

# MANUAL POSCOSECHA DE BRÓCOLI, ESPINACA Y LECHUGA EN LA SABANA DE BOGOTÁ

Diagnóstico, manejo y tecnologías poscosecha

Yineth Piñeros Castro



Libertad y Orden

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia



**Asohofrucol**

Asociación Hortifructícola de Colombia  
Administradora del Fondo nacional  
de Fomento Hortifructícola



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
**JORGE TADEO LOZANO**



# MANUAL POSCOSECHA DE BRÓCOLI, ESPINACA Y LECHUGA EN LA SABANA DE BOGOTÁ

Diagnóstico, manejo y tecnologías poscosecha



Libertad y Orden

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia



**Asohfrucol**

Asociación Hortifrutícola de Colombia  
Administradora del Fondo nacional  
de Fomento Hortifrutícola



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
JORGE TADEO LOZANO

Piñeros, Yineth

Manual poscosecha de brócoli, espinaca y lechuga en la sabana de Bogotá : diagnóstico, manejo y tecnologías poscosecha / Yineth Piñeros con la participación de Hugo Escobar... [et al.] – Bogotá : Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2010.

84 p.; il.; 28 cm.

ISBN: 978-958-725-035-0

1. HORTALIZAS VERDES – COSECHA. 2. HORTALIZAS VERDES – TECNOLOGIA POSCOSECHA. 3. BRÓCOLI . 4. ESPINACA. 5. LECHUGA. I. Escobar, Hugo. II. tit.

CDD635.04"P613"

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

## MANUAL POSCOSECHA DE BRÓCOLI, ESPINACA Y LECHUGA EN LA SABANA DE BOGOTÁ

### Diagnóstico, manejo y tecnologías poscosecha

ISBN: 978-958-725-035-0  
Primera edición: 2010

RECTOR:  
José Fernando Isaza Delgado

VICERRECTOR ACADÉMICO:  
Diógenes Campos Romero

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA:  
Diógenes Campos Romero

DECANA PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS:  
Gilma Janeth Luna Cortés

DIRECTOR (E) DE PUBLICACIONES:  
Jaime Melo Castiblanco

DISEÑO DE PORTADA:  
Francisco J. Jiménez M.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:  
Francisco J. Jiménez M.

FOTOGRAFÍA DE PORTADA:  
Maríela Segura

REVISIÓN DE TEXTOS:  
Taller de Edición - Luis Rocca

COORDINACIÓN EDITORIAL:  
Henry Colmenares Melgarejo

IMPRESIÓN:  
ULTRACOLOR LTDA.

# MANUAL POSCOSECHA DE BRÓCOLI, ESPINACA Y LECHUGA EN LA SABANA DE BOGOTÁ

Diagnóstico, manejo y tecnologías poscosecha

YINETH PIÑEROS CASTRO

Editora académica

Con la participación de Hugo Escobar, Laura Serrato, Marisol Aguirre,  
Daniel Rodríguez, Lina Rincón, Mariela Segura, Janeth Luna, Adriana Romero,  
Hugo Lozada y César Pérez



Libertad y Orden

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
República de Colombia



**Asohfrucol**

Asociación Hortifrutícola de Colombia  
Administradora del Fondo nacional  
de Fomento Hortifrutícola



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:

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO POSCOSECHA DE HORTALIZAS:**

**BRÓCOLI, ESPINACA Y LECHUGA**

Este proyecto fue cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural  
y el Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola.

En alianza con:

**Colexagro**

**Hortícola Santa Lucía**

**Productos Agrícolas Agua Clara**

**Fundación para el Desarrollo Universitario de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano**



## Agradecimientos

A los miembros y representantes de la alianza CI Colexagro, Hortícola Santa Lucía, Productos Agrícolas Agua Clara, la Fundación para el Desarrollo Universitario; también al financiamiento del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Fondo de Fomento Hortofrutícola Ashofrucol, por su decidido apoyo al proyecto “Aplicación de tecnologías para el manejo poscosecha de brócoli, espinaca y lechuga”.

A los coinvestigadores del proyecto: Hugo Escobar, Gerardo González, Sandra Pulido, Laura Serrato, Lina Rincón, Maribel García, Mariela Segura y César Pérez. A los ingenieros de alimentos que participaron realizando sus proyectos de grado: Marisol Aguirre, Luis Carlos Suárez, Sebastián Hernández, Mauricio Montilla y Daniel Rodríguez. A Janeth Luna, Hugo Lozada y Adriana Romero. También a Reynaldo Chávez y su colaboración con el suministro de dióxido de cloro.

A los cultivadores y productores de hortalizas de la sabana de Bogotá, quienes manifestaron apoyo al proyecto y se interesaron por participar en las capacitaciones que antecedieron a este documento.

**Yineth Piñeros Castro**  
Investigadora principal  
Profesora asociada del Programa de Ingeniería de Alimentos  
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano





<b>Capítulo 1</b>	<b>Diagnóstico de pérdidas en cosecha y poscosecha de hortalizas (brócoli, espinaca y lechuga) en la sabana de Bogotá</b>	<b>15</b>
1.1.	Introducción	
1.2.	Condiciones generales de los predios	
1.3.	Evaluación de pérdidas poscosecha por causas primarias	
1.3.1.	Pérdidas producidas por problemas fitosanitarios	
1.3.2.	Pérdidas producidas por desórdenes fisiológicos	
1.3.3.	Pérdidas producidas durante la cosecha	
1.4.	Evaluación de pérdidas por causas secundarias	
<b>Capítulo 2</b>	<b>Manual de reducción de pérdidas en cosecha y poscosecha de brócoli</b>	<b>27</b>
2.1.	Introducción	
2.2.	Reducción de pérdidas en cosecha y poscosecha en brócoli	
2.2.1.	Reducción de pérdidas por causas primarias	
2.2.2.	Reducción de pérdidas por causas secundarias	
2.3.	Referencias	
<b>Capítulo 3</b>	<b>Manual de reducción de pérdidas en cosecha y poscosecha de espinaca</b>	<b>33</b>
3.1.	Introducción	
3.2.	Reducción de pérdidas en cosecha y poscosecha en espinaca	
3.2.1.	Reducción de pérdidas por causas primarias	
3.2.2.	Reducción de pérdidas por causas secundarias	
3.3.	Referencias	
<b>Capítulo 4</b>	<b>Manual de reducción de pérdidas en cosecha y poscosecha de lechuga</b>	<b>39</b>
4.1.	Introducción	
4.2.	Reducción de pérdidas en cosecha y poscosecha en lechuga	
4.2.1.	Reducción de pérdidas por causas primarias	
4.2.2.	Reducción de pérdidas por causas secundarias	
4.3.	Referencias	

## **Capítulo 5** Características del centro de acopio y buenas prácticas de manufactura **47**

- 5.1. Introducción
- 5.2. Centro de acopio temporal
- 5.3. Centro de acopio permanente
- 5.4. Buenas prácticas de manufactura
- 5.5. Referencias

## **Capítulo 6** Plan de acción para la reducción de peligros físicos, químicos y biológicos durante la poscosecha de hortalizas de hoja verde **53**

- 6.1. Introducción
- 6.2. Plan de acción
- 6.3. Procedimientos Operativos Estándares de Saneamiento (POES)
- 6.4. Referencias

## **Capítulo 7** Propuesta de tecnologías para la desinfección y conservación en la poscosecha de brócoli **63**

- 7.1. Introducción
- 7.2. Características generales de brócoli cultivado en la sabana de Bogotá
- 7.3. Tecnologías de desinfección
  - 7.3.1. Desinfección de brócoli con ozono
  - 7.3.2. Requerimientos para la aplicación de ozono
- 7.4. Tecnologías de conservación
  - 7.4.1. Evaluación de la película de PVC como empaque para brócoli
  - 7.4.2. Requerimientos para el uso de película de PVC
- 7.5. Combinación de tecnologías de desinfección y conservación
- 7.6. Conclusiones
- 7.7. Referencias

## **Capítulo 8** Propuesta de tecnologías para la desinfección y conservación en la poscosecha de espinaca **69**

- 8.1. Introducción
- 8.2. Características generales de la espinaca cultivada en la sabana de Bogotá

---

### 8.3. Tecnologías de desinfección

8.3.1. Desinfección de espinaca con ozono y dióxido de cloro

8.3.2. Requerimientos para la aplicación de ozono y dióxido de cloro

### 8.4. Tecnologías de conservación

8.4.1. Evaluación de la película de polietileno como empaque para espinaca

8.4.2. Requerimientos para el uso de película de polietileno

### 8.5. Combinación de tecnologías de desinfección y conservación

### 8.6. Conclusiones

## Capítulo 9 Propuesta de tecnologías para la desinfección y conservación en la poscosecha de lechuga

75

### 9.1 Introducción

### 9.2 Características generales de la espinaca cultivada en la sabana de Bogotá

### 9.3. Tecnologías de desinfección

9.3.1. Desinfección de lechuga con ozono y dióxido de cloro

9.3.2. Requerimientos para la aplicación de ozono y dióxido de cloro

### 9.4. Tecnologías de conservación

9.4.1. Evaluación de la película de PVC en lechuga romana y batavia, respectivamente

9.4.2. Requerimientos para el uso de película de polietileno

### 9.5. Combinación de tecnologías de desinfección y conservación

### 9.6. Conclusiones

### 9.7. Referencias



# Introducción

Según un estudio adelantado por la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB, 2005), el sector hortícola de la sabana de Bogotá ofrece enormes posibilidades en los mercados nacionales e internacionales; tanto por su cercanía al mayor centro de consumo y distribución del país, como por la reconocida trayectoria en exportaciones de productos hortofrutícolas. Para aumentar el acceso a estos mercados es conveniente superar algunos problemas relacionados con la poscosecha y transformación para alcanzar altos niveles de competitividad.

Dentro de los aspectos a considerar se destacan la deficiente infraestructura logística y el poco avance en la aplicación de tecnologías que conduzcan a aumentar el tiempo de vida útil de las hortalizas y su valor agregado. El desarrollo de tecnologías apropiadas y económicamente sostenibles, tanto para los productores y comercializadores como para los procesadores, contemplando parámetros de inocuidad y calidad, son una contribución importante para reducir la brecha en la obtención de hortalizas inocuas y de alta calidad para el mercado nacional e internacional.

En los últimos años, el comercio mundial de las hortalizas ha tenido un crecimiento consecuente con el desarrollo de los sistemas poscosecha: las mejoras en los medios de transporte y comunicaciones, el desarrollo de tecnologías que conducen a la obtención de nuevos productos de acuerdo con las expectativas del consumidor y también a las campañas de las autoridades promocionando los beneficios de su consumo para la salud, ya que contribuyen a prevenir trastornos por la falta de nutrientes y reducen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (FAO, 2003). La difusión de los beneficios que proporciona el consumo de las hortalizas, ofrece a los productores la oportunidad de incrementar su producción y participar en nuevos mercados. Uno de los desafíos del sector agrícola es asegurar que el aumento en la producción no comprometa la inocuidad y el valor nutritivo de las hortalizas. Esta tendencia del mercado ha hecho que se desarrollen y apliquen estrategias para garantizar un tiempo de vida útil para las hortalizas apropiado para su comercialización y una calidad nutricional que incluya la presencia de componentes funcionales propios de las hortalizas frescas, tan valorados hoy día por sus propiedades terapéuticas.

Las frutas y hortalizas frescas reciben el nombre de productos perecederos porque tienen una tendencia inherente a deteriorarse por razones fisiológicas, la invasión de plagas, infecciones y enfermedades. Las pérdidas poscosecha en las hortalizas seleccionadas (brócoli, espinaca y lechuga) se dan básicamente por la pérdida de agua y del color verde de sus hojas (amarillamiento), daño mecánico, tasa de respiración alta y podredumbre. Estos daños poscosecha ocurren en cualquier etapa de la cadena de abastecimiento: se pueden dar durante la cosecha, el acopio, la distribución y finalmente cuando el consumidor compra y utiliza el producto.

En los países en vías de desarrollo, las causas más comunes de esto, siguen siendo la manipulación poco cuidadosa del producto y la falta de sistemas adecuados en la conservación de las hortalizas frescas. A estos problemas se suman la falta de selección del producto antes de su almacenamiento y el uso de materiales inadecuados de empaque. Las pérdidas poscosecha representan una disminución significativa de alimentos y un considerable daño económico para los comerciantes, especialmente para los productores. Los adecuados procedimientos en la poscosecha no sólo favorecen la producción de hortalizas frescas inocuas, de excelente calidad nutricional y de mayor vida útil; también, en general, minimizan las pérdidas poscosecha en la cadena de abastecimiento.

En nuestro país, las hortalizas cosechadas, tales como el brócoli, la lechuga y la espinaca, no son sujetas a procesos poscosecha, lo cual hace que éstas tengan un tiempo insuficiente para su comercialización y sufran alteraciones que afectan su calidad y características nutricionales. Según la Cámara de Comercio de Bogotá, las pérdidas en poscosecha siguen siendo muy graves para la cadena hortícola; se estima que los malos manejos en este paso de la comercialización pueden llegar a convertirse en pérdidas del 20 al 30%. El proyecto “Aplicación de tecnologías para el manejo poscosecha de hortalizas: brócoli, espinaca y lechuga”, propuesto y ejecutado por el Programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, realizó la evaluación de tecnologías de desinfección y conservación en la poscosecha de las hortalizas seleccionadas, con el fin de generar propuestas que conduzcan a la obtención de hortalizas frescas inocuas, con características nutricionales y de calidad competitivas a nivel internacional. Para este fin, se constituyó una alianza entre la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, la Fundación para el Desarrollo Universitario, las entidades productoras y comercializadoras Hortícola Santa Lucía, Productos Agrícolas Agua Clara y la comercializadora internacional CI Colexagro.

En este documento sobre poscosecha de brócoli, espinaca y lechuga, se presenta un diagnóstico de sus pérdidas en cosecha y poscosecha en la sabana de Bogotá. Posteriormente, se presentan las actividades más importantes en la cosecha y poscosecha de brócoli, espinaca y lechuga que conducen a una reducción en las pérdidas, incluyendo las características de los centros de acopio y aspectos generales relacionados con las buenas prácticas de manufactura. Teniendo en cuenta que se deben reducir los peligros físicos, químicos y biológicos durante la poscosecha, en el capítulo 6, del presente documento se describe un plan de acción.

Para finalizar, se plantea la descripción de una propuesta básica para la desinfección y conservación de cada una de las hortalizas, y se proponen alternativas viables para implementar en las salas poscosecha de la sabana de Bogotá, teniendo en cuenta los principales resultados del proyecto de investigación citado anteriormente.

## Manuales de reducción de pérdidas en cosecha y poscosecha de brócoli, espinaca y lechuga

Los alimentos frescos pueden tener un alto riesgo de contaminación por factores biológicos, físicos y químicos, desde su desarrollo en los campos de cultivo hasta su llegada al consumidor final; por ello es importante determinar las pérdidas por causas primarias y secundarias, las cuales se presentaron en el capítulo 1, para tomar medidas de control en cada una de las etapas del proceso productivo.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los productores de hortalizas de la sabana de Bogotá cuenta con áreas de cultivo medianas y pequeñas, las tecnologías que se apliquen para disminuir las pérdidas en cosecha y poscosecha deben ser sencillas, de fácil acceso y bajo costo, por lo cual en estos manuales se darán recomendaciones prácticas para cada una de las actividades que se realizan durante la cosecha y la poscosecha.

En los siguientes capítulos de este documento, se emiten recomendaciones para reducir las pérdidas de cosecha por causas primarias y secundarias en brócoli, espinaca y lechuga. Las primeras, incluyen las labores realizadas al cultivo desde su siembra hasta la cosecha y el traslado del producto al centro de acopio. Las segundas, incluyen desde el acondicionamiento del producto hasta el almacenamiento y transporte hacia el mercado destino. De forma complementaria, se presenta en el capítulo 5, una revisión de las características que deben presentar los centros de acopio y se hace una breve reseña de las buenas prácticas de manufactura, indispensables para la obtención de productos inocuos.





Yineth Piñeros Castro<sup>1</sup>  
César Pérez<sup>2</sup>  
Laura Serrato<sup>3</sup>  
Mariela Segura Abril<sup>4</sup>

# Capítulo 1

## Diagnóstico de pérdidas en cosecha y poscosecha de hortalizas (brócoli, espinaca y lechuga) en la sabana de Bogotá

- 1.1. Introducción
- 1.2. Condiciones generales de los predios
- 1.3. Evaluación de pérdidas poscosecha por causas primarias
  - 1.3.1. Pérdidas producidas por problemas fitosanitarios
  - 1.3.2. Pérdidas producidas por desórdenes fisiológicos
  - 1.3.3. Pérdidas producidas durante la cosecha
- 1.4. Evaluación de pérdidas por causas secundarias

<sup>1</sup>Ingeniera Química, M.Sc, Ph.D. (Candidata), profesora asociada del Programa de Ingeniería de Alimentos, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, yineth.pineros@utadeo.edu.co

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo, contratista de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, capereztorres123@hotmail.com

<sup>3</sup>Ingeniera de Alimentos, contratista de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, laura.serrato@gmail.com

<sup>4</sup>Ingeniera Agrónoma, contratista de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, mseguraa@unal.edu.co

## 1.1. Introducción

La sabana de Bogotá es el principal productor de hortalizas en Colombia, dentro de ellas principales se encuentran el brócoli, la lechuga y la espinaca. La producción se concentra principalmente en los municipios del sur y occidente de la sabana como Soacha, Madrid, Mosquera, Facatativá y en algunos municipios del norte como Cota, Chía, Cajicá y Zipaquirá (DANE, 2002). En la figura 1 se muestra la ubicación de los municipios productores de hortalizas en la sabana de Bogotá.

El brócoli pertenece a la familia de las crucíferas, dentro de la cual se encuentran el repollo y la coliflor. En Colombia, se cultivan en zonas entre los 1.600 y los 2.500 msnm lo que equivale a temperaturas entre 15 y 20°C; los departamentos con mayor producción son Cundinamarca, Boyacá y Antioquia (Jaramillo y Leyva, 2002). Para el año 2001, se sembraron en el país 3400 hectáreas de estas especies, lo que representa el 3,6% de la participación del total nacional del área sembrada en hortalizas. Para el año 2002, la mayor área sembrada en la sabana de Bogotá se encontraba en el municipio de Cota, seguido por el municipio de Mosquera, con un rendimiento promedio de 21 toneladas por hectárea (DANE, 2002). En la actualidad la mayor área sembrada se ha desplazado a este municipio. Los materiales vegetales que se utilizan en la sabana de Bogotá corresponden en su mayoría a híbridos que presentan mejores rendimientos y uniformidad en cuanto a forma, peso, color y tamaño de las pellas. Dentro de los materiales más utilizados se encuentran legacy, marathon, fiesta, coronado y heritage, con ciclos de cultivo de 80 días y con pesos promedio por pella de 350 a 450 gramos.

La espinaca se produce en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Norte de Santander, y existen indicios no documentados de cultivos en Boyacá. El rendimiento en el departamento de Cundinamarca es de 18,25 toneladas por hectárea, con un área de 112,69 ha. El municipio de Cota en Cundinamarca es el mayor productor nacional de espinaca y participó en el año 2002 con el 71% de la producción departamental (DANE, 2002). Se estima que en los últimos años el área promedio de espinaca sembrada en este municipio ha sido de 90 hectáreas. Los materiales vegetales de espinaca que se siembran en la sabana de Bogotá corresponden en su mayoría a híbridos tales como quinto y grenell. La escogencia del material vegetal está directamente relacionada con la disponibilidad de la semilla en el mercado por parte de las casas comerciales.

La lechuga batavia representa el 22,65% del área sembrada en hortalizas en la sabana de Bogotá, con un mayor número de área sembrada en los municipios de Madrid, Mosquera y Cota, con un rendimiento promedio de 22,6 toneladas por hectárea (DANE, 2002). En la actualidad, los principales departamentos productores de lechuga batavia son Cundinamarca y Boyacá, y su cultivo se está extendiendo a otras regiones como es el caso del departamento de Nariño. Con relación a los otros tipos de lechugas (romana, crespita y lisa) no se cuenta con datos estadísticos precisos, sin embargo su producción se concentra en la sabana de Bogotá.

En nuestro país, las hortalizas cosechadas, tales como el brócoli, la lechuga y la espinaca no están sujetas a procesos poscosecha, lo cual forma parte de las causas por las cuales el tiempo de comercialización es insuficiente y sufren alteraciones que afectan su calidad y características nutricionales.

En los países en vías de desarrollo, las causas más comunes de pérdidas en la poscosecha son la manipulación poco cuidadosa del producto y la falta de sistemas adecuados para la conservación de las hortalizas frescas. A estos problemas, se suman la falta de selección del producto antes de su almacenamiento y el uso de materiales inadecuados de empaque. Las pérdidas poscosecha representan una disminución significativa de alimentos y un considerable daño económico para los comerciantes, especialmente para los productores.

Con el fin de conocer el estado actual de la poscosecha de brócoli, espinaca y lechuga en la sabana de Bogotá, se realizó una evaluación de las principales causas de pérdidas poscosecha clasificándolas como causas primarias (plagas y enfermedades, actividades precosecha, agua de riego, etcétera) y secundarias (infraestructura de almacenamiento, transporte, empaque, planificación inadecuada de la producción y la cosecha, deficiencia en los procesos de desinfección, equipos usados en la cosecha, procedimientos de conservación, etcétera). Los resultados se presentan en este documento de diagnóstico, el cual se realizó en los principales municipios productores de hortalizas de la sabana de Bogotá. Se consolidó la información obtenida mediante la aplicación de encuestas a los productores de hortalizas en el sitio de cultivo y acopio, orientadas a la consecución de información relacionada con las causas de pérdidas poscosecha.

## 1.2. Condiciones generales de los predios

Los predios que participaron en este estudio de diagnóstico se seleccionaron de acuerdo con la oferta productiva de los cultivos. En el caso del brócoli el mayor número de predios se encontraron en el municipio de Mosquera con un 21%, seguido del municipio de Facatativá con el 17%, y Cota con el 12%. Los demás predios correspondieron a otros municipios como Soacha, Subachoque y Cogua. En cuanto a los predios de espinaca, se concentraron en el municipio de Cota con un 64%, seguidos por Facatativá con el 18% y Chía con el 7% de los predios evaluados. La lechuga batavia se encontró en un 70% en el municipio de Facatativá seguido con el 30% por el municipio de Madrid. Con relación a las lechugas de variedades, los mayores porcentajes de predios encuestados se encontraron en los municipios de Tocancipá con un 43 y 54% para la lechuga romana y la lechuga verde crespa, respectivamente, seguido por el municipio de Chía con un 28,5 y 25%. En la tabla 1 se presenta el consolidado de la ubicación de los predios evaluados en este diagnóstico. (Ver Tabla 1).

Las áreas de los predios encuestados varían dependiendo del tipo de cultivo, desde lotes muy pequeños en las lechugas de variedades, hasta lotes de

**Tabla 1. Porcentaje de predios por municipio.**

Producto	Cota	Chía	Facatativá	Madrid	Mosquera	Tocancipá	Otros
<b>Brócoli</b>	12%	0%	17%	0%	21%	4%	46%
<b>Espinaca</b>	64%	7%	18%	0%	0%	0%	11%
<b>Lechuga batavia</b>	0%	0%	70%	30%	0%	0%	0%
<b>Lechuga romana</b>	0%	28,5%	0%	21,5%	0%	43%	7%
<b>Lechuga verde crespa</b>	0%	25%	0%	14%	0%	54%	7%

varias hectáreas en los cultivos de lechuga batavia y brócoli. En la tabla 2, se encuentran algunas características de los predios relacionadas con el área y la densidad de siembra.

En cuanto al sistema de riego, se encontró que la mayoría de los predios con cultivos de lechuga y de

brócoli cuentan con sistemas de riego localizado (figura 1), mientras que en los cultivos de espinaca es muy baja la disponibilidad de estos sistemas. Los resultados para cada una de las hortalizas se presentan en la figura 2a, en donde se evidencia que la lechuga romana es la hortaliza con mayor porcentaje de riego con un 93%.

Tabla 2. Áreas de los lotes de producción y densidad de siembra.

Producto	Área promedio m <sup>2</sup>	Plantas por hectárea
Brócoli	800 a 10.000	40.000 a 60.000
Espinaca	1000 a 30.000	150.000
Lechuga batavia	10.000 a 30.000	60.000
Lechuga romana	18 a 5000	120.000
Lechuga verde crespa	24 a 8.000	120.000

Figura 1. Cultivos con sistema de riego La Segura.



a. Lechuga batavia



b. Brócoli

Figura 2a. Disponibilidad de sistema de riego.

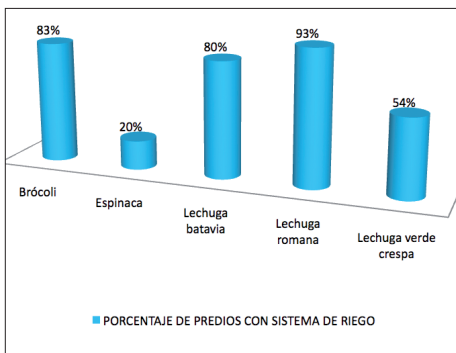
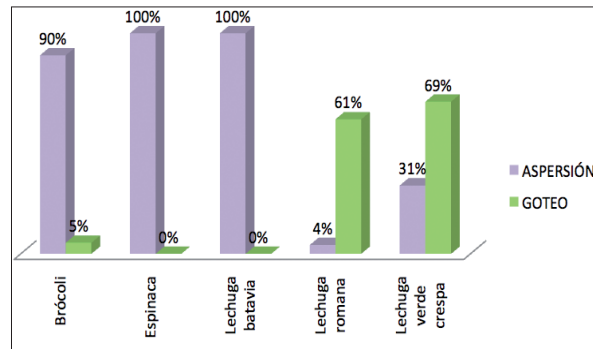


Figura 2b. Tipo de sistema de riego.



El principal sistema de riego en los lotes de brócoli, espinaca y lechuga batavia es el de aspersión, mientras que en los lotes de lechugas de variedades (verde crespa y romana) el sistema de riego predominante es por goteo, en porcentajes cercanos al 65% de los lotes (figura 2b). En los predios, el agua de riego proviene de diferentes fuentes como reservorio, río, pozo, vallado o canal de riego y lluvia. La mayoría de lotes no obtienen el agua de una única fuente. Por ejemplo, en los cultivos de brócoli, el agua proviene principalmente de río, reservorio y pozo; en los cultivos de espinaca, de pozos profundos y de agua lluvia; en los cultivos de lechuga batavia, de reservorio y vallado y en los cultivos de lechugas de variedades (romana y verde crespa), de agua de reservorio (Ver Tabla 3).



Figura 3. Cultivo de lechugas de variedades con cobertura plástica.

### 1.3. Evaluación de pérdidas poscosecha por causas primarias

#### 1.3.1. Pérdidas producidas por problemas fitosanitarios

El 96% de los lotes de brócoli presentaba invertebrados, plaga de importancia económica, dentro de ella los más importantes eran los trozadores (*Agrotis ipsilon*) con un 29% y el conjunto de trozadores y babosas en un 25%. En los lotes de espinaca el 89% de los mismos tenían presencia de invertebrados, plaga de la cual el 42% correspondía al conjunto de áfidos (*Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*) y el 25% a babosas. El 70% de los lotes de lechuga batavia tenía presencia de áfidos y babosas. En los lotes de lechuga romana, el 79% tenía presencia de plagas de invertebrados, dentro de las cuales había un mayor porcentaje de áfidos y babosas con un 25%. En la figura 5, se muestra una fotografía de la lechuga batavia con presencia de daño por babosas. En el caso de la lechuga verde crespa, el 93% de los lotes presentaba invertebrados de importancia económica, de los cuales el 53% correspondía al complejo formado por áfidos y

Tabla 3. Procedencia agua de riego.

Producto	Procedencia del agua	Porcentaje de lotes
Brócoli	Reservorio, río y pozo	42%
Espinaca	Pozo profundo	43%
Lechuga batavia	Reservorio y vallado	47%
Lechuga romana	Reservorio	33%
Lechuga verde crespa	Reservorio	25%

El uso de coberturas plásticas (figura 3) y la siembra bajo invernadero, se limita a los cultivos de lechuga romana y verde crespa; el 86% de los lotes de lechuga romana se encontraba bajo invernadero y el 56% tenían cobertura plástica; mientras que el 32% de los lotes de lechuga verde crespa se encontraba bajo invernadero y el 48% tenía cobertura plástica.

babosas. En conclusión, se encontró que existen altos porcentajes de invertebrados plaga en cada una de las hortalizas estudiadas ( Ver figura 4).

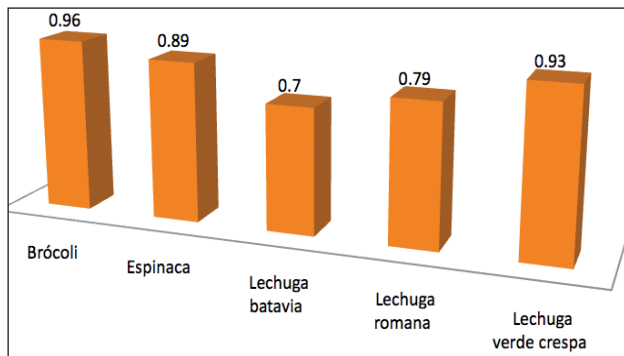


Figura 4. Presencia de invertebrados plaga.

Aunque en la mayoría de lotes encuestados se encontraron varias plagas actuando a la vez, predominaban una o dos plagas dentro de los complejos, como se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Principales invertebrados plaga.

Producto	Plaga	Porcentaje de lotes
Brócoli	Trozadores	87%
Espinaca	Babosas	81%
Lechuga batavia	Áfidos y babosas	70%
Lechuga romana	Áfidos	58%
Lechuga verde crespa	Áfidos	85%



Figura 5. Daño causado por babosas en lechuga batavia.

Con respecto a la incidencia de enfermedades, se puede afirmar que estuvo relacionada con las condiciones climáticas presentes durante la temporada en la cual se realizaron las encuestas. En la figura 6, se encuentran los porcentajes de los lotes en los cuales se encontró presencia de enfermedades. Las principales enfermedades que se hallaron en el cultivo de brócoli fueron la hernia de las crucíferas (*Plasmodiphora brassicae*) en el 33% de los lotes, seguida por alternaria (*Alternaria sp.*) en un 13% de los lotes. En la espinaca, el 61% de los lotes presentaba moho gris (*Botrytis cinerea*) seguido en un 39% de los lotes con mildew velloso (*Peronospora spinacea*).

En los lotes de lechuga batavia la principal enfermedad fue botrytis (*Botrytis cinerea*) en el 97% de los lotes, seguida por esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) con una presencia del 94% en los lotes.

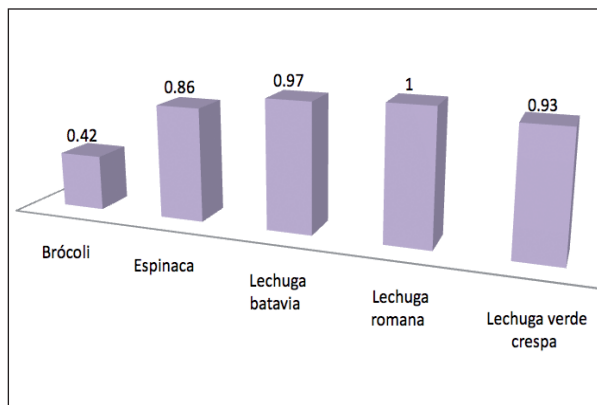


Figura 6. Incidencia de enfermedades.

En la lechuga romana la principal enfermedad presente fue esclerotinia en el 86% de los lotes, seguida por botrytis en un 82%. Con relación a la lechuga verde crespa se encontró botrytis en el 82% de los lotes, seguida por esclerotinia con el 60%. Los resultados se consolidan en la tabla 5.

Tabla 5. Principales enfermedades.

Producto	Enfermedad	Porcentaje de lotes
Brócoli	Hernia de las crucíferas	33%
Espinaca	Botrytis	61%
Lechuga batavia	Botrytis	97%
Lechuga romana	Esclerotinia	86%
Lechuga verde crespa	Botrytis	82%

Es importante tener en cuenta que la incidencia de hernia de las crucíferas (figura 7) en el cultivo de brócoli puede producir pérdidas hasta del 90% de la producción, y que la esclerotinia en los cultivos de lechuga puede producir pérdidas hasta del 80%.



Figura 7. Síntoma de hernia de las crucíferas en brócoli.

### 1.3.2. Pérdidas producidas por desórdenes fisiológicos

Tanto el brócoli como la espinaca y las lechugas pueden presentar diferentes desórdenes fisiológicos producidos por deficiencias o excesos nutricio-

nales, estrés hídrico o cambios bruscos de temperatura. Dentro de las hortalizas estudiadas se encontró que el 21% de los lotes de brócoli, el 61% de los lotes de espinaca, el 78% de los lotes de lechuga batavia, el 43% de los lotes de lechuga romana y el 46% de los lotes de lechuga verde crespa presentaban desórdenes fisiológicos (figura 8).

En el cultivo de brócoli el principal desorden fisiológico fue la presencia de coloración morada en las hojas de la planta (figura 9), acompañada por una disminución del crecimiento de la planta; esto producido por excesos de humedad en el suelo. En la espinaca se encontraron puntas quemadas y amarillamiento en las hojas (figura 10). Las causas de ello, cambios bruscos de temperatura y exceso de humedad en el suelo, respectivamente. En la lechuga batavia los principales desórdenes fisiológicos encontrados fueron pardeamiento y puntas quemadas. Estos síntomas se relacionan con deficiencias de calcio o de potasio, temperaturas altas, desequilibrio en el riego y escasa humedad relativa. En la lechuga romana y la lechuga crespa, el principal desorden encontrado fue bordes quemados en la parte superior de las hojas. Los datos de los principales desórdenes fisiológicos se encuentran en la tabla 6.

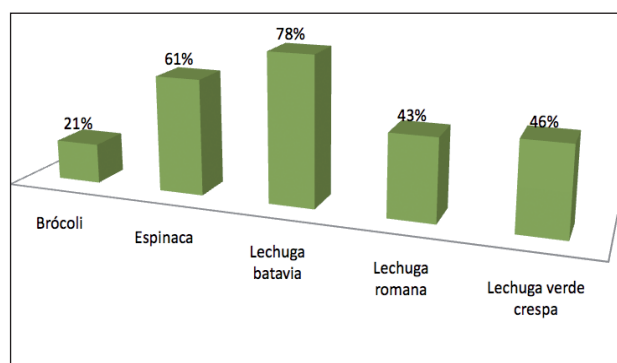


Figura 8. Presencia de desórdenes fisiológicos.

Tabla 6. Principales desórdenes fisiológicos.

Producto	Desorden fisiológico	Porcentaje de lotes
Brócoli	Coloración morada en las hojas	21%
Espinaca	Amarillamiento de hojas	54%
Lechuga batavia	Puntas quemadas	83%
Lechuga romana	Puntas quemadas	43%
Lechuga verde crespa	Puntas quemadas	43%



Figura 9. Coloración morada en el cultivo de brócoli.



Figura 10. Amarillamiento de hojas en el cultivo de espinaca.

### 1.3.3. Pérdidas producidas durante la cosecha

En los lotes valorados se encontró que las pérdidas varían dependiendo del producto, de las condiciones climáticas y de la presencia de plagas y enfermedades durante el ciclo de cultivo. Para cada uno de los cultivos evaluados se determinaron las principales causales de pérdidas.

**Brócoli:** las principales pérdidas son debido a la sobre-madurez del producto (figura 11), ya que se debe cosechar cuando las pellas (inflorescencias) son firmes, con granos finos y bien cerradas; cuando se pasa el momento oportuno de cosecha, las pellas pierden consistencia y se tornan de color amarillo. Las pérdidas por sobre-madurez pueden ser hasta del 10% de la producción. En el proceso de selección de la cosecha, del 24 al 22% constituye desecho.



Figura 11. Brócoli sobre-maduro.

La cosecha del brócoli se realiza de forma manual con ayuda de un cuchillo, dejando de 5 a 8 cm de pedúnculo; las pellas recién cosechadas se colocan en canastillas plásticas con un número de 8 a 10 unidades. El tamaño de cada cabeza depende del mercado de destino; si el brócoli tiene como fin las plazas mayoristas, los pesos varían entre 600 a 650



gramos. Cuando el destino son los almacenes de cadena y la exportación, el tamaño no puede ser superior de 400 a 500 gramos.

**Espinaca:** el momento oportuno para la cosecha de la espinaca está determinado por la duración del ciclo de cultivo, que generalmente ocurre dos meses después de la siembra. En el caso de la espinaca *baby* la lámina foliar no puede superar los 10 cm de longitud. La cosecha de la espinaca se realiza de forma manual; las plantas se arrancan de raíz y se hacen atados (figura 12) de 750 gramos compuestos por 3 a 5 plantas. También se pueden cosechar las hojas de manera individual y se colocan en canastillas como es el caso de las espinacas *baby*.



Figura 12. Atado de espinaca.

Los atados se ponen inicialmente en el suelo y luego se ubican en canastillas plásticas con peso entre 9 y 12 kg. Después se llevan al centro de acopio o al sitio en donde se les realiza el lavado. Las pérdidas durante la cosecha de espinaca están alrededor del 15%.

**Lechuga batavia:** el momento oportuno de recolección se determina cuando la cabeza está com-

pacta y firme. La cosecha se realiza de forma manual con ayuda de cuchillos de acero inoxidable que en la mayoría de los casos no se desinfectan. A las lechugas cosechadas se les retiran las hojas más externas que han estado en contacto con el suelo y presentan daños de tipo fitosanitario. Una vez cosechadas y limpias, se ubican en canastillas plásticas (figura 13), generalmente de a 12 unidades que varían de peso dependiendo de las condiciones climáticas y de la variedad. El peso puede oscilar entre 600 a 1.000 gramos. Cuando las lechugas son muy grandes y pesadas, se producen daños por compresión en las cabezas y por fricción contra las paredes de las canastillas.

Aunque en la mayoría de los casos las canastillas de recolección se lavan antes de la cosecha, no existe la debida precaución para mantenerlas limpias. Otra causa de pérdida en campo es la sobreacumulación de canastillas (figura 13), esto debido a que se hacen arrumes hasta de 8 canastillas que causan compresión en las cabezas de la parte superior de cada una de aquellas.

Las pérdidas durante la cosecha de lechuga pueden ser hasta del 30% debido a la falta de compactación en las cabezas, excesos de humedad en el suelo durante el ciclo de cultivo y a la presencia de enfermedades como esclerotinia y moho gris (*Botrytis cinerea*).



Figura 13. Lechuga batavia recolectada en canastillas plásticas.

**Lechuga romana y lechuga verde crespa:** la cosecha en las lechugas de variedades está determinada por la duración del ciclo de cultivo y por el tamaño de las unidades. El peso ideal para la cosecha es superior a 250 gramos. Este se obtiene generalmente a las ocho semanas posteriores al trasplante. La cosecha se realiza de forma manual con ayuda de cuchillos de acero inoxidable. Una vez realizada la cosecha de las lechugas, se les retiran las hojas más externas que presentan suciedad o daños por plagas o enfermedades y se efectúa el sellado en la zona de corte (figura 14).



Figura 14. Cosecha de lechuga romana.

Una vez que las lechugas son cosechadas y debidamente selladas, se empaca cada unidad en capuchones de polietileno, ubicándolos posteriormente en canastillas plásticas de 12 unidades. En la mayoría de los cultivos la selección y clasificación del producto se realiza directamente en el campo de cultivo. Las pérdidas durante la cosecha de las lechugas de variedades, oscilan entre el 17 y 60% para la verde crespa y del 5 al 42% para la lechuga romana, dichas pérdidas se producen por la cantidad de hojas que se desechan al momento de cosecharlas.

El mayor porcentaje de pérdidas de brócoli, espinaca y lechuga batavia por causas primarias, se

encuentra entre el rango del 0 al 10%, en lechuga romana del 10 al 20% y en lechuga verde crespa del 30 al 40% (tabla 7). Sin embargo, es importante señalar que los valores promedio fueron de 19,2% para lechuga batavia, 25,4% para lechuga romana, 37% para lechuga verde crespa, 17,5% para espinaca y 20,58% para brócoli.

Tabla 7. Porcentaje de pérdidas por causas primarias.

Producto	Rango	Porcentaje de lotes
Brócoli	0-10%	47%
Espinaca	10-20%	42%
Lechuga batavia	0-10%	56%
Lechuga romana	10-20%	44%
Lechuga verde crespa	30-40%	36%

#### 1.4. Evaluación de pérdidas por causas secundarias

Son las pérdidas que ocurren, una vez el producto ha sido cosechado y retirado del campo de cultivo, en los centros de acopio y durante el transporte hasta el cliente final. Las pérdidas están determinadas por las características del centro de acopio (estructura física, ventilación, mesas de clasificación, cuarto frío y planes de saneamiento básico), manejo de los productos en el centro de acopio (condiciones de almacenamiento, ubicación del producto, pérdidas por embalaje, criterios de clasificación y tratamientos realizados), y transporte (hora de ingreso y salida, tipo de transporte, disposición embalaje y condiciones higiénicas).

**Brócoli:** no se realizan procesos de lavado y/o desinfección, ni empaque. El cultivo de brócoli no se realiza de forma escalonada, por lo tanto no se cuenta con centros de acopio exclusivos para dicho producto y en la mayoría de los casos se transporta directamente del cultivo a los mercados. Cuando el producto se transporta al centro de acopio se realiza un almacenamiento provisional con una permanencia promedio de 5 horas y media, a una temperatura promedio de 17°C y con una humedad relativa promedio del 76%. Las pérdidas, durante el transporte al centro de acopio o al destino de comercialización, están entre el 5 al 10%, y ocurren debido a la fricción de las cabezas entre sí y a la compresión con las canastillas.

**Espinaca:** en el 29% de los lotes evaluados se realiza el proceso de lavado y desinfección. Las mayores pérdidas se producen durante el proceso de lavado (en ese momento las hojas sufren daños mecánicos), y durante el embalaje en el medio de transporte que lleva el producto desde el cultivo hasta el centro de acopio o al mercado destino. Otra causa importante de pérdidas en poscosecha se debe a la deshidratación del producto junto a la ruptura de las hojas por el daño mecánico mencionado, ya que éste promueve la proliferación de hongos y bacterias. Con relación al transporte de la espinaca, se producen pérdidas por daños mecánicos y adicionalmente se afecta la higiene del producto, ya que en repetidas ocasiones se lleva directamente del campo de cultivo a los mercados en atados, y son cargados a granel en los camiones (figura 15). Las pérdidas por causas secundarias están alrededor del 20%.



Figura 15. Espinaca transportada a granel.

**Lechuga batavia:** no se realizan procesos de lavado y/o desinfección, ni empaque. Este producto se transporta desde los campos de cultivo directamente a los mercados o a los centros de acopio para su adecuación y posterior despacho. La mayoría de los centros de acopio donde se adecua la lechuga batavia tiene el piso de cemento y cuenta con buena ventilación. La principal adecuación que se realiza es el retiro de las hojas externas de las cabezas para que se vean más frescas y la eliminación de las hojas que tengan presencia de daños por plagas, enfermedades o evidencias de daños físicos. Este residuo puede ser equivalente al 15% del peso de la cabeza (figura 16).



Figura 16. Hojas desechadas durante la adecuación de la lechuga batavia.

**Lechuga romana y lechuga verde crespa:** las pérdidas en la poscosecha de las lechugas de variedades, se deben principalmente al peso inadecuado del producto para su comercialización, ya que el empaque de las unidades se realiza directamente en campo sin corroborar el peso durante este proceso. Este es el principal motivo de devolución del producto. Teniendo en cuenta que las lechugas de variedades se adecuan directamente en campo, los centros de acopio son lugares de paso. Con relación al transporte del producto hacia el mercado de destino, éste se realiza en medios de transporte no refrigerados y debido a la logística de entrega de los despachos, el producto puede durar hasta 12 horas dentro del vehículo sin condiciones adecuadas de almacenamiento.

En los pocos casos en los que el producto se lleva a un centro de acopio, éste cuenta con buena aireación, iluminación y con mesas de acero para las labores de selección, clasificación y empaque. En estos casos la labor de sellado de la zona de corte se realiza al momento de empacar y se rectifica el peso de cada unidad, de tal manera que las devoluciones por peso son mínimas (Figura 17).



**Figura 17.** Clasificación de lechugas de variedades en mesas de acero.

En los centros de acopio de los productos evaluados, se detectó presencia de plagas tales como babosas y trozadores, enfermedades como el moho gris (*Botrytis cinerea*) en un 22% y desórdenes fisiológicos en un 10%, predominando el quemado de puntas. Sólo en un 36% de los lugares se realiza el lavado de los productos y las pérdidas en los centros de acopio se cuantifican en un 14%. En la mayoría de los centros, no existen planes de saneamiento básico ni planeación de la producción y sólo un 7% de ellos cuentan con un cuarto frío. En el 86% de los casos, los productos van almacenados con otros productos hortícolas, principalmente el tomate, y sólo el 15% de los vehículos se lavan para cargar los productos.





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ  
JORGE TADEO LOZANO

ISBN: 978-958-725-035-0



9 789587 250350