo establecido por *The US Composting Council Research and Education Foundation* (Comisión Nacional del Medio Ambiente del Gobierno de Chile, 2000; Sadzawka, 2004; Cabañas-Vargas *et al.*, 2005; Ge *et al.*, 2006).

El conocer cuándo el compost está estable y maduro ahorra tiempo y dinero, si tenemos en cuenta que cuando ha completado el tiempo de curado se le deben hacer varios análisis exigidos por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)<sup>2</sup> para conocer su calidad; si el compost está todavía inmaduro se deben repetir hasta que cumpla todos los parámetros exigidos, perdiendo por cada muestra alrededor de un millón de pesos colombianos. Aunque hay que aclarar que muchos de los métodos aceptados para determinar la evolución de la estabilidad del compost consumen mucho tiempo y requieren equipos sofisticados que no están al alcance de las plantas productoras de compost y no pueden ser considerados como rutinarios para el monitoreo de la estabilidad; realmente, a gran escala se necesitan técnicas sencillas y fáciles de manejar que permitan distinguir claramente entre las etapas de compostaje e indicar el punto final del

2 Entidad del Estado encargada de ejercer el control técnico de la producción y comercialización de insumos agropecuarios. Otorga los registros como productor y comercializador de abonos orgánicos una vez se cumpla con varios requerimientos.

proceso. Entre los métodos sencillos están el índice de germinación, la tasa específica de absorción de oxígeno (SOUR), el test de autocalentamiento modificado y Solvita® (esta prueba determina el índice de madurez comercial, sobre la base de la medición de la respiración de dióxido de carbono y contenido de amoníaco en cuatro horas) (Cabañas-Vargas *et al.*, 2005). Sin embargo, hay que tener en cuenta que se debe practicar más de una prueba (casi siempre se exige que se practiquen dos, como mínimo), ya que, por ejemplo, con el índice de germinación, Sullivan y Miller (2001) recomiendan interpretarlo con cautela, porque el alto contenido de sales de un compost puede inhibir la germinación en todas las etapas de curado, lo que se comprobó con el compost producido a partir de residuos de cebolla, elodea y gallinaza (Martínez-Nieto *et al.*, 2011a).

El compost maduro debe cumplir con varios requisitos contemplados en la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5167 de 2004, expedida por el ICONTEC, en la que se estipula que si la muestra no cumple con uno o más de los requisitos indicados, se rechaza todo el lote y el ICA no da los registros a la empresa productora de compost, por tanto, no lo pueden vender, o en el caso de agricultores orgánicos, afecta la exportación de sus productos. Además, para que estos análisis sean válidos deben ser realizados por un laboratorio de control de calidad de abonos orgánicos certificado por el ICA. Los parámetros a caracterizar son: pérdidas por volatilización, cenizas, humedad, carbono orgánico total, nitrógeno, fósforo, potasio, relación C/N, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), densidad, metales pesados (arsénico, cadmio, cromo, mercurio, níquel y plomo), macrocontaminantes, patógenos y carga microbiana. Todos estos parámetros presentan límites permitidos que se deben cumplir de acuerdo con la norma.

### 3. Materiales y equipos

- Residuos animales y/o vegetales triturados y secos a la humedad adecuada, de acuerdo con los análisis fisicoquímicos (el volumen depende del compost a producir y de los análisis fisicoquímicos realizados inicialmente). Los residuos que se van a utilizar son: elodea brasilera, gallinaza y pelanza de cebolla como ingredientes base y adicionalmente cascarilla de arroz, harina de cebada y palmiste.
- Melaza en bultos de 30 kg. La cantidad a utilizar depende de los residuos a procesar, de acuerdo con los análisis fisicoquímicos y la evolución del proceso.
- Cal viva o agrícola en bultos de 50 kg. La cantidad depende de los residuos a procesar, de acuerdo con los análisis fisicoquímicos y el pH durante el montaje y evolución del proceso.
- Activadores biológicos del proceso de compostaje.
- Trituradora con motor diésel; la capacidad depende de la cantidad de residuos a procesar.
- Balanza de piso de 50 kg en adelante, de acuerdo con la cantidad de residuos a procesar y el producto a obtener.

- Termómetro de punzón.
- Aparato que mide pH y humedad en campo. También se puede utilizar tiras de pH; en tal caso, deben disponer de vasos desechables, bien sea de plástico o de espuma de poliestireno.
- Tamiz (tamaño de poro  $\leq 0,16$  cm).
- Palas.
- Pala de jardinería.
- Rastrillos.
- Carretillas.
- Canecas con utensilios para mezclar su contenido.
- Baldes plásticos.
- Bolsas plásticas de 2 kg.
- Bomba de espalda con boquillas, preferiblemente nueva o que no haya sido utilizada para fumigación con plaguicidas. Alternativamente, se puede utilizar una regadera nueva.
- Agua de buena calidad.

## 4. Procedimiento

El método que se ha empleado en las investigaciones realizadas en Aquitania es en “parvas” o montones, modificado con el fin de garantizar la distribución de los inóculos microbianos y la homogenización de los materiales. La modificación consiste en que inicialmente se comienza agregando por capas todos los ingredientes, hasta cierta altura, y se revuelven cuando son inoculados; este proceso se repite hasta alcanzar la altura deseada, quedando al final un montón con todos los materiales completamente integrados (Martínez-Nieto, 2006; Martínez-Nieto *et al.*, 2011b).

### 4.1. Análisis fisicoquímico a los residuos que se van a utilizar en el proceso de compostaje

Este es el primer paso que se debe realizar con el fin de establecer la mezcla de los residuos base o si es necesario agregar otros ingredientes, para lograr una relación carbono/nitrógeno entre 20-30, una relación carbono/fósforo de 75-175/1 y una humedad entre 40-60% (Martínez-Nieto, 2006; Abaunza *et al.*, 2008). Los análisis que se deben realizar son: carbono, nitrógeno, fósforo, humedad y densidad aparente. Con estos datos además se determina la cantidad de residuos húmedos a recoger o, en el caso de la elodea, a extraer del lago de Tota, así como la humedad a que se deben secar, el tamaño y número de pilas. En el cálculo matemático de los diferentes componentes de las mezclas hay diferentes escuelas, pero las

más exactas son las que tienen en cuenta la humedad y densidad, porque existen algunas que hacen sus cálculos teniendo en cuenta el peso seco y tienden a subestimar la relación C/N, lo que puede repercutir en la calidad del producto final y en la duración del proceso.

## 4.2. Activadores biológicos del proceso de compostaje

En las diferentes investigaciones se han utilizado dos tipos de inóculos microbianos: uno compuesto por microorganismos celulolíticos, proteolíticos y amilolíticos (MCPA), y el otro, con microorganismos eficientes (EM) producidos comercialmente en Colombia por la Fundación para Asesorías del Sector Rural (FUNDASES), bajo la supervisión de EM Research Organization (EMRO), de Latinoamérica. El MCPA se utilizó a razón de 1 L/t de residuos en tres momentos (montaje y en dos volteos semanales); mientras que los EM se aplicaron 2 L/t de residuos en el montaje y posteriormente cada semana se agregaron a las pilas 1 L/t para un total de cuatro aplicaciones (Martínez-Nieto *et al.*, 2011a).

## 4.3. Montaje de pilas

De acuerdo con los cálculos realizados, basados en los análisis fisicoquímicos iniciales utilizando la técnica de parva o montón modificada (Martínez-Nieto, 2006), se empieza a armar la pila comenzando por la cascarilla de arroz, que se distribuye en el área calculada previamente; posteriormente se agrega la cebolla, la elodea, la gallinaza y otros residuos (si el análisis fisicoquímico así lo dispuso, por ejemplo, en la experiencia realizada por Corpoica en 2005 no se agregaron otros ingredientes; mientras que en 2009, con la Corporación PBA, la Fundación Humedales y la Asociación Parcela se utilizó harina de cebada y palmiste) (Martínez-Nieto, 2006; Martínez-Nieto *et al.*, 2011a), después se agrega cal, el inóculo microbiano mezclado en agua con melaza, más agua con melaza si la humedad está baja; se mezclan bien todos los componentes y se toma el pH, que determina si hay que hacer correctivos y si se agrega más cal a la pila o no en las siguientes etapas. Después que están bien mezclados, se continúa agregando en el mismo orden los ingredientes anteriores, sin la cascarilla de arroz (la cascarilla de arroz se agrega solo al inicio); cuando se termina vuelve y se mezcla y así se continúa hasta la altura deseada (si se cuenta con maquinaria para el montaje y volteo se puede subir hasta tres metros y hacer los cálculos para determinar el ancho, mientras que el largo depende de las necesidades del productor). Al finalizar la pila se toma el pH, la temperatura y la humedad.

## 4.4. Monitoreo y volteos de las pilas

Idealmente, en la primeras semanas se debe tomar la temperatura diariamente, si se puede, o día de por medio, para hacer los correctivos necesarios, teniendo en cuenta que para la técnica de compostaje empleada la temperatura se debe mantener  $\geq 55$  °C durante quince días como mínimo. Al mismo tiempo que se toma la temperatura se lee la humedad, mientras que el pH se puede tomar cada ocho días. Los

volteos se deben realizar cada ocho días y se aprovechan para efectuar la inoculación de microorganismos (Figura 6.4).



**Figura 6.4.** Volteo e inoculación, con EM, realizada por la Asociación Parcela durante 2008, en Aquitania, a una pila que inicialmente se había montado con gallinaza, elodea y pelanza de cebolla.

#### 4.5. Evaluación de las pilas

Cuando se observe que el *compost* tiene un color café oscuro, olor a tierra húmeda por la liberación de geosmina y la temperatura no se incrementa por encima de la temperatura ambiente (Li *et al.*, 2004; Ge *et al.*, 2006), esto supone que la pila ha alcanzado la etapa de curado y entonces se tamiza para realizar el test de fitotoxicidad, autocalentamiento, SOUR y/o Solvita, con el fin de confirmar la madurez del *compost* producido. Si los resultados indican que está maduro, se procede a ordenarlos análisis fisicoquímicos completos para *compost*, metales pesados, enterobacterias, *Salmonella* sp. y recuento de fitopatógenos. Estos resultados permiten establecer la calidad del *compost* con base en la normatividad colombiana NTC 5167 del ICONTEC, (2004). Hay que tener en cuenta que los análisis deben hacerse en un laboratorio de control de calidad para abonos orgánicos, certificado por el ICA, para que tengan validez los datos obtenidos.

### 5. Análisis de resultados

#### 5.1. Análisis fisicoquímico de los residuos que se van a utilizar en el proceso de compostaje

En el mercado se consiguen diferentes software del proceso de compostaje que se pueden adquirir, los cuales permiten calcular las mezclas de los residuos que se quieren compostar, el número y volumen de las pilas, de acuerdo con los datos de porcentaje de carbono, nitrógeno, humedad y densidad, y también se puede sistematizar todo el proceso. Así mismo se puede recurrir a profesionales expertos en ingeniería del compostaje, que establecen las mezclas ideales y el tamaño de las pilas, como también las especificaciones de las plantas de tratamiento de residuos que se necesitan, de acuerdo con la cantidad de abono que se quiera producir a nivel comercial.

A continuación, en la Tabla 6.1 se pueden ver cómo se establecen diferentes mezclas que cumplen con los rangos ideales de relación C/N y humedad, basados en los cálculos matemáticos arrojados por los programas, teniendo en cuenta los resultados de densidad aparente y porcentajes de carbono (C), nitrógeno (N) y humedad obtenidos en 2006 y 2009, en Aquitania (Martínez-Nieto, 2006; Fundación Humedales, 2009; Martínez-Nieto *et al.*, 2011a). En todos los ejemplos, la relación C/N y humedad de la mezcla se incrementa en campo por la utilización de melaza diluida.

**Tabla 6.1.** Ejemplos de diferentes mezclas de gallinaza, elodea y pelanza de cebolla con otros residuos para la obtención de compost, calculadas matemáticamente por diferentes programas existentes en el mercado

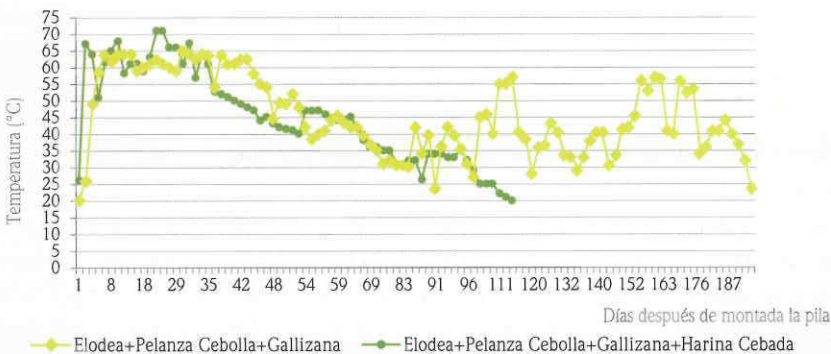
Ejemplo Mezclas	Ingredientes	Humedad %	C %	N %	Densidad t/m <sup>3</sup>	Volumen pila (m <sup>3</sup> )	Humedad final (%)	C/N final	Cantidad pila (t)
1	Gallinaza	3,5	34,1	4,6	0,30	61,2	43	24	2,46
	Elodea	87,1	28,9	2,9	0,13				3,69
	Cascarilla	15	121	0,3	0,16				1,97
	Cebolla	37	17,4	1,1	0,20				2,46
	Total								10,58
2	Gallinaza	14,21	55,5	3,08	0,3	61,2	40	26	2,74
	Elodea	63,13	43,7	2,94	0,33				2,74
	Cascarilla	21,13	58,1	0,42	0,16				0,55
	Cebolla	67,57	28	1,68	0,16				3,84
	Harina de cebada	9,2	66,7	1,17	0,43				2,74
	Total								12,61
3	Gallinaza	14,21	55,5	3,08	0,3	61,2	41	23	2,05
	Elodea	63,13	43,7	2,94	0,33				2,92
	Cascarilla	21,13	58,1	0,42	0,16				0,58
	Cebolla	67,57	28	1,68	0,16				4,67
	Harina de cebada	9,2	66,7	1,17	0,43				0,88
	Palmiste	8,17	39,99	1,47	0,43				2,92
	Total								11,10

La mezcla uno se obtuvo con los datos de carbono, nitrógeno, humedad y densidad determinados por Corpoica en 2006, y las otras dos combinaciones se obtuvieron con datos obtenidos en 2009 por la Corporación PBA, la Fundación Humedales y la Asociación Parcela (Martínez-Nieto, 2006; Fundación Humedales, 2009), presentando valores diferentes que hacen que las combinaciones cambien y que se utilicen o no aditivos. Pero lo verdaderamente importante para la escogencia de los materiales a utilizar para un proceso de compostaje, además de la ausencia de impurezas y sustancias tóxicas o perjudiciales, es la disponibilidad de éstos en el sitio donde se vaya a llevar a cabo el compostaje y el valor económico (Cornell Waste Management Institute, 2000; GTZ, 2001; Martínez-Nieto, 2006).

## 5.2. Monitoreo y volteos de las pilas

La temperatura debe incrementarse a las 24 horas de montada la pila y seguir aumentando hasta alcanzar valores  $\geq 55$  °C entre los tres y cinco días después del montaje. Todo depende del tamaño de la pila, de los materiales utilizados y de las condiciones de humedad. Pero si no se ve un aumento importante de la temperatura o un aumento continuo, la pila presenta algún problema, posiblemente por exceso de humedad, deficiencia de aireación, falta de nitrógeno, tamaño y forma del sistema, y se deben realizar los correctivos respectivos para que no se afecte la calidad del producto a obtener (Cornell Waste Management Institute, 2000; Martínez-Nieto *et al.*, 2011 a y b).

En la Figura 6.5 se observan dos dinámicas de temperaturas en una pila montada con residuos de elodea, pelanza de cebolla y gallinaza (Martínez-Nieto, 2006), y en otra, con los mismos ingredientes más harina de cebada (Fundación Humedales, 2009), las cuales presentaron problemas de deficiencia de humedad; sin embargo, la pila montada en 2006 no se controló a tiempo, debido a problemas económicos que retrasaron la periodicidad de la supervisión y el contrato de mano de obra, mientras que la de harina de cebada siempre se humedeció el día que se detectaba la deficiencia de humedad. Este manejo se vio reflejado en el comportamiento de las pilas. La de los tres ingredientes se inhibió por posible muerte de los microorganismos y se reactivó cuando se le agregó agua con melaza y microorganismos, demorando el proceso de degradación; mientras que la que contenía harina de cebada no se vio afectada y mostró una curva normal de un proceso de compostaje, presentando al final una concentración de macronutrientes alta y además cumplió con todos los requerimientos exigidos en la norma colombiana.



**Figura 6.5.** Dinámica de temperaturas de dos pilas de compostaje: una con residuos de elodea, pelanza de cebolla y gallinaza, y la otra, con los mismos ingredientes más harina de cebada, montadas en Aquitania en 2006 y 2009, respectivamente.

En relación con el pH, se debe tener en cuenta empezar con valores entre ligeramente ácido a ligeramente alcalino, que se deben incrementar durante la descomposición, para terminar con datos cercanos a la neutralidad, cuando ya está maduro.

La humedad, como se ha venido comentando en este capítulo, es muy importante, y ya vimos cómo afecta el funcionamiento del sistema si está por debajo de 40%, mientras que cuando se incrementa por encima

de 60% genera condiciones anaerobias con la presencia de malos olores; al no permitir que la temperatura se eleve por encima de 55 °C, el producto final puede presentar patógenos para la salud humana y de las plantas. Cornell Waste Management Institute (2000) sugiere usar materiales como astillas de madera, cartón o periódico para solucionar este problema. Otra solución es aumentar el número de volteos semanales o extender la pila hasta que la humedad se encuentre en el rango deseado. Sin embargo, a veces, a pesar de que se apliquen estos correctivos, la temperatura no sube, con consecuencias en la calidad del producto final, por tanto, lo más importante es realizar bien los cálculos matemáticos iniciales de las mezclas, para obtener la humedad ideal antes del montaje y evitar estos inconvenientes.

### 5.3. Evaluación de las pilas

Como se comentó en la metodología, lo primero que se hace una vez se presume que el compost ya está listo, es ordenar por lo menos dos pruebas de madurez, que deben dar positivas, para seguir con los análisis de calidad, con el fin de ahorrar tiempo y dinero. Por ejemplo, si el test de autocalentamiento dio un valor de 13 °C, Solvita de siete y el porcentaje de germinación de 96%, el compost ya está maduro y se le puede realizar los análisis exigidos por la norma técnica colombiana NTC 5167 del ICONTEC (2004); mientras que valores de 37 °C, 3 y 78% en los test anteriores indicarían que el producto todavía no está maduro y se debe dejar que cumpla con la etapa de curado antes de realizar los análisis de calidad. Los resultados obtenidos del análisis de calidad deben estar dentro de los límites exigidos por la norma para abonos orgánicos sólidos; si el lote no cumple con alguno de los parámetros exigidos, no se puede comercializar. Una vez se tiene el registro de productor y de venta, el laboratorio de calidad certificado por el ICA con el que la empresa de compostaje tenga el contrato, manda directamente al ICA los resultados de los análisis que permiten que la empresa continúe o no con los registros.

Los abonos analizados en 2006 y 2009, procedentes de Aquitania, cumplieron con lo exigido en la normatividad colombiana; si se comparan con normas internacionales como las de Canadá, Australia y Chile, obtendrían la calificación más alta para este tipo de compuestos (Comisión Nacional del Medio Ambiente del Gobierno de Chile. 2000; Hogg *et al.*, 2002; ICONTEC, 2004; Ge *et al.*, 2006; Martínez-Nieto, 2006; Fundación Humedales, 2009). Los productos finales del proceso de compostaje de mezclas de residuos de pelanza de cebolla, elodea, gallinaza y harina de cebada inoculadas con MCPA, EM y sin inoculación, analizados en el laboratorio del Dr. Calderón<sup>3</sup>, en 2009, obtuvieron un valor de 2,16, 1,99 y 2,03, respectivamente, al ser comparado con productos similares (compost, humus y gallinaza), con relación al contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. Mientras que las mezclas de cebolla y elodea que no alcanzaron temperaturas  $\geq 55$  °C y presentaron *Fusarium* sp. entre  $10^3$  y  $10^4$  UFC/g, obtuvieron valores de 1,1, 1,01 y 1,04, respectivamente, para los inoculados con MCPA, EM y sin adición de inoculantes microbianos (Martínez-Nieto *et al.*, 2011a). Este laboratorio hace una comparación de las muestras que uno envía con los resultados de productos que ellos llevan analizando desde 1978, estimando que un valor menor de uno es inferior al material comparado, siendo  $\leq 0,5$  de baja calidad, un valor igual a uno es similar al material comparado y un valor por encima de uno es superior al material comparado, siendo un valor  $\geq 2$  de alta calidad.

3 Laboratorio de control de calidad para abonos orgánicos certificado por el ICA.

Comparando entre sí los tratamientos dentro de cada mezcla, vemos que las que fueron inoculadas con MCPA presentaron las mayores concentraciones de nitrógeno, PO<sub>3</sub> y K<sub>2</sub>O total en ambas mezclas. En la Tabla 6.2 se observan los resultados de los análisis de calidad obtenidos en 2009 (Fundación Humedales, 2009), comparados con los límites exigidos por la norma colombiana NTC 5167 del ICONTEC (2004).

**Tabla 6.2.** Resultados de los análisis de calidad realizados a los abonos obtenidos en Aquitania, en 2009

Composición	Unidad	E + PC + G + HC			E + PC			NTC 5167*
		MCPA	EM	SI	MCPA	EM	SI	
pH		7,59	7,49	7,61	8	8,04	7,85	4,0-9,0
Densidad	g/mL	0,332	0,294	0,31	0,342	0,184	0,324	< 0,6
Humedad	%	12,25	9,64	7,61	5,84	9,89	5,6	< 35
Cenizas	%	35	33,8	53,96	47,76	46,07	55,45	< 60
<b>Pérdidas y volatilización</b>	%	52,8	56,6	38,43	46,4	44,04	38,95	
C. E.	mS/cm	17,37	13,13	12,89	6,92	7,49	8,66	
Retención Humedad	%	128,12	151,8	147,82	5,84	115,14	110,31	Su propio peso
CIC	meq/100g	62	70,84	64,92	62,9	42,71	45,31	> 30
C/N		10,89	10,91	14,34	18,84	17,99	15,9	< 25
Carbono orgánico	%	19,97	19,56	24,38	19,16	19,45	17,41	> 15
Nitrógeno	%	1,83	1,79	1,7	1,02	1,08	1,1	
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	%	2,51	2,29	2,34	0,85	0,67	0,71	Declarar > 1%
Potasio (K <sub>2</sub> O total)	%	2,31	2,08	2,24	1,47	1,37	1,41	
Calcio (CaO total)	%	2,74	2,11	3,34	1,98	2,05	2,01	
Magnesio (MgO total)	%	0,82	0,69	0,83	0,34	0,3	0,3	
<b>Metales pesados</b>								
Arsénico	mg/kg	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	0-41
Cadmio	mg/kg	0,16	0,15	0,17	0,22	0,16	0,25	0-39
Cromo	mg/kg	10,83	9,17	8,95	12,39	11,12	14,78	0-1200
Mercurio	mg/kg	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	0-17
Níquel	mg/kg	5,26	6,14	6,17	5,43	3,91	4,59	0-420
Plomo	mg/kg	4,49	4,98	5,28	10,75	6,75	8,06	0-300
<b>Impurezas</b>								
Plástico, metal caucho > 2 mm	%	0	0	0	0	0	0	< 0,2
Vidrio > 2 mm	%	0	0	0	0	0	0	< 0,02
Piedras > 5 mm	%	0	0	0	0	0	0	< 2
Vidrio > 16 mm	Detección	No	No	No	No	No	No	No
<b>Patógenos humanos</b>								
Enterobacterias	UFC/g	3,8E+02	3,1E+02	2,8E+03	5,4E+02	3,4E+02	6,3E+03	< 1,0E+03
<i>Salmonella</i> sp.	UFC/25 g	0	0	0	0	0	0	Ausencia 25 g

\*: Norma Técnica Colombiana NTC 5167 del ICONTEC (2004).

E: Elodea. PC: Pелanza de cebolla. G: Gallinaza. HC: Harina de cebada.

Los resultados indican la variación que existe en cada sistema de compostaje, a pesar de proceder de mezclas similares, como también entre mezclas, determinada en gran medida por la inoculación microbiana, el tamaño de partícula, el contenido de nutrientes, la temperatura, la humedad, el pH y la aireación. Esto indica, una vez más, la importancia del monitoreo de los parámetros fisicoquímicos, la utilización de inóculos microbianos adecuados, el manejo y análisis inicial de los residuos y la calidad de los mismos.

## 6. Recomendaciones

- Entre los puntos clave para mantener la calidad de los abonos producidos en el tiempo, se encuentra la realización periódica de los análisis fisicoquímicos a los residuos de la mezcla, para hacer los ajustes necesarios, con el fin de obtener valores similares de nutrientes en los diferentes lotes producidos durante el año.
- La humedad a la que se van a llevar los residuos recolectados es muy importante, si se tiene en cuenta el contenido alto en residuos como la elodea y la cebolla, que dificulta su manejo y además puede repercutir en incrementos de la temperatura por debajo del rango termófilo, que además de pérdidas de nutrientes no permite la eliminación de patógenos.
- El monitoreo periódico de temperatura, humedad y pH, son clave para el buen funcionamiento del sistema, garantizando las mejores condiciones para el desempeño de los microorganismos nativos e introducidos, lo que repercute en el tiempo de degradación y en la calidad del producto final.
- Para tamizar las pilas, la humedad tiene que estar por debajo de 35 °C o menos, de acuerdo con los residuos utilizados, que determinan la humedad final a la cual debe estar el producto para cumplir con la normatividad.
- No se debe olvidar realizar las pruebas de madurez y estabilidad del compost producido, con el fin de conocer si el proceso llegó a su fin y así ahorrar tiempo y dinero en los análisis finales de calidad.

## 7. Bibliografía

ABAUNZA, C.A.; GARCÍA, G.; MARTÍNEZ-NIETO, P. & PINTO, C.O. Incorporación de prácticas agroecológicas en los principales sistemas de producción de la localidad de Santa Fe, Distrito Capital. Corpoica, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Secretaría de Gobierno, Alcaldía Local de Santa Fe. Bogotá, Colombia: Produmedios. 2008. 125 p.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE AQUITANIA. Uso actual del suelo. [en línea]. 2008. Rescatado de [http://www.aquitania.gov.co/archivos/paginas/medio\\_ambiente.html](http://www.aquitania.gov.co/archivos/paginas/medio_ambiente.html). [Consultado: julio de 2011].

BANCO AGRARIO. Cultivo cebolla junca - Regional Cafetera. *Allium fistulosum* (Costo de Producción por Cosecha/Hectárea). 2006.

- BARRERA, L. Fertilización de la cebolla larga en los alrededores del lago de Tota en Boyacá. II Taller de hortícolas Corpoica. Documento Técnico. Bogotá, Colombia: Galrobayo VEU Editores. 2003. Pp. 64-68.
- CABAÑAS-VARGAS, D.D.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A.; URPILAINEN, S.T.; KAMILAKI, A. & STENTIFORD, E.I. Assessing the Stability and Maturity of Compost at Large-scale Plants. Ingeniería 9 (2). 2005. Pp. 25-30.
- CEREIJO, D.; FERRO, J.; VILLAR, I.; RODRÍGUEZ-ABALDE, A.; MATO, S.; DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, M. & PATIÑO, F. Estudio comparativo sobre la aptitud para el compostaje de la fracción orgánica de RSU separada en origen y la recuperada por separación mecánica a partir de la fracción inerte. Residuos, 98. 2007. Pp. 2-8.
- CLARKSON, J.P.; SCRUBY, A.; MEAD, A.; WRIGHT, C.; SMITH, B. & WHIPPS, J. M. Integrated Control of *Allium* White Rot with *Trichoderma viride*, Tebuconazole and Composted Onion Waste. Plant Pathology, 55 (3). 2006. Pp. 375-386.
- CHILE. COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE CHILE. Norma de calidad de compost. 2000. 18 p. [en línea]. Rescatado de <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/normas/Norma%20calidad%20COMPOST.pdf>. [Consultado en julio de 2011].
- COOPERACIÓN TÉCNICA ALEMANA (GTZ). De residuos verdes al compost. Manual para el compostaje de residuos vegetales. Rosario: Tecnigráfica. 2001. 48 p.
- CORNELL WASTE MANAGEMENT INSTITUTE. The Science and Engineering of Composting. 2000. [en línea]. Rescatado de <http://www.cfe.cornell.edu/compost/science.html>. [Consultado en julio de 2011].
- \_\_\_\_\_. Hygienic implications of Small-scale Composting in New York State. Cold compost Project. Ithaca, New York. 2004. 71 p.
- DAY, M. & SHAW, K. Procesos biológicos, químicos y físicos del compostaje. In: STOFELLA, P.J. & KHAN, B.A. (eds.). Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola. Madrid, España: Multiprensa libros S.A. 2004. Pp. 95-122.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE. Primer censo del cultivo de cebolla larga (2001) – Región de la laguna de Tota. Bogotá, Colombia. 2002. 24 p.
- EL TIEMPO. Corpoboyacá pide ayuda al Gobierno para preservar el lago de Tota. Sección Nación. 2010. [en línea]. Rescatado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-7867182>. [Consultado en julio de 2011].

- ENRÍQUEZ-CALDERÓN, G.A.; LÓPEZ-RUBIO, A.; ECHEVERRI, J.; MORA-ALFARO, O. & ZAMORA-QUIRÓS, L.E. Manejo integrado de los residuos agroindustriales en Costa Rica. Simposio Latinoamericano de Caficultura., IICA-PROMECAFE / ICAFE. San José, Costa Rica: Memorias Editorial San José. 1997. Pp. 461-470.
- FARHAN, Z.; MEGHASHRI, S.; SHUBHA, G. & RAGHAVENDRA-RAO, B. Chemical and Microbial Dynamics during Composting of Herbal Pharmaceutical Industrial Waste. *Journal of Chemistry*, 7(1). 2010. Pp. 143-148.
- FUNDACIÓN HUMEDALES. Desarrollo participativo de alternativas de producción limpia de cebolla de rama para el manejo y uso sostenible de suelos y aguas en la región de la cuenca del lago de Tota, Departamento de Boyacá, Colombia. Último informe de actividades. Boyacá, Colombia: Convenio 001 Fundación Humedales-Corporación PBA. 2009. 66 p.
- GE, B.; MCCARTNEY, D. & ZEB, J. Compost Environmental Protection Standards in Canada. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 5. 2006. Pp. 221-234.
- HIO, J.C. Las enfermedades más limitantes en la producción de cebolla de rama (*Allium fistulosum*) en Aquitania (Boyacá). En: Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania, Boyacá.
- HERRERA H., C.A.; SÁNCHEZ L., G.D. & PEÑA, V. Bogotá, Colombia: Editores Produmedios. 2006. Pp. 41-48.
- HOGG, D.; BARTH, J.; FAVOINO, E.; CENTEMERO, M.; CAIMI, V.; AMLINGER, F.; DEVLIEGHER, W.; BRINTON, W. & ANTLER, S. Review of Compost Standards in Australia. Banbury, Reino Unido. 2002. 11 p.
- ICHIDA, J.M.; KRIZOVA, L.; LEFEVRE, C.A.; KEENER, H.M.; ELWELL, D.L. & BURTT, E.H. Bacterial Inoculum Enhances Keratin Degradation and Biofilm Formation in Poultry Compost. *Journal of Microbiological Methods*, 74. 2001. Pp. 199-208.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Resolución 00375. Por la cual se dictan las disposiciones sobre Registro y Control de los Bioinsumos y Extractos Vegetales de uso agrícola en Colombia. Bogotá, Colombia: ICA. 2004. 34 p.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Norma Técnica Colombiana, NTC 5167. Productos para la Industria Agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Bogotá, Colombia: ICONTEC. 2004. 40 p.
- LI, H.F.; IMAI, T.; UKITA, M.; SEKINE, M. & HIGUCHI, T. Compost Stability Assessment Using a Secondary Metabolite: Geosmin. *Environmental Technology*, 25 (11). 2004. Pp. 1305-1312.

- MARTÍNEZ-NIETO, P.; GARCÍA-GONZÁLEZ, D.; SILVA-BONILLA, P.S.; VARGAS-CHAPARRO, G. & VALDERRAMA-ESCALLÓN, F. Manejo de residuos generados directa o indirectamente por el cultivo de cebolla en Aquitania (Boyacá-Colombia). *Revista AIDIS*, 4(2). 2011a. Pp. 23-34
- MARTÍNEZ-NIETO, P.; BERNAL-CASTILLO, J.; CALIXTO-DÍAZ, M.; DEL BASTO-RIAÑO, M.A. & CHAPARRO-RICO, B. Biofertilizers and Composting Accelerators of Polluting Macrophytes of a Colombian Lake. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 11 (2). 2011b. Pp. 47-61.
- MARTÍNEZ-NIETO, P. Compostaje de elodea, residuos de cebolla y gallinaza. En: Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania, Boyacá. HERRERA H., C.A.; SÁNCHEZ L., G.D. & PEÑA, V. (eds.). Corpoica-Corpoboyacá. Bogotá, Colombia: Produmedios. 2006. Pp. 27-40.
- RENJIFO, L.M; FRANCO, A.M.; AMAYA, J.D.; CATAN, G.H. & LÓPEZ, B. Libro rojo de aves de Colombia. Bogotá, Colombia. 2002. 253 p.
- RODRÍGUEZ, H. Dramática radiografía del lago de Tota. Col-16. *El Tiempo*. Bogotá, Colombia. 2005. [en línea]. Rescatado de: <http://www.biodiversityreporting.org/article.sub?docId=19694&c=Colombia&cRef=Colombia&year=2006&date=October%202005>. [Consultado en julio de 2011].
- SADZAWKA, A. Requisitos analíticos del compost y de las materias primas para compostaje, según la norma chilena NCH 2880. Santiago, Chile. 2004. 9 p.
- SUNDBERG, C. Improving Compost Process Efficiency by Controlling Aeration, Temperature and pH. [Tesis doctoral]. Uppsala, Suecia. University of Agricultural Sciences. 2005. 49 p.
- USCÁTEGUI, M.A. & VALBUENA, D. Manejo de residuos orgánicos de supermercados mediante compostaje y lombricultura. [Trabajo de grado]. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Microbiología Industrial. 1999. 82 p.
- VARELA, N.C. Cosecha y postcosecha de cebolla de rama. En: Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania, Boyacá. HERRERA H., C.A.; SÁNCHEZ L., G.D. & PEÑA, V. (eds.). Bogotá, Colombia: Produmedios. 2006. Pp. 49-55.
- WASHINGTON STATE UNIVERSITY. Compost Fundamentals. 2009. [en línea]. Rescatado de: [http://whatcom.wsu.edu/ag/compost/fundamentals/needs\\_carbon\\_nitrogen.htm](http://whatcom.wsu.edu/ag/compost/fundamentals/needs_carbon_nitrogen.htm). [Consultado en julio de 2011].

# Capítulo 7.

## Enfermedades de impacto económico en la cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.) en Colombia

Juan Clímaco Hío<sup>1</sup>

Erika Patricia. Martínez<sup>2</sup>

Las enfermedades en cultivos son consideradas de gran importancia, debido a las elevadas pérdidas que ocasionan en la producción. El departamento de Boyacá, principalmente en el municipio de Aquitania, en los alrededores del lago de Tota se encuentra la gran producción de cebolla de rama desde hace varias décadas. Es tan importante la cebolla en esta zona, que no existe rotación del cultivo, lo que ha generado un impacto de alto riesgo en la producción; existe una serie de problemas sanitarios, entre ellos enfermedades foliares y radicales de la cebolla de rama, que causan elevadas pérdidas, económicas, abandono de cultivos y contaminación en general por el uso indiscriminado de agroquímicos. En este capítulo se describen las enfermedades más limitantes en la producción de cebolla de rama.

### 1. Enfermedades foliares de la cebolla de rama

#### 1.1. Quema foliar Tizón de la hoja *Stemphylium vesicarium*

**Distribución geográfica:** este patógeno se ha reportado ocasionando daños en cultivos de *alliaceas* en Asia, India, América, Estados Unidos y Argentina. En estudios previos, este patógeno se encontró asociado con cultivos de cebolla de rama, en el departamento de Boyacá, Colombia, causando sintomatologías en follaje de cebolla de rama, ajo, cebolla puerro y cebolla de bulbo.

**Sintomatología:** este organismo genera en el huésped lesiones aisladas, pequeñas, de amarillas a violáceas o pardas. La forma de la lesión se va tornando alargada con el tiempo, lo cual le permite alcanzar las puntas de las hojas de la cebolla, ocasionando secamiento y posterior colapso de las puntas. El estado final del síntoma (tizón) es de color pardo claro, con el centro de color más claro. Después oscurece, adquiriendo tonos violáceos, verde oliva o negro, con desarrollo de conidióforos y conidias del patógeno. Cuando se presentan síntomas en la base del seudotallo, son similares a los síntomas foliares, de los cuales pueden emerger peritecios si las condiciones ambientales le favorecen (Figura 7.1).

1 Ingeniero Agrónomo. MSc. Fitopatología Investigador CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, jclimaco@corpoica.org.co

2 Bacterióloga M.Sc. Microbiología. Investigadora CORPOICA, C.I. Tibaitatá, Mosquera, emartinezl@corpoica.org.co



Figura 7.1. *Stemphylium vesicarium* ocasionando daño en puntas de hoja de cebolla de rama.

**Organismo causal:** *Stemphylium vesicarium* (Wallr). Los conidios de este organismo son oblongos u ovales, anchos y a menudo sin simetría bilateral. Tienen de uno a seis septos transversos y uno a tres (completos o no) septas longitudinales. Miden entre 12-22 x 25- 42  $\mu\text{m}$ , son de color pardo amarillentos a pardos oliva y todos poseen una zona cicatricial de hasta siete  $\mu\text{m}$  de diámetro, rodeando un pequeño poro (Figura 7.2).

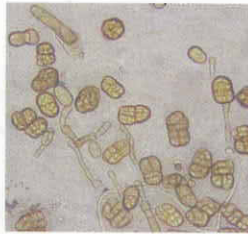


Figura 7.2. Conidios de *Stemphylium vesicarium* en cebolla de rama (Hfo, J.C.).

**Ciclo de la enfermedad y epidemiología:** generalmente, las infecciones permanecen en las hojas o en el seudotallo. Las lesiones en la planta de cebolla afectada aparecen siempre en la dirección predominante del viento. El patógeno tiene la capacidad de colonizar e invadir áreas foliares secas, principalmente. Las epidemias se establecen después de presentarse condiciones intermitentes del clima, especialmente los cambios de temperatura y la presencia de agua sobre el follaje de la cebolla durante periodos largos. En los períodos lluviosos con prevalencia de lluvias mayores a 24 horas continua, es posible observar poblaciones altas de conidios de *Stemphylium* sobre las áreas afectadas cercanas a 200 conidios por  $\text{cm}^2$ .

**Transmisión:** este patógeno permanece en arvenses cercanas al cultivo de cebolla y en residuos de *alliaceas*, principalmente de ajo y cebolla. El patógeno se transmite especialmente por semillas infectadas, viento, hombre y maquinaria, entre otros.

#### Control:

- Utilizar en la siembra semilla sana.
- Desinfectar la semilla antes de la siembra en los lotes.
- Realizar prácticas culturales como la rotación de cultivos.
- Aplicar productos químicos fungicidas de protección (ditiocarbamatos y bencimidazoles).

- Aplicar riego según la necesidad del cultivo y en tiempos indicados.
- Recoger y sacar del lote todos los residuos de cosecha a un sitio de compostaje.

## 1.2. Secamiento de las puntas *Heterosporium allii*

**Distribución geográfica:** está presente en todas las áreas donde se cultiva cebolla y ajo en el mundo.

**Sintomatología:** los síntomas característicos de la enfermedad son pequeñas manchas alargadas o elípticas e irregulares, un poco hundidas, de color blanco y en ocasiones gris claro en el centro; algunas veces se aprecia un margen azuloso alrededor de las lesiones. Las manchas, con el tiempo se pueden unir entre sí y ocasionar necrosamiento de la hoja, dando la apariencia de un secamiento generalizado en las puntas de las hojas, empezando desde la mitad de la hoja. La enfermedad puede incrementar su intensidad a principio del verano, o cuando hay cambios de Sol intenso a lluvias; las plantas más afectadas presentan amarillamiento y hojas cloróticas (McKemy, 1990) (Figura 7.3).



Figura 7.3. Lesiones en hoja de cebolla de rama ocasionadas por *Heterosporium allii* (Hio, J.C.).

**Organismo causal:** *Heterosporium allii* (Simmons, E.G.). Es un organismo imperfecto perteneciente a la familia Dematiaceae. Las conidias inicialmente tienen dos septos, después de maduros alcanzan tres y más septos; son de color café claro (Figura 7.4).



Figura 7.4. Conidias de *Heterosporium Allii* en cebolla de rama (Foto: Hio, J.C.).

**Ciclo de la enfermedad y epidemiología:** las principales fuentes de inóculo son restos de cosecha y vegetales situados en los lotes de cultivo. Es un hongo saprofito que convive en la materia orgánica en descomposición. Puede invadir tallos y hojas, penetrar de forma directa por medio de apresorios, a través de estomas o heridas provocadas durante labores de cosecha o manipulación del material

en almacenamiento y acondicionamiento. Este patógeno puede producir enfermedades en cultivos de ajo y cebollas, coloniza fácil las hojas senescentes. La enfermedad por *H. allii* es más intensa y severa en cultivos de cebolla de rama. Aumenta hacia principios de verano en cultivos de aliáceas y en los primeros días de establecimiento del cultivo en campo. Si el material de semilla (seudotallos con hojas infectadas de cebolla o bulbos de ajo) no ha sido bien manejado y conservado, el patógeno coloniza rápidamente y se puede dispersar una gran cantidad de inóculo que afectaría la intensidad de la enfermedad. Las esporas son fácilmente transportadas por corrientes de aire desde material infectado (Piccolo, 2007).

**Transmisión:**

- Principalmente, por semilla contaminada.
- Por residuos de cosecha de Alliaceas.
- El inóculo (esporas) es fácilmente diseminado por el aire.

**Control:**

- Usar semilla sana y tratada con agroquímicos de baja residualidad.
- Rotación de cultivos.
- Desinfectar los sitios de almacenamiento y de acondicionamiento de los materiales.
- Retirar todo el material que presente síntomas o signos de enfermedad dentro de los cultivos.
- Aplicación de productos químicos de contacto de baja toxicidad si se amerita.

### 1.3. Mancha blanca foliar *Cladosporium allii*

**Distribución geográfica:** ocasiona pérdidas de bajo impacto en cultivos de aliáceas, en países donde se cultivan estas especies; en Colombia, este patógeno se ha encontrado asociado a follaje en cultivos de cebolla de rama, en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, causando sintomatologías y daños en follaje de cebolla de rama, ajo, cebolla puerro y cebolla de bulbo.

**Sintomatología:** sobre las hojas aparecen manchas blancas, de elípticas a irregulares, a veces las lesiones son de color amarillo grisáceo y aparecen paralelas a las venas de las hojas. Las lesiones se tornan de café a café oscuro como resultado de la producción de estructuras de fructificación asexual y conidias que pueden alcanzar hasta dos cm de largo, con bordes bien definidos. Estas pueden confluir y abarcar grandes partes de la hoja. En condiciones de alta humedad se forma un moho gris-oliváceo (esporulación del hongo) en el centro de dichas manchas. Este patógeno está presente todo el año en el cultivo, sin ocasionar un alto impacto de daño, pero en épocas muy lluviosas, cuando se presenten cambios de temperatura, este organismo puede ocasionar lesiones y daños significativos al follaje de sus hospederos, disminuyendo la producción y elevando los costos de producción. El tiempo lluvioso con temperaturas moderadas favorece el desarrollo de la epidemia (Figura 7.5).



Figura 7.5. Hojas de cebolla de rama afectadas por *Cladosporium allii* (Hio, J.C.).

**Organismo causal:** *Cladosporium allii*-*cepae* (Ranojevic) – Ellis (Figura 7.6).



Figura 7.6. Espora de *Cladosporium allii* en cebolla de rama (Hio, J.C.).

**Ciclo de la enfermedad y epidemiología:** este patógeno puede atacar una amplia gama de cultivares y especies silvestres. El estado perfecto del *Cladosporium* es *Mycosphaerella*. Los conidióforos miden de 7-11 x 60-160  $\mu$ , están en grupos de dos a siete o individuales, son rectos a ligeramente flexibles, sin ramas, septados y de color café claro a café oscuro. Los conidias son simples pero pueden estar en dos a tres cadenas cortas (13-17 x 65-95  $\mu$ ), tienen de una a tres septas. Los conidios obtenidos directamente de una planta hospedera de tejido infectado, son usualmente más anchos que los que provienen de un medio de cultivo. Los conidios y *pseudotesios* pueden sobrevivir en el suelo por 35 y 56 días, respectivamente. Sin embargo, no hay evidencia de que sobreviva en suelo o desechos infectados. La semilla se puede contaminar; esto ocurre a muy bajos niveles y posiblemente sea una fuente de inoculación inicial; en el laboratorio, la máxima esporulación ocurre entre 5 y 8°C después de ocho hrs de incubación a oscuridad y con una humedad relativa del 90%. La germinación de los conidios ocurre después de 18 a 20 hrs; para esto se necesita tener una humedad relativa del 100% y una temperatura que oscile de 2 a 30°C, siendo la temperatura óptima para la esporulación entre 15 a 20°C (Kierhr y Delhey, 2007).

**Transmisión:** las fuentes de inóculo de este patógeno son restos de cultivo y plantas de cebolla, al igual que el *mildeu*, pero *C. alli-cepae* puede transmitirse por semilla, aunque en un bajo porcentaje. Las esporas son diseminadas por el viento, por semilla infestada, en residuos de cosecha, en herramientas de trabajo o por animales.

**Control:** utilizar semilla sana; ojalá, al momento de sembrar los seudotallos en campo, eliminar el follaje que presente síntomas de la enfermedad.

- En campo, realizar aplicaciones de un fungicida químico de nueva generación, con intervalos de 14 días entre aplicación o cuando se presenten cambios bruscos de temperatura.
- Evitar al máximo los encharcamientos y excesos de humedad dentro del cultivo.

#### 1.4. Mancha púrpura de la hoja *Alternaria porri* (Ellis) Cif.

**Distribución geográfica:** es una enfermedad que se presenta en todas las áreas cebolleras y ajeras de las regiones húmedas y cálidas del mundo.

**Sintomatología:** los síntomas comienzan en las hojas o en los vástagos florales con lesiones o manchas húmedas de 2-3 mm de diámetro con centros blancos. A medida que las lesiones se agrandan, se zonifican con anillos y se transforman en color marrón o púrpura. Los márgenes de las lesiones son sombreados, de color púrpura, rodeadas por una zona amarilla que se extienden hacia arriba y hacia abajo. En áreas con elevada humedad, las lesiones se cubren con las fructificaciones del hongo de color gris oscuro. A medida que las lesiones, pocas en número por hoja, se alargan y coalescen, los tejidos distales se secan y las hojas se retuercen. Estas lesiones se presentan también en los escapos florales y como resultado hay un mayor número de semillas vanas.

Las lesiones pueden ser invadidas por otro hongo (*Stemphylium vesicarium*) y volverse negras y cubrirse con las estructuras de este hongo. Los seudotallos pueden ser atacados en cosecha. El hongo los invade a través del cuello, pero también puede entrar por las catáfilas carnosas. Las catáfilas invadidas se transforman y son coloreadas de púrpura.

**Agente causal:** la mancha púrpura es causada por *Alternaria porri* (Ellis) Cif. Los conidióforos emergen en forma individual o en grupos y son rectos, septados y marrones. Son de 120  $\mu\text{m}$  de largo máximo y 5-10  $\mu\text{m}$  de gruesos. Los conidios son solitarios, comúnmente, derechos o curvos, de forma clavada, con el cuerpo elipsoidal con una cola de igual largo o algo mayor que el cuerpo. El largo total va de 100 a 300  $\mu\text{m}$  y el ancho de 15 a 20  $\mu\text{m}$ . Ellos pueden contener entre 8 a 12 septas transversas y de ninguna a varias longitudinales.

**Ciclo de la enfermedad y epidemiología:** los conidióforos se forman individualmente o en grupos sobre las lesiones. Los conidios se generan en ciclos sucesivos secos y húmedos. El hongo puede crecer entre 6-34°C, pero el óptimo se ubica en los 25°C; poco crecimiento ocurre por debajo de los 13°C. Requiere humedad relativa superior a 90%, para que se produzca la esporulación. Los conidios enteramente maduros aparecen después de 15 h de agua libre sobre la hoja. Sin embargo, cuando las condiciones son de 12 h de rocío, las lesiones son como pequeños puntos, mientras aquellas formadas con periodos mayores de 16 h, son del aspecto típico.

La esporulación ocurre durante la noche con alta humedad relativa. A medida que la misma disminuye entre las 7 a 10 a.m., movimientos higroscópicos dentro del aparato conidial causan que el conidio se desprenda. La concentración de conidios en el aire crece en días tempestuosos, después de lluvias e

irrigación, durante operaciones de pulverizados. Los conidios caen en el follaje, el cual se hace más susceptible cuanto más viejo se transforma o cuanto más afectado por daños de trips. Las primeras lesiones aparecen entre el 1º al 4º día después del inicio de la infección. El hongo sobrevive en restos vegetales donde puede esporular.

**Control:**

- Uso de material resistentes.
- Rotaciones.
- Buen drenaje de los campos y reducción de la densidad de plantación.
- Uso de fungicidas preventivos (benalaxil, mancozeb, maneb, clorotalonil, oxiclóruo de cobre).

### 1.5. Pudrición blanca *Sclerotium cepivorum* Berk

**Distribución geográfica:** la enfermedad está distribuida en varios países productores de ajo y cebolla, entre otras aliáceas. Fue citada por primera vez en Inglaterra y luego en Italia. La importancia de la enfermedad radica en:

1. Pérdidas elevadas en la producción y altos costos de producción.
2. La contaminación de áreas libres de este patógeno y el incremento del daño cuando se cultivan aliáceas en suelos infectados.
3. La posibilidad de nuevas epidemias en zonas y suelos que no han sido infectados por la enfermedad. Es la principal causa de pérdidas de producción en el mundo, tanto en ajo como en cebolla de rama y de bulbo.

**Organismo causal:** *Sclerotium cepivorum* Berk. Este patógeno tiene hifas de 9 a 18 µm de diámetro y células de 30 a 100 µm de largo, siendo las apicales tres a cuatro veces más largas. Los esclerocios son esféricos, miden de 200 a 700 µm de diámetro (Figura 7.7). Los esclerocios pueden tener diferentes formas y tamaños, algunos tienen forma de campana, otros son redondos y otros ovalados; siempre forman grupos grandes sobre el material afectado. Son de superficie negra oscura, rugosa y su textura es gomosa. Una característica importante de los esclerocios es que para su germinación tienen que ser estimulados por sustancias químicas emitidas por las raíces de cebolla, ajo y aliáceas en desarrollo. Los conidios son esféricos de 1,6 a 3,4 µm de diámetro, se producen a partir del micelio en suelo, pero hay poca evidencia de que los mismos puedan aportar algo a la infección.

*S. cepivorum* germina solo en contacto con exudados de las raíces de especies de la familia de las aliáceas. Compuestos precursores de la n-propil cisteína y n-propenil cisteína y sus sulfóxidos presentes en los exudados de las raíces son degradados por complejos microbianos, produciendo sustancias volátiles que estimulan la germinación de esclerocios. Los esclerocios recién producidos están en estado de dormancia durante uno a tres meses. El congelamiento hasta -22°C ha roto la dormición *In vitro*. Los esclerocios pueden sobrevivir hasta 18 años. Sin embargo, en suelos tratados con calor (solarización) se puede reducir considerablemente la viabilidad de los mismos (Piccolo, 2007; Agrios, 1996).

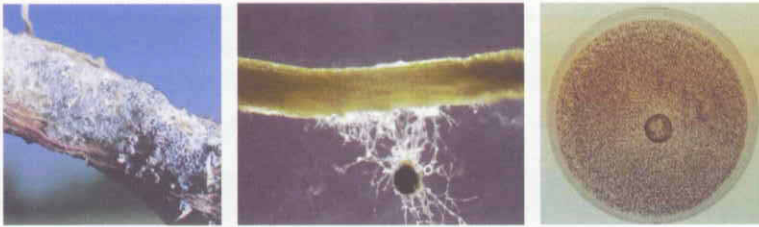


Figura 7.7. Formación de esclerocios en tallos y cultivo en PDA de *S. cepivorum*.

**Sintomatología:** en la mayoría de los cultivos, las plantas pueden ser infectadas en cualquier etapa de su ciclo de crecimiento. Sin embargo, el tipo de síntoma y su intensidad dependen del estado de desarrollo del cultivo y del tiempo que duren las condiciones ambientales que favorecen al patógeno. Las plantas afectadas desarrollan abundante proliferación y crecimiento de micelio blanco sedoso y superficial (Figura 7.8), en el cual, después de un corto tiempo, se forman rápidamente los esclerocios, que son de color negro o café oscuro. El tejidos afectado o colonizado por el patógeno presenta de forma rápida una pudrición acuosa, observándose muy rápido el síntoma en la parte aérea de la planta, principalmente en las hojas, un amarillento tenue, el cual se torna rápido en un amarillo intenso; los síntomas pueden tener un avance de arriba hacia abajo. Cuando se presentan ataques severos, el marchitamiento es rápido, seguido de la muerte de las plantas afectadas. Cuando el ataque se da en tiempos cercanos a la cosecha, las plantas pueden presentar solo áreas de tallo o bulbos afectados. *S. cepivorum* puede mantenerse latente y prosperar en el almacenamiento (Martínez, 1993).



Figura 7.8. Síntomas y daños de *S. cepivorum* en cultivo y bulbo de ajo ([www.bp.blogspot.com](http://www.bp.blogspot.com)).

**Condiciones predisponentes y epidemiología:** la colonización y penetración del patógeno en los órganos de la planta colonizada es directa. Las raíces de las aliáceas producen exudados que estimulan la germinación de los esclerocios. Las hifas emitidas por los esclerocios colonizan el área afectada e infectan a las plantas en corto tiempo. Se ha demostrado que la diseminación puede ser por el agua de riego y por voladuras provocadas por el viento, pero las vías más importantes de transmisión es el material infectado y los mismos esclerocios dispuestos en el suelo. Las temperaturas óptimas de crecimiento del patógeno están entre los 15-24°C. Las temperaturas mínimas y máximas son entre 5 y 29°C. El desarrollo de síntomas es muy paralelo a los rangos de humedad de suelo. En trabajos anteriores se ha demostrado que la infección secundaria se incrementa al aumentar la densidad de plantación, debido al estrecho contacto entre raíces y bulbos (Piccolo, 2004; Hio, 2009).

### Control:

- Evitar la siembra de material infectado en áreas limpias, para evitar diseminación del patógeno.
- Desinfectar semilla o raíces de plántulas con productos biológicos (*Trichoderma*) o químicos en inmersión, por 20 minutos, antes de llevar a sitios de cultivo.
- Erradicación de plantas que inicien síntomas para evitar producción y maduración de inóculo (esclerocios) en cultivo.
- En áreas y suelos con alta incidencia de pudrición blanca se debe realizar una solarización del suelo, colocando un plástico transparente como mínimo por 15 días.
- Estimular la germinación de esclerocios con extractos o aceites de cebolla aplicados al suelo, para luego aplicar controles con *Trichodermas* y productos químicos selectivos para este patógeno; estas prácticas pueden reducir el inóculo entre el 55 al 75%.
- Realizar rotación de cultivos, como mínimo cuatro años y como máximo 10 años, evitando cultivar aliáceas en estos sitios.

## 2. Enfermedades radiculares de la cebolla de rama

### 2.1. Pudrición radicular, de tallo y bulbos *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev

**Distribución geográfica:** *Ditylenchus dipsaci* ocasiona la pudrición de raíces, tallos y bulbos en aliáceas y otros vegetales y se encuentra distribuido mundialmente; este nematodo se distribuye y adapta fácilmente en cualquier tipo de suelo y clima, tiene como hospederas una gran variedad de especies.

**Organismo causal:** *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev es un endoparásito migratorio que mide entre 0,4 mm y 2 mm, y tiene mucha movilidad en el agua (Figura 7.9).



Figura 7.9. Adulto de *Ditylenchus dipsaci* en cebolla de rama.

**Sintomatología:** el daño se puede observar en las raíces, tallos y bulbo; se presenta una pudrición acuosa y los tallos atacados pierden el sistema radicular (Figura 7.10). Rápidamente, el síntoma se observa en la parte aérea

de las plantas atacadas, principalmente en las hojas, cuando se presenta un amarillentos tenue, el cual se torna rápido en un amarillo intenso; los síntomas pueden tener un avance de arriba hacia abajo. Cuando se presentan ataques severos y en complejo con el hongo *Sclerotium cepivorum* o con bacterias del género *Pseudomonas* o *Burkholderias*, el marchitamiento es rápido, seguido de la muerte de las plantas afectadas (Crozzoli, 2002).



Figura 7.10. Síntomas y daños ocasionados por el nematodo *D. dipsaci* en cebolla de rama (Hio, J.C.).

**Condiciones predisponentes y epidemiología:** la colonización y penetración del nematodo en la planta lo hace de forma directa por estomas o raíces. Este patógeno endoparásito migratorio, después de penetrar en la planta, se establece en los tallos o bulbos, donde inicia su ciclo de vida, el cual dura entre 18 a 24 días. Durante su ciclo, los individuos se alimentan de los tejidos y células de la planta mediante la segregación de sustancias químicas, que rápidamente descomponen los tejidos y luego los absorben por medio de una venosa. Durante este proceso, la planta sufre trastornos fisiológicos, estrés, daños en el sistema celular, rompimiento de tejidos, etc. Una característica de este patógeno es que cuando detecta que hay descomposición de tejidos o pudrición de raíces y tallos, inmediatamente emigra a colonizar plantas sanas. A este individuo le favorecen condiciones de sequía, altos contenidos de materia orgánica en descomposición, texturas arcillo arenosas de los suelos y cambios de temperatura en los suelos. Los nematodos de este género pueden permanecer en suelo o material vegetal hasta por 20 años en latencia, bajo condiciones desfavorables de sequía y ausencia de sus hospederos; la reactivación de estos nematodos se hace con la exudación de sustancias químicas emitidas por sus hospederos. Esta especie de nematodos es hermafrodita y su reproducción la hace por partenogénesis, lo cual hace que sea una especie de fácil adaptación y rápida reproducción si en el sistema productivo existe un hospedero altamente susceptible como las aliáceas (Hio, 2009).

#### Transmisión:

- Principalmente, por la siembra de semilla contaminada.
- Por uso de suelo contaminado.
- Por maquinaria y elementos de laboreo de cultivo.
- El agua es un vehículo especial para la diseminación de los individuos.

#### Recomendaciones de control:

- Usar semilla sana libre de *Ditylenchus dipsaci*.
- Protección de la semilla antes de la siembra mediante inmersiones de raíces y tallos en un producto biológico (*Paecilomyces*) o en un nematicida químico, por 20 minutos.

- Aplicación del producto biológico o el químico 15 días después de la siembra.
- Retirar todos los residuos de cosecha que estén dentro del lote a un sitio de compostaje.
- Evitar el uso excesivo de gallinaza sin compostar.
- Solarización del suelo mediante cubrimiento de las áreas con un plástico transparente por 15 a 20 días.
- - Aplicar productos biológicos (hongos nematófagos) al suelo.
- - Rotación de cultivos con especies no hospederas de nematodos como maíz o trigo.

## 2.2. Podredumbre blanda bacteriana *Burkholderia cepacia*

**Distribución geográfica:** la podredumbre blanda es muy común en otros vegetales y está distribuida en regiones cálidas y templadas donde se cultiva el ajo y la cebolla.

**Organismo causal:** *Burkholderia cepacia* (Burkholder, 1950) (Yabuchi, 1992).

**Sintomatología:** los tejidos afectados, raíces y tallos, manifiestan una podredumbre acuosa de color amarillo pardo a café oscuro con olor fuerte, que produce exudado bacteriano (Figura 7.11). Tanto en cebolla como en ajo, la bacteria se ubica en las raíces y el interior del cuello. En el follaje, la enfermedad se manifiesta como un marchitamiento, seguido del secado de las hojas maduras, hasta llegar a producirse el secado total de las hojas y la muerte total de la planta (Hio, 2009).



Figura 7.11. Daños de raíz y síntomas ocasionados por la bacteria *B. cepacea* en cebolla de rama.

**Condiciones predisponentes y epidemiología:** la principal fuente de infección son los suelos contaminados y los residuos de plantas enfermas en los lotes de cultivo. A la bacteria le favorece la alta humedad del suelo, el alto contenido de materia orgánica como la gallinaza o pollinaza sin compostar, las salpicaduras de la lluvia o el agua de riego, los insectos, el hombre, la maquinaria y las herramientas contaminadas son los principales agentes de diseminación de la enfermedad. El patógeno penetra por las raíces, los tallos de la planta, las heridas, etc. Esta enfermedad se considera la más importante durante los ciclos productivos y del almacenamiento de los seudotallos de la cebolla de rama. La bacteria puede permanecer en suelo y material vegetal en pre y poscosecha a temperaturas entre los 18 y 25°C. Pero también se mantiene activa y ejerciendo efecto de daño en condiciones de temperaturas muy bajas del suelo.

**Transmisión:**

- Agua lluvia y riego.
- Suelo y restos vegetales.
- Insectos.
- Herramientas de trabajo.
- Maquinaria.
- Material de semilla, principalmente.

**Recomendación para el control:**

- Selección de semilla pareja o gruesa, ojalá de primer corte y que no tenga síntomas de pudrición.
- Tanto en cebolla de rama como en ajo realizar un curado o solarización de la semilla.
- Evitar almacenar material para semilla con las catáfilas y hojas con pudrición: “descalcetar”.
- Desinfectar la semilla por 20 minutos mediante la práctica de inmersión con un nematocida bactericida, químico o biológico, antes de sembrar en los lotes.
- Solarización del suelo mediante el cubrimiento del lote con un plástico transparente durante 10 a 15 días, según la radiación solar.
- Evitar el riego en exceso.
- No aplicar gallinaza o pollinaza sin compostar.
- No dejar residuos de cosecha dentro del lote.

Después de varios años de investigaciones, Corpoica recomienda para el manejo de la pudrición de la cebolla de rama, el principal problema sanitario que tiene el cultivo en la región del lago de Tota, Boyacá, el uso de la estrategia denominada *Redes Serofani* (Sánchez *et al.*, 2012).

Con el acrónimo *Redes Serofani* se reúnen las recomendaciones para disminuir los efectos de este grave problema en el cultivo. Estas son las recomendaciones para su manejo:

– **Recolección de residuos:** para cada labor que se realice en el cultivo, se debe tener en cuenta erradicar las plantas afectadas por la pudrición, que junto con los residuos de cosecha y de pelanza deben ser dispuestos en un sitio acondicionado para su descomposición, mediante un adecuado compostaje.

– **Desnigüe:** consiste en quitar la nigua que se encuentra en el tallo de la cebolla de rama, con lo que se elimina parte de la raíz y el tallo. Al causar esta herida, la planta reacciona emitiendo rápidamente raíces, favoreciendo su crecimiento y creando defensas que disminuyen el ataque de la enfermedad.

– **Desinfección:** la desinfección de la semilla mediante la inmersión durante cinco minutos en una solución preparada con productos químicos, extractos o biológicos disminuyen la cantidad de bacterias y nematodos presentes en la semilla. Algunos de los productos que se pueden utilizar, en dosis por litro de

agua, son: Tiabendazol + yodo [Mertect (0,9 cc) + Vanovet (2,5 cc)], *Paecilomyces* [Nemata (0,75 cc)], y Amonio cuaternario [Timsen (1 g)]. A los 20 días de siembra se debe realizar una segunda aplicación con alguno de los productos anteriormente mencionados o glucosamina [Nemasolve (14 g/m<sup>2</sup>)]. Es conveniente rotar los productos para cambiar los mecanismos de acción y evitar que se presente resistencia. También es recomendable hacer mezclas de productos que ataquen el complejo bacteria y nematodo de la siguiente forma: Timsen en inmersión + Nemasolve al suelo o Timsen en inmersión y Nemata al suelo en tres aplicaciones (siembra - 15 y 30 dds en *drench*).

- **Selección de semilla:** se debe tener en cuenta: 1. Que se seleccione en un lote sano. 2. Grosor de la semilla pareja (1,9-2,9 cm). 3. Calidad de la semilla (vigorosa y sin pudrición). 4. Sin "solarización" o máximo de tres días.

- **Rotación de cultivos:** es necesario rotar el cultivo de la cebolla con otros cultivos como abonos verdes (rábano forrajero), papa, haba, arveja o pastoreo, para reducir la población del nematodo y la bacteria.

- **Fertilización:** el exceso de gallinaza y un desbalance nutricional favorece el desarrollo de la pudrición, mientras que una planta bien nutrida ofrece tolerancia al ataque de la enfermedad; es por esto que el programa de fertilización debe estar basado en un análisis de suelos y hacer las enmiendas correspondientes en presiembra y aplicaciones racionales durante el desarrollo del cultivo.

- **Agua:** el exceso de humedad favorece el desarrollo de la enfermedad; tenga en cuenta para regar, la precipitación registrada y la humedad del suelo. No riegue por calendario, calcule el tiempo de riego de acuerdo con el caudal de los aspersores.

- **Nivel de infección:** plantas de cebolla que presentan diferentes niveles de síntomas (Figura 7.1). Nivel 0: planta sana, hojas verdes y con buen desarrollo. Nivel 1: planta con pudrición de raíz y tallo en un 30% y síntomas iniciales de amarillamiento de hojas (Es recomendable realizar aplicaciones curativas para disminuir la incidencia de la enfermedad). Nivel 2: plantas con pudrición de raíz y tallo en un 60%, un mayor número de hojas amarillas y deformes, secas en su totalidad y hojas nuevas brotan con deformaciones en forma de lanza (Difícilmente recuperable, se recomienda reemplazar esa planta). Nivel 3: planta con pudrición en la raíz en un 90%. Los tallos están totalmente necróticos y descompuestos; en este nivel se debe eliminar la planta, desinfectar el suelo y la semilla y resembrar.

### 2.3. Podredumbre del cuello de la cebolla *Botrytis alli*

**Distribución geográfica:** la podredumbre del cuello es la enfermedad en poscosecha más seria de las cebollas. Esta enfermedad se encuentra difundida en casi todas las áreas del mundo donde se cultiva el ajo y la cebolla.

**Sintomatología:** la podredumbre del cuello ocurre primariamente en plantas almacenadas. Los seudotallos desarrollan una pudrición acuosa de color pardo, comenzando desde la zona del cuello, que luego se extiende por todas las catáfilas. Los tejidos de las catáfilas se ablandan y se tornan acuosos y traslúcidos.

En el tejido afectado aparece un micelio (hongo) de blanco a gris entre las catáfilas. Se pueden formar esclerocios (cuerpo del hongo de consistencia dura) en las catáfilas externas y en los hombros del cuello. Además, se puede apreciar un hongo grisáceo en el exterior.

**Agente causal:** la podredumbre del cuello es causada por *Botrytis alli* Munn. Posee micelio septado, ramificado e hialino cuando joven. Los conidios, cuando están en masa, toman una apariencia algodonosa de color gris. El tamaño de los mismos está comprendido entre los 4 - 8 x 6 - 16  $\mu\text{m}$ , pero con mayor frecuencia entre 5 - 6 x 7 - 11  $\mu\text{m}$ ; tienen formas ovoides e hialinos. Están sobre conidióforos ramificados en las puntas. Generalmente, forman esclerocios elongados e irregulares en forma sobre la zona del cuello. Alcanzan un tamaño de hasta 10 mm de largo.

**Ciclo de la enfermedad y epidemiología:** el hongo sobrevive como esclerocio sobre plantas podridas o directamente de forma libre sobre el suelo. Esta enfermedad se transmite por semilla. Se ha informado que este hongo invade los cotiledones de las plántulas con micelio, proveniente de la cubierta de la semilla. Las plantas de cebolla se pueden infectar y seguir vegetando en forma asintomática o mostrando pequeñas manchas en las hojas. Esto puede ocurrir mediando el cultivo hasta finales del mismo. Sin embargo, los mayores daños los produce en almacenamiento. Se ha demostrado que se puede detectar tejido infectado pero asintomático usando rojo de metilo.

Debido a que las plantas son infectadas durante la etapa de cultivo, ha sido muy difícil poder definir las condiciones precisas en que comienzan las infecciones. Sin embargo, el tiempo frío y húmedo favorece las epidemias. La infección y desarrollo de la enfermedad se favorece por temperaturas entre 15 y 20 °C y humedad relativa mayor del 80%. El hongo esporula sobre tejido muerto o seco bajo períodos prolongados de humedad. Los conidios son transportados por corrientes de aire hacia losseudotallos; si las condiciones son óptimas para la cosecha, ellos proveen condiciones muy favorables para que el hongo infecte. El hongo es incapaz de infectar a la cebolla cuando losseudotallos están secos.

#### **Transmisión:**

- Por semilla.
- Aire y lluvia.
- Sobrevive en el suelo y en los restos vegetales.

#### **Control:**

- Cultivos sanos bien curados.
- No aplicar fertilizantes nitrogenados (gallinaza) después de 8 a 9 semanas de la siembra.
- En regiones de alta humedad, cuando se practica el curado, es posible realizar un proceso de secado a 34 °C a razón de 2 m<sup>3</sup> de aire por minuto por metro cúbico de cebolla. Luego, se prosigue con el almacenamiento normal.
- Las condiciones ideales de almacenamiento son entre 0 - 1 °C a 75 - 75% de HR.

- Sembrar semilla sana.
- Desinfectar semilla antes de la siembra y tratar con productos biológicos a base de *Trichoderma* spp.
- Rotación de cultivos.
- Uso eficiente del riego.
- Aplicación de fungicidas en un esquema de protección (diclofluanid, tiabendazol, benomil).

#### 2.4. Podredumbre basal *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Hans.) y *Fusarium proliferatum*

**Distribución geográfica:** esta enfermedad se encuentra muy difundida donde se cultivan aliáceas en general. Afecta tanto a la cebolla como al ajo y a otras especies.

**Organismo causal:**



Figura 7.12. Colonia de *fusarium* aislada de tallos de cebolla de rama.

*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (Hans.), *Fusarium proliferatum* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* tiene tres formas de multiplicación por medio de macroconidios, microconidios y clamidosporas. Esta última forma es también una vía de supervivencia. Los microconidios, que son de forma esférica, se producen entre las hojas envolventes y son poco comunes en cultivos artificiales. Los macroconidios se forman *in vitro* sobre esporodoquios o pionotes, siendo fusiformes y septados (3 a 4 septas, normalmente). Las clamidosporas se forman de las hifas o macroconidios, pudiendo ser terminales o intercalares en el primer caso.

**Sintomatología:**



Figura 7.13. Tallos y raíces de cebolla mostrando daños por *Fusarium*.

La infección de plantas en el cultivo se manifiesta con un marchitamiento. Las hojas expresan clorosis y las puntas se secan hacia abajo.

En ataques tempranos, la planta se observa con un crecimiento reducido. Se pueden observar raíces con la enfermedad, las cuales se colorean de pardo claro al principio, perdiendo urgencia y luego mueren. En elseudotallo es posible observar, tanto en las hojas carnosas como en la base, pequeñas pústulas de color castaño rojizo o de tonalidad herrumbrosa. Estas se pueden distribuir por todo elseudotallo en número variable. A medida que la enfermedad progresa, el micelio del patógeno puede invadir gran parte de la planta, que luego se torna parduzca, al tiempo que se deshidrata, generando una podredumbre seca.

**Ciclo de la enfermedad y epidemiología:** el hongo puede quedar en residuos del cultivo anterior o en restos de cebolla como clamidosporas. La penetración es directa en las raíces y por las heridas. La distribución de la infección es pareja y bastante intensa desde la raíz hasta las hojas. Las temperaturas óptimas de crecimiento del hongo en medio artificial son de 24-27°C. Por debajo de 9°C y por arriba de 36°C el crecimiento del patógeno disminuye considerablemente. La temperatura es el principal factor que gobierna la actividad de *F. f.sp. cepae* en cultivo, en cuanto a la expresión de los síntomas y a la incidencia de la enfermedad.

Generalmente, el crecimiento del cultivo no es afectado hasta que las temperaturas del suelo no superan los 25°C. Sin embargo, las pérdidas de raíces comienzan a temperaturas inferiores. El cultivo repetido de cebolla en el mismo suelo aumenta la incidencia de la enfermedad año tras año, debido a la supervivencia de clamidosporas como efecto acumulativo de inóculo.

**Transmisión:**

- Por la semilla.
- Por rastrojo de cebolla.
- Por agua de riego.

**Control:**

- Tratamiento de la semilla con productos becimidazoles, entre los cuales benomil es el más efectivo tanto por inmersión como por aspersión.
- Rotación de cultivos, la cual es efectiva por la especificidad de patógeno.
- Tratamientos al suelo con metam sodio.

### 3. Bibliografía

AGRIOS, G.N. Fitopatología. Trad. M. Guzmán. México D.F.: Limusa. 1996. 513 p.

ÁVILA, C. Principales enfermedades del ajo y las cebollas. En: El cultivo del ajo y las cebollas. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá, Colombia. 1996. Pp. 73-86.

CROZZOLI, R. Especies de nematodos fitoparásitos en Venezuela. En: Revista de Ciencia y Tecnología de América, Interciencia. 27(7). 2002. Pp. 354-364.

HIO, J.C. Las enfermedades más limitantes en la producción de cebolla de rama (*Allium fistulosum*) en Aquitania, Boyacá. En: Avances de resultados de investigación en cebolla de rama. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. Centro de Investigación Tibaitatá. Mosquera, Colombia. 2006. Pp. 41-48.

\_\_\_\_\_. Estudio de la interacción del nematodo *Ditylenchus dipsaci* y la bacteria *Burkholderia cepacia* y su relación con la pudrición radical en cebolla de rama *Allium fistulosum* L., en el municipio de Aquitania (Boyacá). [Tesis de maestría]. Bogotá, Colombia. Universidad Militar Nueva Granada. Biología aplicada. 2009. 77 p.

MARTÍNEZ, M. El bulbo de ajo y sus limitaciones fitopatológicas como semilla en el país. En: Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del Fonaiap. 10 (44). 1993. Pp. 17-18.

MCKEMY, J.M. & MORGAN-JONES, G. Studies in the Genus *Cladosporium sensu* Lato. II. Concerning *Heterosporium gracile*, the Causal Organism of Leaf Spot Disease of Iris Species. *Mycotaxon* 39. 1990. Pp. 425-440.

PICCOLO, R. Curso de producción de ajo. Posgrado de horticultura. Argentina: INTA. Universidad Nacional de Cuyo. 2007. 27 p.

\_\_\_\_\_. Enfermedades micológicas y bacterianas del ajo (*Allium sativum*). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria. Curso de producción de ajo. Posgrado de horticultura. Argentina: Universidad Nacional de Cuyo. 2007. Pp. 1-27.

SÁNCHEZ L., G.D.; HIO, J.C.; MARTÍNEZ, E.P.; HERRERA H., C.A.; QUEVEDO G., D.H.; PISCO, C.; ARGÜELLES, J.H. & ORTIZ P., L.S. Tecnologías innovadoras para el manejo integrado de la pudrición radicular en cebolla de rama (*Allium fistulosum*) en la región del lago de Tota. Informe final. Mosquera, Colombia: Corpoica. 2012. 202 p.

# Capítulo 8.

## Manejo integrado de plagas en cebolla de rama

Germán David Sánchez León<sup>1</sup>

Jeisson Rodríguez Valenzuela<sup>2</sup>

### 1. Introducción

La zona aledaña al lago de Tota, en Boyacá, concentra la mayor área de producción de cebolla de rama del país (36%), así como es la región que aporta más del 56% de la producción nacional de esta importante hortaliza.

La cebolla de rama juega un papel muy importante en la alimentación colombiana, por su uso como condimento, por su aroma y sabor; es una de las hortalizas que más se consume y que está presente en la mayoría de platos que hacen parte de la dieta del colombiano.

Las plagas son organismos capaces de causar daños económicos en cultivos, lo cual justifica la implementación de una medida para su control. Sin embargo, no todas las especies que se alimenten de un cultivo pueden llegar a ser plagas, así como la presencia de una plaga no implica necesariamente la necesidad de una medida de control.

Si bien es cierto que los insectos plaga no son de importancia económica en el cultivo de la cebolla de rama, sí son objeto de control por parte de los agricultores, quienes recurren al manejo químico, pensado de manera preventiva, utilizando productos que no están recomendados para la cebolla de rama, ni para la plaga que se quiere prevenir; aumentan la dosis de aplicación; se realizan mezclas que no son compatibles, se hace una inadecuada disposición de residuos; se usan productos categoría toxicológica I y II en un cultivo cuyo producto está destinado para el consumo en fresco; no se respetan los periodos de carencia; y no hay adecuada rotación de productos. Así mismo, muchos operarios no están calificados para el uso de estos productos, no siguen las recomendaciones, alteran las boquillas y por consiguiente las dosis, y no utilizan el equipo de protección.

Una de las ventajas que tiene el cultivo de la cebolla de rama es la baja incidencia de plagas, lo que debe llevar a pensar que el manejo debe tener un enfoque preventivo mediante manejo cultural, aplicando medidas que favorezcan el cultivo y desfavorezcan la presencia de las plagas; hay que hacer un seguimiento permanente de las poblaciones de plagas, para que cuando se presenten y sus poblaciones lo ameriten, pasar a aplicar la(s) estrategia(s) más conveniente(s) (biológica, etológica, química, extractos, etc.).

Uno de los efectos secundarios del uso de plaguicidas es un mayor desequilibrio de las poblaciones de plagas, debido a que los insectos y los patógenos desarrollan resistencia a los plaguicidas, y por el efecto

1 Ingeniero Agrónomo. Investigador CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, gsanchez@corpoica.org.co

2 Ingeniero Agroforestal. Contratista CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, jerovagro@gmail.com

negativo de estos productos sobre la fauna y flora benéfica, que en condiciones no alteradas contribuyen a la regulación de poblaciones de plagas, siendo entonces necesario recurrir con más frecuencia al uso de insecticidas (Rodríguez y Borrero, 1998). Igualmente, es importante destacar el desconocimiento por parte de los agricultores de las plagas que atacan sus cultivos. La mayoría de los productores conocen muy poco acerca del ciclo de vida, biología y hábitos, consideran que las plagas surgen del suelo y que la mayoría de los insectos que se encuentran en el cultivo son plaga.

No son tan variados los artrópodos que se presentan en la producción de cebolla de rama en la zona aledaña al lago de Tota. De acuerdo con el diagnóstico realizado en las principales zonas productoras, se pudo establecer que los principales problemas son los trozadores y comedores de follaje, las babosas y las chizas.

## 2. Manejo integrado de plagas en cebolla de rama

Cada día cobra mayor importancia el manejo que se le dé a las hortalizas en las diferentes fases de la cadena de producción-consumo. En los países desarrollados se está generalizando, por parte de los consumidores, una preocupación en cuanto a la calidad de lo que se está consumiendo y se da especial importancia a la inocuidad, esto es, buscar alimentos que no representen riesgo alguno para la salud humana mediante la disminución, al mínimo, de los peligros de contaminación biológica, química y física.

En Colombia apenas se empieza a despertar esta preocupación, se está tomando conciencia de la importancia de la inocuidad de los alimentos y en la medida que los consumidores exijan, los productores y diferentes eslabones de la cadena tendrán que garantizar productos de calidad e inocuidad. Uno de los pilares para garantizar estos atributos en la fase de producción es el manejo integrado de los cultivos y dentro de éste, el manejo integrado de plagas como una alternativa real al generalizado e inadecuado uso de plaguicidas que se da en los sistemas de producción hortícolas del país.

La producción limpia constituye un punto medio entre la agricultura convencional o de altos insumos y la orgánica o ecológica, teniendo una aplicación factible tanto a nivel de pequeñas como medianas y grandes explotaciones. Este método hace uso preferente de alternativas diferentes a los plaguicidas de síntesis química, por su bajo impacto ambiental en el control de plagas, pero no renuncia a su uso en caso imprescindible.

El punto de inicio del manejo integrado de plagas, MIP, es conocer adecuadamente el organismo a manejar, su ciclo de vida, biología, hábitos, hospederos y daño causado, para poder tomar acciones que prevengan altas poblaciones o las reduzcan a niveles que se puedan tolerar.

### 2.1. Babosas

Estos organismos son moluscos de la clase Gastropoda, por lo cual no pertenecen al grupo de los insectos; constituyen plagas de las hortalizas (ajo, cebolla, repollo, col, coliflor, lechuga, espinaca, acelga, remolacha, zanahoria y fresa), flores (clavel, gladiolo, rosa, alstroemeria, gerbera, orquídeas, jardines y

ornamentales, en general) y cultivos como papa, maíz, fríjol, achira, caléndula y tréboles, cuando se presentan condiciones muy propicias como alta humedad en el suelo y encharcamiento en los lotes (López-Ávila, 1996). Dentro de las principales especies reportadas para sistemas de producción hortícolas, se encuentran: *Deroceras reticulatum* (Müller) Familia Agrolimacidae, babosa rayada de las hortalizas, *Milax gagates* (Draparnaud) Familia Milacidae y la babosa café, *Deroceras laeve* (Müller) Familia Agrolimacidae, pero aún no se ha determinado cuál de estas especies está en la zona aledaña al lago de Tota.

### Biología y hábitos

Estos moluscos, en su desarrollo pasan por los estados de huevos, formas jóvenes y adultos (López-Ávila, 1996). El ciclo de vida de las babosas puede durar de uno a varios años, dependiendo de la especie; demoran de 12 a 18 meses para llegar al estado adulto, luego del cual ponen huevos de color opaco y forma esférica, y viven por otros meses o hasta dos y tres años más. El estado de huevo dura de 20 a 30 días y las formas jóvenes de dos a cinco meses. Los individuos adultos poseen ambos sexos, masculino y femenino (Sánchez y Moreno, 2004). Subsisten varios días bajo el agua. Este inusual hábito facilita su dispersión en flujos de agua como los de las anegaciones. Son ágiles y pueden reptar rápidamente. Son omnívoros, aunque prefieren restos de plantas vivas o muertas.

### Daño e importancia

Poseen cuerpo blando (Figura 8.1), pero tienen un aparato bucal fuerte, el cual es utilizado para alimentarse de tejido vegetal tierno; el daño por estos moluscos se caracteriza, principalmente en la parte foliar, por ocasionar perforaciones irregulares, raspaduras y, en ocasiones, de raíces, las cuales son cortadas y masticadas (Cabezas, 2001). Al igual que los trozadores, cortan las plántulas recién trasplantadas, pero a diferencia de estos las consumen completamente (Sánchez y Moreno, 2004). Las hojas afectadas adquieren un aspecto de deterioro y quedan contaminadas con su excremento.



Figura 8.1. Babosas colectadas de cultivo de cebolla de rama en Aquitania (Boyacá), consumiendo hoja de acelga en laboratorio. Fuente: Corpoica, 2011.

### Estrategias de manejo

De acuerdo con recomendaciones de varios autores (Bonilla y Pérez, 2010; Cabezas, 2001; Martínez *et al.*, 1999), se pueden seguir las siguientes recomendaciones:

- Poner cebos tóxicos a base de Methiocarb y Metaldehido con una dosis de aplicación de 3g/m<sup>2</sup>, cerca de las zonas afectadas, a los lados de las plantas que presentan síntomas, colocando los productos en las horas de la tarde, para propiciar que durante las horas de la noche haya consumo por parte de los moluscos.
- Aplicación de cenizas de leña en zonas previamente detectadas con presencia de babosas. Puede ser sobre costales húmedos de trampeo o simplemente de forma directa sobre los individuos. La ceniza cumple el papel de desecador y por tanto limita el movimiento de las babosas.
- Usar cal agrícola o cal dolomita sobre las camas del cultivo, para formar una película desecadora que actúa sobre el pie del molusco; de igual forma, aplicar sales de fertilizantes como sulfato de potasio, nitrato de potasio y nitrato de calcio, entre otras, cumplen la función de nutrir el cultivo y de ser desecadoras de estos individuos.
- Eliminación de zonas de refugio como deshierbas y desterrone de los predios con indicios de la presencia de estos moluscos.
- Manejo adecuado del riego y de drenajes agrícolas, eliminando charcos, zonas demasiado húmedas y desniveles.
- Utilizar costales de fique humedecidos o impregnados con cerveza, de manera que sirvan como trampeo para establecer control directo sobre estos moluscos; tales costales se ponen entre las camas, en horas de la tarde, ubicando los focos de infestación de la plaga.
- Para la captura de babosas es posible usar un cebo natural a base de cogollos de alstroemeria – zanahoria.

### 2.2. Trozadores y tierreros

- 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 la especie más frecuente en nuestro medio es *Copitarisia sp.*, una de las más abundantes y dañinas de la familia Noctuidae, por su amplio rango de hospederos, voracidad de sus larvas y duración de este estado.

### Biología y hábitos

El ciclo completo (Figura 8.2) tiene una duración promedio de 62 días; tienen hábitos nocturnos y en el día lo pasan escondidas en el suelo bajo plantas o malezas (Sánchez y Moreno, 2004). El huevo es semiesférico, reticulado, de blanco a violáceo; es puesto en forma individual en tallo y hojas cerca de la nervadura en plantas cultivadas y malezas, dura de seis a siete días. La larva pasa por seis instares;

completamente desarrollada puede alcanzar longitudes superiores a 45 mm y tiene una duración de 27 a 30 días. Al finalizar el estado de larva deja de alimentarse, baja al suelo, reduce su tamaño y empupan en cámaras elaboradas en el suelo a profundidades de 20 o más mm (López-Ávila, 1996). La pupa o sabio mide 17-19 mm, es de color café marrón y dura de 21 a 25 días en ese estado. Los adultos son polillas de 18 mm de longitud con envergadura de 35 a 40 mm, las alas anteriores son de color pajizo variando de claro a oscuro y con alas posteriores de color claro con tonalidades oscuras. Presentan marcas blancas en los márgenes externo y apical, el adulto tiene un tiempo de vida de 7 a 10 días (Martínez *et al.*, 1999).

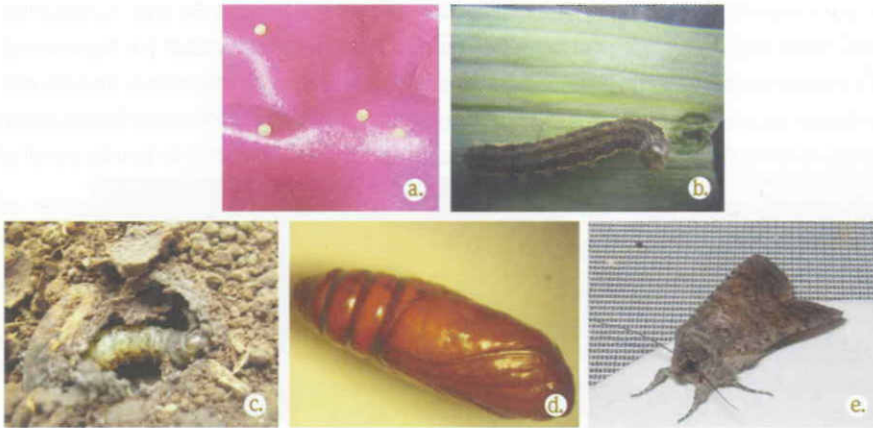


Figura 8.2. Ciclo de vida del trozador: a. Huevo. b. Larva. c. Prepupa. d. Pupa, y e. Adulto.

### Daño e importancia

Los trozadores generalmente atacan en focos o parches y se presentan en poblaciones abundantes durante períodos secos (López-Ávila, 1996). Sánchez y Moreno (2004) reportan que estos invertebrados plaga actúan como trozadores cuando las plántulas están recién trasplantadas, cortando las plantas sin consumirlas (en las hortalizas que son de trasplante), como raspador en los primeros instares y como comedor de follaje en los dos últimos instares, con es el caso de la cebolla de rama (Figura 8.3). Es una plaga que ataca a la mayoría de cultivos de clima frío: cebolla de bulbo, cebolla de rama, ajo, crucíferas, lechuga, espinaca, cilantro, arveja, haba, alfalfa, papa, maíz, cebada, trigo, flores (pompón, clavel, rosal, gladiolo y crisantemo), curuba y caléndula. También se ha reportado en malezas como la gualola.



Figura 8.3. Daño ocasionado por el trozador en cebolla de rama.

### Estrategias de manejo

- Realizar una buena preparación del suelo. Se destruyen pupas, se imposibilita la emergencia de adultos porque se exponen al frío, a la desecación o a la acción de enemigos naturales.
- Seguimiento de poblaciones o muestreos en el suelo para confirmar la presencia de larvas y pupas de tierreros y trozadores, desde antes de la siembra y durante el desarrollo del cultivo, inspeccionando los lotes en zigzag, revisando varios sitios de un metro lineal.
- Entre los controles biológicos, como los entomopatógenos, existe la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que ataca larvas, pupas y adultos de tierreros y trozadores; las larvas se contaminan por ingestión del bacilo y pueden morir en estado de larva, pupa o adulto. Sin embargo, las aplicaciones de estos productos biológicos, para su mayor efectividad, se recomiendan con bombas totalmente lavadas y desinfectadas, en horas de baja luminosidad y que no sea en mezcla con productos de síntesis química.
- También se puede aplicar cebo tóxico en área identificada como foco de ataque. Se debe aplicar un gramo por planta. Los cebos deben ponerse al final del día, preferiblemente en aplicación en corona alrededor de las plantas. Los ingredientes para los cebos tóxicos se muestran a continuación:

Tabla 8.1. Cómo preparar cebos para el control de trozadores y tierreros

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

(Fuente: Martínez *et al*, 1999)

- Recolección de residuos de cosecha.
- Se ha observado que las lluvias oportunas o los riegos por aspersión bajan los niveles de población de tierreros y trozadores a niveles subeconómicos.
- Por su hábito nocturno, pueden capturarse usando trampas de luz como detección o control directo.
- Revisar periódica y oportunamente las plantas; si la infestación es baja, recoger manualmente las larvas para destruirlas posteriormente.
- Realizar control con productos de síntesis química de las categorías toxicológicas menos tóxicas, de acuerdo con las recomendaciones del asistente técnico.

### 2.3. Chisas

También conocidas como “gusanos blancos”, “mojojoy”, “gallina ciega” o “cuzo” (Figura 8.4), constituyen un problema fitosanitario muy limitante, por ocasionar daño en cultivos como cebolla, papa, trigo y pastos (Lucero *et al*, 2006). Corresponden a las larvas de coleópteros de la familia Scarabaeidae y entre

las especies más comunes se encuentran: *Ancognata scarabaeiodes* Burmeister, *A. ustulata* Burmeister, *Clavipalpus ursinus* Blanchard y *Astaena* sp (López-Ávila, 1996). No se han determinado cuales de estas se encuentran en la región aledaña al lago de Tota. Las larvas son voraces comedoras de raíces de varios de los cultivos de hortalizas de clima frío (Martínez *et al.*, 1999).

### Biología y hábitos

Las especies de chisas de la familia Melolonthidae tienen hábitos fitófagos, y de estas, 60% se desarrollan en el suelo y 40% viven en madera podrida o en hábitats especializados como cavidades vegetales, madrigueras u otros. Dentro de las especies de Melolonthidae existen especies que se alimentan solo de raíces y constituyen las llamadas plagas rizófagas; otras consumen humus o restos de vegetales, o tienen hábitos facultativos (Martínez *et al.*, 1999).



Figura 8.4. Larvas de chisa colectada en cultivo de cebolla de rama en Aquitania.

### Daño e importancia

Según Villegas *et al.* (2006) durante los últimos años diversas especies de estos individuos han incrementado sus poblaciones causando daños de importancia económica en múltiples cultivos instalados en diferentes pisos térmicos del país. Las chisas son plagas en cebolla de rama, cebolla puerro y ajo, entre otros cultivos; su daño consiste en cortar raíces de las plántulas recién germinadas o plantas desarrolladas y algunas veces hacen galerías en los bulbos (López-Ávila, 1996). En el área aledaña al lago de Tota, la chisa ataca el cultivo de cebolla de rama consumiendo elseudotallo, ocasionando considerables pérdidas en el proceso de pelado de la cebolla, donde el grosor delseudotallo se puede reducir hasta en un 50%.

### Estrategias de manejo

- Utilizar trampas de luz para el monitoreo de plagas han mostrado la captura eficaz de cucarrones y otros insectos. En la medida en que sea posible el incremento de número de trampas, aumenta el número de insectos recolectados (Martínez *et al.*, 1999).

- Utilizar insecticidas de síntesis química y de categorías toxicológicas bajas, de manera que estos productos sean rotados para no crear resistencia en estos insectos plaga. Uno de los insecticidas que ha tenido un buen resultado para mitigar el impacto de chisas, de acuerdo con los estudios de Lucero *et al.* (2006), son los del ingrediente activo clorpirifos.
- Utilizar control biológico empleando los hongos entomopatógenos *Bauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* que permiten reducir la población plaga (Lucero *et al.*, 2006). Se recomienda utilizar estos productos de control biológico con fumigadoras limpias de productos de síntesis química, desinfectadas y en horas de baja luminosidad.

Actualmente, es importante recalcar que la implementación del MIP, dentro de las labores de manejo realizado a los cultivos, cobra mayor importancia en el éxito de mitigar el impacto de problemas fitosanitarios sobre la agricultura. Sin embargo, en Colombia, el desconocimiento y las prácticas tradicionalistas realizadas por algunos agricultores en los diferentes sistemas de producción y, en especial, en los cultivos de hortalizas, generan un gran problema, no solamente para controlar insectos plaga, arvenses y enfermedades sobre los mismos, sino también en la inocuidad y calidad de las hortalizas en las diferentes fases de la cadena de producción.

La mejor alternativa para el manejo fitosanitario en los sistemas de producción hortícola, y en este caso, para el cultivo de la cebolla de rama, es acoger el MIP dentro de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Además de las prácticas citadas anteriormente, es fundamental complementarlo con la revisión de las condiciones agroecológicas a las cuales está sometido el cultivo, el manejo del suelo, la selección del material genético, la rotación y asociación de cultivos, la implementación de un buen manejo del riego y la fertilización; así mismo, rotar insecticidas de síntesis química de categorías toxicológicas bajas, usar barreras vivas, plantas repelentes, plantas trampa y hacer una buena disposición de los residuos de la cosecha, ya que con estas prácticas se obtendrán mejores resultados en la dinámica de las labores de manejo fitosanitario realizadas a los cultivos.

Todo esto es lo que vienen desarrollando de forma práctica los asociados de Asoparcela que están en proceso de certificación, logrando la reducción de costos de producción, debido a que no utilizan los insecticidas sino cuando es necesario, han reducido el número de aplicaciones, las dosis aplicadas y han mejorado el medio ambiente.

### 3. Bibliografía

BONILLA, C. & PÉREZ, Y. Cebollín: producción, manejo y poscosecha. Proyecto de cooperación de desarrollo, innovación y transferencia tecnológica en el marco de la estrategia agroindustrial de Bogotá y Cundinamarca. Bogotá, Colombia: Corredor Tecnológico Agroindustrial, Cámara de Comercio de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 2010. 53 p.

- CABEZAS, M. Algunos aportes sobre el manejo integrado de babosas en cultivos hortícolas. Hortalizas, plagas y enfermedades. Compendio de eventos. 2001. Pp. 30-34.
- LÓPEZ-ÁVILA, A. Manejo fitosanitario del ajo y las cebollas. División de Sanidad Vegetal. Unidad de proyectos de prevención. Bogotá, Colombia: ICA. 1996. 9 p.
- LUCERO, A.; PEÑA, L.; CULTID, L. & BOLAÑOS, M. Manejo integrado de chisas en fincas de minifundio del departamento de Nariño (Colombia). En: Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Bogotá, Colombia: Corpoica. 7(1). 2006. Pp. 70-72.
- MARTÍNEZ, P.; RODRÍGUEZ, D. & BORRERO, F. Manejo de plagas en hortalizas de clima frío. División de Sanidad Vegetal. Bogotá, Colombia: ICA. 1999. Pp. 59-92.
- RODRÍGUEZ, S.D. & BORRERO F, F. Manejo integrado de artrópodos y moluscos plagas en hortalizas. En: Manejo integrado de plagas en hortalizas de clima frío. Bogotá, Colombia: ICA y Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola. 1998.
- SÁNCHEZ, G. & MORENO, M. Manejo integrado de plagas en crucíferas y lechuga en la Sabana de Bogotá. Bogotá, Colombia: Corpoica C.I. Tibaitatá, SENA. 2004. Pp. 5-11.
- VILLEGAS, N.; GAIGL, A. & VALLEJO, L. Reconocimiento de especies del complejo chisa (coleóptera: Melolonthidae) asociadas al cultivo de cebolla y pasto kikuyo del departamento de Risaralda, Colombia. En: Agron. 14(1). 2006. Pp. 51-63.

# Capítulo 9.

## Cosecha y postcosecha

Germán David Sánchez León<sup>1</sup>

Luz Stella Ortiz Piñeros<sup>2</sup>

### 1. Cosecha

El momento oportuno para cosechar está dado por el índice de madurez, que en el caso de la cebolla de rama está constituido principalmente por el número de días transcurridos a partir del momento de la siembra o del corte anterior, del color amarillo de las vainas externas y del grosor del pseudotallo (Pinzón, 2004), o cuando inicie en elseudotallo una pigmentación rojiza. A la cebolla de rama se le pueden hacer varios cortes o cosechas dependiendo de las condiciones sanitarias y de calidad del cultivo. El primer corte se realiza, en promedio, a los cinco meses de sembrada la semilla y posteriormente se cosecha cada tres meses, aproximadamente. Para realizar la cosecha se tiene en cuenta la situación de mercado y los precios, procurando adelantarla o atrasarla (no más de ocho días) en busca de un mejor precio.

Para la cosecha se utiliza una herramienta denominada “ganche” (Figura 9.1), con la que se retira parte de la planta, dejando de tres a cuatro gajos, que son los que van a dar origen a nuevos gajos. La parte de la planta que se cosecha se destina para la venta o, si es el caso, se deja para usar como semilla en otro lote. En la medida que se dejen menos gajos, el tiempo de la siguiente cosecha va a ser más largo.



Figura 9.1. Herramienta utilizada para la cosecha de la cebolla de rama.

En la Figura 9.2 se presenta el flujo del proceso de cosecha y postcosecha para el mercado mayorista (Tomado de Varela, 2006).

1 Ingeniero Agrónomo. Investigador CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, gsanchez@corpoica.org.co

2 Psicóloga social. Contratista CORPOICA. C.I. Tibaitatá, Moquera, lsortizpi@gmail.com.

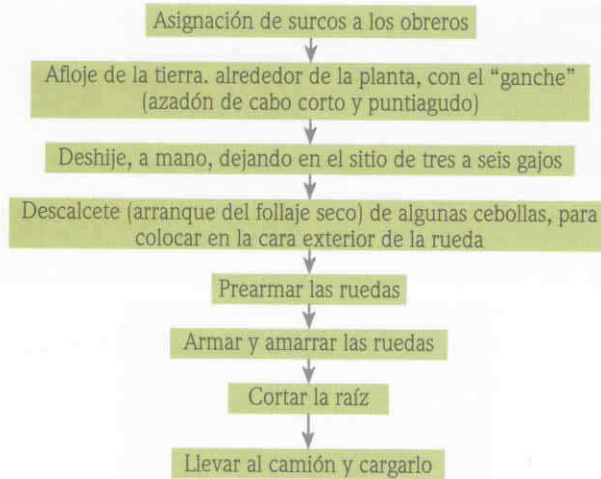


Figura 9.2. Flujo del proceso de cosecha y postcosecha de la cebolla de rama.

## 2. Postcosecha

### 2.1. Oreo

A la cebolla cosechada se le realiza un oreo (Figura 9.3), que consiste en dejar la cebolla a lo largo de los surcos en contacto directo con el suelo, con el fin de evaporar la humedad que tiene el producto especialmente en invierno, cuando los tallos se extraen bastante mojados (Varela, 2006).



Figura 9.3. Oreo de la cebolla de rama una vez cosechada.

### 2.2. Empaque

Dependiendo del destino de la cebolla y la forma de comercialización, existen diversas formas de empaque:

### 2.2.1. Cebolla en fresco

#### 2.2.1.1. Con destino al mercado mayorista:

**1. Rueda grande y poni:** es el producto imperante en Aquitania desde hace muchos años (Pinzón, 2004), consiste en el acomodamiento de la cebolla cosechada armada en ruedas; algunos de los tallos se doblan (tamal) para colocarlos en la parte media de la rueda y darle forma, y otros se descalcetan para acomodarlos en la parte exterior de la rueda y se les corta la raíz con el fin de darle una mejor presentación; se debe tener el cuidado de que al amarrar queden firme los nudos, para que no se suelte. El peso de la rueda grande es de 55 kilos (Figura 9.4), se comercializa de a dos unidades que hacen una carga y su destino principal es el centro mayorista Corabastos, en Bogotá, mientras que la denominada poni es de 27 kilos (Figura 9.5) y se comercializa en las plazas de Corabastos, Ibagué y Villavicencio. En promedio, un trabajador arma entre 15 a 20 ruedas durante una jornada de trabajo de cinco a seis horas.

Este tipo de empaque maltrata la cebolla de rama causándole magulladuras y cortes; por otra parte, la temperatura circundante del producto ubicado en la parte interna de la rueda es bastante alta, contribuyendo a la deshidratación del mismo. Además, la rueda no presenta una película que sirva como barrera para evitar el contacto directo con elementos externos como microorganismos, sustancias provenientes del suelo y agentes contaminantes presentes en el transporte y almacenamiento (Varela, 2006).



Figura 9.4. Elaboración de la rueda de cebolla de rama.



Figura 9.5. Cebolla empacada en la rueda denominada "poni".

**2. Atado:** su peso es de 23 kilos, para armarlo utilizan una caja plástica dividida en dos, en donde los gajos van en un solo sentido hasta formar los atados con el peso requerido (Figura 9.6). Los atados se comercializan en las plazas de Cali, Neiva, Buenaventura, Pitalito, Barranquilla, Cartagena, Santa Martha, Yopal y Medellín.



Figura 9.6. a) Tina para atado. b) Amarre de atado y c) Presentación de atado.

**3. Costales:** se coloca una capa de tallos de cebolla limpia en la misma dirección y la siguiente en dirección contraria; tienen como ventaja su costo, pero son difíciles de limpiar, no son rígidos, su forma dificulta la carga, son muy profundos y se presentan daños significativos de estrangulamiento (Figura 9.7). En la zona también se empaqueta la cebolla sin limpiar en costal, en bultos que tienen un peso de 40 kg y se comercializan en la plaza de Bucaramanga.



Figura 9.7. Cebolla empacada en costales.

#### 2.2.1.2. Con destino a supermercados

**1. Empaque en mallas:** cuando la cebolla de rama tiene como destino los almacenes de cadena, es trasladada a sitios de acopio donde se efectúa la etapa de pelanza, labor realizada en su mayoría por mujeres y consiste en realizar un deshoje, desprendiendo las hojas secas y deterioradas, seguida por el desbarbe para eliminar las raíces más largas; a continuación se realiza la limpieza y posterior empaque en mallas de polipropileno y finalmente el producto es pesado (Varela, 2006); en cada malla se coloca una libra o un kilo del producto (Figura 9.8).



Figura 9.8. Proceso de pelanza de cebolla de rama y empaclado en malla.

**2. Empaque al vacío:** permite un mayor tiempo de postcosecha. En los sistemas de envasado al vacío total se extrae el aire del envase, logrando una presión atmosférica menor de 10 mbar (=99% vacío). El objetivo principal del envasado al vacío es generar una atmósfera libre de oxígeno y de esta forma retardar el accionar de las bacterias y hongos que contiene el producto a envasar, manteniendo todas sus cualidades (color, sabor y aroma) por largo tiempo. Al ser un envase hermético, se evita la pérdida de peso (merma 0%) por pérdida de líquidos o grasas; se evita que los productos se humedezcan o pierdan humedad; se evitan contaminaciones posteriores a la elaboración, conservando la higiene hasta el consumidor final; permite un mejor manejo del stock de las materias primas y de los productos terminados; es ideal para el envasado y posterior control de porciones.

Inicialmente se hace un pretratamiento que incluye clasificación, limpieza y lavado, luego, selección, pelado, escaldado y preenfriado. Posteriormente se hace el empaque al vacío, proceso en el cual se remueve el aire del empaque (tetrapak) de un alimento y este es sellado herméticamente de manera que quede un vacío en su interior. Se utiliza un equipo específico (empacadora al vacío) para esta operación y posteriormente se recomienda almacenar en refrigeradores a una temperatura de 5°C.



Figura 9.9. Cebolla empacada al vacío y equipo utilizado.

### 3. Atmosferas modificadas

Este tipo de técnicas permite alargar la vida útil de los productos, disminuyendo la pérdida de sus cualidades organolépticas (color, olor, sabor, etc.). El envasado en atmósfera modificada (EAM) y/o atmósfera controlada (EAC) tiene como finalidad el cambio de la atmósfera que rodea a los alimentos por aire con una composición distinta a la del aire normal. Generalmente se reduce el contenido de oxígeno y se aumenta el contenido de CO<sub>2</sub>. Con el EAC la composición de la atmósfera se controla a través de la vida de almacenamiento, mediante la elección de adecuadas propiedades de permeabilidad del material usado para envasar. En el caso del EAM, la atmósfera se cambia en el punto de envasado y ya no se realizan otros intentos para controlar su composición.

La cebolla es un producto no climatérico, lo que significa que aun después de su cosecha continua madurando, por lo que es necesario realizar prácticas que mejoren su vida útil. El acondicionamiento de la cebolla incluye: selección por calidad (calibre, peso) y limpieza o pelado. Dentro de los estudios realizados en el acondicionamiento de clones de cebolla de rama proyecto financiado por el MADR y ASOHOFRUCOL, en el cual se manejaron dos tipos de empaques, polietileno de baja densidad, PE y polipropileno de baja densidad, PP, se encontró que al empacar al vacío y refrigerar se obtuvo una vida útil de máximo 12 días; en cuanto a las atmósferas modificadas, el tiempo máximo de vida útil fue de 22 días, refrigerado a 5°C, con concentraciones de oxígeno al 10% y dióxido de carbono al 2,5 % (Cerón *et al.*, 2012).

#### 2.2.2. Cebolla procesada

Asoparcela cuenta con una planta bien dotada para postcosecha, en donde se trabaja y se hacen pruebas para comercializar productos procesados, como la pasta de cebolla, el picado y deshidratado de cebolla y la salcebolla como condimentos, y la crema de cebolla (Figura 9.10).



Figura 9.10. Productos procesados de cebolla de rama en los que está trabajando Asoparcela.

##### 2.2.2.1. Deshidratados derivados de cebolla larga

La deshidratación de cebolla larga es una operación en la cual se elimina casi toda el agua normalmente presente en la planta, por medio de la evaporación bajo condiciones controladas. La cebolla es deshidratada hasta un contenido de humedad del 3-5%. Las principales ventajas de la deshidratación de la cebolla son: preservación y conservación del producto por tiempos más largos y por ello se favorece su almacenamiento y transporte; se disminuye el peso y el volumen, lo cual ocasiona economía en costos de transporte y almacenamiento; se aumenta el valor y la utilidad de los materiales de calidad intermedia o subproductos.

Inicialmente se realiza un pretratamiento que involucra las actividades de clasificación, limpieza y lavado, selección, pelado, cortado y escaldado. Enseguida se realiza la deshidratación, proceso en el que las láminas están en aire caliente a una temperatura de 60°C durante el tiempo que sea necesario, hasta llegar a una humedad de 5%. Dependiendo de la turgencia del material este proceso puede durar de tres a siete horas. La temperatura máxima para deshidratar es de 60° Centígrados para evitar que se produzca amarillamiento del producto por exceso de temperatura al quemarse o cocinarse. Es importante que el proceso de deshidratación se lleve a cabo de forma adecuada, debido a que si la temperatura es elevada puede ocasionar el deterioro de los nutrientes. Posteriormente se realiza una inspección, que es un control de calidad en el que se toma una muestra representativa del producto para su análisis. Y finalmente se realiza el empaque en un material impermeable a la humedad, de cierre hermético y se almacena en lugares secos y libres de contaminación.



Figura 9.11. Horno deshidratador y cebolla deshidratada.

#### 2.2.2.2. Pasta de cebolla

Las principales ventajas de la pasta de cebolla son: se aumenta el valor y la utilidad de los materiales de calidad intermedia o subproductos; las tendencias del mercado apuntan a productos más versátiles y de uso práctico en el hogar; los consumidores actuales prefieren productos que permitan optimizar tiempo y ahorrar esfuerzos en preparación. Inicialmente se realiza un pretratamiento que involucra las actividades de clasificación, limpieza y lavado, selección, pelado, cortado y escaldado. Posteriormente se realiza el tratamiento que incluye la cocción (inmersión de la materia prima en aceite de oliva por 15 minutos; el equipo que se utiliza es la marmita), licuado en licuadoras industriales, adición de especias, empaque (frascos de vidrio de 250, 350 y 500 gr), *Exahusting* (se realiza con vapor por 20 minutos) y almacenamiento en lugares frescos, libres de contaminación a temperatura ambiente, evitando los rayos de luz directa sobre el producto (Sánchez *et al.*, 2012).



Figura 9.12. Pasta de cebolla producida por Asoparcela.

### 2.3. Almacenamiento

De acuerdo con Collazos (1998), las condiciones ideales de conservación son de 0° C a 1° C y a una humedad relativa de 90% a 95%. La temperatura de congelación es de -0,9° C. La temperatura ideal de conservación en centros de acopio y distribución es de 0–1° C con una humedad relativa alta, entre 85–95%. Las temperaturas por encima de 1° C favorecen el amarillamiento y la pudrición de las hojas. A 5° C la vida de almacenamiento es de aproximadamente una semana. En supermercado la cebolla se guarda a entre 7 y 8° C y se le da una rotación de dos, máximo tres días (Varela, 2006).

### 2.4. Transporte

La cebolla de rama es transportada, por lo general, en camiones de estacas de 10 t, cubiertos con carpas negras y en condiciones no higiénicas. Los principales daños que se están presentando durante esta etapa son aquellos causados por compresión, vibración e impacto.

Los daños por compresión son la presencia de deformaciones, grietas y magulladuras, entre otros, y hay un deterioro externo e interno. Los daños por vibración son causados por el mal estado de las vías, lo que conlleva a una fatiga al presentarse repetitivamente fuerzas de vibración que causan la ruptura de células de la epidermis. El daño por impacto es causado por la manipulación brusca, aunque instantáneamente en algunas ocasiones no son visibles los daños, durante el almacenamiento se presentan síntomas de deterioro de la cebolla (Varela, 2006).



Figura 9.13. Camión empleado para el transporte de la cebolla.

### 3. Bibliografía

- CERÓN L., M.S.; MORENO M., J.D.; ARIAS C., P.; MOLINA V., J.A.; ABAUNZA G., C.; GARCÍA, H.R.; ARGUELLES, J.H.; SÁNCHEZ L., G.D.; HIO, J.C.; RIVERA, A.E.; MOLINA, J. & PINZÓN, L.M. 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 jurisdicción de la laguna de La Tota, departamento de Boyacá. Informe final. Mosquera, Colombia. Corpoica. 2012. 231 p.
- COLLAZOS, F. Paquete de capacitación en manejo post-cosecha y comercialización de cebolla de rama. NRI. DFID. SENA Regional Cauca. 1998.
- HERRERA H., C.A.; SÁNCHEZ L., G.D. & PEÑA, V. Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania, Boyacá. Corpoica. 2006. 62 p.
- PINZÓN, H. La cebolla de rama (*Allium fistulosum*) y su cultivo. Corpoica. Asohfrucol. Cartilla Divulgativa. Mosquera, Colombia: Editorial Produmedios. 2004. 31 p.
- SÁNCHEZ L., G.D.; HERRERA H., C.A.; ORTIZ P., L.S.; HIO, J.C.; MARTÍNEZ, E.P.; QUEVEDO G., D.H. & GUEVARA, R. Fortalecimiento y capacitación para la implementación de BPA en cultivos de cebolla de rama en la región del Lago de Tota para la comercialización de productos limpios en centrales de abasto. Informe final. Mosquera, Colombia: Corpoica. 2012. 46 p.
- VARELA R., N.C. Cosecha y postcosecha cebolla de rama. En: Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania, Boyacá. HERRERA H., C.A.; SÁNCHEZ L., G.D. & PEÑA, V. (eds.). Bogotá, Colombia: Produmedios. 2006. Pp. 49-55.

# Capítulo 10.

## Productores de cebolla larga implementan BPA

Yhovana Valderrama Navas<sup>1</sup>  
Germán David Sánchez León<sup>2</sup>

La región del lago de Tota se caracteriza no sólo por su hermoso paisaje con alto potencial para el turismo, sino por ser la mayor área cultivada con cebolla de rama en Colombia, donde se estiman más de 4.000 has sembradas, convirtiéndose en la despensa de este importante alimento de la canasta familiar para más del 70% de los consumidores del país.

En el año de 2006, mediante la participación de Corpoica, PBA, Corpoboyacá y la Secretaría de Agricultura de Boyacá se consolidó Asoparcela: Productores Asociados de Cebolla Larga y otras Hortalizas en Producción más Limpia del Municipio de Aquitania, como una empresa modelo para la producción de cebolla en la región, lo cual implica la obtención de un producto inocuo, teniendo en cuenta la conservación del medio ambiente y la salud, la seguridad y el bienestar del trabajador y su familia. Mediante la ejecución de diferentes proyectos se consolidó a la organización en la parte técnica, social, asociativa y empresarial. Uno de ellos, denominado *Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), para los cultivos de cebolla larga (Allium fistulosum) con base en los protocolos Globalgap para optar por la verificación de la norma de los productores de la Asociación Parcela en el municipio de Aquitania, Boyacá*, cofinanciado por Asohofrucol, con recursos del Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, apoyó directamente la implementación de BPA en los predios de los asociados.

Como beneficiarios del mismo participaron 20 productores, implementando el estándar mundial más exigente de BPA, aunque son una minoría se convierten en un ejemplo a seguir para cerca de los 5.000 agricultores de la región y demuestran que sí es posible practicar las BPA.

En el 2012 diecisiete predios se certificaron en BPA con la Resolución ICA 4174 del 6 de noviembre de 2009, y en el mediano plazo con la certificación bajo los parámetros de la Norma Técnica Colombiana, NTC 5400 y/o la Norma Globalgap, en opción dos o para grupo de productores, para lo cual se debe tener en marcha el Sistema de Gestión de Calidad implementado en la Asociación.

Después de varios proyectos desarrollados por Corpoica en los que se ha realizado diagnóstico fitosanitario, se ha trabajado en el manejo de residuos de cosecha y de la pelanza mediante el compost, manejo integrado de la pudrición de cebolla por medio de la estrategia denominada con el acrónimo Redes Serofani (que se describe en el capítulo 7), se desarrolló el proyecto *Fortalecimiento y capacitación para la implementación de BPA en cultivos de cebolla de rama en la región del Lago de Tota para la comercialización*

1 Ingeniera Agrónoma. Auditora Interna de la Norma GlobalGap. Duitama, yhoval@hotmail.com

2 Ingeniero Agrónomo. Investigador CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, gsanchez@corpoica.org.co

de productos limpios en centrales de abasto, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en el que se apoyó a los asociados de Asoparcela con capacitación para el manejo técnico del cultivo e implementación de BPA, así como la diversificación de su portafolio de productos y la búsqueda de nichos de mercado que los han llevado a realizar ejercicios de exportación de cebolla.

Asoparcela, además de ofrecer producto en fresco, cuenta con una planta agroindustrial para el procesamiento de alimentos, en la cual se está produciendo cebolla empacada al vacío, pasta de cebolla, crema de cebolla, hojuelas de cebolla, concentrado de cebolla y salcebolla, entre otros productos, y es un valor agregado que la materia prima esté certificada en BPA.

A continuación se detallan algunos logros alcanzados con la implementación de BPA en predios de productores de cebolla de rama en Aquitania, asociados a Asoparcela, que contaron con asistencia técnica permanente por parte de un equipo técnico calificado.

## 1. Conservación del medio ambiente

### 1.1. Manejo de envases vacíos de productos fitosanitarios

Cualquier turista que llegue al municipio de Aquitania se impacta con una serie de frascos sobre la línea del sistema de riego por aspersión; esto, además de dar una pésima imagen al municipio, es una práctica prohibida, pues la legislación es clara al decir que los envases que contuvieron sustancias tóxicas se consideran residuos peligrosos y no deben ser reutilizados, sino entregados a la entidad competente para su segura eliminación.

Algunos productores son tercos para cambiar esta mala práctica, argumentando que se evita la compra de tapones para los elevadores, que facilitan la ubicación de los mismos cuando la labor de riego se hace en la noche, que los envases están lavados y que sirven para guardar los tapones mientras se está regando, entre otras.

Además de lo anterior, es común encontrar envases botados en lotes, caminos y *vallados*, incluso en la orilla del lago, en nacimientos y quebradas, y otros quemados al borde del cultivo o incluso en la estufa de las casas, con la respectiva contaminación que ello implica tanto para las personas, el suelo, el agua y el aire.

El equipo técnico de Asoparcela capacitó e implementó entre los productores un plan para el manejo de los envases vacíos de productos fitosanitarios, el cual incluye:

- Realizar el triple lavado, el cual consiste en aplicar agua al envase para eliminar al máximo el residuo del producto, agitar y devolver al tanque de fumigación; se debe repetir hasta que el agua se vea limpia.
- Perforar el envase para evitar falsificaciones o su reutilización.
- Destinar en la bodega de insumos o en el área de mezcla un sitio para el almacenamiento de envases vacíos, mientras son entregados a la Corporación Campo Limpio; este lugar debe estar señalizado y bajo llave.

- Estar pendientes de las jornadas de recolección que realiza la Corporación Campo Limpio cada dos meses en el municipio, las cuales son informadas en la emisora local y en los almacenes agropecuarios; se debe solicitar el certificado de entrega y archivarlo en la AZ.
- Eliminar los envases de los elevadores del riego y, si el productor lo considera necesario, remplazarlos por envases de gaseosa u otros alimentos líquidos.



Antes y después



Figura 10.1. Manejo, antes y después, de envases vacíos de plaguicidas.

## 1.2. Manejo de otros residuos peligrosos: sobrantes de mezcla y aguas servidas

Los productores implementaron el uso de un área de barbecho (Figura 10.2), para la correcta eliminación de los residuos de mezcla; en esta zona es depositada el agua del lavado de los equipos de aplicación y de protección, así como la mezcla que sobre después de una aplicación, evitando así la contaminación del suelo y del agua.



Figura 10.2. Área de barbecho.

Por otra parte, teniendo en cuenta que es necesario contar con un baño en el predio, se construyeron pozos sépticos (Figura 10.3) para la estabilización, por acción de las bacterias anaerobias, de este tipo de materia orgánica, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo. Debido a que estos pozos poseen una concentración altísima de material orgánico y organismos patógenos (que pueden ser causantes de enfermedades e infecciones), se previó que fueran herméticos, duraderos y de estructura muy estable.



Figura 10.3. Elaboración del pozo séptico para la unidad sanitaria.

### 1.3. Manejo de residuos orgánicos e inorgánicos

Antes de la implementación de las BPA, los productores dejaban los residuos de cosecha y las plantas enfermas en el lote, convirtiéndose en fuente de inóculo para el cultivo, foco de contaminación y malos olores. Ahora se implementó el uso de un área específica para el manejo de residuos orgánicos, así como lonas o canecas de basura para los residuos inorgánicos como vidrio, metal, papel y plástico, fomentando la aplicación de las tres erres: reducir, reutilizar y reciclar. Para este último caso se aprovecha a los *chatarros* que recorren las zonas urbana y rural del municipio.



Figura 10.4. Manejo de residuos orgánicos y no orgánicos.

### 1.4. Eliminación del uso de gallinaza cruda

Una práctica común entre los productores de cebolla es la incorporación de grandes cantidades de gallinaza o pollinaza cruda, es decir, que no ha sido sometida a un adecuado proceso de compostaje; esta práctica inculca patógenos que producen enfermedades radiculares y son difíciles de manejar, o patógenos perjudiciales para el ser humano, además incluye residuos como madera, aserrín o viruta, animales muertos, metales pesados, etc. contaminando el suelo e incrementando el uso de plaguicidas y fertilizantes. Otra consecuencia de esta mala práctica es la producción de un polvillo y de vapores que afectan las vías respiratorias de los trabajadores, además del característico olor desagradable que fastidia a los turistas.

Asoparcela incentiva entre sus asociados el uso de abonos orgánicos compostados que cuenten con registro ICA o que sea producido por la misma asociación mediante el correcto compostaje de los materiales disponibles en la zona, como los residuos de la pelanza y la cosecha, la maleza acuática elodea y gallinaza, hasta llevarlos a una adecuada maduración (estabilización), convirtiéndose en un acondicionador de suelo seguro (Ver el capítulo 6).

Antes y después



Figura 10.5. Manejo de la materia orgánica en el cultivo de la cebolla.

### 1.5. Rotación y asociación de cultivos, e incorporación de abonos verdes

La producción de cebolla en la región del lago de Tota se caracteriza por ser un monocultivo, según los productores porque no tienen otra alternativa tan rentable; simplemente, cambian la dirección de los surcos, sin pensar que el suelo se está cansando y degradando por la extracción sistemática de los mismos nutrientes, por la multiplicación de patógenos tanto aéreos como edáficos y por la acumulación de acondicionadores de suelo de mala calidad como la gallinaza.

Dentro del manejo integrado del cultivo se definió, junto con los productores, un cronograma de siembra, el cual implica realizar cuatro cortes (14 meses) y luego se siembra un cultivo de rotación, como papa, arveja, haba, zanahoria o un abono verde como rábano o nabo forrajero (Ver la Figura 10.6 y el capítulo 4), para luego incorporar al suelo. De la misma manera, algunos productores sembraron hortalizas como lechuga, espinaca, acelga, repollo, cilantro, etc., en asocio con la cebolla, que además de ser una forma de diversificación del sistema ayuda con la seguridad alimentaria de las familias.



Figura 10.6. Rotación o asocio de cultivos.

## 1.6. Protección de zonas de reserva y respeto de la ronda del lago

La zona de producción de cebolla de rama en Aquitania se encuentra por encima de los 3020 msnm, por ello, en algunos predios se pueden encontrar ecosistemas estratégicos que requieren un manejo ambiental especial, como áreas de reserva forestal, microcuencas y zonas de páramo, las cuales pueden ser susceptibles a procesos erosivos. Los páramos son estratégicos en el mantenimiento y generación de la reserva hídrica, regulan el ciclo del agua, son el origen de quebradas y ríos, así mismo poseen un potencial de ecoturismo y de biodiversidad; su destrucción puede tener efectos irremediables sobre el medio ambiente y la calidad de vida. Los numerosos ríos y quebradas que existen en la zona se usan para el abastecimiento de acueductos y sistemas de riego, además de ser el sostenimiento de cuencas mayores.

Existen también predios que limitan con el lago de Tota, el cual mantiene el equilibrio ecológico básico de regulación hídrica, satisface necesidades de agua para procesos productivos, tiene una gran repercusión biótica al ser el hábitat de especies de fauna silvestre y finalmente su belleza escénica le imprime un carácter turístico importante a la región. Como resultado de la actividad del hombre en su cuenca, llegan al lago gran cantidad de nutrientes que favorecen el proceso de eutrofización, favoreciendo el crecimiento de algas y otras plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo del lago, generando residuos orgánicos que, al descomponerse, consumen gran parte del oxígeno disuelto.

Los productores que implementaron las BPA tienen claro la importancia de proteger estas zonas de reserva, algunas están cercadas y señalizadas y se evita ampliar la frontera agrícola.



Figura 10.7. Zonas de reserva dentro de las fincas de los asociados.

### 1.7. Reforestación con especies nativas y establecimiento de cercas vivas

Debido al reducido tamaño de las fincas, no poseen un área para reforestar, sin embargo, se han sembrado árboles como aliso (*Alnus spp.*), acacia negra (*Acacia mearnsii*) y encenillo (*Weinmania tomentosa*), así mismo se han mantenido o establecido cercas vivas con tilo, sauco (*Sambucus peruviana*), cartuchos, mortiño (*Bacilliu meridionalis*) y el pasto de corte brasilero, entre otras plantas de la región.



Figura 10.8. Establecimiento de cercas vivas.

### 1.8. Manejo racional del recurso hídrico

Después de varios años de experiencia y de ensayos con otros sistemas de riego, se determinó que el más eficiente, comercialmente práctico y técnicamente apropiado para asegurar la mejor utilización del recurso hídrico, es el de aspersión, sin embargo, muchos productores aplican más agua de la requerida por el cultivo. Para ello se implementó un plan de gestión del agua de riego, que comprende hacer varios riegos frecuentes y cortos en vez de riegos largos y espaciados, no dejar que el suelo se encharque, para evitar problemas de pudrición, asfixia de las raíces, erosión y lavado de nutrientes; la aplicación debe ser lo más uniforme posible, de lo contrario el agua no llega a cubrir las demandas hídricas del cultivo, ocasionando bajos rendimientos; la distancia entre los aspersores debe ser la adecuada, para evitar un mal traslape o que queden áreas sin riego; analizar la calidad del agua de riego y hacer las correcciones en caso de un resultado adverso; realizar el análisis físico de suelo para conocer su textura y densidad aparente, características que afectan el riego, y por último, hacer mediciones periódicas de la precipitación para calcular las necesidades de agua en el cultivo. Los productores registran diariamente o acumulan la lectura del pluviómetro y de la temperatura máxima y mínima, con el fin de estimar la tasa de evaporación, la presencia de heladas, la humedad del suelo, etc.



Figura 10.9. Equipos para medir la precipitación y la temperatura.

## 2. Salud, seguridad y bienestar de los trabajadores

### 2.1. Uso del Equipo de Protección Personal, EPP

Es común en la zona ver a los fumigadores aplicar productos plaguicidas sin el uso del EPP, lo cual es un factor de riesgo que favorece la probabilidad de sufrir una intoxicación, con las consecuencias que ello implica tanto en el corto como en el mediano y largo plazo. Los productores que implementaron las BPA utilizan el equipo completo, el cual incluye traje antifluido con gorro árabe, guantes de nitrilo, botas, gafas o visor, tapabocas, mascarilla con filtro de carbón activado y peto o delantal plástico.

Antes y después



Figura 10.10. Protección para aplicar plaguicidas (antes y después).

## 2.2. Infraestructura en la finca

Un diagnóstico inicial mostró que la mayoría de los predios no contaban con ningún tipo de instalaciones para el bienestar del trabajador, como un comedor, un baño con lavamanos, un *vestier*, un área para preparar la mezcla de forma cómoda y segura, y ni bodega para el almacenamiento de insumos. En las fincas donde se implementaron las BPA se adecuaron o construyeron estas instalaciones, lo que garantiza a los trabajadores desarrollar su trabajo en forma más digna. Así mismo, las fincas se dotaron con cartelera informativa, probetas, gramera, botiquín y extintor, todo con su respectiva señalización.



Figura 10.11. Infraestructura para el bienestar de los trabajadores.

## 2.3. Aplicación de una política de salud y seguridad

Asoparcela implementó una política de salud y seguridad, la cual implica, entre otros aspectos: capacitación en salud ocupacional; ubicar en un sitio visible la lista de los teléfonos de emergencia e instructivos para prevenir o seguir en caso de diferentes tipos de accidentes; en caso de un accidente, localizar a la persona capacitada para prestar los primeros auxilios; publicar en la entrada de la finca las recomendaciones de seguridad para trabajadores y visitantes; disponer de un botiquín dotado y portátil; sólo contratar personal capacitado y con experiencia para las labores que así lo requieran; identificar y señalizar las zonas peligrosas (reservorios, borde del lago, zanjas, etc.); restringir la entrada a lugares que representen un riesgo para la seguridad de las personas; exigir y verificar el uso del EPP requerido para la labor; cumplir

con los requisitos para el manejo seguro de plaguicidas y otras sustancias peligrosas; portar el carné de afiliación a salud; se recomienda realizar una valoración médica a todos los operarios, como mínimo una vez al año, y hacer mantenimiento permanente a las herramientas, equipos de aplicación y de riego.



Figura 10.12. Información que debe ser visible para trabajadores de la finca y visitantes.

## 2.4. Capacitaciones permanentes

En cuanto a formación, los trabajadores tienen el derecho y el deber de estar permanentemente capacitados y de demostrar su competencia. Es así como Asoparcela desarrolló, entre otros, los siguientes talleres, realizados de forma práctica para que el trabajador aprenda haciendo: manejo integrado del cultivo; nutrición; manejo seguro, eficaz y racional de plaguicidas; manejo seguro de equipos de aplicación y de herramientas peligrosas; Buenas Prácticas de Higiene (BPH); manipulación de alimentos; normas básicas de seguridad y de salud ocupacional; qué hacer en caso de terremoto, inundación e incendio, y primeros auxilios.

Se hizo énfasis en el manejo de plaguicidas, teniendo en cuenta que los productores sin asistencia técnica hacían aplicaciones indiscriminadas y sin conocer las características de los productos que están usando; se trataron temas como clasificación de los plaguicidas, tipos de formulaciones, toxicología, transporte, almacenamiento, interpretación de etiquetas, técnicas de aplicación, calibración, equipo de protección personal, riesgos asociados a su uso y manejo de emergencias y de residuos, entre otros.



Figura 10.13. Personal de la finca en diferentes tipos de capacitación.

## 2.5. Potabilidad del agua para consumo

No sólo se debe garantizar la disponibilidad de agua para beber, sino su calidad; para ello se realizó el análisis físico-químico y microbiológico del agua para consumo. La mayoría de las fincas toman el agua de un acueducto veredal, al cual no se le hace ningún tipo de tratamiento, por consiguiente los resultados mostraron algún tipo de contaminación. Esta agua no se debe consumir cruda, antes se debe hervir por lo menos 10 minutos, colocar dentro del tanque de reserva trozos grandes de carbón de leña y cambiarlos cada dos meses y luego aplicar cloro en dosis de dos ppm; se recomienda el uso de filtro de ozono y consumir agua de bolsa.

## 3. Producción de un alimento inocuo

### 3.1. Registros y trazabilidad

Los productores adquirieron el hábito de llevar registros que permitan no sólo la trazabilidad del producto, es decir, poderle seguir el rastro a lo largo de la cadena de producción, desde la finca hasta el consumidor final y viceversa, sino considerar la finca como una empresa con información actualizada y ordenada. Entre estos registros tenemos: aplicación de plaguicidas y de fertilizantes, actividades culturales, siembra, cosecha, mantenimiento y calibración de equipos, aplicación de riego, lluvia y temperatura, información de los trabajadores e inventario de productos. Adicionalmente, cada productor tiene un código de trazabilidad tanto para la finca como para cada una de las parcelas en producción.



Figura 10.14. Diligenciamiento de registros.

### 3.2. Respeto de los plazos de seguridad

Muchos productores, por desconocimiento o por irresponsabilidad, no respetaban el periodo de carencia (PC) ni el periodo de reentrada (PR), con el potencial riesgo de intoxicación para el consumidor y el trabajador, respectivamente. En el primer caso se cosechaba la cebolla sin tener en cuenta la última aplicación, y en el segundo caso, en un mismo lote se estaba asperjado y simultáneamente otros trabajadores realizaban labores culturales. Esto cambió para los productores que implementaron las BPA: en la recomendación técnica, el agrónomo especifica el PC y el PR de esa aplicación, además quedan registrados en el formato de aplicación de plaguicidas, para que se pueda planear la cosecha y las labores culturales, y en el formato de cosecha, para que se pueda verificar el cumplimiento. Para el caso del PR se coloca un letrero en el lote tratado, que se retira una vez se haya cumplido con las horas en las cuales se prohíbe la entrada al lote.



Figura 10.15. Letrero anunciado la prohibición de entrar al lote por estar recién asperjado.

### 3.3. Aplicación de una política de higiene y de las BPH

Todos los productores inscritos en el Sistema de Gestión de Calidad, SGC, de Asoparcela, deben cumplir con unas reglas de higiene para asegurar la inocuidad del producto y evitar su contaminación tanto física, como química y biológica. Entre estas tenemos: los trabajadores deben usar el baño y el lavamanos, man-

tenerlos en buenas condiciones, ordenados y limpios (está completamente prohibido realizar las necesidades fisiológicas dentro del cultivo), en caso de presentar una enfermedad infectocontagiosa, deben trabajar en otras actividades donde no se esté en contacto con el cultivo; el lavado de las manos es obligatorio siempre que las manos puedan haberse ensuciado; bañarse el cuerpo y los dientes diariamente y usar ropa limpia. Está prohibido el uso de pocillos y garrafones elaborados con envases vacíos de plaguicidas o fertilizantes, así como fumar y comer en los sitios prohibidos y permitir la entrada de mascotas al lote. Para lo anterior se cuenta con instructivos y letreros alusivos a cada tema.

### 3.4. Análisis de laboratorio

Teniendo en cuenta que la inocuidad es la calidad que no se ve, es necesario apoyarse en análisis de laboratorio para garantizar que un alimento o el agua empleada en su producción no están contaminados. Es así como se realizaron los siguientes análisis:

- Físico-químico y microbiológico de agua para riego.
- Microbiológico de producto.
- Residualidad de plaguicidas.

Los resultados se entregaron al productor con su respectiva interpretación y ubicación en la AZ; en caso de tener un resultado adverso, se elaboró el plan de acciones correctivas.

## 4. Dificultades en la implementación de las BPA

Si bien es cierto que en este capítulo queremos mostrar un ejemplo real de la implementación de las BPA en cultivos comerciales y por parte de pequeños productores, también presentamos algunas de las dificultades que se presentan al momento de realizar esta loable labor:

- Existe una alta rotación de mano de obra, lo que dificulta que los trabajadores capacitados permanezcan en el predio; además, debido a la escasez de mano de obra es difícil que un trabajador asista a una capacitación sin remuneración por ello.
- En la actual forma de venta de la cebolla, la labor de cosecha y adecuación del producto para el transporte y la comercialización es realizada por trabajadores contratados por el comprador, debido a que es común que el productor venda su producción en el lote, de modo que la cosecha no está bajo su responsabilidad y el alcance de la implementación no la cubre. Para solucionar estas dos dificultades y cumplir con los requisitos de la norma, se espera poder conformar cuadrillas de cosecheros y de aplicadores de plaguicidas, con la capacitación y dotación adecuada, para que presten sus servicios en las fincas que aplican las BPA. Una vez Asoparcela realice directamente la comercialización, el

productor será responsable de la labor de cosecha y transporte a la planta de postcosecha, con los respectivos manejos a tener en cuenta.

- La mayoría de los productores (81%) no vive en el predio, además de tener otras fuentes de trabajo (aparte de la producción de cebolla), lo que dificulta las visitas a las fincas.
- El precio de la cebolla afecta directamente el proceso de implementación de las BPA.
- La cultura y terquedad de algunos productores que se empeñan en seguir haciendo las cosas mal y no se abren al cambio ni a las nuevas tecnologías.
- El pago de un Ingeniero Agrónomo por parte de algunos productores, en ocasiones se vuelve complicado por el paternalismo al que han sido acostumbrados o por limitantes económicas.
- No existe un mercado de productos limpios. Es difícil identificar consumidores que aprecien productos limpios provenientes de la implementación de buenas prácticas agrícolas.

Los productores de cebolla de rama de la zona aledaña al lago de Tota, al igual que muchos productores de hortalizas, frutas, aromáticas y papa han demostrado comercialmente la viabilidad de implementar las BPA en sus predios. De todos estos cultivos, a mayo de 2012 se habían certificado en BPA 284 predios con la Resolución ICA 4174, además de los que se han certificado con la NTC 5400 o con Globalgap. El verdadero cuello de botella en el proceso de implementación de las BPA en el país está en la comercialización. No existe el mercado de productos limpios, no se han encontrado los proveedores de productos limpios con los consumidores de estos alimentos inocuos. Es necesario sensibilizar tanto al consumidor final como al consumidor institucional, para que mediante la exigencia, por parte de ellos, de productos limpios certificados se genere un verdadero proceso masivo de implementación de las BPA en la agricultura colombiana.

# Capítulo 11.

## Costos de producción para la siembra y el sostenimiento de una hectárea de cebolla de rama

Luz Mireya Pinzón Perdomo<sup>1</sup>

Germán David Sánchez León<sup>2</sup>

En cultivos semipermanentes (Cada siembra proporciona varias cosechas)<sup>1</sup> como el de cebolla de rama, para la estimación de los costos de producción es necesario diferenciar dos fases:

1. La fase de siembra o establecimiento del cultivo.
2. La fase de sostenimiento, que comprende las diferentes labores entre cosecha y cosecha.

En la siembra de un cultivo de cebolla de rama intervienen los siguientes recursos productivos: servicios personales o mano de obra para administrar y realizar las diferentes actividades relacionadas con la siembra y el mantenimiento del cultivo, los insumos necesarios para el óptimo desarrollo del cultivo y algunos servicios que intervienen para el buen desempeño del cultivo.

### 1. Análisis de costos de producción, siembra y mantenimiento

#### 1.1. Mano de obra

La mano de obra es un recurso crítico en cualquier cultivo, debido a que es el factor que toma las decisiones y participa en todas las actividades desde la siembra hasta la cosecha final del cultivo. Es decir, la mano

---

1 Economista. Consultor CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, lpinper@gmail.com

2 Ingeniero Agrónomo. Investigador CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, gsanchez@corpoica.org.co

de obra participa desde la preparación del terreno y la semilla, la siembra, la fertilización, el deshierbe, el manejo sanitario, hasta la cosecha.

Para el primer ciclo del cultivo, desde la siembra hasta el primer deshierbe, el uso de la mano de obra se estimó en un total de 226 jornales/ha para el establecimiento del cultivo y de 149 jornales/ha para las labores realizadas durante un periodo de sostenimiento.

Lo anterior significa que para el establecimiento se incurre en \$4.854.167 de 2011, teniendo en cuenta que actividades como la preparación del suelo, la preparación de la semilla (arrancada y desinfección) y la siembra corresponden a costos amortizables, por lo que el costo de cada una de estas actividades se distribuye en el número de ciclos del cultivo (Tabla 11.1).

El costo de la mano de obra para realizar las actividades de sostenimiento en el segundo corte es de \$4.189.199, mientras que para el tercer corte es de \$3.863.000, situación que obedece a la diferencia en la cantidad de jornales contratados para la aplicación de abono (ocho y cinco para el segundo y tercer corte, respectivamente) y a cambios en el valor del jornal para realizar esta actividad.

Considerando la aclaración anterior, el costo de la mano de obra en el establecimiento representa el 18,8% de los costos totales, mientras que en un ciclo de sostenimiento constituye el 16,9% de los costos totales.

En general, la cosecha es la actividad que demanda el mayor trabajo, independiente del ciclo; sin embargo, en la primera recolección se utiliza el 28% de la mano de obra contratada en el ciclo (226 jornales), mientras que la segunda cosecha ocupa el 42% de los 149 jornales contratados en ese ciclo.

En el segundo ciclo y en los subsiguientes, después de la cosecha, las prácticas culturales como el aporque y la aplicación de pesticidas son las actividades con mayor demanda de mano de obra (aproximadamente 20 jornales/actividad).

## 1.2. Insumos

Los insumos se definen como los elementos que intervienen en la producción de un bien o servicio final. Al grupo de los insumos pertenece: la semilla, los fertilizantes y enmiendas, los insecticidas, fungicidas y demás coadyuvantes necesarios en el desempeño del cultivo.

Los insumos en el cultivo de cebolla de rama es el rubro más costoso tanto en la fase de siembra como en la de sostenimiento. En la Tabla 11.1 se observa que en la siembra el 35% (\$9.037.067) de los costos totales por hectárea (\$25.812.462) corresponden al gasto realizado en insumos, mientras que durante el sostenimiento los costos por el uso de insumos representan el 36,3% del total de costos por hectárea en el segundo corte y el 36,9 % en el tercer corte.

En el componente de los insumos, el costo de la semilla es amortizable de acuerdo con el número de ciclos de producción del cultivo, para este caso el costo de \$9.500.000, correspondiente a la compra de 12,5 toneladas de semilla/ha, se amortiza en tres ciclos, es decir, que se distribuye de manera uniforme en los tres periodos de cultivo.

El análisis de la participación de los insumos diferentes a la semilla que conforman este rubro, indica lo siguiente: a) No se presentan diferencias marcadas en los costos de insumos entre la siembra y los ciclos de sostenimiento del cultivo de cebolla. b) En el costo de los insumos (\$9.037.067) la mayor participación corresponde a la compra de semilla (35%) y de fertilizantes (35,2%).

Entre los fertilizantes se destaca el uso del abono orgánico y mineral Compuesto Abimgra, a razón de 7,5 toneladas/ha, dosis usada de manera similar en los diferentes ciclos del cultivo. Este comportamiento obedece al hecho de que el cultivo de cebolla es exigente en suelos con alto contenido de materia orgánica y de nitrógeno, los cuales suministra este compuesto biológico.

En cuanto al uso de fungicidas, se encontró un manejo similar tanto en la siembra como en el sostenimiento, representando un gasto de \$1.530.400/ha, valor que representa el 16,9% del costo por compra de insumos. Los demás insumos tienen participaciones similares en el ciclo de siembra y sostenimiento (Tabla 11.1).

Los fungicidas más utilizados son: Propineb (Antracol WP 70) y Folpet (Folpan 80 WG), como preventivos; mientras que Propineb + Fluopicolide (Trivia WP), Dimetomorf (Forum 500 WP) y Metalaxil + Mancozeb (Ridomil Gold MZ 68 WP) son los más utilizados por su doble efecto (preventivo-curativo) para el control de la cenicilla.

### 1.3. Servicios

Hacen parte de los servicios, las actividades contratadas con terceros con el fin de contribuir al buen manejo del cultivo; entre ellas se encuentran: el análisis de suelos, la asistencia técnica, el crédito, el transporte y el alquiler de maquinaria y equipo, entre otros.

**Tabla 11.1.** Costos para la producción de una hectárea de cebolla de rama en Aquitania, Boyacá, en 2011

Concepto	Primer Corte (\$/h)	%	Segundo Corte (\$/h)	%	Tercer Corte (\$/h)	%	Total Cultivo (\$/h)	%
Costos directos								
<i>Mano de obra</i>	4.854.166,7	18,8	4.189.999,5	16,9	3.863.000,0	15,8	12.907.201,8	17,2
Insumos								
Semilla	3.166.667	12,3	3.166.667	12,7	3.166.667	12,9	9.500.025	12,6
Fertilizantes	3.182.000	12,3	3.182.000	12,8	3.182.000	13,0	9.546.025	12,7
Fungicidas	1.530.400	5,9	1.530.400	6,2	1.530.400	6,2	4.591.212	6,1
Estimulante de crecimiento	140.000	0,5	140.000	0,6	140.000	0,6	420.001	0,6
Molusquicida	80.000	0,3	80.000	0,3	80.000	0,3	240.001	0,3
Insecticidas	257.000	1,0	257.000	1,0	257.000	1,0	771.002	1,0
Nematicida	100.000	0,4	100.000	0,4	100.000	0,4	300.001	0,4
Bactericida	35.000	0,1	35.000	0,1	35.000	0,1	105.000	0,1
Empaque	421.000	1,6	421.000	1,7	421.000	1,7	1.263.003	1,7
Otros	125.000	0,5	125.000	0,5	125.000	0,5	375.001	0,5
<i>Subtotal Insumos</i>	9.037.067	35,0	9.037.067	36,3	9.037.067	36,9	27.111.271	36,1
<i>Servicios (transporte, laboratorio)</i>	3.866.667	15,0	3.626.667	14,6	3.626.667	14,8	11.120.030	14,8
<b>Total Costos Directos</b>	<b>17.757.900</b>	<b>69</b>	<b>16.853.733</b>	<b>67,8</b>	<b>16.526.733</b>	<b>67,4</b>	<b>51.138.503</b>	<b>68,0</b>
Costos indirectos								
Arrendamiento	6.666.667	25,8	6.666.667	26,8	6.666.667	27,2	20.000.053	26,6
Administración	887.895	3,4	842.687	3,4	826.337	3,4	2.556.925	3,4
Asistencia Técnica	500.000	1,9	500.000	2,0	500.000	2,0	1.500.004	2,0
<b>Total Costos Indirectos</b>	<b>8.054.562</b>	<b>31,2</b>	<b>8.009.353</b>	<b>32,2</b>	<b>7.993.003</b>	<b>32,6</b>	<b>24.056.982</b>	<b>32,0</b>
<b>Total Costos</b>	<b>25.812.462</b>	<b>100</b>	<b>24.863.08</b>	<b>100</b>	<b>24.519.737</b>	<b>100</b>	<b>75.195.484</b>	<b>100</b>
<b>%</b>	<b>34</b>		<b>33</b>		<b>33</b>		<b>100</b>	

Fuente: CORPOICA – C.I. Tibaitatá. Año 2011

El costo de los servicios (\$3.866.667) representa el 15% de los costos totales (**\$25.812.462**) del establecimiento del cultivo, mientras que en la fase de sostenimiento (\$3.626.667) participan con el 14,6% del costo total (**\$24.863.086**) (Tabla 11.1).

La diferencia del costo de los servicios entre un ciclo y otro se debe al mayor consumo de riego (20 horas) durante la fase de siembra o establecimiento del cultivo, respecto al consumo de 12 horas de riego en los ciclos posteriores de sostenimiento.

Entre los servicios, el costo (\$100.000) del análisis de suelos y el del alquiler de maquinaria (\$600.000) para la preparación del suelo son amortizables en los tres ciclos de duración del cultivo. Estos costos únicamente representan el 6% del rubro de servicios.

El costo del flete (\$3.000.000) de la cosecha de cebolla al lugar de venta (Corabastos, Bogotá) representa el 77,6% del rubro de servicios en el primer ciclo y el 82,7% en un ciclo de sostenimiento.

## 2. Resultados económicos del cultivo de cebolla de rama en Aquitania, Boyacá

Para el análisis de los resultados económicos del cultivo de la cebolla de rama en la zona productora del municipio de Aquitania, en Boyacá, se establecieron las relaciones entre los indicadores de productividad física, como resultado de la tecnología local utilizada (rendimientos/ha), y los de productividad económica, como resultado de la eficiencia de la aplicación de los factores de producción (los insumos, la mano de obra y los servicios empleados en el cultivo), expresados por medio de los costos de producción por hectárea.

De lo anterior resulta el costo por tonelada, que es un indicador de competitividad en el mercado. Por su parte, el precio de venta por las unidades vendidas resulta un indicador de gestión o ingreso medio por hectárea. Como resultado de estos dos indicadores se obtiene el margen bruto de utilidad que el productor obtiene por hectárea, es decir, indica el excedente generado con la inversión realizada en el cultivo.

### 2.1. Rendimientos por hectárea de un cultivo de cebolla de rama

El rendimiento promedio de una hectárea de cebolla de rama en Aquitania (Boyacá) es de 44 toneladas por ciclo/ha, es decir, que durante los 11 meses del cultivo se obtienen tres cosechas (la primera a los cinco meses de la siembra del lote y las dos siguientes con intervalos de tres meses), lo que significa una producción total de 132 toneladas/h en 11 meses de cultivo.

Los rendimientos obtenidos por el corte de cultivo presentan cierta estabilidad con el manejo técnico recomendado, sin embargo, algunas variaciones en los mismos se pueden presentar debido a factores relacionados con la calidad del suelo y al comportamiento errático del clima, caracterizado por intensas oleadas de calor y sequía, seguidas por lluvias intensas y anegamientos.

## 2.2. Costos de producción por hectárea

Los costos de producción por hectárea corresponden a un ciclo completo del cultivo de cebolla de rama, es decir, comprenden los desembolsos de dinero causados por la compra de insumos, la contratación de mano de obra y el pago de servicios en las diferentes labores que se adelantan en la fase de siembra o periodo de instalación y en las dos fases de sostenimiento, o sea el mantenimiento de la plantación entre corte y corte.

En la Tabla 11.2 se presentan los costos de producción diferenciados para la siembra y cada sostenimiento. Se observa que para el cultivo de una hectárea de cebolla de rama se incurre en un costo total de **\$75.195.284**, del que el 34,3% corresponde a la siembra o establecimiento del cultivo, 33,1% y 32,6% se causan en los ciclos siguientes de sostenimiento del cultivo para el segundo y tercer corte.

**Tabla 11.2.** Costos totales de producción de un cultivo de cebolla de rama en Aquitania, en Boyacá, en 2011

Ciclo	Costos (\$/hectárea)	%
Siembra (primer corte)	\$ 25.812.462	34,3
Primer sostenimiento (segundo corte)	\$ 24.863.086	33,1
Segundo sostenimiento (tercer corte)	\$ 24.519.737	32,6
Total	\$ 75.195.284	100,0

Fuente: Corpoica – C.I. Tibaitatá. 2011.

Como se presenta en la Tabla 11.3, los tres ciclos del cultivo tienen costos similares con el manejo mejorado del cultivo de cebolla de rama y las pequeñas diferencias se atribuyen a que en las fases de sostenimiento no se incurre en gastos de semilla y el riego también se reduce respecto a la fase de estableciendo.

**Costo por tonelada:** como indicador de eficiencia económica y de ventaja competitiva se encontró que la relación físico-económica entre rendimiento y costos totales del cultivo por hectárea indica que el costo por tonelada producida de cebolla de rama es de \$569.661.

**Margen sobre costos:** este indicador de resultados de la inversión en el cultivo, muestra conjuntamente la eficiencia en la producción, por medio de los costos de producción por hectárea (entre más bajos, mejor) y la eficiencia de la gestión en la venta del producto, es decir, en los ingresos brutos obtenidos por la venta de la producción (entre más altos, mejor).

Para este análisis es necesario tener en cuenta que los ingresos brutos dependen no solo de los volúmenes de producción, sino también de los precios logrados en el mercado, lo que tiene que ver con la gestión que realiza el productor para la venta del producto, o sea, el manejo que el productor hace de los aspectos de comercialización, información de precios, épocas de abundancia y escasez, entre otros.

El margen de utilidad bruta por hectárea que el productor recibe del cultivo de cebolla, de los tres cortes que realiza, es de \$44.804.716.

En términos porcentuales, el productor recibe un margen bruto/ha de 59,58% sobre el monto de los costos de producción requeridos en todo el ciclo del cultivo, es decir, por cada peso de inversión se reciben \$59,58 de retorno de margen bruto.

**Tabla 11.3.** Indicadores económicos para el cultivo de cebolla de rama en Aquitania, Boyacá, en 2011

Descripción	Total Cultivo/año	Siembra (h)	Sostenimiento 1 (h)	Sostenimiento 2 (h)
Rendimiento (t)	132	44	44	44
Ingreso bruto \$	\$120.000.000	\$40.000.000	\$40.000.000	\$40.000.000
Costos \$	\$75.195.284	\$25.812.462	\$24.863.086	\$24.519.737
Margen bruto \$	\$44.804.716	\$14.187.538	\$15.136.914	\$15.480.263
% de margen bruto	59,58	54,96	60,88	63,13
Costo medio \$/t.	\$569.661	\$586.647	\$565.070	\$557.267
Ingreso medio \$/t.	\$2.727.273	\$909.091	\$909.091	\$909.091
Margen bruto/t. \$	\$377.323	\$322.444	\$357.782	\$477.257

Fuente: Corpoica – C.I. Tibaitatá. 2011.

### 3. Bibliografía

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, MADR. Informe de avances. Agenda de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Sector Agropecuario Colombiano. Bogotá, Colombia. 2006.

\_\_\_\_\_. MADR. Guía Ambiental Hortofrutícola de Colombia. Bogotá, Colombia. 2006.

\_\_\_\_\_. MADR. Sistema de información de precios del sector agropecuario, SIPSA. Corporación Colombia Internacional, CCI. Bogotá, Colombia. Febrero-marzo de 2010.

# Capítulo 12.

## Componente socioempresarial y asociativo. Visión integrada del sistema: un nuevo modelo de innovación social y tecnológica

Carlos Alberto Herrera Heredia<sup>1</sup>

### 1. Introducción

El presente capítulo se propone dar a conocer la experiencia generada con la implementación de un nuevo modelo de formación e innovación social para mejorar los niveles de adopción de tecnología y los niveles organizacionales en función de lograr un mejor empoderamiento y gestión. El propósito es contribuir a la autorrealización de los productores y su comunidad, de tal forma que ayuden a mejorar la capacidad y la generación de planes de vida y de negocios de los productores, asociaciones y de la comunidad en general.

El modelo se desarrolla por medio de la implementación de planes de negocios y hace uso de metodologías andragógicas<sup>2</sup>, dado que la mayoría de los productores son adultos mayores de 18 años. En este documento se consideran, además, los antecedentes del modelo, sus componentes y el desarrollo de los mismos, algunos de sus logros y finalmente las proyecciones que se esperan.

### 2. Antecedentes del modelo

El modelo se desarrolló con el aporte de diferentes productores de varias regiones del país, en el proceso de implementación de las Escuelas de Campo de Agricultores, ECA, en las que se aplicó investigación participativa y se cuestionaba la baja adopción de tecnología y el nivel de pobreza encontrado en las comunidades objeto de trabajo.

---

1 Zootecnista. M.Sc. Nutrición. Especialista en Planificación del Desarrollo. Líder Coordinador de Transferencia de Tecnología CORPOICA C.I. Tibaitatá, Mosquera, cherrera@corpoica.org.co

2 Según Alcalá (1997), la andragogía es la ciencia y el arte que, siendo parte de la antropogogía y estando inmersa en la educación permanente, se desarrolla a través de una praxis fundamentada en los principios de participación y horizontalidad, cuyo proceso, al ser orientado con características sinérgicas por el facilitador del aprendizaje, permite incrementar el pensamiento, la autogestión, la calidad de vida y la creatividad del participante adulto, con el propósito de proporcionarle una oportunidad para que logre su autorrealización.

En el análisis preliminar se encontró cómo buena parte de las recomendaciones se orientaban a resolver los diferentes problemas del cultivo; el más frecuente era el tema de plagas y enfermedades. A pesar de dejarse recomendaciones concretas, no se percibían cambios representativos, de tal forma que en sus inicios se trabajaron proyectos pilotos para enfrentar el problema de plagas y enfermedades, en lo que se denominó Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, MIP.

Si bien se podrían considerar respuestas positivas frente a la disminución del uso indiscriminado de plaguicidas, los problemas de fondo persistían, razón por la cual con la introducción de las ECA en Colombia se vio la necesidad de que no sólo se tuviera en cuenta el MIP, sino que se considerara el cultivo de manera integral. Esa es la razón por la cual se acuñó el término Manejo Integrado del Cultivo, MIC. Los componentes que hacen parte de este manejo se explican más adelante.

Pero si bien el MIC cubría todos los componentes relacionados con el cultivo, se observó que su visión era una un abordaje eminentemente "clorofílico", expresión utilizada para considerar sólo el cultivo y no a quienes lo manejan y toman las decisiones para realizar las diferentes prácticas recomendadas. Tampoco se tenían en cuenta consideraciones prospectivas en función de la proyección agropecuaria frente a la internacionalización de la economía y su efecto en los diferentes sectores, como el agropecuario.

El análisis en el tiempo permitió consolidar, en primer lugar, una propuesta integral que se denominó *Manejo Integrado del Sistema* y que finalmente, con el aporte de los productores, se acuñó como *Visión Integral del Sistema*. El término visión se considera desde el punto de vista de su definición en el entorno de planificación estratégica, es decir, el *sueño* organizacional; es la expresión explícita, participativamente construida de una situación futura de la comunidad, conforme con los valores de la organización. En otras palabras, es donde estamos hoy y donde queremos estar; desde el punto de vista del modelo, considera dónde estamos en lo socioempresarial y asociativo, en lo tecnológico y en los sistemas integrados de calidad, y dónde queremos estar.

### 3. Componentes del modelo VIS, descripción e interacción

El modelo está constituido por tres ejes fundamentales: el componente de innovación social empresarial y asociativo denominado *Seras*; el componente de innovación tecnológica, referido como Manejo Integrado del Cultivo, MIC, y el componente de Buenas Prácticas Agrícolas, BPA.

En la Figura 12.1 se pueden observar los ejes del modelo VIS, cuya implementación está condicionada por los resultados de las líneas básicas consideradas. Si bien lo ideal es que se pudiera implementar en su integralidad, no siempre es posible, debido a innumerables factores que interactúan, como recursos, tiempo del proceso y la base social, entre otros. Por su parte, en la Figura 12.2 se observan los componentes desagregados.

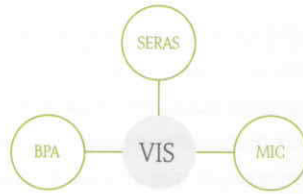


Figura 12.1. Modelo VIS integrado.



Figura 12.2. Componentes del modelo VIS desagregado: Seras, BPA y MIC.

### 3.1. Componente Seras

Este componente lo constituyen a su vez tres subcomponentes, en su orden:

-El desarrollo humano, el cual se propone desarrollar un crecimiento a escala humana, que se inicia con el fortalecimiento de la persona, para luego avanzar hacia la colectividad (visión empresarial y de asociatividad), en cuyo espacio sea posible el diálogo de los diferentes intereses, la resolución de los conflictos y la planeación del desarrollo local en coherencia con el global.

-La asociatividad, que se propone dar a conocer las diferentes formas organizacionales, sus alcances, ventajas y desventajas, y considerar la que sea más conveniente para el desarrollo de la comunidad objeto de trabajo.

-La gestión empresarial, en la perspectiva de generar empresas y manejarlas como tales; retoma los postulados y principios del empresarismo social, con miras a propiciar un emprendimiento por el bienestar de la comunidad.

Con estos tres subcomponentes, si bien cada uno tiene su propia dinámica, el éxito del progreso social esperado está centrado en el desarrollo conjunto y sinérgico de los mismos.

### 3.2. Componente MIC

Este segundo componente lo constituye el Manejo Integrado del Cultivo, MIC. Aunque es lógico que los cultivos se deban manejar de manera integrada, en la práctica se observa que la intervención por parte de los productores es segmentada y en buena parte de los casos no responde a demandas establecidas por el

mercado. Es por esta razón que la innovación tecnológica está centrada en que el modelo se genera a partir de las demandas de mercado establecidas en el plan de negocios, que son el eje de desarrollo del modelo. Se relaciona esta demanda con poscosecha, agroindustria (en los casos que se dé), comercialización y mercadeo denominada *Pacomer*. Una vez se conoce la demanda, se comienza la Gestión Integrada Administrativa, antes denominada Manejo Integrado Administrativo, la que a través de cronogramas de actividades se listan los diferentes programas, registros y, en general, las rutinas que se deben implementar en un horizonte del tiempo, con unos responsables específicos y con unos recursos mínimos para sus desarrollo (Ver Anexo 1: Resumen de programación del Modelo VIS).

Una vez conocida la demanda, en la programación se listan los subprogramas de Manejo Integrado de Semilla, Suelo y Agua, en el cual se considera un insumo fundamental como es la semilla certificada o mejorada; el análisis de muestras de suelo y aguas (químicas, físicas y microbiológicas) y la preparación de suelos de acuerdo con las recomendaciones de conservación aceptadas por los planes de ordenamiento, con lo cual se programa el riego en donde se disponga del mismo. Este componente se denomina MISA.

El componente que continúa es el Manejo Integrado de la Fisiología y la Fertilización, MIFE, con el cual por medio del conocimiento de la fisiología del cultivo se determinan los requerimientos y se establecen los planes de fertilización; se complementa con el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, MIP, que considera un énfasis preventivo y de control, de acuerdo con los preceptos de las BPA, y el Manejo integrado de las Prácticas Culturales, MIPC. Este último subcomponente se fundamenta en la realización e implementación en la práctica de todos los programas mencionados, muestreos, preparación de suelos, compra y aplicación de insumos, siembra, resiembra, aporques, aplicación de plaguicidas, podas, fertilización, cosecha y poscosecha, entre otros.

### 3.3. Componente de las BPA

Cierra este modelo VIS el componente del Sistema Integral de Calidad<sup>3</sup> con énfasis en BPA, el cual es clave en el marco de la globalización e internacionalización de la economía, toda vez que no sólo a nivel internacional sino nacional se vienen reclamando alimentos inocuos, es decir, que no produzcan daño al consumidor y no sean transmisores de Enfermedades de Transmisión Alimenticia, ETA. Este componente es clave, dado que apunta a contribuir y a mermar grandes retos identificados y priorizados a nivel internacional y nacional como la seguridad alimentaria, la vulnerabilidad climática y el problema social de pobreza; en esta perspectiva, el desarrollo de este componente debe impulsarse a nivel nacional.

---

3 Cuando el modelo está avanzado se puede considerar un sistema integrado de calidad, que considera no solamente las BPA, sino las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9000 y el Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control, HACCP.

## 4. Algunos logros del Modelo VIS

Son varios los logros obtenidos con la implementación del modelo. Estos se pueden documentar en diversas regiones del país, donde las diferentes comunidades que han participado en el proceso han conformado varios tipos de organizaciones que hoy comercializan sus productos, como papa, zanahoria, frijol, hortalizas, cebolla larga, frutales, mora, duraznos, ciruelos, uchuva, yuca y ñame con almacenes de grandes superficies, centrales de abastos, mercados institucionales e industrias de alimentos, entre otros. Así mismo, han conformado sus propias empresas de semillas, abonos orgánicos y plantas de alimentos, en las cuales procesan productos como papa, zanahoria, harinas, cebolla, mora y uchuva. Algunos líderes han incursionado en la política con fines definidos y en función de apoyar al sector agropecuario; igualmente, algunos líderes hacen parte de diferentes estancias de toma de decisiones para el sector, como: los consejos nacionales de papa, hortalizas y frutales; los comités locales de estas cadenas, y en organismos departamentales, regionales y locales como organizaciones de segundo nivel, el CONSEA, los Consejos Municipales de Desarrollo Rural y las Juntas Comunales, entre otros.

Otro logro importante es el conocimiento que se tiene de diferentes metodologías participativas y su aplicación en Colombia, conocidas por medio del intercambio logrado mediante la movilidad de algunos líderes que han tenido la posibilidad de viajar a los países andinos.

Finalmente, uno de los aportes del modelo de innovación social es que su implementación propicia que se generen innovaciones institucionales, comerciales y agroindustriales. En la Figura 12.3 se puede observar la representación por parte de los productores de los componentes del sistema y las innovaciones agroindustriales generadas en el desarrollo del plan de negocios.



Figura 12.3. Componentes del sistema representado por los productores.

## 5. Proyecciones que se esperan del modelo VIS

Considerando que el modelo ha tenido resultados exitosos y que el mismo apunta a contrarrestar problemas identificados no sólo en Colombia en diferentes planes estratégicos y el actual Plan de Desarrollo *Prosperidad para todos*, sino también a nivel mundial, como en los referidos en el proyecto *Millenium 15 desafíos globales*, constituye un referente a tener en cuenta en los programas nacionales, departamentales y locales.

Adicionalmente, debido a la importancia que el gobierno actual le da a la innovación, a la ciencia y tecnología, al desarrollo rural, al empresarismo y la asociatividad, es importante señalar que el modelo, al considerar la innovación social referida en el programa SERAS, da cuenta de los cambios que se deben dar en las diferentes comunidades para generar propuestas coherentes que contribuyan a mejorar los niveles de vida de los pequeños productores. Así mismo, con el desarrollo del componente de las BPA en el modelo, se está apuntando a la inocuidad, que es un componente fundamental en el tema de seguridad alimentaria, prioritaria para cualquier gobierno; por su parte, la implementación del componente ambiental contribuye con la disminución de la vulnerabilidad climática hoy tan en boga, debido al cambio climático.

Finalmente, el tema de seguridad es determinante para el bienestar de los trabajadores y para su seguridad social, tan necesaria en Colombia, dada la magnitud de sus índices de pobreza. Teniendo en consideración los logros alcanzados y la proyección del modelo VIS, los productores y los diferentes actores señalan que debería constituirse en un propósito nacional y, por qué no, regional.

## Anexo 1. Resumen de programación del Modelo VIS

Programación consolidada para la implementación del modelo: Visión Integral del Sistema - VIS															
Componentes / Mes	P/E <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Responsable	Observaciones
Gestión Integral Administrativa															
Línea base administrativa	P/E														
Capacitación administrativa	P/E														
Registros técnicos	P/E														
Registros contables	P/E														
Registros BPA	P/E														
Protocolos VIS	P/E														

Programación consolidada para la implementación del modelo: Visión Integral del Sistema - VIS

Componentes / Mes	P/E <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Responsable	Observaciones
<b>Gestión Integral Administrativa</b>															
Plan y gestión de negocios	P/E														
<b>Componentes SERAS</b>															
Línea base social - empresarial y asociativa	P/E														
Capacitación socio-empresarial y asociativa	P/E														
Implementación proyectos del componente	P/E														
Actividad 1	P/E														
Actividad 2	P/E														
Actividad n	P/E														
<b>Componente MIC</b>															
Línea base MIC	P/E														
Planificación de la gestión entregado administrativa y del cultivo	P/E														
Capacitación MIC, por componente (PACOMER, GIA, MISA, MIFE, MIP, MIPC)	P/E														
Implementación de proyectos del componente	P/E														
Actividad 1	P/E														
Actividad 2	P/E														
Actividad n	P/E														

Programación consolidada para la implementación del modelo: Visión Integral del Sistema - VIS															
Componentes / Mes	P/E <sup>1</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Responsable	Observaciones
Gestión Integral Administrativa															
Componente BPA															
Línea base BPA	P/E														
Capacitación BPA por ejes (inocuidad, ambiente y seguridad)	P/E														
Implementación de protocolos y registros para trazabilidad en BPA	P/E														
Implementación de proyectos del componente	P/E														
Actividad 1	P/E														
Actividad 2	P/E														
Actividad n	P/E														
Sistema de seguimiento y evaluación															
1: Fecha de programación contra fecha de ejecución de la actividad programada															

### 3. Bibliografía

- ALCALÁ, Adolfo. Propuesta de una definición unificadora de andragogía. Caracas, Venezuela: UNA. 1997.
- CAMBIO ANDINO. Metodología participativas para la innovación rural. Inventario metodológico del área andina. Colombia. 2007, 125 p.
- DIAZ, A. Buenas prácticas agrícolas: guía para pequeños y medianos agroempresarios. Tegucigalpa: IICA, 2008. 58 p.
- FIERRO G., L.H Organización de los productores en Colombia a través de las Escuelas de Campo de Agricultura. LEISA Revista de agroecología, vol. 19 no. 1. 2003. 83 p.
- HERRERA H., C.A.; SÁNCHEZ L., G.D. & PEÑA, V. Avances de resultados de investigación en cebolla de rama en Aquitania. Cartilla divulgativa. Mosquera, Colombia: Corpoica – Corpoboyacá. 2006. 62 p.
- RODRIGUEZ H., A ALVARADO U.,H.; Claves de la innovación social en América Latina y el Caribe. Chile: CEPAL. 2008. 236 p.
- SÁNCHEZ L., G.D.; HIO, J.C.; MARTÍNEZ, E.P.; HERRERA H., C.A.; QUEVEDO G., D.H.; PISCO, C.; ARGÜELLES, J.H. & ORTIZ P., L.S. Tecnologías innovadoras para el manejo integrado de la pudrición radicular en cebolla de rama (*Allium fistulosum*) en la región del lago de Tota. Informe final. Mosquera, Colombia: Corpoica. 2012. 202 p.



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia

Libertad y Orden



Superintendencia Colombiana de Investigación Agropecuaria

Prosperidad  
para todos



FONDO NACIONAL DE  
FOMENTO HORTIFRUTÍCOLA



ASOPARCELA



**Asohofrucol**  
Asociación Hortifrutícola de Colombia  
Administradora del Fondo Nacional  
de Fomento Hortifrutícola



BANCA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

[www.corpoica.org.co](http://www.corpoica.org.co)

ISBN: 978-958-740-116-5



9 789587 401165