

# USO DE MATERIALES ORGÁNICOS EN EL MANEJO DEL SUELO EN CULTIVOS DE HORTALIZAS

ANDRÉS FORERO  
HUGO ESCOBAR  
AMPARO MEDINA  
OSCAR MONSALVE



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
JORGE TADEO LOZANO



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia









# USO DE MATERIALES ORGÁNICOS EN EL MANEJO DEL SUELO EN CULTIVOS DE HORTALIZAS



Libertad y Orden

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia



**Asohfrucol**

Asociación Hortifrutícola de Colombia  
Administradora del Fondo nacional  
de Fomento Hortifrutícola



FONDO NACIONAL DE  
FOMENTO HORTIFRUTÍCOLA



Centro de  
**BIO-SISTEMAS**  
Universidad Jorge Tadeo Lozano



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
JORGE TADEO LOZANO

Uso de materiales orgánicos en el manejo del suelo en cultivos  
de hortalizas / Hugo Escobar ... [et al.]. – Bogotá:  
Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano,  
2010.  
xx p. ; 28 cm.

ISBN: 978-958-725-047-3

1. FERTILIZANTES ORGÁNICOS. 2. HORTICULTURA ORGÁNICA. 3. AGRICULTURA  
BIOLÓGICA. I. Escobar, Hugo.

CDD631.86"U86"

Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2010.  
Carrera 4 No. 22-61 / PBX: 242 7030 /www.utadeo.edu.co

## USO DE MATERIALES ORGÁNICOS EN EL MANEJO DEL SUELO EN CULTIVOS DE HORTALIZAS

ISBN: 978-958-725-047-3  
Primera edición: 2010

RECTOR:  
José Fernando Isaza Delgado

VICERRECTOR ACADÉMICO:  
Diógenes Campos Romero

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA:  
Diógenes Campos Romero

DIRECTOR CENTRO DE BIO-SISTEMAS:  
Oscar Duarte Torres

DIRECTOR (E) DE PUBLICACIONES:  
Jaime Melo Castiblanco

DISEÑO DE PORTADA:  
Francisco J. Jiménez M.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:  
Francisco J. Jiménez M.

FOTOGRAFÍA DE PORTADA:  
Luis Carlos Celis

REVISIÓN DE TEXTOS:  
Taller de Edición - Luis Rocca

COORDINACIÓN EDITORIAL:  
Henry Colmenares Melgarejo

IMPRESIÓN:  
Panamericana Formas e Impresos S.A.

# USO DE MATERIALES ORGÁNICOS EN EL MANEJO DEL SUELO EN CULTIVOS DE HORTALIZAS

ANDRÉS FERNANDO FORERO

HUGO ESCOBAR

AMPARO MEDINA

OSCAR IVÁN MONSALVE



Libertad y Orden

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia



**Asohofrucol**

Asociación Hortifrutícola de Colombia  
Administradora del Fondo nacional  
de Fomento Hortifrutícola



FONDO NACIONAL DE  
FOMENTO HORTIFRUTÍCOLA



Centro de  
**BIO-SISTEMAS**  
Universidad Jorge Tadeo Lozano



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
JORGE TADEO LOZANO

BOGOTÁ D.C., 2010

**El contenido de esta publicación se basa en las experiencias y resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto de innovación tecnológica denominado**

**ESTRATEGIAS DE MANEJO SOSTENIBLE DEL SUELO BASADAS EN EL USO DE MATERIA ORGÁNICA PARA HORTALIZAS DE HOJA Y BRÁSICAS**

**Código contrato: (081-2/06)**

**Este proyecto fue cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y ASOHOFrucol, con recursos del Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	6
<b>1 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS DE HOJA Y BRÁSICAS</b>	11
1.1 Descripción de sistemas de producción	12
1.2 Diagnóstico del manejo de la fertilidad del suelo y el uso de materiales orgánicos en sistemas de producción de hortalizas en la sabana de Bogotá	14
1.3 Limitantes edáficos en diferentes sistemas de producción de hortalizas de hoja y brásicas en la sabana de Bogotá	16
1.4 Necesidades nutricionales de hortalizas de hoja y brásicas	21
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	25
<b>2 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES ORGÁNICOS</b>	29
2.1 Abonos orgánicos	30
2.2 Resultados de la caracterización de abonos orgánicos	31
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	41
<b>3 ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN CON USO DE MATERIALES ORGÁNICOS</b>	45
3.1 Aspectos básicos del manejo del suelo	46
3.2 Diseño de estrategias de fertilización a partir de materiales orgánicos	52
3.3 Estudio de caso práctico	57
3.4 Consideraciones para agricultura orgánica	62
3.5 Relación de estrategias evaluadas por localidad	63
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	67
<b>4 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE ESTRATEGIAS DE FERTILIZACIÓN BASADAS EN MATERIALES ORGÁNICOS</b>	69
4.1 Impacto económico	70
4.2 Impacto ambiental	74
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	77
<b>5 CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES</b>	79

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Extracción de los macroelementos para los principales cultivos de hortalizas de hoja y brásicas	21
<b>Tabla 2.</b> Diferentes tipos de abonos orgánicos según la fuente de aporte de nutrientes y el grado de procesamiento	30
<b>Tabla 3.</b> Características de un compost comercialmente aceptable	31
<b>Tabla 4.</b> Contenido de fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre en materiales orgánicos alrededor de la sabana de Bogotá	35
<b>Tabla 5.</b> Contenido de microelementos en materiales orgánicos alrededor de la sabana de Bogotá	36
<b>Tabla 6.</b> Concentraciones de metales traza en diferentes materiales orgánicos (ppm)	37
<b>Tabla 7.</b> Contenido de humedad de algunos materiales orgánicos disponibles en la sabana de Bogotá	38
<b>Tabla 8.</b> Actividad microbiana presente en los materiales orgánicos mediante FDA	39
<b>Tabla 9.</b> Contenidos de sílice, lignina, celulosa y hemicelulosa en materiales orgánicos	40
<b>Tabla 10.</b> Composición química de algunos materiales encalantes	46
<b>Tabla 11.</b> Recomendaciones generales de encalado para suelos de la sabana de Bogotá	47
<b>Tabla 12.</b> Interpretación de los contenidos de N mineral (ppm) en el suelo para el cultivo de diferentes hortalizas de hoja y brásicas	48
<b>Tabla 13.</b> Ejemplo de recomendación de materiales orgánicos para diferentes cultivos de hortalizas durante el primer ciclo	49
<b>Tabla 14.</b> Ejemplo de recomendación de materiales orgánicos para diferentes cultivos de hortalizas durante el segundo ciclo	49
<b>Tabla 15.</b> Recomendaciones generales de sulfatos para suelos de la sabana de Bogotá	51
<b>Tabla 16.</b> Interpretación general de contenidos de elementos menores en el suelo para el cultivo de hortalizas	52
<b>Tabla 17.</b> Recomendación de fertilizantes con elementos menores según resultados de análisis de fertilidad	52
<b>Tabla 18.</b> Programa recomendado de rotación de cultivos de hortalizas	54
<b>Tabla 19.</b> Resultado del análisis de fertilidad de suelo en el municipio de Subachoque para elementos mayores	56
<b>Tabla 20.</b> Resultado del análisis de fertilidad de suelo en el municipio de Subachoque para elementos menores	57
<b>Tabla 21.</b> Resultado del análisis inicial de fertilidad del suelo en el municipio de Soacha, finca Canoas, para elementos mayores	58
<b>Tabla 22.</b> Ciclos de producción en la finca Canoas para el desarrollo de estrategias de fertilización	59
<b>Tabla 23.</b> Dosis utilizadas en la primera estrategia de fertilización para el ciclo 1 de cultivo de lechuga cressa verde en la finca Canoas	59

<b>Tabla 24.</b> Dosis utilizadas en la primera estrategia de fertilización para el ciclo 3 de cultivo correspondiente a lechuga lisa en la finca Canoas	60
<b>Tabla 25.</b> Dosis utilizadas en la segunda estrategia de fertilización para el ciclo 1 y 3 del cultivo de lechuga crespa verde y lechuga lisa en la finca Canoas.	60
<b>Tabla 26.</b> Manejo tradicional de fertilización en la finca Canoas para la siembra del cultivo de lechuga	60
<b>Tabla 27.</b> Principales abonos, fertilizantes y acondicionadores de suelo permitidos en los sistemas de producción ecológica	62
<b>Tabla 28.</b> Estrategias de fertilización para hortalizas evaluadas en el municipio de Soacha en la finca Canoas	64
<b>Tabla 29.</b> Estrategias de fertilización para hortalizas evaluadas en el municipio de Cota en la finca San Ignacio	64
<b>Tabla 30.</b> Estrategias de fertilización para hortalizas evaluadas en el municipio de Cota en la finca Alcalá	65
<b>Tabla 31.</b> Estrategias de fertilización para hortalizas evaluadas en el municipio de Subachoque en la finca Chamomille	65
<b>Tabla 32.</b> Estrategias de fertilización para hortalizas evaluadas en el municipio de Madrid en la finca Mi Novia	66
<b>Tabla 33.</b> Estrategias de fertilización para hortalizas evaluadas en el municipio de Chía en el Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales	66
<b>Tabla 34.</b> Precios de los principales materiales orgánicos en la sabana de Bogotá	70
<b>Tabla 35.</b> Costos de fertilizantes para diferentes estrategias de fertilización en cultivos de hortalizas en la sabana de Bogotá	71
<b>Tabla 36.</b> Relación costo-beneficio de diferentes estrategias de fertilización a partir de abonos orgánicos en varias localidades de la sabana de Bogotá	72
<b>Tabla 37.</b> Comparación del impacto ambiental para tres sistemas de producción de lechuga en la sabana de Bogotá mediante la técnica del LCA	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Manejo de los residuos de cosecha en las fincas de hortalizas	14
<b>Figura 2.</b> Factores por los cuales los productores NO elaboran compost	15
<b>Figura 3.</b> Factores por los cuales los productores SÍ elaboran compost	15
<b>Figura 4.</b> Abonos orgánicos más usados en la producción hortícola	16
<b>Figura 5.</b> pH del suelo de fincas pertenecientes a los diferentes sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca	16
<b>Figura 6.</b> Conductividad eléctrica del suelo de las fincas pertenecientes a los diferentes sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca	17

<b>Figura 7.</b> Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca con excesos y deficiencias en sus contenidos de nitrógeno y fósforo en el suelo	18
<b>Figura 8.</b> Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca con excesos y deficiencias en sus contenidos de magnesio y azufre en el suelo	19
<b>Figura 9.</b> Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca con excesos y deficiencias en sus contenidos de manganeso y cobre en el suelo	19
<b>Figura 10.</b> Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas de hoja en Cundinamarca con excesos y deficiencias en sus contenidos de zinc y boro en el suelo	20
<b>Figura 11.</b> Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas de hoja en Cundinamarca con excesos de sodio en el suelo	20
<b>Figura 12.</b> Contenidos de materia orgánica en materiales orgánicos alrededor de la sabana de Bogotá	32
<b>Figura 13.</b> Contenidos de carbono orgánico en materiales orgánicos alrededor de la sabana de Bogotá	32
<b>Figura 14.</b> Contenidos de nitrógeno total en materiales orgánicos alrededor de la sabana de Bogotá	33
<b>Figura 15.</b> Contenidos de nitrógeno total y nitrógeno mineralizado en materiales orgánicos mediante pruebas de incubación	34
<b>Figura 16.</b> Relación carbono-nitrógeno en materiales orgánicos alrededor de la sabana de Bogotá	34
<b>Figura 17.</b> Dinámica de nitrógeno bajo dos estrategias de fertilidad en contraste con el manejo tradicional de fertilidad de una finca ecológica en el municipio de Subachoque	50
<b>Figura 18.</b> Ejemplo de estrategia de fertilización para una rotación de tres cultivos de hortalizas.	53
<b>Figura 19.</b> Rendimientos de diferentes cultivos de hortalizas en el municipio de Cota mediante el uso de materiales orgánicos provenientes de residuos vegetales y animales	54
<b>Figura 20.</b> Rendimientos del cultivo de espinaca en el municipio de Cota bajo diferentes dosis y materiales orgánicos	55
<b>Figura 21.</b> Dinámica del nitrógeno mineral (ppm) como respuesta a las estrategias de fertilidad en la finca Canoas	61
<b>Figura 22.</b> Rendimiento de los ensayos de fertilidad en la finca Canoas como respuesta a las estrategias de fertilización	62

## PRESENTACIÓN

Para la Cámara de Comercio de Bogotá (2005) y CORPOICA (2005) la producción de las hortalizas y los frutales cultivados bajo esquemas ecológicos y limpios, ha adquirido gran importancia en el mercado nacional e internacional. En el futuro, la condición de orgánico o ecológico, más que un factor de diferenciación, será una característica exigida por los consumidores. Dicha condición también resalta la necesidad de intensificar el trabajo de investigación en cultivos bajo el enfoque de agricultura protegida, para incrementar la productividad, disminuir los costos y producir bajo el esquema de producción limpia.

En este contexto y bajo un enfoque de agricultura sostenible, el manejo integral del sistema productivo es de gran importancia, por lo que la gestión del recurso suelo y la fertilización equilibrada en cultivos de hortalizas es decisiva para obtener una alta calidad y rendimiento. El riesgo de suministrar dosis de fertilización demasiado bajas, incapaces de satisfacer la demanda del cultivo es no llegar a los rendimientos esperados. No obstante, se debe evitar el exceso en la dosis, ya que se corre el peligro de contaminar el suelo y el agua, y llevar a la insostenibilidad de la producción (Chirinos, 2000).

La gestión del recurso suelo es uno de los pilares de la agricultura limpia. En ésta se incluye el mantenimiento o mejoramiento del contenido de materia orgánica del suelo, a través de buenas prácticas de fertilización, es decir, haciendo uso de abonos orgánicos y fertilizantes de síntesis aplicados de acuerdo a las necesidades agronómicas, ambientales y de la salud humana (FAO, 2003).

En la producción de hortalizas en Colombia el uso empírico y excesivo de fertilizantes no solamente incrementa los costos de producción y afecta la productividad y calidad de los productos, sino que también puede ser una de las principales causas del deterioro del suelo y del medio ambiente, como lo identifican Pierzynski et al. (1994) e Isherwood (1998) en sus estudios de sistemas agrícolas. Estos deterioros están asociados principalmente con el movimiento de fosfatos y nitratos hacia fuentes de agua superficiales, causando eutrofización (Carpenter et al., 1998) con la acumulación de metales pesados en el suelo (McLaughlin et al., 1996).

En los municipios aledaños a la sabana de Bogotá, existen diversos sistemas agroindustriales y agropecuarios, como la industria avícola, que se caracterizan por tener una alta densidad de animales en áreas pequeñas, lo cual genera la producción de grandes cantidades de materiales orgánicos, empleados como materia prima para la preparación de abonos orgánicos. También existe disponibilidad de otros materiales orgánicos, generados en las mismas unidades de producción, que presentan condiciones adecuadas para su uso en agricultura.

El propósito de esta publicación es socializar con los productores hortícolas de la sabana de Bogotá los resultados del proyecto de investigación Desarrollo de estrategias de manejo sostenible del suelo basadas en el uso de materia orgánica para hortalizas de hoja y brásicas, realizado entre enero de 2007 y agosto de 2009 por el Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales, CIAA, de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, y cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR, y la administradora del Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, ASOHOFRUCOL.

# 1

## **SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS DE HOJA Y BRÁSICAS**

Según el DANE (2002), los municipios con mayores áreas sembradas en sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca se encuentran ubicados al occidente de la sabana de Bogotá, en especial en los municipios de Madrid (436.3 Ha), Mosquera (304.8 Ha), Cota (263.6 Ha), Cajicá (207.6 Ha), Facatativá (140.1 Ha) y Soacha (133.71 Ha).

En la actualidad se identifican tres sistemas de producción de hortalizas en la sabana de Bogotá; el sistema convencional, que es el más representativo; el sistema de producción limpia, que se basa en el sistema convencional e incorpora algunos elementos de la agricultura orgánica; y el sistema de producción orgánico o ecológico, que ha aumentado considerablemente las superficies destinadas a su producción.

## 1.1 Descripción de sistemas de producción

### Sistemas de Producción Convencional, SPC

La prioridad en la agricultura tradicional es la productividad y, en consecuencia, su propósito es incrementar los rendimientos por unidad de área. Esto implica una alta dependencia de insumos externos, como fertilizantes de síntesis y agroquímicos, para controlar la amenaza de plagas y enfermedades, que limitan la productividad.

Sin embargo, este sistema de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad a veinte o treinta años de uso intensivo en zonas algodoneras, en Centro América; bananeras, al sur de Costa Rica; o cebolleras, en el departamento de Boyacá en Colombia. También se le atribuye al SPC ocasionar la destrucción de los recursos naturales y del paisaje, así como la desaparición de pequeños productores en algunas regiones (FIDA, RUTA, CATIE y FAO, 2003).

Este sistema de producción es utilizado principalmente por grandes productores de hortalizas ubicados al occidente de la sabana de Bogotá y abarca grandes superficies de tierra.

### Sistemas de Producción Limpia, SPL

Los SPL, también denominados agricultura sostenible, se orientan hacia el desarrollo de modelos de

producción rentable con mínimo o bajo impacto medioambiental, aprovechando y conservando los recursos actuales, de tal forma que no se comprometa la seguridad alimentaria de las nuevas generaciones. Los modelos de producción sostenible se basan en la aplicación de directrices, protocolos y recomendaciones que, en su conjunto, contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas de producción. Por ejemplo, cultivar un producto en la zona agroecológica más adecuada contribuye a una mejor adaptación y aprovechamiento de los recursos disponibles y a una menor presencia de plagas y enfermedades; de modo que se reduce el uso de insumos agrícolas.

En este modelo de producción, la rentabilidad económica se obtiene mediante estrategias como la reducción de los costos de producción, utilizando de manera integral los recursos disponibles. Además, es una agricultura con un mayor grado de conciencia sobre el efecto que cada recurso o práctica de manejo puede representar para el medio ambiente, y en la que también existe una mayor preocupación por obtener productos más inocuos y con mayor calidad nutricional.

En Colombia está creciendo el número de productores que, por razones de convicción o exigencia comercial, adelantan procesos de reconversión, de sistemas de

producción convencional hacia sistemas de producción limpia o sistemas de producción ecológicos. Cada vez salen al mercado más productos agrícolas con marca propia, que resaltan los sistemas de producción mediante los cuales fueron obtenidos.

El SPL tomado como referencia en este proyecto, se encuentra ubicado en la finca San Ignacio en el municipio de Cota. Éste se destaca por ser un sistema hortícola de producción en el que no se hacen aportes de productos fitosanitarios sintéticos, ya que se ha logrado manejar los problemas sanitarios mediante la implementación de buenas prácticas agrícolas. Los cultivos con mayor rotación al año son la lechuga batavia, el brócoli, la acelga, la espinaca, el perejil y los rábanos rojo y blanco. El productor de esta finca ha logrado, por más de diez años, implementar estas prácticas agrícolas en su lote, basándose en su propia experiencia.

### **Sistemas de Producción Ecológica, SPE**

El SPE, también conocido como agricultura biológica, es la tendencia que enmarca todos los sistemas agrícolas que promueven la producción sana y segura de fibras y alimentos desde el punto de vista ambiental, social y económico. Estos sistemas parten de la fertilidad del suelo como base para una buena producción (COAG, 2006).

La reducción de insumos externos es una característica esencial de la agricultura ecológica, puesto que prescinde del uso de productos fitosanitarios y fertilizantes de origen sintético. Además, se les garantiza a los consumidores de productos orgánicos que todos los procesos aplicados en el proceso productivo van acordes a un sistema de certificación.

Brenes (2003), advierte que es equivocado considerar que la agricultura orgánica es sencilla y que ésta consiste en sustituir plaguicidas sintéticos por plaguicidas naturales. Para desarrollar un agroecosistema orgánico productivo se requiere un tiempo de transición, en el que es posible que sea necesario el uso de plaguicidas naturales, pero ese enfoque no puede permanecer por un largo periodo de tiempo.

Colombia viene incursionando en el mercado de productos agrícolas ecológicos desde 1998. En 1999 el país ya contaba con 20 mil hectáreas certificadas como ecológicas, en 2001 con 25 mil, en 2003 se encontraba cerca de las 30 mil hectáreas y en 2005 con casi 37 mil hectáreas de productos ecológicos (MADR, 2005).

Los productos como café, banano, bananito, aceite de palma, panela y azúcar, que Colombia está certificando como ecológicos, cuentan con ventajas comparativas normales, son atractivos en

los mercados internacionales y se poseen los volúmenes adecuados (MADR, 2005). Existen nuevos productos ecológicos de exportación que han encontrado un nicho de mercado adecuado pese a la oferta limitada, entre los que se destacan las hierbas aromáticas, frutas procesadas, pulpa de guayaba, vinagres finos, hortalizas, leguminosas, piña, naranja, café liofilizado y cítricos.

En el campo de la nutrición de cultivos orgánicos el desarrollo es escaso y se utiliza una gran variabilidad de materiales orgánicos, que junto con la amplia biodiversidad

del trópico, hace difícil los procesos de validación científica.

El sistema de producción ecológica seleccionado para este estudio se encuentra ubicado en el municipio de Soacha. Se dedica a la explotación hortícola, principalmente de lechugas *gourmet* y el cultivo de zanahoria ya que, por las restricciones de este sistema, se han logrado implementar técnicas en las que la preparación del suelo, la selección de productos a sembrar y el manejo del agua, son de importancia para obtener buenos rendimientos.

## 1.2 Diagnóstico del manejo de la fertilidad del suelo y el uso de materiales orgánicos en sistemas de producción de hortalizas en la sabana de Bogotá

En el año 2007 el Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales, CIAA, de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, recopiló información sobre el uso de materiales orgánicos y el manejo de la fertilidad en los municipios de Cota, Subachoque, Madrid, Soacha, Sopó, Tocancipá, Tabio y Pacho, abordando los temas del manejo de residuos, la elaboración de compost y el programa de fertilización. De este estudio se destacan los siguientes resultados.

fieren incorporar los residuos del cultivo al suelo, mientras que el 13% prefieren utilizarlos en la realización de compost que emplean en sus propias unidades productivas, principalmente en fincas orgánicas (figura 1).

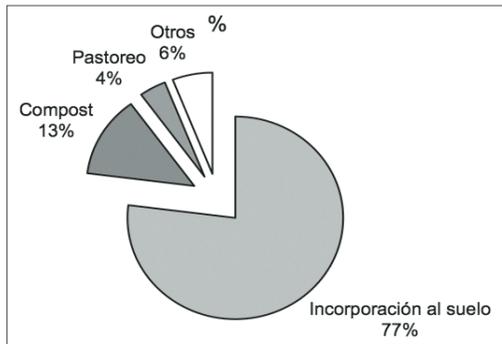


Figura 1. Manejo de los residuos de cosecha en las fincas de hortalizas

### Manejo de residuos de cosecha

El 77% de los productores pre-

### Elaboración de compost

El 87% de los productores no elaboran compost en sus unidades productivas, porque su elaboración toma mucho tiempo, por la falta de capacitación y los costos de mano de obra asociados a la preparación (figura 2). El 13% restante sí producen compost, puesto que les permite aprovechar los residuos de cosecha, aumentar los rendimientos del cultivo y disminuir el uso de fertilizantes (figura 3).

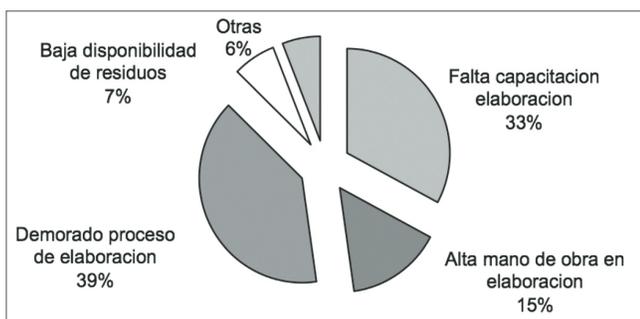


Figura 2. Factores por los cuales los productores no elaboran compost

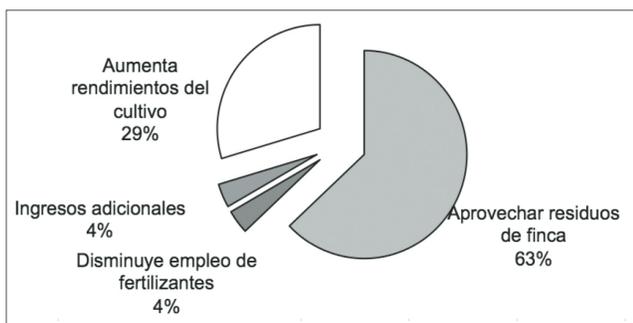


Figura 3. Factores por los cuales los productores sí elaboran compost

### Programa de fertilización

Aunque la mayoría de los productores no elabora compost propio en la finca, muchos de ellos sí han implementado el uso de ma-

teriales orgánicos, dada la amplia oferta de residuos orgánicos por el aumento de la producción animal y de los residuos urbanos. La agroindustria de la sabana de Bogotá y de sus alrededores es proveedora permanente de materiales orgánicos como la gallinaza y la bovinaza, que sirven de materia prima para la preparación de abonos orgánicos comerciales.

Aunque en el mercado existe una gran variedad de abonos orgánicos, el 68% de los productores

sólo aportan gallinaza y el 9% aporta otros materiales, provenientes de residuos animales como son la porquinaza, la bovinaza y la conejaza (figura 4). Del total de productores que utilizan gallinaza, el 44% piensa que es un material costoso, el 32% que es accesible y el 24% que es barato.

Los fertilizantes compuestos son de uso común por parte de los productores de hortalizas en Cundinamarca, en especial el 15-15-15, preferido por el 84% de los productores

que usan fertilizantes de síntesis, mientras que en el 16% restante se destacan el 13-26-6 y el nitrato de amonio.

El 80% de las decisiones acerca del manejo de la fertilidad de la finca se basan en la experiencia propia de los productores, mientras que el 10% tiene asistencia particular por parte de profesionales o técnicos agrícolas. Por otro lado, el 48% de los aportes de fertilizantes se realizan en presiembra, el 29% al momento de la

siembra o trasplante y el 18% después del trasplante.

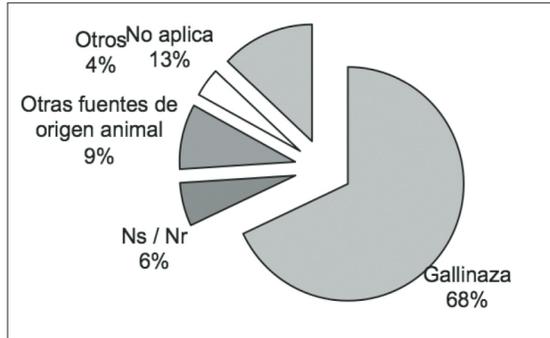


Figura 4. Abonos orgánicos más usados en la producción hortícola

### 1.3 Limitantes edáficos en diferentes sistemas de producción de hortalizas de hoja y brásicas en la sabana de Bogotá

En el estudio se analizaron los limitantes edáficos con respecto al sistema de producción convencional y al orgánico. En ambos se han implementado prácticas de manejo de la fertilidad durante varios años, esto ocasionando que se presenten diferencias en los contenidos de nutrientes en el suelo.

Durante el análisis se encontró que en los sistemas de producción

orgánica el pH del suelo se encuentra entre 5,5 y 6,6 (figura 5), que es mayor al que se presenta bajo el esquema convencional, que se encuentran entre 5,5 y 6,3. El pH del suelo en sistemas de producción de hortalizas de hoja es óptimo si se encuentra cercano al 6,5 y esta situación no se presenta en la mayoría de las fincas bajo los dos esquemas de producción analizados.

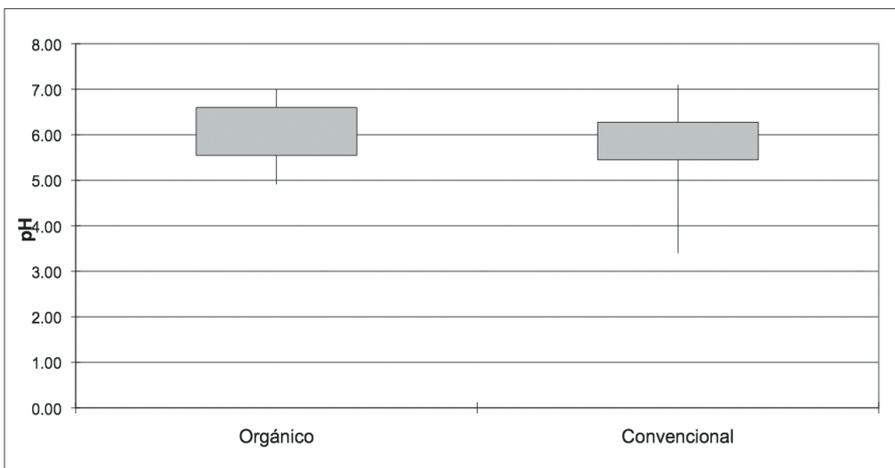
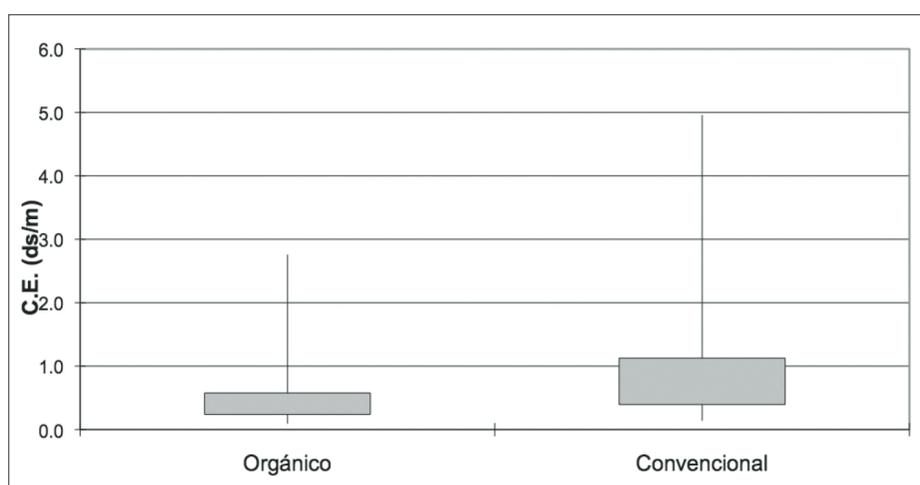


Figura 5. pH del suelo de fincas pertenecientes a los diferentes sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca

La conductividad eléctrica (CE) de los sistemas de producción convencional es más alta que la de los sistemas de producción orgánica, esto se debe al exceso en los contenidos de calcio causado por el sobre enclamiento en algunas sectores de la sabana de Bogotá (figura 6). Esto ha causado desbalances catiónicos por el exceso de calcio (Ca) sobre magnesio (Mg) en producción convencional y por el de potasio (K) sobre Ca y Mg, en sistemas de producción orgánica.

más baja que en el sistema de producción orgánico, ya que en este último hay un continuo aporte de materiales orgánicos que provoca que haya un mayor almacenamiento de nutrientes en el suelo.

En el 50% de los casos se presentan excesos de N en los sistemas de producción convencional (figura 7), que en la mayor parte se deben al aporte de grandes dosis de fertilizantes nitrogenados. Esta situación es ocasionada por el desconocimiento de la disponibilidad



**Figura 6. Conductividad eléctrica del suelo de las fincas pertenecientes a los diferentes sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca**

En relación con la materia orgánica (MO) y el nitrógeno (N), los suelos en sistemas de producción orgánica de hortalizas de hoja en Cundinamarca presentan en promedio 6,8% de MO, que es alto y se refleja en una alta Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y en los altos contenidos de N. En cambio en los sistemas de producción convencional la CIC posee una media de 39,3 meq/100 gramos, que es

y de la eficiencia de las fuentes de fertilización existentes y las verdaderas necesidades de fertilización que requiere el ciclo del cultivo. Tagliavini *et al.* (2004) menciona que hacer una reducción de las cantidades de fertilizantes aportados es parte del proceso para llegar a una producción sostenible de hortalizas.

En el 73,1% de las fincas pertenecientes al sistema de producción

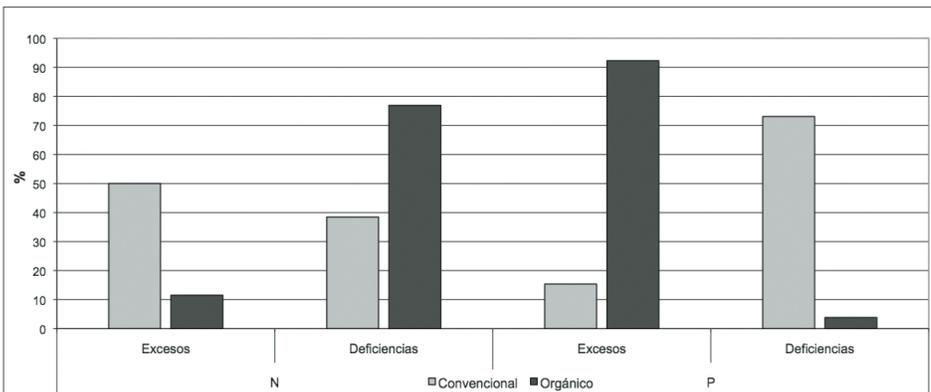
convencional se presentan contenidos deficientes de fósforo (P) en el suelo (figura 7). Los aportes bajos de este elemento se deben a los altos precios de los fertilizantes fosforados; por ejemplo, el superfosfato triple ha aumentado sus precios en un 315% en ocho años, en varios países de Suramérica (Saldías, 2008) y en el caso de la sabana de Bogotá los fertilizantes compuestos en base a P, como el 10-30-10, han aumentado sus precios en un 224% en los últimos dos años (SIPSA, 2008 y SIPSA, 2006). Los productores de hortalizas en Cundinamarca han disminuido el uso de fertilizantes de síntesis en un 26% en los últimos años, de modo que la fuente principal de este elemento es material orgánico.

Por el contrario, el 92,3% de las fincas de producción orgánica presentan excesos de P en el suelo, debido a los continuos aportes de roca fosfórica, la fuente de P más conocida por los productores. Sin embargo, aunque los aportes de

roca fosfórica aumentan los contenidos de este elemento, esto no garantiza la minimización de las deficiencias de este elemento, pues la mayor parte del P en el suelo no está disponible para las plantas, dado que se encuentra en forma de fosfatos de hierro y aluminio.

Más del 40% de los sistemas de producción orgánica presentan excesos de magnesio (Mg) (figura 8), mientras que sólo un 10% presentan deficiencias. A diferencia de estos, los sistemas de producción convencional presentan contenidos más adecuados de Mg, al ser más estables.

En el 80,8% de las fincas pertenecientes a los sistemas de producción orgánica se presentan contenidos deficientes de azufre (S) en el suelo, con respecto al que se presenta en el 19,2% de las fincas de producción convencional (figura 8). Esto se debe principalmente a que los contenidos de S rara vez alcanzan valores mayores de 0,2% en los materiales orgánicos (Cuesta,



**Figura 7. Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca con excesos y deficiencias en sus contenidos de nitrógeno y fósforo en el suelo**

1990) y, en consecuencia, éste no es un parámetro para calificar la calidad de dichos materiales (Gómez, 2000). Los valores de los contenidos de S en base seca de los materiales orgánicos alrededor de la sabana de Bogotá cuentan con una media de 0,29% (Forero, A. *et al.*, 2008).

La composición química de fertilizantes como el 15-15-15 y el 10-30-10, que son muy usados en los cultivos de hortalizas de hoja, incluye S, lo que promueve el uso de fuentes como sulfato de amonio (21-0-0-24S) y el yeso agrícola (0-0-0-26Ca-14S) para satisfacer las necesidades de este elemento.

Se presentan deficiencias de manganeso (Mn) en los sistemas de producción orgánica, en especial por la carencia de este microelemento en los productos utilizados como fuente de fertilización. También es muy elevada la proporción de sistemas de producción orgánica con deficiencias en cobre (Cu), como se muestra en la figura 9.

Los aportes continuos de materiales orgánicos, en especial los provenientes de estiércoles (conejazas, porquinazas, gallinazas), poseen un alto contenido de zinc (Zn), que se refleja en los excesos

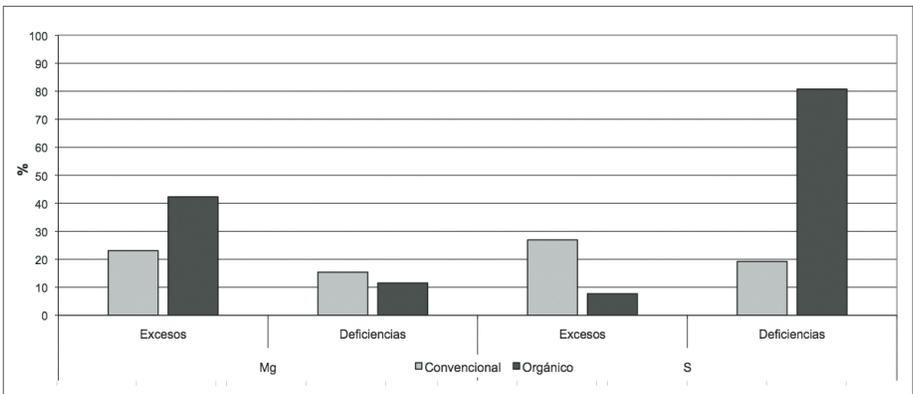


Figura 8. Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca con excesos y deficiencias en sus contenidos de magnesio y azufre en el suelo

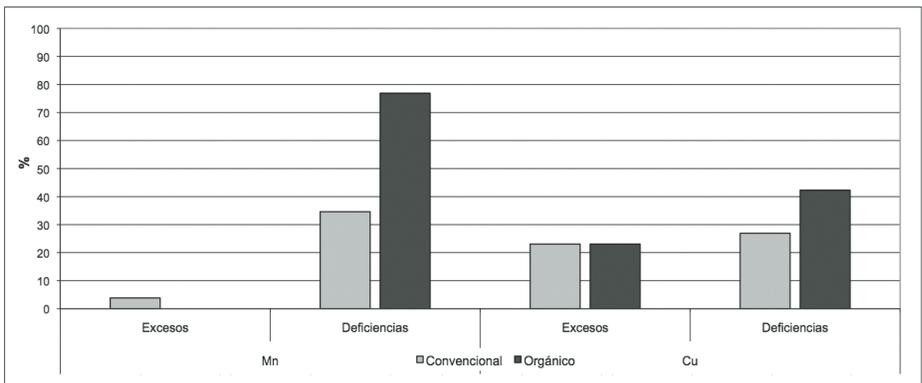


Figura 9. Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas en Cundinamarca con excesos y deficiencias en sus contenidos de manganeso y cobre en el suelo

de ambos sistemas (figura 10). Gómez (2000) menciona que una de las fortalezas de las gallinazas es su alto contenido de Zn (entre 250 y 450 ppm), mientras Forero *et al.* (2008) encontró que las gallinazas producidas alrededor de la sabana de Bogotá contienen 307 ppm de Zn, en promedio, y con valores máximos de 542 ppm.

El Boro (B) es un elemento deficiente en los suelos de la sabana de Bogotá, y esto se manifiesta en ambos sistemas de producción. Sus excesos son poco frecuentes.

También se destacan los altos contenidos de sodio (Na) en las fincas bajo el esquema convencional

(figura 11). En algunos casos, éstos se encuentran por encima de las 1.000 ppm (43,5 meq/L) y provienen del agua usada para riego. El Na en exceso tiene un efecto nocivo sobre la estructura del suelo, y dificulta el manejo de la fertilidad, puesto que implica el aumento de los contenidos de cationes (Ca, Mg, K) en el suelo con sus correspondientes balances catiónicos.

En los sistemas de producción orgánica, el 26,9% de las fincas presentan exceso en sus contenidos de Na, que favorece la aparición de síntomas de deficiencias de Ca en especies como la acelga y la espinaca.

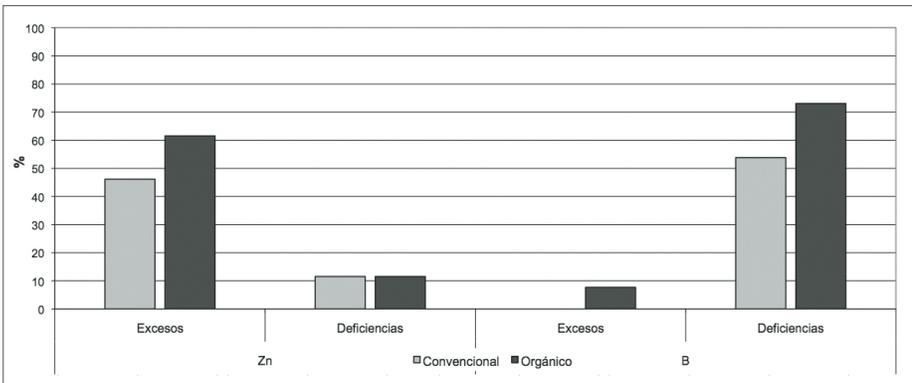


Figura 10. Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas de hoja en Cundinamarca con excesos y deficiencias en sus contenidos de zinc y boro en el suelo

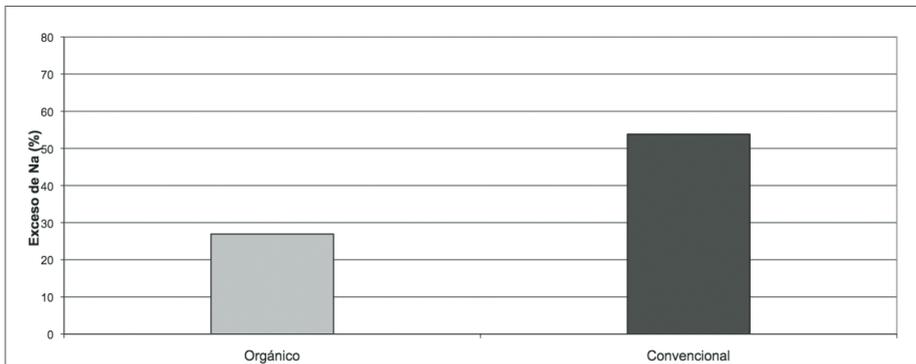


Figura 11. Porcentajes de fincas pertenecientes a sistemas de producción de hortalizas de hoja en Cundinamarca con excesos de sodio en el suelo

## 1.4 Necesidades nutricionales de hortalizas de hoja y brásicas

Como se mencionó en el capítulo anterior, los diferentes manejos de la fertilidad que se han realizado a través del tiempo en cada agroecosistema, han propiciado grandes diferencias en los contenidos de nutrientes en el suelo. Por lo que, al momento de hacer una recomendación se debe tener a mano el resultado del análisis de fertilidad, ya que es la herramienta para determinar el grado de excesos o deficiencias de los nutrientes en el suelo.

Se debe hacer énfasis, además, en que todas las especies cultivadas tienen diferentes requerimientos nutricionales y existen varios factores que ocasionan que sea mayor o menor la absorción de los nutrientes; entre los cuales se destaca la variedad o el híbrido usado, la disponibilidad de aguas, la temperatura, el tipo de suelo, el tipo de labranza, la densidad usada y la sa-

nidad de cualquier cultivo. La tabla 1 presenta niveles de extracción para las hortalizas más sembradas en la sabana de Bogotá.

### Lechuga

La lechuga se desarrolla mejor en suelos con pH entre 6,0 y 6,5, y no tolera los suelos muy ácidos. El nitrógeno (N) es un elemento muy importante para su desarrollo, porque cuando se presenta en concentraciones inadecuadas genera plantas con poco desarrollo aéreo, con cabezas pequeñas.

El cultivo de lechuga es exigente en la extracción de azufre (S) del suelo y, por ser un elemento muy móvil, presenta contenidos deficientes en el suelo. La deficiencia de S se puede confundir con la del N, pero ésta comienza en las hojas jóvenes.

Tabla 1. Extracción de los macroelementos para los principales cultivos de hortalizas de hoja y brásicas

Cultivo	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S
	Kg/Ha					
Acelga	150	70	220	128	50	10
Apio	200	80	300	175	25	13
Brócoli	198	65	295	172	20	13
Cilantro	130	55	55	32	-	8
Coliflor	250	100	350	204	30	16
Espinaca	120	45	200	116	35	8
Lechuga	90	40	160	90	20	10
Perejil	130	55	55	32	-	8
Repollo	120	35	110	21	5	8

Fuente: CIAA 2008

Por otro lado, el cultivo es muy sensible a la deficiencia de calcio (Ca). Éste causa un encrespamiento en las márgenes de las hojas jóvenes y, en casos extremos, puede llegar a afectar el punto de crecimiento de la planta, puesto que este elemento es el encargado de darle firmeza y estabilidad a la pared celular y esto influye físicamente en la consistencia de las hojas.

En los sistemas de producción de la sabana de Bogotá es muy común la deficiencia de manganeso (Mn) y cobre (Cu), que se manifiestan a través de un crecimiento reducido de la parte aérea. La respuesta del cultivo de lechuga a los aportes de Mn y Cu es elevada, por lo que se deben realizar los aportes antes del trasplante, de acuerdo a los resultados del análisis de fertilidad.

### **Acelga**

La acelga es una especie muy tolerante a la salinidad, resiste bien los cloruros y los sulfatos. El pH del suelo adecuado para su mejor desarrollo se encuentra entre 6.0 y 6.5, aunque existen reportes de un mejor desarrollo hacia los suelos neutros.

Los requerimientos de nitrógeno (N) en el cultivo son elevados desde el momento del trasplante hasta la cosecha. Y, al igual que la mayor parte de las especies de hortalizas de hoja, la deficiencia de este elemento se manifiesta en

la reducción de área foliar del cultivo y en el amarillamiento en las hojas viejas. El N presenta sinergismo con el fósforo (P), por lo que se pueden presentar ambas deficiencias al tiempo.

El cultivo de acelga es muy sensible a la deficiencia de elementos menores, principalmente en su orden de manganeso (Mn), boro (B), cobre (Cu), zinc (Zn) y molibdeno (Mo). Bajo las condiciones de la sabana de Bogotá se presenta con mayor regularidad la deficiencia de Mn, en consecuencia, se recomienda realizar aportes del elemento mediante sulfato de manganeso antes del trasplante para evitar que se manifiesten los síntomas típicos de su deficiencia.

### **Espinaca**

La espinaca, como la acelga, es una especie muy tolerante a la salinidad. El pH del suelo adecuado para su mejor desarrollo se encuentra entre 6.0 y 6.5, y no tolera suelos muy ácidos. Los aportes de nitrógeno (N) son vitales para que la planta alcance su crecimiento óptimo, sobre todo, en su desarrollo aéreo y en el aumento de sus contenidos de vitamina C.

Comparado con los otros cultivos de hortalizas, el de espinaca es muy bueno en la extracción de magnesio (Mg) del suelo. La deficiencia de Mg se origina porque sus bajos contenidos en el suelo

es una condición natural de nuestra zona y, además, porque se presentan desbalances catiónicos por los altos contenidos de calcio (Ca) y potasio (K) frente al Mg. Además, bajo nuestros sistemas de producción la deficiencia de azufre (S) es muy común, y se reconoce por el amarillamiento de las hojas nuevas y el crecimiento mínimo de la planta.

Al igual que la lechuga, es elevada la respuesta de manganeso (Mn) y cobre (Cu) a los aportes de fertilizantes, por lo que se deben realizar los aportes antes la siembra para aumentar los rendimientos del cultivo.

### **Cilantro**

En el cultivo de cilantro se deben realizar aportes de nitrógeno (N) al principio del ciclo de producción, puesto que su duración es cercana a las diez semanas. Pese a que el cultivo de cilantro no es exigente en la extracción de azufre (S), se debe mantener en niveles óptimos, pues su deficiencia perjudicaría su rendimiento.

### **Perejil**

El cultivo del perejil se desarrolla bien en pH ligeramente ácidos y neutros que tengan buen drenaje. Los aportes de nitrógeno (N) son muy importantes para un óptimo desarrollo aéreo de la planta y para evitar un amarillamiento generalizado.

### **Brócoli**

En el cultivo del brócoli se deben realizar aportes de nitrógeno (N) al principio del ciclo de producción. En cuanto a los demás macroelementos, es sensible a la deficiencia de magnesio (Mg), azufre (S) y calcio (Ca). Los suelos de la sabana de Bogotá son ácidos y con bajos contenidos de Ca y Mg, por lo que es conveniente hacer aportes de este elemento; es preferible usar cal dolomita entre ocho y quince días antes del trasplante. También es una especie moderadamente tolerante a la salinidad y, por lo tanto, se debe revisar la calidad del agua de riego.

Además, como se han reportado deficiencias de boro (B) alrededor de la sabana de Bogotá, se recomienda realizar el análisis de fertilidad y mantener la relación calcio-boro (Ca:B) en valores de 80:1 a 1.200:1. Por otro lado, los pH ácidos pueden presentar limitaciones de molibdeno (Mo), que reducen los contenidos de azúcar, ácido ascórbico y clorofila y, en consecuencia, se deben realizar aportes al suelo y foliares de las fuentes de fertilidad con este elemento.

### **Coliflor**

El cultivo de coliflor necesita de suelos profundos y con una buena capacidad de retención de humedad. Al igual que el brócoli, esta especie requiere aportes de nitrógeno (N) al inicio del cultivo para que se presente un buen desarro-

llo aéreo de la planta; después, los aportes deben ser moderados para el desarrollo de la inflorescencia.

Comparado con los otros cultivos de hortalizas, el cultivo de coliflor es eficiente en la extracción de fósforo (P) del suelo y su empleo en bajos niveles. En nuestros sistemas de producción es muy común la deficiencia de este elemento, y se reconoce por las coloraciones entre rojizas y púrpuras de las hojas viejas.

Otro de los elementos que el cultivo extrae en grandes cantidades es el calcio (Ca), que manifiesta su deficiencia con enroscamientos de los bordes de las hojas jóvenes desde las primeras semanas hasta después del trasplante. La mayor parte del Ca que absorbe el cultivo retorna al sistema mediante los residuos de cosecha, ya que una gran proporción se encuentra en las hojas que envuelven la cabeza de la coliflor, que no siempre son cosechadas; mientras que las hojas más cercanas a la cabeza poseen menores contenidos de Ca y son aquellas que, por lo general, se cosechan.

El pH del suelo adecuado para un mejor desarrollo se encuentra entre 6.0 y 6.5. Se ha reportado que en pH muy ácidos se presentan deficiencia de molibdeno (Mo), que ocasiona el síntoma conocido como “cola de látigo”, y deficiencias de boro (B) que produce “el tallo hueco” y coloraciones oscuras en la cabeza.

## Repollo

El cultivo de repollo tiene una tolerancia moderada a los suelos salinos, ya que en este tipo de suelos el enraizamiento es difícil, por lo que al momento de la preparación del suelo se recomienda levantar camas mayores a 40 cm. El cultivo de repollo es exigente con respecto a la humedad del suelo y del ambiente, condición que influye en la transpiración del cultivo.

El repollo no es una hortalizas exigente en la extracción de nitrógeno (N), pero se deben realizar los aportes de este elemento al principio del cultivo en dosis correctas, en exceso se producen repollos muy tiernos y poco compactos que no son atractivos para el consumidor.

También es una hortaliza de hoja con menor extracción de fósforo (P), aunque éste elemento es muy importante para el desarrollo de las raíces. Se han reportado casos con deficiencia de potasio (K), caracterizados por presentar un encrespamiento desde el borde de las hojas viejas. Las relaciones calcio-potasio (Ca:K) deben encontrarse entre 12 y 18, y las de magnesio-potasio (Mg:K) entre 4 y 6. Al igual que todas las especies del género *Brassica* es un cultivo susceptible a la deficiencia de boro (B) y molibdeno (Mo).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRENES, L. (2003). Transición y producción orgánica. En Memorias del taller agricultura orgánica. 19, 20 y 21 de mayo de 2003. Turrialba, Costa Rica: FIDA, RUTA, CATIE Y FAO.
- CARPENTER, S.R.; CARACO, N.F.; CORRELL, D.L.; HOWARTH, R.W.; SHARPLEY, A.N. & SMITH, V.H. Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen. *Ecological Applications*, núm. 8(3), pp. 559-568.
- CCB, CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. (2005). *Balance tecnológico cadena productiva hortofrutícola*. Bogotá: CCB.
- CHIRINOS, H. (2000). *Fertilización de fresa (Fragaria ananassa)*. *Informaciones agronómicas*. Potash and Phosphate Institute, núm. 7 (1). México D.F.
- CIAA, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. (2009). "Estimaciones laboratorio de fertilidad de suelos". CIAA-UJTL.
- COAG, Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos. (2006). *De la producción agraria convencional a la ecológica*. España. pp. 1-16.
- CORPOICA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2005). Informe Anual. Recuperado desde <http://www.corpoica.org.co/Archivos/Asamblea/>
- CUESTA, P.A. (1990). Tabla de contenido nutricional en productos y subproductos agroindustriales. Bogotá: ICA. p. 62.
- DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2002). *El censo hortícola de la sabana de Bogotá*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Sistema de Información del Sector Agropecuario y Pesquero Colombiano, SISAC. pp. 1-27.
- FAO, Comité de Agricultura. (2003). Elaboración de un marco para las buenas prácticas agrícolas. Roma, 31 de marzo al 4 de abril de 2003. Recuperado desde <http://www.fao.org/docrep/MEETING/006/Y8704s.HTM>
- FIDA, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola; RUTA, Unidad Regional de Asistencia Técnica; CATIE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2003). Una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. En *Taller Agricultura Orgánica*. Turrialba, Costa Rica.
- FORERO, A., ESCOBAR, H. y MEDINA, A. (2008). Caracterización de materiales orgánicos con aplicación potencial en la producción de hortalizas de hoja y brásicas en la sabana de Bogotá. En *XIV Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo*. Villavicencio, Colombia. p. 81.

- GÓMEZ, J., (2000). *Abonos orgánicos*. ISBN 958-33-1520-6. Impresora Feriva S.A. Colombia. pp. 49-69.
- HYLTON, K. (2006). Visión global del mercado de fertilizantes. En *Actualización en fertilizantes de cultivos y uso de fertilizantes*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Comité Regional de Cundinamarca y Boyacá. pp. 9-18.
- IFOAM, International Federation of Organic Agriculture Movements; FIBL, Research Institute of Organic Agriculture. (2006). *The World of Organic Agriculture (Statistics & Emerging Trends 2006)*. Germany. pp. 21.
- IMC, INFORMACIÓN MINERA COLOMBIANA. (2008). Precios de fertilizantes podrían seguir al alza por demanda internacional. *Noticias 1*, abril de 2008 Recuperado desde <http://www.imcportal.com/index.php>
- ISHERWOOD, K.F. (1998). *Mineral Fertilizer use and the Environment*. International Fertilizer Industry Association.
- JARAMILLO, J. (2001). *El manejo agronómico de cultivos como herramientas de manejo integrado de plagas y enfermedades tendientes a la producción limpia de hortalizas..* Rionegro; CORPOICA Regional Cuatro. pp. 5-21.
- LEÓN, T. y ESPINOZA, J. (2005). Agricultura ecológica y su normatividad en Colombia: un análisis histórico. En Garrido, S. (Eds.), *Recomendaciones y estrategias para desarrollar la agricultura ecológica en Iberoamérica* (pp. 131-162). Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.
- McLAUGHLIN, M. J.; TILLER, KG; NAIDU, R.; STEVENS, D. P. (1996). "Review: The Behaviour and Environmental Impact of Contaminants in Fertilizers". *Australian Journal of Soil Research*, núm. 34 (1). pp. 1-54.
- Ministerio De Agricultura y Desarrollo Rural. (2002). Informe final: Proyecto marco regulatorio para la implementación de un sistema de incentivos a la producción agropecuaria Ecológica-ECOS.
- \_\_\_\_\_. (2002). Reglamento para la producción primaria, procesamiento, empacado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación y comercialización de productos agropecuarios ecológicos. Resolución número 00074 de 2002.
- \_\_\_\_\_. (2004). Situación actual de la agricultura y la ganadería ecológica en Colombia. Direcciones de política sectorial y de desarrollo tecnológico. Grupo de Sostenibilidad Agropecuaria y Gestión Ambiental. Bogotá. p. 21.
- \_\_\_\_\_. (2005). La cadena de cultivos ecológicos en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de trabajo 68.

- \_\_\_\_\_. (2006). Acuerdo de competitividad de la cadena de hortalizas. *Observatorio Agrocadenas*, Colombia. p. 19. Recuperado desde <http://www.agrocadenas.gov.co/home.htm>
- PIERZYNSKI, G.M.; THOMAS SIMS, J.; VANCE, G.F. (1994). *Soils and Environmental Quality*. Lewis Publisher. pp. 312.
- RAAA, RED DE ACCIÓN EN AGRICULTURA ALTERNATIVA. (2007). Resumen ejecutivo: "Diagnóstico sobre la situación de la agricultura orgánica/ecológica en el Perú". Unidad de incidencia política. pp. 9 -11.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero; Ministerio de Agricultura de Gobierno de Chile. (2005). Calidad de suelo de uso agrícola. Informe: Criterios de calidad de suelo agrícola. pp. 42- 51.
- SALDIAS, R. (2008). Situación y perspectiva de los fertilizantes. Ministerio de Agricultura de Gobierno de Chile. En *Seminario Maule Región semillera*. Talca, Chile. pp. 1 -34.
- TAGLIAVINIA, M.; BALDIA, E.; LUCCHIC, P.; ANTONELLIA, M.; SORRENTIA, G.; BARUZZIB, G. & FAEDIB, W. (2005). Dynamics of Nutrients Uptake by Strawberry Plants (*Fragaria x ananassa Duch*) Grown in Soil and Soilless Culture. *European Journal of Agronomy*, 23, pp. 15-25.
- WILLER, H., & YUSSEFI, M. (2003). "The World of Organic Agriculture. Statistics and Future Prospects". IFOAM.







UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
**JORGE TADEO LOZANO**  
[www.utadeo.edu.co](http://www.utadeo.edu.co)