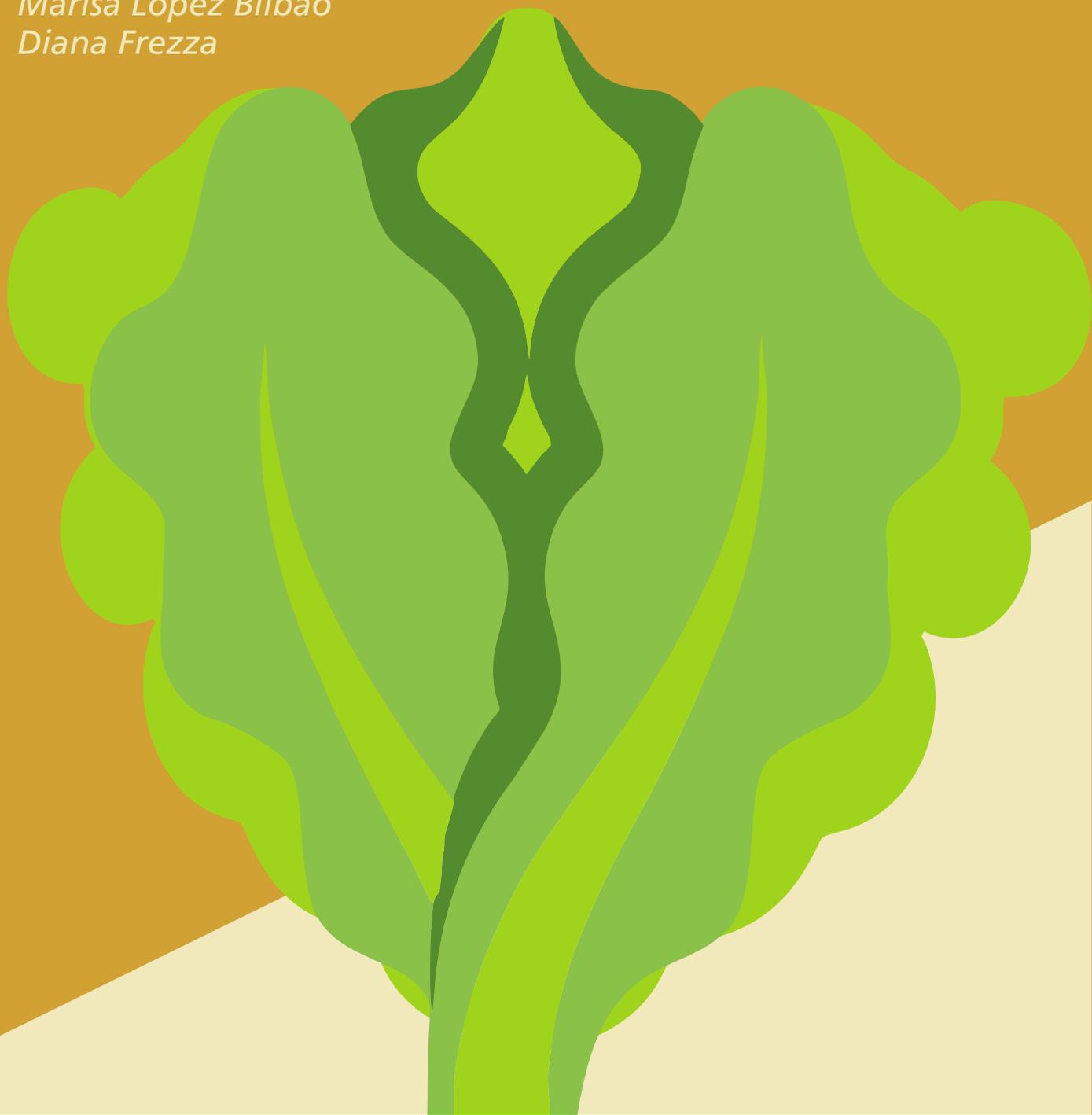


Lechuga

Compiladoras

Marisa Lopez Bilbao

Diana Frezza



INTA // Ediciones

Colección
EDUCACIÓN SUPERIOR

Lechuga

Compiladoras

Marisa Lopez Bilbao

Diana Frezza

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

Ediciones INTA. Buenos Aires, 2022.

Lechuga

Marisa Lopez Bilbao
Diana Frezza

1ra. Edición

Ediciones INTA

Septiembre de 2022

ISBN 978-987-679-346-9

635.52 Lechuga / compiladoras Marisa López Bilbao, Diana Frezza. –
L49 Buenos Aires : Ediciones INTA, 2022.
83 p. : il. (PDF)

ISBN 978-987-679-346-9 (digital)

i.López Bilbao, Marisa. ii. Frezza, Diana

LECHUGAS – MANEJO DEL CULTIVO – ECOFISIOLOGIA – ENFERMEDADES
DE LAS PLANTAS – PLAGAS DE PLANTAS – MALEZAS –
FITOMEJORAMIENTO – COMERCIALIZACION

DD-INTA

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.

Diseño:

Área de Comunicación Visual

Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional

Este libro

cuenta con licencia:



Marisa Lopez Bilbao es Lic. en Cs. Biológicas (FCEyN, UBA) con orientación en Biotecnología y Dra. en Cs. Biológicas (UCM, España). Especializada en Biotecnología Vegetal trabajó con diversas especies de interés agronómico (caña de azúcar, trigo, centeno, tabaco, girasol y lechuga) utilizando técnicas de cultivo *in vitro*, transformación genética y recientemente edición génica. Coordinó las actividades en la cadena de lechuga del INTA de 2010 al 2018. Desarrolla su tarea de investigación en el Instituto de Biotecnología (CICVyA, INTA) donde dirige su grupo de trabajo en Biotecnología en Asteráceas (girasol y lechuga), coordina el Sector Cultivo de Tejidos Vegetales y las actividades reguladas de los Invernáculos de Bioseguridad. Además, es presidente de REDBIO Argentina AC desde abril 2015 (3 períodos consecutivos) y está involucrada activamente en la difusión y comunicación de la ciencia, participando en la organización de simposios, talleres y workshops.

Diana Frezza es ingeniera agrónoma con orientación en producción agropecuaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Buenos Aires (FA-UBA). Posee el título de *Magíster Scientiae* en Horticultura (UNCuyo), Especializada en sistemas de producción (Cultivos protegidos y sin suelo, Universidad de Almería, España) y poscosecha de especies hortícolas. Es profesora asociada a cargo de la Cátedra de Horticultura (FA-UBA) y fue docente en la maestría de Producción Vegetal de la Escuela para Graduados FA-UBA (convenio con la Universidad Ben Gurion, Israel). Docente invitada para el dictado de dos cursos en la Maestría de Horticultura y actualmente para el curso Fertirriego de la maestría en Riego y Drenaje, ambos posgrados de la UNCuyo. Ha dirigido y participado de numerosos proyectos de investigación, así como también dirigido recursos humanos de grado y posgrado. Posee numerosas publicaciones con referato, libro, capítulos de libro y presentaciones en congresos de la especialidad, nacionales e internacionales. Es evaluadora de trabajos científico de diversas publicaciones tanto nacionales como internacionales. Fue presidente de la Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO) y participa como miembro activo de los eventos que organiza la Asociación. ●

AUTORES (por orden alfabético)

ADLERCREUTZ, ENRIQUE	AER Mar del Plata, INTA
AVICO, EDA L.	EEA Colonia Benítez, INTA
BALCAZZA, LUIS F.	Fac. Cs. Agrarias, UNAJ
CARASSAY, LUCIANO R.	Fac. Agronomía y Fac. Cs. Ex. y Naturales, UNLPam
DARQUI, FLAVIA S.	Instituto Biotecnología, CICVyA, CNIA, INTA
DE PASCUALE BOVI, JUAN A.	EEA Bariloche, INTA
DIAZ, BEATRIZ M.	EEA Concordia, INTA
FERNÁNDEZ LOZANO, JOSÉ	Horticultura, Fac. Agronomía, UBA
FREZZA, DIANA	Horticultura, Fac. Agronomía, UBA
FUNES, CLAUDIA F.	EEA Famaillá, INTA
GATTI, MARIANO A.	AER Monte Vera, INTA
GRASSO, RODOLFO	Horticultura, Fac. Cs. Agrarias, UNR
KIRSCHBAUM, DANIEL S.	EEA Famaillá, INTA
LANZA VOLPE, MELISA	EEA La Consulta, INTA
LOPEZ BILBAO, MARISA	Instituto Biotecnología, CICVyA, CNIA, INTA
MONDINO, MARÍA CRISTINA	AER Arroyo Seco, INTA / Horticult, Fac. Cs. Agrarias, UNR
RADONIC, LAURA M.	Instituto Biotecnología, CICVyA, CNIA, INTA
RAMPULLA, MIGUEL	EEA Salta, INTA
RUDELLI, MARCELA M.	EEA Valles Calchaquíes, INTA
SANCHEZ, EMILIANA	EEA AMBA, INTA / Horticultura, Fac. Agronomía, UBA
SHINDOI, MAURO	EEA Colonia Benítez, INTA
STRASSERA, MARÍA EUGENIA	EEA AMBA, INTA
VIGLIANCHINO, LILIANA	EEA Balcarce, INTA



La **Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO)**, principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)**, que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina.

En este fascículo se refleja la importancia, así como la versatilidad del cultivo de lechuga. Especie consumida en casi todo el mundo, que suele ser de fundamental importancia para los productores familiares y que, además, debido a su plasticidad, también incorpora los últimos avances biotecnológicos para su mejoramiento. ●

Ing. Agr. Roberto Rodríguez
Coord. Editorial ASAHO

Ing. Agr. Carlos Parera
Coord. Editorial INTA



Capítulo 1..... 10

Generalidades

Diana Frezza, Marisa Lopez Bilbao

- 1.1. Taxonomía
Familia Asteraceae
Lactuca sativa L.
- 1.2. Importancia económica del cultivo
Producción y comercialización en el mundo
Producción y comercialización en Argentina
- 1.3. Calidad nutricional

Capítulo 2..... 14

Anatomía y morfología

Luciano R. Carassay

- 1. Sistema radical
- 2. Hojas
- 3. Tallo
- 4. Flores y floración
- 5. Fruto

Capítulo 3..... 17

Ecofisiología de cultivo

Luciano R. Carassay

- 3.1 El ciclo de la planta
- 2.1 Fases de crecimiento y desarrollo
Fase de germinación y emergencia
Fase vegetativa
Fase reproductiva o de emisión del tallo floral
- 3.3. Estudios basados en la fenología del cultivo
Tiempo térmico
- 3.4. Bases ecofisiológicas implicadas en el crecimiento y el desarrollo del cultivo
Luz
Temperatura
Humedad
Requerimientos de suelo

Capítulo 4..... 29

Orientaciones para el manejo del cultivo

María Cristina Mondino, Rodolfo Grasso, Diana Frezza

- 4.1. Elección de variedades (cultivares)
- 4.2. Sistemas de producción
Selección del terreno y preparación del suelo

- Sistematización
- Sistema de producción a campo
- 4.3. Sistema de producción protegidos (forzados o semiforzados)
 - Acolchado de suelo o mulching
 - Mantas flotantes, agrotexiles o telas no tejidas
 - Sombreaderos o medias sombras
 - Túneles bajos
 - Túneles altos
 - Invernaderos
- 4.4. Cultivo sin suelo (hidropónico puro)
- 4.5. Iniciación del cultivo
 - Implantación

Capítulo 5.....

39

Labores culturales

Luis Balcaza, Diana Frezza y Rodolfo Grasso

- Raleo
- Manejo del riego
- Manejo de la nutrición
- Extracción de nutrientes
- Ritmo de absorción de nutrientes en cultivo de lechuga
- Nitrógeno
- Fósforo
- Potasio
- Calcio
- Magnesio
- Manejo de la fertilización
- Riego

Capítulo 6.....

46

Enfermedades, plagas y malezas

María Eugenia Strassera, Rodolfo Grasso y Marisa Lopez Bilbao

- 6.1 Plagas
 - Mosca blanca (*Trialeurodes vaporarorum*)
 - Pulgón de la lechuga (*Hiperomyzus lactucae*)
 - Trips: (*Frankliniella occidentalis*)
- 6.2. Patógenos
 - Hongos
 - Bacterias
 - Virus
- 6.3. Problemas fisiogénicos
- 6.4. Malezas

Capítulo 7..... 53

Manejo de la cosecha

Manejo poscosecha-almacenamiento

Diana Frezza

Capítulo 8..... 56

Tipificación, empaque, comercialización

José Fernández Lozano

- 8.1. Envases
- 8.2. Normas de Calidad e Inocuidad Alimentaria
- 8.3. Transporte
- 8.4. Canales comerciales
- 8.5. Precios mayoristas y oferta estacional

Capítulo 9..... 63

Mejoramiento, genética y biotecnología

Laura M. Radonic, Flavia S. Darqui y Marisa Lopez Bilbao

- 9.1. Cruzamientos
- 9.2. Nuevas técnicas de mejoramiento
 - Mutagénesis
 - Selección asistida por marcadores
 - Transgénesis
 - Edición génica
- 9.3. Cultivo de tejidos, transformación genética y edición génica en lechuga

Capítulo 10..... 69

Fichas técnicas regionales

Mar del Plata. *Enrique Adlercreutz y Liliana Viglianchino*

Cinturón verde Santa Fe. *Mariano Gatti*

Mendoza. *Melisa Lanza Volpe*

Quebrada de Humahuaca-Jujuy. *Juan Alberto De Pascuale Bovi*

Cinturón hortícola Gran Resistencia-Chaco. *Eda L. Avico y Mauro Shindoi*

Entre Ríos. *Beatriz M. Diaz*

Valle de Lerma- Salta. *Miguel Rampulla*

Tucumán. *Daniel S. Kirschbaum, Marcela M. Rudelli y Claudia F. Funes*

Cinturón hortícola platense. *Emiliana Sanchez*

Bibliografía..... 81

Generalidades

Diana Frezza, Marisa Lopez Bilbao

1.1. Taxonomía

Familia Asteraceae

Es la familia más grande y diversificada dentro de las angiospermas. Con más de 24.000 especies descritas, se estima que representa alrededor del 10 % de todas las especies con flor. Incluye cultivos económicamente importantes (más de 40 especies han sido domesticadas para una amplia variedad de usos), flores silvestres, hierbas y varias especies que contienen moléculas de interés médico. Entre los cultivos domesticados se incluyen cultivos alimenticios (lechuga, achicoria), aceiteros (girasol, cártamo), medicinales (Echinacea, manzanilla) y muchos ornamentales (crisantemo, dalia, zinnia y copete).

Las asteráceas, también llamadas compuestas, se caracterizan por la presencia de numerosas inflorescencias agrupadas que presentan el aspecto de una única flor "compuesta". Está dividida en tres subfamilias mayores y una subfamilia menor; la lechuga, el girasol y el cártamo son los representantes agrónomicamente importantes de las subfamilias mayores. Presentan una gran biodiversidad abarcando los ambientes más extremos del planeta y no solo en las zonas comprendidas entre los trópicos, como ocurre en el resto de las angiospermas. Con excepción de la Antártida, se encuentran representantes de esta familia en todos los ambientes y continentes.

Lactuca sativa L.

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las 300 especies del género *Lactuca*. El nombre genérico *Lactuca* procede del latín *lactis* (leche). Tal etimología se refiere a la savia de apariencia láctea que exudan los tallos de esta planta al ser cortados. El término *sativa* hace referencia a su carácter de especie cultivada.

Existen diferentes opiniones acerca del origen de la lechuga. Algunos autores postulan que fue en Egipto, alrededor del año 2.500 a. C., donde se encontraron representaciones de hojas largas de lechugas en paredes de algunas tumbas egipcias. Sin embargo, su origen probablemente sea del sudoeste asiático, del área alrededor de los ríos Éufrates y Tigris, donde se cree que la humanidad inició la agricultura y de donde provienen la mayor cantidad de variedades silvestres emparentadas.

El grupo de especies relacionadas con *L. sativa* consta de cinco especies: *L. sativa*, *L. saligna*, *L. virosa*, *L. serriola* y *L. altaica*. Las especies son diploides con $n=9$. *L. altaica* se produce en China y Rusia. *L. saligna* y *L. virosa* están principalmente en Europa y norte de África. *L. serriola* se ha extendido desde Europa, partes de Asia y Etiopía a muchas partes del mundo, como América y Australia. No se sabe aún con exactitud que especies estuvieron involucradas en la domesticación de la lechuga. Si se sabe que *L. serriola* es uno de los ancestros directos. En el territorio nacional solo se ha reportado la existencia de la especie silvestre *L. Serriola*.

La domesticación de la lechuga silvestre produjo un descenso en el contenido de látex y del gusto amargo de las hojas, así como la pérdida de espinas en tallo y hojas. También un aumento del tamaño de las semillas y modificaciones en la forma y estructura de las hojas.

1.2. Importancia económica del cultivo

Producción y comercialización en el mundo

La lechuga se cultiva en todos los continentes, sobre todo en regiones templadas y subtropicales. Los países que más aportan al conjunto de la producción mundial son los más densamente poblados. Dos tercios de la superficie total de la producción se encuentran en Asia, con China representando el 55 % de la producción. EUA produce una quinta parte de la lechuga en el mundo con un 16 %. La lechuga también se cultiva en grandes áreas de India, que es el tercer país en importancia a nivel mundial. España e Italia son los principales productores europeos, aportando el 3,5 % y el 1,4 % al total mundial.

La superficie mundial dedicada a lechuga tuvo un alto crecimiento a inicios de la primera década de este siglo (24 %), pasando de 840.000 ha en el año 2000, a más de un millón de hectáreas en 2005. Los datos registrados del año 2000 al 2011 demuestran un aumento del 33 % en la producción mundial de lechuga, relacionado estrictamente con el incremento de la superficie cultivada (32 %). De lo que se infiere que existe un escaso desarrollo tecnológico en todo el proceso que va desde la siembra a poscosecha de este cultivo.

Producción y comercialización en Argentina

En la Argentina, el consumo *per cápita* de esta hortaliza es de 19 kilos por año. Es considerada como el vegetal más importante dentro del grupo de los de hojas.

Según el Censo Nacional Agropecuario del año 2002, más de 9.700 ha se destinaron al cultivo de lechuga, ubicándose octava en superficie implantada en la lista de hortalizas cultivadas. Sin embargo, dado que se realizan 3 o 4 siembras sucesivas sobre el mismo suelo, la superficie cultivada podría estimarse en 30.000-40.000 ha. La superfi-

cie cultivada por provincia fue del 38 % para Buenos Aires, 16 % para Santa Fe, 12 % para Mendoza, 9 % Córdoba y el restante 25 % a otras regiones productoras.

Debido a que el principal consumo es el de hojas frescas, la lechuga es una hortaliza perecedera. Esto demanda un rápido manejo y distribución del producto hacia los puntos de venta, por lo que la comercialización de lechuga es marcadamente regional y de cercanías.

En Argentina, la totalidad de la producción se destina al mercado interno. A pesar de estas limitaciones de tipo comercial, la lechuga cumple una importante función social. Su sistema de producción es descentralizado, con muchos productores familiares establecidos en una franja que rodea a las grandes ciudades, principalmente en las ciudades de Buenos Aires, Mar del Plata, Rosario y Santa Fe, Santiago del Estero y Mendoza. Una de las características de la producción de lechuga es que requiere mucha mano de obra y se realiza durante prácticamente todo el año bajo distintos sistemas de producción.

El mercado más importante es el de Buenos Aires, adonde la lechuga llega desde diferentes orígenes: las dos zonas productoras de Buenos Aires (los cinturones verdes de Florencio Varela y de Mar del Plata) acumulan el mayor porcentaje de volumen ingresado (75,65 %). El segundo lugar de procedencia es Santa Fe con un 20 %; más atrás aparecen Santiago del Estero, el Litoral y Cuyo, con porcentajes más bajos.

De acuerdo con las estadísticas del Mercado Central de Buenos Aires, la distribución porcentual de ingresos por tipos comerciales de este producto está bastante repartida. Las variantes criolla y mantecosa se llevan los mayores porcentajes de participación (32 % y 31 % respectivamente), la capuchina y la gallega se quedan con el 18 % y con el 12 % en cada caso, en tanto que las menos consumidas son la francesa y la morada.

1.3. Calidad nutricional

La lechuga es una de las hortalizas más populares a nivel mundial. Dado que se consume principalmente fresca, conserva más nutrientes que otras hortalizas que deben ser cocidas para su consumo. Tiene muy bajo contenido calórico y alto contenido de agua:

Energía	13 kcal 55 kJ
Carbohidratos	2,23 g
Azúcares	0,94
Fibra alimentaria	1,1 g
Grasas	0,22 g
Proteínas	135 g
Agua	95,63 g

Sin embargo, es rica en vitaminas:

Retinol (vit. A)	166 µg (18 %)
β-caroteno	1987 µg (18 %)
Tiamina (vit. B1)	0,057 mg (4 %)
Riboflavina (vit. B2)	0,062 mg (4 %)
Ác. pantoténico (vit. B5)	0,15 mg (3 %)
Vitamina B6	0,082 mg (6 %)
Vitamina C	3,7 mg (6 %)
Vitamina E	0,18 mg (1 %)
Vitamina K	102,3 µg (97 %)

También es una buena fuente de minerales como fósforo, hierro, calcio y potasio.

Calcio	35 mg (4 %)
Hierro	1,24 mg (10 %)
Magnesio	13 mg (4 %)
Manganeso	0,179 mg (9 %)
Fósforo	33 mg (5 %)
Potasio	238 mg (5 %)
Sodio	5 mg (0 %)
Zinc	0,2 mg (2 %)

Además, tiene flavonoides que cuidan el corazón entre otras propiedades.

Todos los datos nutricionales del cultivo tradicional fueron obtenidos de un reporte proporcionado por USDA (Departamento de Agricultura de los EUA) para el tipo de lechuga mantecosa, sin cocción.

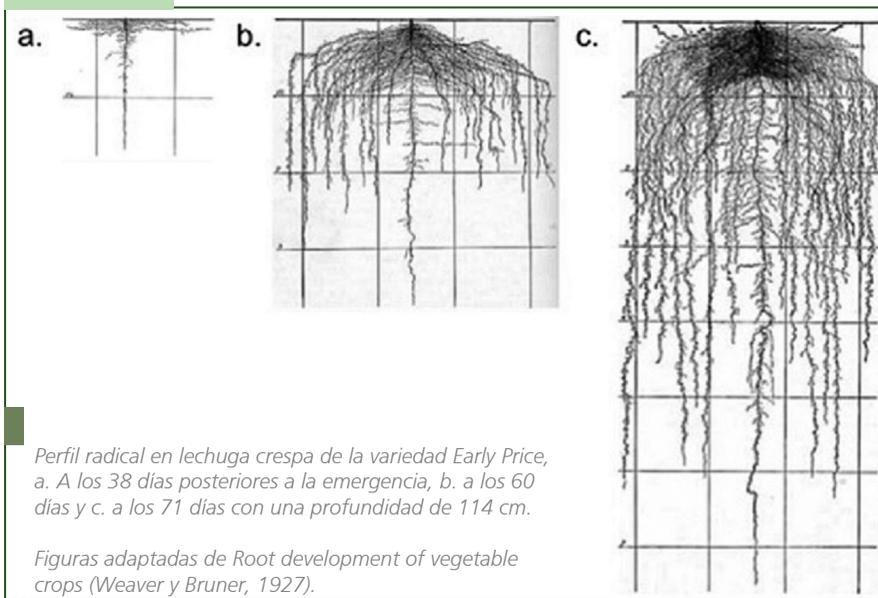
Anatomía y morfología

Luciano R. Carassay

1. Sistema Radical

El sistema radical en lechuga consiste en una raíz pivotante de origen seminal bien diferenciada, de la cual se origina un sistema radical ramificado posterior a la germinación. El desarrollo de la raíz en la lechuga se lleva a cabo rápidamente a partir del desarrollo de la radícula. Si las condiciones ambientales son favorables a los 6 días de la germinación pueden aparecer las primeras ramificaciones entre los 2,5-4 cm aprox. Cuando la planta tiene una altura aproximada de 6 cm, la raíz pivotante presenta 5 mm de diámetro en la superficie y rápidamente se reduce a 1 mm pudiendo alcanzar una profundidad de 70 cm y un ancho de 30 cm en la profundidad cercana a la superficie; en los últimos 20 cm no existe ramificación (Figura 2.1).

Figura 2.1



En las raíces de segundo, tercer y cuarto orden se desarrollan los pelos radicales. En los materiales más antiguos el sistema radical podía profundizar unos 60-70 cm, en las

variedades comerciales actuales la mayor cantidad de biomasa no profundiza más de 25-30 cm. La raíz principal no desarrolla en gran medida y tiende a ramificarse cuando la siembra es en contenedores o en bandejas de germinación, aspecto que difiere de la siembra directa en la cual hay un desarrollo de la raíz principal. Las raíces en las plántulas se pueden regenerar rápidamente por lo que la lechuga es posible realizarla en almácigo tradicional y posterior trasplante, aunque la opción más frecuente en la actualidad es la del trasplante con cepellón (cultivada en sustrato) que evita el costo energético de la plántula en la generación de nuevas raíces.

2. Hojas

Lactuca sativa presenta una gran diversidad genética ya que existen diferentes tipos de especies caracterizadas por su hábito de crecimiento y por sus hojas. Estas últimas se insertan en el tallo de manera alterna y formando una roseta de hojas que en muchas variedades se disponen de manera laxa (lechuga francesa o crespita) o erguida (lechuga criolla), pero en las variedades de cabeza se imbrican las hojas dando origen primero a un "cogollo" y luego a una cabeza firme. Las hojas son glabras de forma redondeada, lanceolada o espatulada; el borde del limbo puede ser liso, ondulado o aserrado (o crespito), el resto del órgano puede ser orbicular o liso. El color de las hojas varía entre el verde claro-amarillento hasta el verde oscuro y rojizo.

3. Tallo

Planta denominada por su morfología como "hemicriptófita en roseta" ya que posee poco tallo, con hojas en roseta. El tallo es corto y cilíndrico en la fase vegetativa. Cuando la planta es estimulada a la floración los entrenudos se alargan y se ramifican. La variedad asparagina es la excepción más contrastante de la especie, posee los entrenudos alargados y el tallo es suculento.

4. Flores y floración

La floración inicia con la elongación del tallo, los entrenudos comienzan a separarse varios centímetros entre sí hasta que el tallo llega a una longitud de 1-1,5 m.

Las flores se disponen en capítulos florales amarillos que contienen de 13 a 20 flores, los capítulos se encuentran en racimos o corimbos. La planta es autógama (con 1-3 % de fecundación cruzada) y florece durante el primer año del cultivo. La flor posee 5 estambres unidos por las anteras que constituyen un tubo estaminal por el cual asciende el estilo y estigma; posee protandria por lo que maduran las gametas masculinas antes que las femeninas, los estigmas se encuentran receptivos a medida que van emergiendo a través del tubo polínico. Ambos procesos (morfológicos y fisiológicos) aseguran la autofecundación.

5. Fruto

El fruto es un aquenio típico uniseminado, seco e indehisciente. El aquenio posee un vilano plumoso al extremo que permite la dispersión de los frutos a través del viento, se produce a partir de la autofecundación. Al madurar puede ser blanco, marrón o casi negro. El aquenio mide 4-5 mm de longitud y es conocido en términos prácticos como la "semilla" de la especie (Figura 2.2).

Figura 2.2



Aquenios de lechuga, a. cultivar *Grand Rapids* y b. cultivar *Brisa*, los pliegues longitudinales que se observan en los frutos corresponden al desarrollo de las células del pericarpio.
Figura: L. Carassay.

Se estima un número de 800 a 1000 semillas por gramo. Se conservan de 3 a 5 años con una temperatura media de 10 °C y una humedad relativa del 30 %, es sensible a los excesos de humedad durante su conservación.

El fruto presenta una dormición posterior a la cosecha que oscila entre los 2 a 6 meses según la variedad; la dormición puede ser eliminada con la aplicación exógena de hormonas (giberelinas o citocininas), por pregerminación en cámara fría a 2 °C durante 48 h (método más utilizado), o por pregerminación en cámara oscura.

El aquenio o la mal llamada "semilla de lechuga" está cubierto con una membrana que tiene poca permeabilidad a los gases cuando es nueva. Después de un año o más, la permeabilidad va aumentando. Cuando está húmedo, es sensible a la luz y la exposición a la misma acelera su germinación. También la reducción de la temperatura a cerca de 0 °C, favorece la permeabilidad. Estos tratamientos se utilizan para mejorar la germinación.

Ecofisiología de cultivo

Luciano R. Carassay

3.1. El ciclo de la planta

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una planta anual de días largos y ciclos cortos, con características óptimas de crecimiento propias de regiones templadas y semitempladas.

Se conocen con bastante aproximación los factores climáticos, edáficos y bióticos que afectan a la planta de lechuga. Es necesario aclarar que el ciclo biológico de la planta cambia según el genotipo y los factores climáticos y, por ende, plantas de un mismo genotipo sembradas al mismo tiempo en condiciones climáticas diferentes no pueden estar en el mismo estado de desarrollo. Por lo que, sin desconocer la utilidad que tiene la escala de tiempo, cada vez cobra mayor importancia el uso de una escala basada en la morfología de la planta y en los cambios fisiológicos que suceden durante su desarrollo.

La escala fenológica permite hacer referencias de las observaciones a campo y sobre las etapas del desarrollo fisiológico. La información ofrecerá mayor consistencia al compararla con datos procedentes de diferentes sitios.

Crecimiento: se entiende por crecimiento al cambio en volumen o en peso. Es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido con base en algunos parámetros tales como anchura, longitud, acumulación de materia seca, número de nudos, elongación de entrenudos, formación de cabeza (en el caso de lechugas que forman un cogollo compacto), índice de área foliar, etc.

Características generales del desarrollo de la planta de lechuga: durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos cualitativos que sirven de base para identificar las etapas de la escala de desarrollo del cultivo. Los cambios cualitativos que cada cultivar de lechuga comienza a expresar a lo largo de su ontogenia están vinculados a parámetros tales como: inducción floral, floración y fructificación. El ciclo biológico de la planta de lechuga se divide en tres fases sucesivas: fase de germinación y emergencia, fase vegetativa y fase reproductiva.

3.2. Fases de crecimiento y desarrollo

Fase de germinación y emergencia

Para que el proceso de germinación tenga lugar es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula.

La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, favoreciendo la emergencia de la radícula.

En la fase de germinación podemos distinguir tres acontecimientos importantes:

Etapa de imbibición de la semilla (o del fruto): la absorción de agua es el primer paso de la germinación. La imbibición de la semilla depende de la tonicidad del entorno, ocurre el transporte de agua hacia el interior del fruto y hacia las células que componen los diferentes tejidos. Este proceso va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria.

Etapa de germinación: en esta etapa se producen las transformaciones metabólicas necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse.

Etapa de crecimiento: es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria.

En las dos primeras etapas de la germinación los procesos son reversibles, a partir de la fase de crecimiento se entra en una situación fisiológica irreversible. La semilla que haya superado la fase de germinación tendrá que pasar a la fase de crecimiento y originar una plántula, o morir. En lechuga el proceso de germinación debe ser continuo, ya que un eventual déficit hídrico puede afectar la uniformidad del estand de plantas.

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la imbibición. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo una temperatura promedio que favorece la actividad enzimática, que en lechuga ronda entre 15 a 20 °C. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse límites donde la germinación no ocurre. Las semillas de lechuga solo germinan dentro de ciertos márgenes de temperatura, establecidos en un máximo de entre 25 a 30 °C y un mínimo de entre 3 y 5 °C. Si la temperatura es muy alta o baja sobre los umbrales mencionados, la germinación no tiene lugar, aunque las demás condiciones sean favorables.

La lechuga es fotoblástica positiva, por lo que la luz también adquiere importancia en la germinación. En general una radiación de unos 600 nm basta para desencadenar el proceso de germinación en la mayoría de las variedades. La radiación es captada por el fitocromo, que es una proteína con actividad cinasa presente en organismos vegetales, cuya función es actuar como fotorreceptor de luz roja (600-700 nm) y roja lejana (700-800 nm) gracias a que posee un cromóforo en su estructura (capaz de absorber energía). En las variedades más antiguas (y algunas actuales) la radiación del rojo cercano activa la germinación mientras que el rojo lejano la inhibe. La escotodormición se encuentra vinculada al sistema de fitocromo de baja energía de la capa celular endodérmica del tegumento en el pericarpio.

La lechuga presenta una germinación epigea, ya que se pueden observar los cotiledones expandidos y en algunos casos parte de la cubierta seminal en el extremo del cotiledón.

Fase vegetativa

La fase vegetativa se inicia posterior a la fase de emergencia y culmina cuando la planta se induce a floración. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva, no hay desarrollo del meristema terminal del tallo y las hojas se desarrollan de manera alterna formando una roseta de hojas.

Agronómicamente la fase vegetativa es dividida en dos:

Fase de formación de una roseta de hojas.

Fase de formación de un cogollo, o formación de "cabeza" más o menos compacto.

La segunda fase es la que más difiere de acuerdo con el tipo de lechuga, ya que el proceso de formación de la cabeza o "acogollado" es de carácter genético. Sin embargo, no solo la genética influye en el acogollado, también los factores ambientales influyen directamente sobre la formación de la cabeza.

La formación de una cabeza compacta en lechuga depende de un equilibrio entre la luz y la temperatura. Cada variedad tiene sus propios requerimientos de alternancias térmicas para la formación de la cabeza o acogollado. Es decir que requiere de un determinado diferencial de la temperatura diurna con respecto a la nocturna, que puede variar entre 8 a 10 °C.

En períodos de escasa iluminación la lechuga forma una cabeza poco compacta si el régimen térmico es superior a los 20 °C, mientras que, con el mismo déficit de luz y temperaturas bajas, el acogollado se ve favorecido.

En condiciones de fotoperíodo largo e iluminación alta, el acogollado ocurre a temperaturas medias de 20 °C. La fertilización con N, P, K puede influir sobre la formación de la cabeza incrementando el peso y diámetro de esta.

El período de lluvia casi siempre es negativo causando mala formación del cogollo ya que origina una mala iluminación, incide sobre la temperatura, hay un exceso de humedad relativa del aire y del suelo.

Fase reproductiva o de emisión del tallo floral

Esta fase inicia en el momento de la elongación de los entrenudos que dan origen a la “subida de la planta”. Una vez desarrolladas las estructuras florales, ocurre la fecundación del ovario y el posterior desarrollo del fruto (ver capítulo 2). Los cambios cualitativos que ocurren en este período son importantes desde el punto de vista agro-nómico. Se considera una etapa no deseada si el destino de la producción es la parte vegetativa. La “subida” determina la pérdida de calidad comercial del producto, sin embargo, es una fase relevante para la producción de semillas.

3.3. Estudios basados en la fenología del cultivo

El estudio fenológico aborda los eventos que ocurren durante el ciclo de vida de las plantas, que se desencadenan por cambios ambientales. Recientemente mencionamos varias fases fenológicas por las que atraviesa la planta de lechuga. Cada fase o evento fenológico descrito da una noción sobre el estado de crecimiento o desarrollo en el que el cultivo se encuentra. Para determinar las fases o estados fenológicos se pueden emplear varias escalas o códigos de gran utilidad para el estudio o seguimiento del cultivo (Cuadro 3.1 y Cuadro 3.2)

Cuadro 3.1	
Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de las lechugas que no forman cabeza. <i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i> (Cuadro adaptado de Feller <i>et al.</i> , 1995)	
Código	Descripción
Estadio principal 0.	Germinación
00	Semilla seca
01	Comienza la imbibición de la semilla
03	Imbibición completa
05	La radícula emerge de la semilla
07	El hipocotilo con los cotiledones atraviesan el tegumento seminal
09	Emergencia: los cotiledones salen a la superficie del suelo
Estadio principal 1.	Desarrollo de las hojas
10	Cotiledones completamente desplegados
11	Primera hoja verdadera desplegada
12	2. ^a hoja verdadera desplegada
13	3. ^a hoja verdadera desplegada
1.	Los estados continúan hasta ...
19	9 o más hojas verdaderas desplegadas

Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de las lechugas que no forman cabeza. <i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i> (Cuadro adaptado de Feller <i>et al.</i> , 1995)	
Estadio principal 4. 41 42 43 44 45 46 47 48 49	Desarrollo de las partes vegetativas cosecha bias La cabeza comienza a formarse: las 2 hojas más jóvenes no se desenrollan Se ha alcanzado el 20 % del tamaño esperado para la cabeza Se ha alcanzado el 30 % del tamaño esperado para la cabeza Se ha alcanzado el 40 % del tamaño esperado para la cabeza Se ha alcanzado el 50 % del tamaño esperado para la cabeza Se ha alcanzado el 60 % del tamaño esperado para la cabeza Se ha alcanzado el 70 % del tamaño esperado para la cabeza Se ha alcanzado el 80 % del tamaño esperado para la cabeza Tamaño forma y firmeza de la cabeza típicos
Estadio principal 5. 51 53 55 57 59	Aparición del órgano floral El tallo principal empieza a salir de la cabeza Se alcanza el 30 % de la altura final del tallo principal Primeras flores individuales de la inflorescencia principal, visibles (cerradas todavía) Primeras flores individuales de la inflorescencia secundaria, visibles (cerradas todavía) Primeros pétalos florales visibles; flores cerradas todavía
Estadio principal 6. 60 61 62 63 64 65 67 69	Floración Primeras flores abiertas (esporádicamente) Comienzo de la floración: 10 % de las flores abiertas 20 % de las flores abiertas 30 % de las flores abiertas 40 % de las flores abiertas Plena floración: 50 % de las flores abiertas Floración decae: la mayoría de los pétalos, caídos o secos Fin de la floración
Estadio principal 7. 71 72 7. 78 79	Formación del fruto Primeros frutos formados 20 % de los frutos alcanzan el tamaño típico % de los frutos alcanzan el tamaño típico 80 % de los frutos alcanzan el tamaño típico Todos los frutos alcanzan el tamaño típico
Estadio principal 8. 81 82 83 8. 89	Maduración de frutos y semillas Inicio de maduración: 10 % de los frutos maduros, semillas secas y duras 20 % de los frutos maduros, o 50 % de las semillas con el color típico, secas y duras 30 % de los frutos maduros, o 50 % de las semillas con el color típico, secas y duras % de los frutos maduros, o 50 % de las semillas con el color típico, secas y duras Madurez completa: semillas de toda la planta del color típico y duras
Estadio principal 9. 92 95 97 99	Senescencia Las hojas y brotes comienzan a decolorarse 50 % de las hojas amarillas o muertas Las plantas mueren Partes cosechadas (semillas)

Código BBCH de los estadios fenológicos en lechugas que forman cabeza. Basado en el código Zadoks y desarrollado por distintos organismos agrarios alemanes (adaptado de Feller *et al.*, 1995).

Cuadro 3.2

Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de las lechugas que no forman cabeza. <i>Lactuca sativa</i> L. var. (Cuadro adaptado de Feller <i>et al.</i> , 1995)	
Código	Descripción
Estadio principal 0. 00 01 03 05 07 09	Germinación Semilla seca Comienza la imbibición de la semilla Imbibición completa La radícula emerge de la semilla El hipocotilo con los cotiledones atraviesan el tegumento seminal Emergencia: los cotiledones salen a la superficie del suelo
Estadio principal 1. 10 11 12 13 1. 19	Desarrollo de las hojas Cotiledones completamente desplegados Primera hoja verdadera desplegada 2. ^a hoja verdadera desplegada 3. ^a hoja verdadera desplegada Los estadios continúan hasta... 9 o más hojas verdaderas desplegadas
Estadio principal 3. 33 35 37 39	Crecimiento de la roseta La roseta foliar alcanza el 30 % del diámetro típico esperado de cada variedad La roseta foliar alcanza el 50 % del diámetro típico esperado de cada variedad La roseta foliar alcanza el 70 % del diámetro típico esperado de cada variedad La roseta está competamente desarrollada
Estadio principal 4. 41 42 4. 49	Desarrollo de las partes vegetativas cosechables Se alcanza el 10 % de la masa foliar esperada típica de cada variedad Se alcanza el 20 % de la masa foliar esperada típica de cada variedad Se alcanza el % de la masa foliar esperada típica de cada variedad Se alcanza la altura típica
Estadio principal 5. 51 53 55 59	Aparición del órgano floral El tallo principal empieza a brotar El tallo principal ha alcanzado el 30 % de la altura típica esperada para la variedad Primeras flores individuales de la inflorescencia principal, visibles (cerradas todavía) Primeros pétalos florales visibles; flores cerradas todavía
Estadio principal 6. 60 61 62 63 64 65 67 69	Floración Primeras flores abiertas (esporádicamente) Comienzo de la floración: 10 % de las flores abiertas 20 % de las flores abiertas 30 % de las flores abiertas 40 % de las flores abiertas Plena floración: 50 % de las flores abiertas Floración decae: la mayoría de los pétalos, caídos o secos Fin de la floración
Estadio principal 7. 71 72 7. 78 79	Formación del fruto Primeros frutos formados 20 % de los frutos alcanzan el tamaño típico % de los frutos alcanzan el tamaño típico 80 % de los frutos alcanzan el tamaño típico Todos los frutos alcanzan el tamaño típico
Estadio principal 8. 81 82 83 8. 89	Maduración de frutos y semillas Inicio de maduración: 10 % de los frutos maduros, semillas secas y duras color típico, secas y duras 20 % de los frutos maduros, o 50 % de las semillas con el color típico, secas y duras 30 % de los frutos maduros, o 50 % de las semillas con el color típico, secas y duras % de los frutos maduros, o 50 % de las semillas con el color típico, secas y duras Madurez completa: semillas de toda la planta del color típico y duras

Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de las lechugas que no forman cabeza. <i>Lactuca sativa</i> L. var. (Cuadro adaptado de Feller <i>et al.</i> , 1995)	
Estadio principal 9.	Senescencia
92	Las hojas y brotes comienzan a decolorarse
95	50 % de las hojas amarillas o muertas
97	Las plantas mueren
99	Partes cosechadas (semillas)

Código BBCH de los estadios fenológicos en lechugas que no forman cabeza. Basado en el código Zadoks y desarrollado por distintos organismos agrarios alemanes (adaptado de Feller *et al.*, 1995).

Tiempo térmico:

Cada fase del desarrollo mencionada en el presente capítulo llega a un mínimo de acumulación de temperatura en función del tiempo para llegar a su término y para que la planta pueda pasar a la fase siguiente. El total de la sumatoria de esas temperaturas se denomina tiempo térmico, y las unidades son grados/días (°C d). Se calcula determinando las temperaturas medias de cada día, a las que se resta la temperatura base (Fórmula 1). En lechuga la temperatura base es de 6 °C y conceptualmente es el umbral en el cual se detiene el desarrollo debido al frío. A medida que la temperatura aumenta por encima de la base, el desarrollo se acelera hasta que se alcanza la óptima.

Fórmula (1)

$$T_d = T_x - T_{base}$$

T_d: tiempo térmico en un día [(°C día) / día]

T_x: temperatura media del día (°C)

T_{base}: temperatura base (°C)

Los grados día acumulados en un período de (n) días serían:

$$\sum G D(n) = \sum (T \text{ media}(n) - T \text{ base})$$

El tiempo termal es de gran utilidad para el estudio ecofisiológico del cultivo. Algunos autores afirman que para el caso particular de variedades de lechuga que forman "cabeza" es necesario vincular el tiempo termal con la radiación fotosintéticamente activa. Ambas variables en forma conjunta influyen significativamente sobre el crecimiento y la formación de la "cabeza".

3.4. Bases ecofisiológicas implicadas en el crecimiento y el desarrollo del cultivo

Como se mencionó precedentemente, todos los cambios fenológicos que se encuentran involucrados en los diferentes estadios del crecimiento y desarrollo dependen de las variables ambientales.

A continuación, se hará referencia a las bases ecofisiológicas para la producción en lechuga:

Luz

La lechuga es un ejemplo de una hortaliza sensible a la alta radiación. En lechuga se estima que la radiación óptima necesaria para la saturación de los fotosistemas se encuentra en el orden de los $732 \mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Sin embargo, la deficiencia de luz como el exceso implican un estrés lumínico. Una radiación menor a $540 \mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no cubre los requerimientos fotosintéticos y por encima de los $927 \mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$ es posible que origine daño celular a las membranas, dependiendo de la tolerancia del cultivar. Sin embargo, en los cultivares de verano, al incrementar la temperatura y la radiación (cerca a los $1.280 \mu\text{moles m}^{-2} \text{s}^{-1}$) aumentan las tasas de crecimiento, el número de hojas y la biomasa. En consecuencia, expresan un incremento en el rendimiento.

El daño originado por el exceso de radiación afecta al aparato fotosintético y es denominado fotoinhibición. Uno de los efectos de la alta radiación es el quemado del borde o "tipburn". En veranos intensos, los mecanismos de protección o tolerancia suelen ser insuficientes para variedades susceptibles al quemado del borde. Con alta intensidad lumínica hay un incremento de especies reactivas del oxígeno (EROs) en los cloroplastos. Las EROs pueden reaccionar con las macromoléculas de la célula (proteínas, fosfolípidos, etc.) y causar la posterior muerte por estrés oxidativo. Varios autores han descrito un vínculo entre el estrés lumínico y las altas temperaturas, que generan muerte celular y la posterior necrosis en los bordes (tipburn).

Fototropismo en lechuga

Como se mencionó previamente, la luz también incide en la germinación. Los fitocromos se descubrieron en los años cincuenta, en el marco de una investigación sobre el efecto de la luz en la germinación de las semillas de lechuga.

Existen mecanismos de fototropismo vinculados a los fitocromos que actúan durante la emergencia de la plántula de lechuga. Por ejemplo, cuando hay un sombreado excesivo es común que ocurra en las plántulas el ahilamiento (alargadas y fusiformes), la falta de coloración y el desarrollo de hojas más pequeñas. Este fenómeno es debido a la influencia del rojo cercano en los tejidos. El crecimiento de la planta ahilada se debe a la expansión de las células del hipocótilo. La radiación incidente en este proceso presenta una mayor relación rojo/rojo lejano. La alternancia de varios días nublados, una deficiente iluminación en el plantinero, o la inadecuada utilización de las mallas media sombra pueden producir este efecto.

Una leve radiación incidente sobre la planta puede originar cambios morfológicos. En condiciones de sombreado se observaron un menor número de hojas, pero de mayor tamaño. Las plantas que crecieron en sombra presentaron hojas más anchas con una menor relación largo/ancho. Existe una correlación directa entre el ancho de la lámina foliar y el número de células.

Luz e inducción floral

Las plantas que requieren ciertas condiciones de luminosidad para florecer se denominan fotoperiódicas, como se mencionó previamente la lechuga es uno de esos casos.

La lechuga por lo general florece con fotoperíodos largos, siempre y cuando los períodos de iluminación sean mayores que cierto valor crítico, que depende de cada variedad (más amplio en variedades de verano y menor en variedades de otoño-invierno). Las respuestas fotoperiódicas también son iniciadas por los fitocromos que actúan como receptores.

Temperatura

La temperatura influye sobre el crecimiento y desarrollo en todo el ciclo del cultivo y en consecuencia en la productividad de la cosecha. Sin embargo, para que la planta crezca en condiciones óptimas, todos los factores ambientales deberían estar equilibrados (luz, dióxido de carbono, humedad del aire, agua, nutrientes, etc.). En la actualidad, se encuentra difundido el cultivo de lechuga en invernaderos ya que presentan una mayor temperatura media del aire con respecto al cultivo de campo. Las plantas en el invernadero incrementan el número de hojas por unidad de tiempo, la acumulación de biomasa y los rendimientos. En el invernadero hay una disminución de los días del ciclo, por lo que anualmente, según la zona, se pueden realizar hasta 6 o 7 ciclos (aunque no es lo más recomendable desde el punto de vista sustentable).

Se ha observado que el poder germinativo en lechuga varía entre un 98-99 % si las temperaturas están comprendidas entre 0 a 25 °C. No obstante, el tiempo promedio para que las plántulas lleguen al estado de cotiledones desplegados es de 15 días a los 5 °C y de 2,2 días a los 25 °C.

Se estima, que la temperatura óptima para el crecimiento vegetativo se encuentra cercano a los 18 °C (Cuadro 3.3), sin embargo, en algunas variedades de invierno la temperatura óptima de crecimiento está comprendida entre los 14 y 18 °C. Tanto las bajas como las altas temperaturas implican un estrés térmico.

Una temperatura menor a 6 °C detiene el crecimiento de la planta y a los -6 °C se hiel. La lechuga a partir del estado de 12 hojas tolera temperaturas bajas. Inicialmente, cuando ocurre el proceso de congelamiento se forman pequeños cristales de hielo en el apoplasto. Posteriormente si las bajas temperaturas continúan, la expansión de los cristales provoca la muerte celular, ya sea por el daño en las membranas celulares o la formación de cristales en el citoplasma, aunque también pueden ocurrir ambos mecanismos. Los síntomas característicos por congelamiento en lechuga son el desarrollo de regiones transparentes y acuosas en distintos sectores del limbo y nervaduras y la posterior necrosis del tejido afectado.

El cultivo puede tolerar heladas inferiores al umbral de congelamiento si existe una alta humedad relativa en el ambiente (que origina una helada blanca). Si bien existen variedades de invierno que toleran varios grados bajo cero (intensidad), el daño por

congelamiento también depende del tiempo de exposición a las bajas temperaturas. A pesar de que existen varios genotipos tolerantes a las bajas temperaturas, tanto la intensidad como la frecuencia afectan las características organolépticas del producto, es decir, pierde calidad al presentar daños o regiones necróticas en las hojas.

En general, la lechuga detiene su crecimiento a partir de los 30 °C, aunque en la actualidad existen variedades de verano y adaptadas al cultivo en invernadero, que presentan un crecimiento activo. Las altas temperaturas pueden originar daño celular en los lípidos de la membrana, desnaturalización de proteínas y daño en las estructuras celulares, dependiendo de la tolerancia de la variedad. En general el daño por alta temperatura se encuentra acompañado o puede ser una consecuencia del exceso de radiación, lo que desencadena el típico caso de quemado del borde de la hoja o “tipburn”.

El tipburn es el nombre de la necrosis que se manifiesta en el margen de las hojas de lechuga, es considerada como la enfermedad de origen abiótico más importante de la especie. En lechugas de cabeza se manifiesta en las hojas más jóvenes de cogollo. Esta patología está vinculada a la deficiencia del Ca^{2+} en tejidos en activo crecimiento. Es atribuido a las altas temperaturas y a la radiación, propias de la estación estival, pero también se lo vincula a otras condiciones que favorecen el crecimiento como lo son el incremento del fotoperíodo, la humedad ambiental, la buena disponibilidad hídrica, un alto contenido de nutrientes y el exceso de nitrógeno en forma amoniacal en el sustrato. Sin embargo, también se lo vincula a condiciones que limitan el crecimiento como la salinidad, alcalinidad, compactación y bajo nivel de Ca^{2+} en el suelo. Cada una de las variables mencionadas afecta a la dinámica del Ca^{2+} en las hojas, por lo que las medidas de control para evitar la enfermedad están direccionadas a favorecer la captación y distribución del Ca^{2+} por parte de la planta o a la aplicación foliar del elemento.

Las altas temperaturas en el otoño pueden originar divisiones en la yema terminal, lo cual se traduce a la formación de corazones múltiples. Temperaturas elevadas inciden durante la fase reproductiva y producen en general un menor rendimiento de semillas. Un estrés térmico durante el desarrollo de la semilla afecta al vigor.

Quizás el mayor daño ocasionado por las altas y bajas temperaturas sea el ingreso de patógenos que originan el desarrollo de enfermedades.

En lechuga, las temperaturas óptimas son distintas según la fase de crecimiento, requiriendo también una alternancia térmica entre el día y la noche. Las temperaturas óptimas de crecimiento son menores por las noches que las diurnas, ya que es necesaria una disminución de la respiración, en momentos donde no hay fijación neta de carbono por ausencia de la fotosíntesis. La temperatura óptima para el crecimiento en almácigo (tradicional o plantinero) ronda en 15 °C durante el día y 10 °C por la noche. La fase de crecimiento rápido puede ser determinada si se analiza la biomasa en función del tiempo termal, fase que se encuentra cercana a la etapa exponencial de crecimiento. Las temperaturas óptimas en esta fase oscilan entre 14 a 18 °C durante el día y de 5 a 8 °C por la noche. Las temperaturas óptimas para el desarrollo de la cabeza oscilan entre 10 a 12 °C durante el día y de 3 a 5 °C por la noche (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3

Temperaturas óptimas para el crecimiento y desarrollo de lechuga		
Germinación	Óptimas Máximas Mínimas	15 a 20 °C 25 a 30 °C 3 a 5 °C
Crecimiento en almácigo	Óptima diurna Óptima nocturna	15 °C 10 °C
Crecimiento en etapa vegetativa	Óptima diurna Óptima nocturna	14 a 18 °C 5 a 8 °C
Formación de cabeza	Óptima diurna Óptima nocturna	10 a 12 °C 3 a 5 °C

Temperaturas óptimas de crecimiento para el cultivo de lechuga. Las temperaturas son promedios y pueden variar según el cultivar.

Vernalización

La lechuga es una planta que necesita de la acción del frío por un determinado tiempo para que ocurra la inducción floral. Las bajas temperaturas, durante la germinación y en la emergencia de la plántula, inciden en la posterior floración. Se ha descrito que la exposición de la semilla a bajas temperaturas (0-4 °C) durante algunos días adelanta la floración unos 5-6 días. Existen cultivares que no presentan requerimientos de vernalización.

Algunos autores afirman que las bajas temperaturas (5-10 °C) durante el desarrollo de la semilla en la planta madre favorecen a la floración en comparación con altas temperaturas (15 °C). La inducción floral no solamente depende de la vernalización, sino que está relacionada con las variables fotoperiódicas y las temperaturas elevadas durante el crecimiento del cultivo.

Humedad

La lechuga contiene entre un 94-95 % de agua, fundamental para la estructura de la planta, debido a que le otorga turgencia y rigidez a tallos y hojas. Actúa en el metabolismo celular, fotosíntesis, transpiración y en el transporte de nutrientes hacia los diferentes órganos. La humedad relativa óptima para el crecimiento de la planta se encuentra entre el 60 y 80 %.

Los valores extremos de humedad relativa no son aceptables. Por un lado, en la actualidad el cultivo en invernadero suele originar un aumento notorio en la humedad relativa. Este incremento dificulta el proceso transpiratorio ya que origina un menor diferencial de presión de vapor en la cámara subestomática. Por otra parte, la alta humedad ambiental incrementa la incidencia de enfermedades originadas por hongos y bacterias. Para evitar estos problemas es conveniente planificar un buen sistema de ventilación.

Humedades relativas bajas pueden originar una pérdida de turgencia celular y cierre de estomas a causa de una mayor demanda atmosférica. El agua en los tejidos es demandada por la atmósfera y en veranos donde la humedad relativa es inferior al 40 % se pueden observar síntomas de marchitamiento foliar y necrosis (tipburn). En invernadero es conveniente incrementar la humedad relativa realizando un riego al cultivo o en los caminos. De este modo se origina una disminución de la temperatura del invernadero.

Requerimientos de suelo

El cultivo de lechuga requiere de suelos ligeros, con buenos contenidos de materia orgánica, capacidad de retención de agua, buen drenaje y una adecuada estructura. Dichas características permitirán el óptimo desarrollo del sistema radicular. El crecimiento del sistema radicular es afectado significativamente cuando el suelo se encuentra compactado. El pH ideal del suelo se encuentra en el rango de 6,6 a 7,8. La lechuga no tolera los suelos ácidos, se adapta a suelos ligeramente alcalinos, no tolera el exceso de riego, ni los encharcamientos que incrementan el riesgo de las enfermedades.

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy susceptible al déficit hídrico (no tolera períodos breves de sequía), aspecto que hay que controlar durante todo el ciclo del cultivo. Por debajo de los 7 °C, se detiene significativamente el crecimiento radicular y la captación de agua por parte de las raíces, de manera tal que el transporte de nutrientes también se ve limitado.

Es un cultivo poco tolerante al exceso de sales, lo que provoca una disminución en sus rendimientos, no obstante, existe una amplia respuesta según los cultivares. Cuando la conductividad eléctrica (CE) del agua de riego es de 0,9 dS m⁻¹ y la del suelo en saturación es de 2,7 dS m⁻¹, se obtienen rendimientos óptimos, mientras que cuando las CE respectivas ascienden a 2,1 y 6,3 dS m⁻¹ su rendimiento disminuye un 25 %. En general, la conductividad eléctrica del agua de riego para lechuga debería mantenerse en valores menores a 0,9 dS m⁻¹ ya que con una CE de 1,4 dS m⁻¹ el rendimiento potencial del cultivo disminuye un 10 %.

Un nivel alto de sales en el agua de riego provoca el aumento de la presión osmótica en la solución del suelo generando que las plantas tengan dificultad para absorber agua produciendo incluso la denominada "sequía fisiológica". También la salinidad puede ocasionar efectos tóxicos, debido al incremento en la concentración de los diferentes iones. El Na⁺ es un elemento que no es necesario en lechuga, ya que no cumple ninguna función (estructural o metabólica). Un incremento de Na⁺ en los tejidos origina la disminución del crecimiento foliar, menor captación de nutrientes y diversos problemas fisiológicos como estrés oxidativo; en consecuencia, origina un menor rendimiento del cultivo.

Orientaciones para el manejo del cultivo

María Cristina Mondino, Rodolfo Grasso, Diana Frezza

4.1. Elección de variedades (cultivares)

Dentro de la especie *Lactuca sativa* L. existen cuatro variedades botánicas:

L. sativa var. *asparagina* L.: llamada lechuga espárrago o de tallo, se la cultiva por sus tallos suculentos, sus hojas son angostas y puntiagudas, no forman cabeza. No se cultiva en nuestro país (Figura 4.1.1).

L. sativa var. *longifolia* Lam.: llamada lechuga cos, romana o latina (algunos autores las separan), no forman un verdadero cogollo, este es alargado, cónico o cilíndrico y semicompacto. Estarían dentro de esta clasificación las llamadas criollas, gallegas o porteñas, las cuales forman una cabeza, aunque no tan alargadas como la romana (Figura 4.1.2).

L. sativa var. *capitata* L.: llamada lechuga arrepollada, forma un cogollo apretado, las hojas son redondeadas y dentro de estas variedades se pueden distinguir 2 clases:

De hoja consistente

Crespas, capuchinas, iceberg o batavias: con cabezas bien firmes, muy resistentes al transporte (Figura 4.1.3).

De hoja mantecosa

Mantecosa, aceitosa o crasa: cabezas no tan firmes, de baja resistencia al transporte, muy cultivadas en Europa y en los últimos años en nuestro país, principalmente bajo invernadero. Estos dos tipos de lechugas son muy apreciados tanto para consumo en fresco como para cuarta gama (Figura 4.1.4).

L. sativa var. *crispa* o *intybasea* L.: llamada lechuga crespa, de hoja, de corte, de mata, o francesa; no forman cabeza tienen hojas anchas con margen muy recortado, sueltas y dispersas (Figura 4.1.5). Incluye a las lechugas lollo (Figura 4.1.6) y hoja de roble (Figura 4.1.7) cuyas hojas pueden presentar color verde o morado, como la lollo roja (Figura 4.1.8) según cultivar comercial.

Tipo Baby: en los últimos años se han introducido en el mercado lechugas miniaturas de todos los tipos cultivados, si bien en nuestro país todavía no se han desarrollado.

Variedades Multi hoja: se caracterizan por el gran número de hojas por cogollo. Son pequeñas y uniformes formando una roseta compacta, de color oscuro lo que le confiere a la variedad un buen comportamiento sin bordes amarillos (tipburn). La planta es pequeña, pero de gran volumen. Es válido tanto para el mercado fresco como el de procesado. Recomendado para recolecciones de otoño, invierno y primavera, para verano según zonas.

Figura 4.1



Variedades de lechuga. Fotografías: M.C. Mondino; M. Lopez Bilbao, excepto la lechuga espárrago (4.1) ya que no se cultiva en nuestro país (fuente Downtowngal - CC BY-SA 3.0 - <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10526787>).

Utilización de cultivares adecuadas: son muy numerosas las variedades e híbridos disponibles para cada especie. Estas tienen distintos comportamientos en función de las zonas, época del año y condiciones climáticas. El uso adecuado de estos materiales permitirá lograr mayor productividad con menores tratamientos sanitarios. Para la elección de materiales adecuados es importante la realización de ensayos zonales a cargo de las instituciones de desarrollo y la evaluación de los productores durante 2 o 3 años antes de definirse totalmente por un material.

La elección adecuada del cultivar reducirá la aplicación de agroquímicos y mejorará la productividad y calidad.

4.2. Sistemas de producción

La lechuga es un cultivo cuya etapa de producción se caracteriza por la amplitud del período de siembra, tanto a campo como en invernadero. Su manejo técnico sencillo, el bajo requerimiento de agroinsumos y el corto período de ocupación del suelo, le permite entrar en numerosos esquemas de rotaciones. No presenta una marcada estacionalidad debido al amplio panorama varietal disponible en el mercado, que permite realizar siembras en todas las épocas del año.

Selección del terreno y preparación del suelo

Es importante realizar una esmerada preparación para que la lechuga encuentre un suelo perfectamente mullido. La preparación de los suelos para la siembra es la primera labor y es, a la vez, decisiva en el éxito de la campaña agrícola.

La fertilidad del suelo depende mucho del manejo que se le proporcione. Está en función del mineral de arcilla, del estado y cantidad de materia orgánica, de la estructura, cantidad y distribución de poros, régimen de humedad y sales presentes.

Es necesario preparar el suelo correctamente, con una buena nivelación, pues el encharcamiento favorece el desarrollo de enfermedades. Este debe ser trabajado en profundidad, para lograr un buen drenaje y favorecer el lavado de las sales del agua de riego y de la fertilización. Los agregados deben ser del tamaño adecuado, principalmente en caso de siembra directa, teniendo en cuenta el pequeño tamaño de la semilla y la profundidad a la que debe colocarse.

Las labores previas a la implantación del cultivo tienen como objetivos:

- Romper los horizontes endurecidos: esto es muy importante para favorecer el lavado de sales y la penetración de las raíces. Los horizontes endurecidos pueden producirse por la compactación de las maquinarias que trabajan a la misma profundidad o por condiciones naturales del suelo, por ejemplo, una capa de arcilla o tosca.

- Eliminar los restos de cosecha anterior: en algunas oportunidades quedan hortalizas sin cosechar por lo cual es conveniente trozar bien estos restos o extraerlos.
- Nivelar el lote para lograr un riego adecuado: para evitar excesos (encharcamientos) o déficit de agua en los cultivos.
- Mezclar el suelo con la enmienda y el fertilizante: para distribuirlos en la cama de siembra de manera uniforme.
- Conformar el terreno para la siembra o plantación: lomos, platabandas, etc.

Sistematización

La sistematización depende del tipo de suelo, el sistema de riego, la época del año. Así podemos sistematizar:

En plano: se utiliza, en mayor medida, cuando las superficies de cultivo son grandes permitiendo mecanizar la mayor cantidad de labores posibles. Una vez preparado el terreno, bien nivelado, se procede a la siembra, la que se puede realizar al voleo manual o con máquina en líneas, o al trasplante. Esta sistematización es utilizada en zonas con suelos con buena infiltración o en invernaderos, donde los excesos de agua no son problema para el cultivo implantado. El sistema de riego que mejor se adapta es el de aspersión y goteo.

En lomos: de 0,7 a 0,9 m, con doble hilera de cultivo sobre este. Luego de preparado el terreno, se procede con surcador o alomador a preparar los lomos, los que son decapitados para luego sembrar o plantar sobre ellos. Si la siembra es al voleo, primero se siembra y luego se construyen los lomos, sistematización que está en desuso dado que se desperdicia mucha semilla, aumenta la labor de raleo y provoca falta de uniformidad en la emergencia del cultivo, dado que las semillas quedan dispuestas a diferentes profundidades. También se puede sembrar o trasplantar en líneas (2 por lomo). Existe en el mercado una máquina que previo a la siembra, arma los lomos y los decapita, en una sola labor. Los sistemas de riego que se adaptan para este tipo de sistematización son por surco o infiltración, localizado o goteo y por aspersión.

En platabandas: generalmente son de un ancho que permita ubicar al tractor sobre estas y sembrar o trasplantar 4 hileras distanciadas a 0,25 a 0,30 m, entre cada una de ellas. Los sistemas de riego que se adaptan para este tipo de siembra son: localizado o goteo (una cinta de riego por cada dos hileras de cultivo) y por aspersión.

Sistema de producción a campo

Se realizan sin ningún tipo de protección, parcial o total. Son los más generalizados y gran parte de la producción de lechuga se lleva a cabo en este sistema.

4.3. Sistema de producción protegido (forzados o semiforzados)

Forzado parcial (semiforzado) cuando la planta pasa la primera parte de su ciclo bajo las condiciones especiales y forzado total cuando pasa todo el ciclo en dichas condiciones.

Algunas técnicas de forzado parcial son:

- acolchado de suelo o mulching;
- mantas flotantes o agrotexiles;
- sombreaderos o medias sombras;
- túneles bajos.

Dentro del forzado total se encuentran:

- túneles altos – macrotúneles;
- invernaderos.

Descripción de cada alternativa:

Acolchado de suelo o mulching: la técnica consiste en disponer sobre el terreno una capa protectora que permite mejorar el crecimiento del cultivo.

Ventajas de su uso: reduce las pérdidas de agua por evaporación.

En el caso de la lechuga, permite que las hojas inferiores se aprovechen comercialmente, se cosechen más limpias y con menor peligro de contaminación por el agua de riego. En caso de suelos de textura liviana, el acolchado se puede usar para numerosas plantaciones (2 a 8), lo cual reduce costos energéticos para la preparación de la tierra y produce menor alteración de la estructura del suelo.

Reduce la presencia de enfermedades tales como esclerotinia y botritis, por lo tanto lleva a una reducción del uso de funguicidas.

Durante el invierno, la mayor temperatura del suelo acolchado permite acelerar el ciclo de producción.

En una primera etapa era común el uso de materiales de origen vegetal (paja, cañas, hojas secas, aserrín, etc.) o mineral (arena). Hoy día, existen materiales plásticos que reemplazan a los anteriores. Los más utilizados son los polietilenos de poco espesor (30 a 50 micrones), sin tratamiento térmico y de ancho variable. Los de color negro tienen una mayor duración, calientan menos el suelo, pero no dejan crecer las malezas.

Cuanto mayor es la transparencia, mayor es el calentamiento del suelo, pero mayor

es el crecimiento de malezas, por ejemplo, si utilizamos polietileno transparente. Las situaciones intermedias tienen comportamiento intermedio (por ejemplo, el polietileno anaranjado).

En zonas lluviosas y con cultivos al aire libre, el mulching de polietileno no permite la entrada del agua de lluvia y por lo tanto su uso no parece ser el más adecuado, en este caso podemos pensar en un acolchado de materia orgánica.

La cobertura del suelo permite conservarlo superficialmente más húmedo, facilita la infiltración del agua, disminuye la erosión, conserva la bioestructura del suelo y disminuye la temperatura de este, permitiendo a las plantas, condiciones de crecimiento adecuadas. Es altamente favorable en estación seca y con altas temperaturas, ya que se produce gran disminución de la evapotranspiración.

Si consideramos los primeros centímetros del suelo, el carbono orgánico total, la estabilidad al agua de agregados mayores de 0,2 mm, la porosidad total y la conductividad hidráulica saturada mejoran notablemente con cobertura con paja.

Es importante tener en cuenta que el uso de mulch en cualquiera de sus versiones permite el ahorro de agua, realizar varios cultivos sobre este y aislar al vegetal de cualquier contaminación que se podría lograr por su contacto con el suelo, principalmente si trabajamos en condiciones de cultivos para implementar BPA.

Mantas flotantes, agrotexiles o telas no tejidas: son plásticos (polietileno; poliéster, polipropileno, etc.), de fibras no tejidas, que constituyen un material muy liviano y de buena porosidad, el cual se coloca directamente sobre el cultivo sin ningún tipo de estructura de soporte, sujetándose solamente los bordes, de modo que quede sin tensión, para que acompañe el crecimiento del cultivo. El uso de estos materiales en cultivo de lechuga permite proteger a las plantas contra vientos y lograr una diferencia térmica entre el interior de la manta y el aire libre de aproximadamente 2 °C. En algunos casos se utilizan como barrera para reducir la entrada de insectos al cultivo (ej.: pulgones y trips).

Sombreaderos o medias sombras: en las regiones tropicales y subtropicales, la producción de lechuga se limita al período de bajas temperaturas. Para cultivar en el período estival es necesario recurrir a la utilización del sombreado. Estas son estructuras construidas precariamente (con cañas, hojas, etc.) o con materiales especiales (medias sombras), con el objetivo de reducir la radiación, la temperatura a nivel de hojas, la evapotranspiración, aumentar la humedad relativa del ambiente y regular la humedad a nivel del suelo.

Las medias sombras probablemente tengan un importante desarrollo, aun para zonas templadas, dado la reducción de los costos de inversión respecto a un invernadero, y la posibilidad de lograr mejores condiciones de cultivo en verano. Es importante extender su utilización a otras épocas del año para amortizar más rápidamente la inversión.

La limitante de esta técnica es su costo respecto a los cultivos al aire libre y que en

regiones con climas seminublados, si no es posible correrla o desplazarla, la luminosidad es muy escasa. Ello se agrava más aún con suelos pesados y climas lluviosos, dado que estos no seorean suficientemente y puede favorecer la aparición de enfermedades.

Túneles bajos: son estructuras simples que se utilizan para crear un microclima adecuado para el crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga. Dado su escasa altura no es posible que los operarios trabajen debajo de ella.

Sobre el terreno sistematizado adecuadamente (platabandas o lomos) se disponen arcos (cañas, mimbre, hierro, etc.), equidistantes y alineados, sobre los cuales se deposita el material de protección, el cual se sujeta por arriba con tensores y trabas de distinto tipo.

Las dimensiones son variables según el objetivo del túnel y muchas veces está en relación con los materiales de cubierta presentes en el mercado. El ancho de la base oscila generalmente entre 0,40 - 0,60 m hasta 1 - 1,20 m, incluso 2 m; la altura mínima promedio es de 0,50 m pudiendo llegar hasta 1 m. En general son semicirculares, la aireación es permanente o temporal, según la cubierta utilizada tenga o no perforaciones.

Brindan los beneficios de los cultivos bajo cubiertas plásticas, permitiendo obtener mayor calidad de producción, con base en una mayor protección de la planta contra los vientos, la lluvia, etc., aunque las oscilaciones de temperatura y humedad son más bruscas que las de un invernadero y la protección de heladas no es tan efectiva. Son de bajo costo de inversión, pero un alto costo de mano de obra en apertura y cierre.

Túneles altos: son estructuras intermedias entre los túneles bajos y los invernaderos, en lo que respecta a la inversión necesaria y a la protección de los cultivos. Tienen aproximadamente 5 m de ancho y 2,5 m de alto, con largo variable y cubiertos con polietileno de 100 µm de espesor que permiten la circulación interior de maquinarias para la realización de las labranzas. Es posible sistematizar el terreno en platabandas o en lomos, cultivando de 8 a 10 hileras de plantas.

Invernaderos: estas estructuras poseen un mayor volumen de aire en comparación con los túneles altos, lo que genera mejores condiciones ambientales (menores oscilaciones térmicas especialmente y de humedad). Deben presentar una buena relación superficie cubierta / ventilación para lograr una adecuada renovación de aire o ventilación, con lo cual se evitan temperaturas muy altas.

4.4. Cultivo sin suelo (hidropónico puro)

En los últimos años, la producción de lechuga hidropónica se ha vuelto cada vez más atractiva a la demanda de productos frescos y cultivados localmente. La lechuga puede crecer en 45 días o menos en sistemas hidropónicos sin sufrir déficit de oxígeno, a diferencia de otros cultivos. Debido a que el crecimiento de la lechuga es rápido se puede cultivar en sistemas hidropónicos durante todo el año.

Los dos sistemas de producción más utilizados son:

- El *floating system* o sistema de balsa: normalmente consiste en un reservorio (tipo estanque o pileta) lleno de solución nutritiva, sobre el que las plantas flotan sujetas a través de una placa de poliestireno expandido de alta densidad (Figura 4.2). El pH y EC de la solución nutritiva se ajusta con adiciones directas al estanque o bien en los tanques mezcladores y bombeando después al estanque. La aireación se logra mediante una bomba o compresor que bombea aire en el sistema o cualquier otro sistema que pueda mantener el nivel de oxígeno.

Figura 4.2



Sistema de cultivo sin suelo: *floating system*. Fotografías: M. Lopez Bilbao y D. Frezza.

- NFT (*Nutrient film technique*): este sistema consiste en proporcionar la solución nutritiva en film de pequeña lámina (flujo de 3-4 mm) a través de los canales de PVC o polipropileno blanco/negro donde se desarrollan las raíces (Figura 4.3). El sistema radical se desarrolla en parte y parcialmente por encima de la superficie con el flujo de solución nutritiva, lo que garantiza que tenga acceso a niveles de oxígeno adecuados. La solución nutritiva está circulando siempre con el pH y el EC ajustado. Típicamente, la producción toma de 30 a 40 días, dependiendo de la época. En lugares donde la luz solar es abundante (días que duran entre 14 a 16 horas) es posible obtener de 10 a 12 cultivos anualmente. En lugares donde la luz solar es menor en promedio son 8 cultivos.

Figura 4.3



Sistema de cultivo sin suelo NFT (*Nutrient film technique*). Fotografía: D. Frezza.

Ventajas del cultivo hidropónico

- Supone un incremento en producción de hasta un 15-20 %, frente a un mismo cultivo en suelo. Esto es así ya que las plantas se encuentran en unas condiciones de nutrición ideales, de forma que apenas hay gastos de energía por parte de la planta en la absorción radicular y no existen problemas de bloqueos y antagonismos entre los elementos nutritivos. Hay que indicar que, para que realmente funcione, el resto de los factores productivos (temperatura, humedad relativa del aire, luz, frecuencia de aporte de agua, nivel carbónico y estado sanitario) deben estar en unos valores adecuados.
- Precocidad de entrada en producción, de hasta 10-20 días frente a un mismo cultivo en suelo y en las mismas condiciones climáticas, ya que la facilidad de absorción de la solución nutritiva y la escasa energía dedicada a ello potencian también este aspecto.
- Se eliminan los lixiviados al suelo, ya que deben ser recolectados para ser aprovechados de nuevo, bien en el mismo establecimiento (recirculación), o bien reutilizado.
- Se produce un ahorro en fertilizantes y agua.
- Calidad del producto.
- No hay pérdidas de producto.

Desventajas del cultivo hidropónico

- Inversión inicial.
- Se requiere de conocimientos de nutrición vegetal y desarrollo de cultivo en general.

4.5. Iniciación del cultivo

El cultivo se inicia por semilla, botánicamente un aquenio. Tradicionalmente la forma de iniciación del cultivo comercial a campo era por siembra directa especialmente a chorrillo o voleo y en menor medida de precisión con semilla peleteada.

El peleteado y los recubrimientos tienen el objetivo de mejorar el aspecto final de semillas irregulares o muy pequeñas o ligeras y se realizan con materiales inertes, aplicándose alrededor de la semilla para facilitar la siembra con la maquinaria adecuada, puesto que con este procedimiento se aumenta su tamaño y peso.

Actualmente casi la totalidad inicia por siembra en almácigo y posterior trasplante.

La obtención del plantín puede realizarse en diversos contenedores: bandejas multiceldas de diversos tamaños de celdas (número de celda 288). El sustrato que se utiliza suele ser una mezcla de turba y perlita, comercial o elaborado en los mismos lugares de producción. Dado el tamaño de la semilla esta se siembra a escasa profundidad.

El plantín al momento de trasplante tendrá unas 2-3 hojas. Desde la siembra al momento de trasplante transcurrirá unos 20 días o algo más dependiendo de la temperatura y del sitio de producción del plantín (invernadero-macrotúnel).

El trasplante se puede realizar manualmente o de forma mecanizada.

Implantación

La densidad de plantas depende del tipo de lechuga, forma de iniciación (siembra directa o plantín), de la época del año y sistema de producción (a campo, invernadero en suelo y sin suelo). Varía entre 8 plantas.m² a 25 plantas.m².

Marco de plantación: dependerá del tipo de lechuga y sistema de riego utilizado, siendo 20-35 cm entre plantas y 35-40 cm entre líneas.

Labores culturales

Luis Balcaza, Diana Frezza y Rodolfo Grasso

Son todas las operaciones o labores que se realizan en el período que va desde la siembra o implantación del cultivo hasta el momento de cosecha y tiene por finalidad lograr un adecuado desarrollo de este.

Abarca las siguientes labores: carpida, escardillado, raleo, riego, aplicación de abonos, enmiendas y fertilizantes y manejo de la sanidad vegetal.

Raleo

Consiste en eliminar las plantas que excedan a la densidad adecuada para determinadas condiciones y para cada especie. Así se logra regular, dentro de ciertos límites, la competencia intraespecífica para obtener los mejores rendimientos. Generalmente se efectúa al mismo tiempo que la carpida.

Se practica principalmente en cultivos de lechuga sembrada en forma directa. La siembra de precisión disminuye el raleo, debiéndose realizar una adecuada calibración de la máquina sembradora para evitar el gasto de semilla y de mano de obra para efectuarlo.

Es importante tener en cuenta el tamaño de las plantas al momento de ralear, porque hacerlo tardíamente puede producir un daño irreparable al cultivo. El primer raleo se efectúa cuando la planta tiene unos 0,5 m de altura, dejando 0,10 m entre cada una de ellas y el segundo antes de que alcance la mitad del desarrollo, dejándolas a una distancia definitiva de 0,20-0,30 m, en función del cultivar, con una densidad definitiva de 8-12 pl.m².

Manejo del riego

Las necesidades de agua de la lechuga, para completar su ciclo, se sitúan alrededor de 110 mm en primavera para un ciclo de 60 días y 140 mm en verano para un ciclo de 30 días. A las exigencias propias de la lechuga se le agregan la evaporación directa desde la superficie del suelo.

El aumento de las cantidades de agua aportadas en el cultivo acrecienta el volumen de las plantas cosechadas, pero hasta un límite, el exceso de agua puede ser perjudicial para la producción (asfixia radicular y arrastre de elementos fertilizantes).

Los sistemas de riego utilizados son diversos según las zonas de producción y tipo de lechuga. Entre ello se puede citar: riego gravitacional por pulso, riego por aspersión y riego por goteo (Figura 5.1).

Figura 5.1



Sistemas de riego: por aspersión y por goteo. Fotografías: M. Lopez Bilbao.

Manejo de la nutrición

Extracción de nutrientes

Durante el período de cultivo la lechuga extrae para producir una tonelada de materia seca entre 1 y 2,5 kg de nitrógeno, 0,5 a 1 kg de fósforo, 3,5 a 5 kg de potasio, 0,8 y 1,5 kg de calcio y 0,2 a 0,5 kg de magnesio. La extracción de nutrientes varía según la evolución en la producción de materia seca, la lechuga consume en el último tercio de su ciclo el 50 % de los nutrientes y es en ese período cuando se produce la mayor parte de la materia seca total.

Son importantes el nivel nutricional del suelo, la época del año y el porcentaje de materia orgánica. Así mismo, la medida de la concentración de nutrientes en la planta es un muy buen indicador de su equilibrio nutricional y esto permite ajustar los programas de fertirrigación.

Los valores óptimos de concentración de nutrientes en la hoja de lechuga, según Villalbi-Vidal (1988), expresados porcentaje son los siguientes: nitrógeno 2,1-5; fósforo 0,4-0,9; potasio 4-10; calcio 0,9-2 y magnesio 0,3-1.

Ritmo de absorción de nutrientes en cultivo de lechuga

Otro aspecto muy importante para establecer un programa de fertilización es el conocimiento del ritmo de absorción de los diferentes nutrientes. En el caso de lechuga el ritmo de absorción de los elementos nutritivos está condicionado por la fase fenológica, la época del año y el rendimiento para lograr (Cuadro 5.1).

Las curvas de absorción de los cuatro nutrientes se asocian a un modelo exponencial, mostrando un aumento muy significativo a los 60 días después de la siembra.

Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Nutrientes (absorción en kg.ha ⁻¹)				Fuente
	N	P	K	Mg	
40	150	22	157,4	----	Bar-Yosef, 1991
18-50	36-175	3,6-60	54-200	3,2-15	Dominguez Vivanco, 1993
25	53	8,8	99,6	----	Jacob y Ueskull, 1973
62	113	25	195	----	Balcaza, 1997
58	133	22,5	239	----	

Absorción de nutrientes acumulada en todo el ciclo de cultivo para distintos rendimientos.

Nitrógeno

El nitrógeno es absorbido por la planta a nivel de raíces, como nitrato, puesto que es la forma predominante en el suelo. Los nitratos son reducidos en la planta por el efecto catalizador de una enzima, la nitrato reductasa, que es fuertemente inducida por la luz.

La acumulación de nitratos en la lechuga ocurre a causa de una mayor absorción respecto a su capacidad para reducirlos por parte de la planta. Esto está relacionado con la menor capacidad de inducción por parte de la enzima a consecuencia de una menor intensidad de luz. Este fenómeno es intenso en invierno debido a la existencia en el medio de una menor luminosidad.

Las necesidades aproximadas de nitrógeno para la lechuga durante todo el ciclo son de 90 a 100 kg.ha⁻¹. Estas cantidades se deben suministrar en forma equilibrada durante la etapa de cultivo y nunca de una sola oportunidad se deben agregar más de 60 kg N.ha⁻¹.

En cultivos de primavera es preferible usar fosfato diamónico pues proporciona un efecto arrancador y la forma nítrica para el otoño, por ser la forma más rápida de absorción de nitrógeno.

La absorción de nitrógeno aumenta durante las primeras fases vegetativas alrededor de 50 días desde el trasplante y luego va disminuyendo hasta la recolección. La lechuga extrae más nitrógeno en invierno que en primavera. Aproximadamente un 10 % más. De este total en los últimos 30 días de cultivo, en invierno un 33 % y en primavera un 48 %. En invernáculo la lechuga requiere entre 60 y 120 kg.ha⁻¹ de nitrógeno en su ciclo para producir entre 20-25 t.ha⁻¹.

La máxima concentración en hojas exteriores se produce a los 50 días del trasplante, aproximadamente, luego disminuye. Las hojas viejas son relativamente ricas en nitratos, pues al tener más contacto con la atmósfera se favorece la transpiración y con ello el flujo de nitratos hacia ellas. El exceso de nitrógeno favorece la Botrytis y retarda la formación de cabezas.

Un exceso de nitrógeno favorece la acumulación de nitratos en hoja, pues la capacidad de asimilación es inferior a la de absorción. No es fácil obtener un rendimiento muy alto y un bajo tenor de nitratos en hojas cuando la luz es un factor limitante. Por esta razón, en verano, los niveles de nitratos en hoja son inferiores, pues la luz interviene activando la síntesis de la enzima nitrato reductasa. En invierno, la lechuga es más rica en nitratos a causa de la baja luminosidad.

También inciden sobre la concentración de nitratos en hojas de lechuga la existencia en el medio de otros nutrientes y sus concentraciones relativas. Así una nutrición rica de potasio respecto al calcio (K/Ca = 6,6) favorece el aumento de la acumulación de nitratos.

También la presencia de formas de nitrógeno amoniacal permite bajar los niveles de nitratos, con una disminución del tamaño de la planta.

La presencia de cloruros disminuye la absorción de nitratos, aunque este proceso no siempre es garantía de una disminución contundente del nivel de nitratos en hoja.

Se puede afirmar que en invernáculo en suelos con 4 a 5 % de materia orgánica en primavera-verano no agregar nitrógeno o no pasar de 50 UF/Ha.

Fósforo

El contenido de fósforo en hojas exteriores disminuye rápidamente en la primera fase vegetativa de la planta (20 días después del trasplante) manteniéndose uniforme hasta la recolección.

En hojas interiores evolucionan uniformemente con valores más elevados que en las hojas exteriores.

En hojas externas el fósforo absorbido expresado en fósforo total es de 0,5 % máxima, 0,3 % mínima (externas) y en internas 0,5 %. Extracción total: 15 kg.ha⁻¹ en invierno y 12 kg.ha⁻¹ en primavera. La extracción acumulada en los últimos 30 días fue 43 % en invierno y 69 % en primavera.

El fósforo rara vez provoca problemas ya que es difícil que falte en el suelo.

En suelos naturales de la región Pampeana el nivel de fósforo inicial es bajo para lechuga (se encuentra por debajo de las 20 ppm) y provoca retraso en su crecimiento. El tenor inicial para lechuga debe ser de 60 a 80 ppm de fósforo por el método de Bray y Kurtz.

Potasio

El potasio participa en la regulación estomática y reduce el riesgo de marchitamiento en caso de sequía.

En hojas externas el nivel de potasio aumenta durante todo el período de cultivo en un 100 %. En hojas internas se mantiene en forma uniforme a lo largo de este.

Es importante su relación con el nitrógeno, ya que en invierno si esta no se mantiene alta, se favorece la concentración de nitrógeno y por ello se acelera el crecimiento volviendo a las hojas más frágiles exponiéndolas a desórdenes fisiológicos como la necrosis marginal.

La extracción de potasio total en invierno es de aproximadamente 200 kg.ha⁻¹ en primavera, 160 kg.ha⁻¹. De estas extracciones el 48 % en invierno y el 56 % en primavera, se produce en los últimos 30 días anteriores a la recolección. Se encuentra relacionado con el nivel de magnesio y calcio pues un exceso desplaza la absorción de estos, por ello con niveles altos de potasio se deben incrementar los aportes de estos dos nutrientes. En cultivos de lechuga en invernáculo con producción de 60 a 65 t/ha se requieren entre 200 y 350 kg.ha⁻¹ de K₂O. No deben sobrepasar sus aportes de 200 UF por vez.

Calcio

El calcio se comporta en forma similar al potasio, en hojas externas pasa de 0,7 % en plantación a 2,3 % en cosecha. En hojas internas pasa de 0,3 a 0,6 %. La extracción total es de 40 kg.ha⁻¹ en invierno y 32 kg.ha⁻¹ en primavera. En invierno consume el 62 % de Ca y el 59 % del total extraído en los últimos 30 días. Debido a su poca movilidad tanto en suelo como en planta es un elemento que requiere un tratamiento especial. Su ritmo de absorción depende de la entrada de agua a la planta y a la capacidad de retención de agua por parte del suelo.

Como la lechuga reacciona mal en suelos ácidos, cuando el pH sea inferior a 6,4–6,5 se deberá encalar. Este permite limitar los aportes de calcio. El aumento en el tenor de calcio disminuye la aparición de botrytis y el tipburn.

El "tipburn" o necrosis apical es una enfermedad de las llamadas fisiogénicas, es una de las que provoca mayores problemas en el cultivo de esta hortaliza. Se manifiesta por la aparición de manchas necróticas en los márgenes de las hojas internas y compromete de manera marcada la calidad del producto. Las causas de esta enfermedad se encuentran en los desequilibrios hídricos y nutricionales originados en deficiencias en el manejo del riego, humedad ambiental baja, excesiva concentración de sales en el suelo que dificultan la absorción fluida de calcio.

Actualmente la aparición de variedades tolerantes, combinadas con ajustes en las prácticas agronómicas relacionadas con el manejo del riego y el manejo del microclima del invernáculo, permite disminuir la incidencia del problema.

Otra forma de prevenir la aparición de necrosis apical es con aplicaciones periódicas de nitrato de calcio, disolviendo 400 a 450 g en 100 L de agua, con el agregado de tensioactivos.

Magnesio

La evolución del contenido de magnesio en hojas externas es decreciente en la primera fase del cultivo (20 días en invierno y 40 en primavera) y aumenta luego hasta la cosecha. En hojas internas el magnesio evoluciona en sentido creciente con pequeñas diferencias en el período vegetativo, la extracción de magnesio en invierno es de 15 kg y 12,3 kg en primavera. En invierno extrae 48 % y 63,5 % en primavera, en los últimos 30 días. Su carencia provoca clorosis y por ello es importante conocer el nivel de potasio y calcio pues el magnesio los desplaza.

El exceso de humedad es también una causa de la carencia de este elemento.

La aparición de síntomas de deficiencias de magnesio se puede subsanar con la aplicación vía foliar de sulfato de magnesio a razón de 1 kg/100 L de agua o bajo alguna forma quelatada en una concentración de 300 cc/100 L de agua.

Manejo de la fertilización

La lechuga en su primera etapa de cultivo, que abarca desde el nacimiento hasta la formación de las hojas internas, presenta un consumo relativamente bajo de nutrientes. Si el suelo tiene un adecuado nivel de estos nutrientes, no es necesario fertilizar. Este caso ocurre frecuentemente cuando la lechuga se cultiva luego del tomate o el pimiento, que dejan al suelo suficientemente rico en sales para satisfacer las necesidades de un ciclo completo.

Si las condiciones nutricionales del suelo presentan algunas carencias, en el último tramo del ciclo es conveniente fertilizar con una relación nutritiva NPK de 1:0.5:2/2.5. El aporte de nutrientes en cultivos bajo cubierta se realiza a través de la disolución de fertilizantes en el agua de riego (fertirriego).

En un programa de fertirrigación deben tenerse en cuenta la concentración de la solución nutritiva, el ritmo de absorción de los nutrientes por la planta y la relación entre los diferentes elementos nutritivos.

En lo que se refiere al cultivo de lechuga, por ser una especie sensible a sales, no es conveniente que la solución nutritiva tenga una concentración elevada.

Riego

El suelo es un reservorio en el cual la planta toma sus alimentos según sus necesidades. El nivel de este reservorio depende de su naturaleza y del volumen del suelo explorado por las raíces.

La lechuga tiene un sistema radical pivotante, pero el método de plantación en plantín provoca el desarrollo de un sistema radical fasciculado, en superficie. La mayor parte de las raíces alcanzan entre 10 y 25 cm de profundidad, la cual debe ser irrigada correctamente. El poco volumen explorado por cada planta impone regularidad en la irrigación.

La irrigación condiciona la absorción de los elementos minerales. Una dosis de riego exagerada puede provocar asfixia radical, facilitando la aparición de enfermedades y la lixiviación de elementos minerales solubles como los nitratos. Una irrigación mal hecha o insuficiente no permitirá a la planta cubrir sus necesidades para el crecimiento.

Para lograr una cosecha uniforme se debe tener una buena regularidad en la repartición del agua.

De un modo general, las plantas más frágiles serán más sensibles a los accidentes fisiológicos tales como las necrosis marginales.

Las necesidades en agua de la lechuga, para completar su ciclo, se sitúan alrededor de 110 mm en primavera para un ciclo de 60 días y 140 mm en verano para un ciclo de 30 días. A las exigencias propias de la lechuga se le agregan la evaporación directa desde la superficie del suelo.

El aumento de las cantidades de agua aportadas en el cultivo acrecienta el volumen de las plantas cosechadas, pero hasta un límite, el exceso de agua puede ser perjudicial para la producción (asfixia radical y arrastre de elementos fertilizantes).

Plagas, enfermedades y malezas

María Eugenia Strassera, Rodolfo Grasso y Marisa Lopez Bilbao

La lechuga es una hortaliza altamente perecedera que no puede ser almacenada o transportada durante largos períodos. Por ello, usualmente en los suburbios de las áreas metropolitanas, se cultivan tres o cuatro veces al año grandes volúmenes de lechuga en espacios pequeños, donde la distancia entre los centros de producción y de consumo es corta.

Esta producción intensiva hace que la lechuga sea susceptible a epidemias y sufra de plagas y enfermedades económicamente importantes.

Puede verse afectada por distintos patógenos fúngicos, bacterianos o virales. Todas las enfermedades foliares reducen la producción y afectan severamente el valor comercial de este cultivo.

Entre las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo podemos nombrar:

6.1 Plagas

Un gran número de especies pueden atacar a la lechuga, sobre todo en su fase vegetativa los ataques son especialmente graves en el caso de las que forman "cabeza", ya que el daño provocado puede quedar oculto por la superposición de hojas, y ser posteriormente un foco de podredumbre bacteriana o fúngica. Además de sus daños directos, los pulgones y trips son transmisores de virus, los pulgones transmiten Mosaico de la lechuga y los trips, el *Spotted Wilt Virus*.

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporarorum*)

Es un insecto muy polífago que se alimenta y multiplica en numerosos hospedantes alternativos (berenjena, acelga, espinaca, apio, tomate, pimiento, zapallito de tronco, pepino, chaucha, etc.). Los estados que ocasionan daños al cultivo son los ninfales y el de adulto. Las ninfas son pequeños puntitos planos, translúcidos e inmóviles que van cambiando de color hacia el final del desarrollo que se alojan en el envés de las hojas.

Los adultos son pequeñas mosquitas blancas que vuelan activamente al mover la plántula o la planta más desarrollada. A los 3-4 días de detectados los adultos comienzan a ovipositar. Los daños que ocasionan son de dos tipos: directos e indirectos. Los daños directos corresponden al debilitamiento (amarillamiento y marchitez) de la planta debido a su hábito alimenticio chupador-suctor permitiendo succionar los jugos celulares la savia elaborada. Entre los daños indirectos se puede mencionar la reducción del área fotosintéticamente activa, reduciendo la respiración de la hoja por el establecimiento de un complejo de hongos denominado vulgarmente como fumagina. Esto ocurre por las sustancias de desecho azucaradas (melaza) de las ninfas y adultos que sumado a la alta humedad ambiente se crea un microclima ideal para su establecimiento y desarrollo. Y otro posible daño indirecto es la transmisión de enfermedades virósicas (*Crinivirus*).

Pulgón de la lechuga (*Hyperomyzus lactucae*)

Este áfido se alimenta y se multiplica en numerosos hospedantes alternativos (tomate, batata, alcaucil, etc.). Los estados que ocasionan daños al cultivo son los ninfales (verde claro) y el de adulto (verde claro y negro). El ciclo biológico consta de los siguientes estados: huevo, cuatro estadios ninfales y adulto, y la duración del ciclo depende fundamentalmente de la temperatura. En este sentido con el aumento de las temperaturas medias diarias el desarrollo y la tasa de reproducción del áfido se incrementan. Mientras que la duración del ciclo biológico y la fecundidad total disminuyen. Por otro lado, los individuos alados presentan un tiempo de desarrollo más largo y una tasa reproductiva baja. Los daños que ocasionan son de dos tipos: directos e indirectos. Son los mismos que que causan *M. persicae* (pulgón verde del duraznero). Los directos se deben a su hábito alimenticio (ninfas y adultos) al tomar la savia elaborada. Generalmente lo hacen en órganos jóvenes y tejidos tiernos en pleno crecimiento. Esta acción debilita a la planta pudiéndose manifestar amarillamiento de las hojas y reducción en el crecimiento. Generalmente las colonias de pulgones suelen refugiarse en el envés de las hojas o en las centrales de los cultivos de hoja. Habitualmente estos daños se observan en focos. Entre los daños indirectos se puede mencionar la reducción del área fotosintéticamente activa, reduciendo la respiración de la hoja (en casos extremos puede asfixiarse) por el establecimiento de un complejo de hongos denominado vulgarmente como fumagina. Esto ocurre por las sustancias de desecho azucaradas (melaza) de las ninfas y adultos que sumado a la alta humedad ambiente se crea un microclima ideal para su establecimiento y desarrollo. Este complejo de hongos es más frecuente de observar en hortalizas de fruto. Y otro posible daño indirecto muy grave es que actúa como vector en la transmisión de enfermedades virósicas como el Cucurbit mosaic virus (CMV) y el virus de la papa (PVY). Sin embargo, dentro de los daños indirectos, este pulgón es vector de aproximadamente 12 virus no persistentes, tales como el virus del mosaico de la lechuga y varios virus persistentes como el amarillamiento necrótico de la lechuga entre otros.

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Es muy polífago alimentándose y multiplicándose en numerosos hospedantes alternativos (tomate, pimiento, berenjena, pepino, frutilla, papa, cebolla, ornamentales y numerosas malezas). Los estados que ocasionan daños al cultivo son los ninfales (coloración blanca a amarillo-naranja) y el de adulto (amarillo-ocre intenso a negro). Los daños que ocasionan son de dos tipos (directos e indirectos). Los directos corresponden a pequeñas manchas irregulares en el haz y envés de las hojas de coloración blanquecina a plateadas con puntuaciones negras (deyecciones) en su interior. Estos daños se deben a su hábito alimenticio raspador-chupador, vaciando y raspando el contenido celular que al tomar contacto con el oxígeno toma dicha coloración. La saliva fitotóxica segregada en la alimentación da lugar a deformaciones en hojas, flores y algunas yemas florales por no llegar a desarrollarse. También la hembra puede ocasionar daños al introducir su aparato ovipositor en el tejido vegetal. Los indirectos son los más graves. Los mismos consisten en la posibilidad de transmitir enfermedades virósicas como la peste negra (*Tospovirus*). La sintomatología en los invernáculos es variable pudiendo manifestarse en todas las etapas de crecimiento y desarrollo de los cultivos de hoja. Entre los principales síntomas se encuentra: la detención del crecimiento de la planta, esta toma una coloración más clara y opaca, en las hojas se comienza a observar manchas pequeñas de color negro y sus nervaduras se tornan violáceas. En otros casos la sintomatología no se manifiesta tan exacta, lo cual dificulta su detección, pero en todos los casos disminuye su valor comercial. Los estados juveniles (larva 1 o 2) son los responsables de adquirir el virus, el cual se replica dentro del insecto y es transmitido solo en su estado adulto. Es un virus persistente y propagativo (hasta que muera el adulto es transmitido, la concentración del virus en el cuerpo del vector aumenta con la edad del insecto y la fecundidad disminuye en los insectos virulíferos).

6.2. Enfermedades

Hongos

Bremia lactucae (Mildiu): se observan manchas claras (verde amarillentas) en la cara superior de las hojas, luego se vuelven marrones. En la cara inferior se puede ver la eflorescencia blanca del hongo.

Alternaria sp.: se observan manchas foliares.

Stemphylium botryosum: produce manchas de color marrón claro en las hojas externas de la planta.

Sclerotinia sclerotiorum: podredumbre blanca acuosa que se diferencia de las bacteriosis por la presencia de micelio blanco. Los síntomas son amarilleo de las hojas más viejas, marchitez de toda la planta, raíz que se desprende con facilidad y podredumbre húmeda a nivel del cuello. Esta enfermedad es favorecida por el tiempo frío y húmedo,

suelo mal drenado y riego excesivo. En la Figura 6.1 se ve una planta enferma donde se observan esclerocios y el micelio blanco, al lado una comparación con plantas sanas.

Figura 6.1



Plantas de lechuga atacadas por el *Sclerotinia*. Fotografías: M. Lopez Bilbao.

Septoria lactucae: esta enfermedad ocurre de forma esporádica y puede ser severa en condiciones de humedad prolongada y mucha lluvia. Los síntomas iniciales son manchas cloróticas pequeñas e irregulares. Estas manchas van tomando forma elíptica y color oliváceo y pueden estar rodeadas por una zona clorótica. Los picnidios del hongo pueden observarse sobre las manchas. En infecciones severas el follaje se observa necrótico y se marchita. En algunos casos estas zonas necróticas se desprenden y la lámina foliar queda perforada. Este patógeno sobrevive en la semilla, residuos de cosecha, y malezas hospederas. Las esporas son diseminadas por la lluvia al salpicar en el suelo o por el agua de riego.

Bacterias

Durante la fase de producción comercial las más importantes son *Pseudomonas marginalis* y *Pseudomonas cichorii*. Los síntomas son el marchitamiento marginal seguido de una desecación gradual del tejido. Se propaga por el agua de riego y el contacto de las plantas entre sí; aparece en campos con suelos compactos y húmedos. Se puede observar en cualquier época del año, siempre que la humedad sea elevada.

Virus

-Virus del mosaico de la lechuga (*Marmor lactucae*) (LMV): es una enfermedad importante en los cultivos para semilla. Los síntomas consisten en un moteado verde amarillento en las hojas, enrollamiento de los extremos de las hojas externas, escapo floral más corto y menos ramificado, manchas de color castaño en los primordios y flores abortadas. Las plantas infectadas producen menos semillas o pueden quedar

completamente estériles. Es transmitido por áfidos (pulgones) y también por semilla, aunque en menor porcentaje.

-Virus del amarillamiento de la lechuga (*Lettuce Necrotic Yellow Virus*): se produce la necrosis de algunas hojas y clorosis severa, con menor crecimiento en altas temperaturas. Con temperaturas menores las plantas vegetan, las hojas inferiores se amarillean, se secan y las nuevas son pequeñas y cloróticas, sin valor comercial. Se transmite por áfidos.

-Virus de la peste negra del tomate (*Tomato Spotted Wilt Virus*): los síntomas son mosaico, encrespamiento y menor desarrollo de un lado de la hoja, enanismo. Es transmitido por trips. En la Figura 6.2 se aprecia la comparación de una planta sana (derecha) con una planta infectada (izquierda).

Figura 6.2



Comparación entre planta sana (derecha) y otra con peste negra (izquierda).
Fotografía: M. Lopez Bilbao.

-Nervadura gruesa o "Big Vein": las hojas presentan abullonamientos y deformaciones, las nervaduras se vuelven amarillas y quedan enmarcadas por una franja también amarilla, que contrasta con el color normal del resto de la hoja y su complexión rugosa que le da un aspecto más grueso que lo normal. Se transmite por el hongo *Ospidium brassicae*.

6.3. Problemas fisiogénicos

Tipburn o quemado del borde de la hoja: es la enfermedad más grave de los cultivos de verano. Se caracteriza por necrosis de los extremos de las hojas nuevas que puede alcanzar hasta la mitad del limbo foliar con un ataque severo (Figura 6.3). La necrosis, que es visible tempranamente en cultivares de hojas sueltas o con una "cabeza laxa", aparece recién cuando se forma esta. Durante períodos de clima cálido, el desorden puede ser tan severo que determina la finalización del cultivo sin llegar a cosecha. Este proceso se desarrolla sobre plantas que crecen en invernadero y a campo, o cuando se almacenan en altas temperaturas sin un enfriamiento adecuado luego de la cosecha. El tipburn es causado por una deficiencia de calcio en las hojas nuevas, con una alta tasa de expansión. La relativa inmovilidad del calcio en la planta hace difícil el control. El principal tratamiento está relacionado con la selección de líneas resistentes.

Figura 6.3



Comparación entre planta sana (derecha) y otra con peste negra (izquierda).
Fotografía: M. Lopez Bilbao.

6.4. Malezas

El control de malezas en cultivos hortícolas debe hacerse procurando minimizar el impacto ambiental de las operaciones.

En lechuga es importante tener en cuenta los períodos críticos o fases donde las malezas disminuyen la productividad. En este caso, no solamente se deben considerar los

estadios iniciales de germinación o trasplante, sino el próximo a la recolección, cuando las malezas sofocan a la lechuga, crean un ambiente propicio al desarrollo de enfermedades y es importante tener en cuenta la presencia de virosis en algunas de ellas.

La reglamentación del uso de productos fitosanitarios para cultivos hortícolas del Senasa (Resolución N° 934/10 y 608/12 (<http://www.senasa.gob.ar/resolucion-6082012>)) alcanza a cultivos de acelga, perejil, lechuga, rúcula, repollito de bruselas, achicoria, espinaca, frutilla radicheta, berro, coliflor, escarola, albahaca, cilantro, salvia, romero, tomillo, orégano, eneldo y brócoli.

Los herbicidas autorizados en la lechuga son los siguientes: dinitramina (Cobex), trifluralina (Treflan), propizamida (Kerb 50W), fluazifop p butil (Hache Uno 35 %), S-metolacoloro (Dual Gold) y setoxidim (Poast), nombrando los principios activos y entre paréntesis el producto comercial.

El uso de herbicidas no radica solamente en el hecho de que así se elimina la competencia, sino que, además, se reducen riegos de daños, que las malezas, indirectamente, producen al cultivo.

Si no hay buena aireación entre las plantas y la humedad es alta, sobre todo al final del cultivo, se multiplica la posibilidad de incidencia de enfermedades criptogámicas. También los insectos vectores de virosis, así como otros parásitos, directa o indirectamente se ven favorecidos por la presencia de las malezas.

Manejo de la cosecha

Diana Frezza

La cosecha es destructiva y se puede realizar de forma manual, semimecanizada o mecanizada.

El momento o criterio de cosecha dependerá de:

- tipo de lechuga,
- destino (fresco entero o procesado),
- tamaño de planta para comercializar (tener en cuenta ciclo de cultivo según tipo de lechuga, época del año y sistema de producción, oscila entre 20 a 120 días),
- precio de mercado,
- no debe presentar problemas sanitarios.

Manejo poscosecha, almacenamiento

La lechuga es una especie con una alta tasa respiratoria. Esta es mayor en los tipos que no acogollan (Cuadro 7.1) que en los otros. Además, son sensibles al etileno, por lo que debe ventilarse adecuadamente la cámara y no deben almacenarse con especies productoras de este gas, como melones, tomates o manzanas. Posee una alta superficie-volumen.

Cuadro 7.1

Tipo de lechuga	Temperatura de almacenamiento (°C)					
	0	5	10	15	20	25
De cabeza	705	1010	1870	2360	3400	5020
De hoja	1410	1870	2390	3825	6150	8970

Calor de respiración de lechuga a distintas temperaturas (kcal/t-día).

Adaptado por Bianco - Pimpini (1990)

Datos elaborados con base en promedios de resultados de diferentes autores.

Para evitar pérdidas por respiración y deshidratación se realiza un remojado o bien un preenfriamiento con el objetivo de bajar la temperatura del producto llevando lo más rápidamente posible a 2 °C. La conservación se hace a 0-1 °C y humedad alta. Es conveniente recubrir las piezas con plásticos para evitar deshidrataciones.

Los métodos más adecuados son el enfriamiento por vacío, el aire forzado húmedo y el enfriamiento por agua. El más idóneo es el método de vacío, que se hace con la lechuga ya envasada.

La conservación de las lechugas debe realizarse a una temperatura entre 0 y 1 °C, con humedades relativas por encima del 95 %. Si no están envueltas individualmente hay que recubrir los envases con plásticos perforados para reducir la deshidratación.

Se ha estudiado el uso de atmósferas modificadas, con lo que se consigue alargar la conservación hasta 1,5 meses.

Por ser un producto vivo es importante que el material que se utilice para el envasado tenga permeabilidad a los gases adecuada a este producto y en lo posible que sea antimicrobiano. Las condiciones idóneas (Cuadro 7.2) son una temperatura de 0 °C, una humedad elevada, niveles de oxígeno y dióxido de carbono de acuerdo al tipo de lechuga y grado de procesado.

Cuadro 7.2

Tipos de lechuga y procesado	Oxígeno	Dióxido de carbono
Cabeza mantecosa cortada	1-3 %	5-10 %
Latina cortada	0,5-3 %	5-10 %
Cabeza hojas crespas cortada y/o trazada	0,5-3 %	10-15 %

Niveles de oxígeno y dióxido de carbono en atmosfera modificada de distintos tipos de lechuga y grado de procesado (Frezza, 2012).

Distribución

Tanto el transporte como la distribución deben hacerse a temperaturas lo más bajas posibles. La humedad debe mantenerse alta para evitar la deshidratación. También hay que evitar las cargas mixtas con productos que desprenden etileno. El transporte se debe realizar a temperaturas bajas, cercanas a 0 °C y que no superen los 6 °C. Para transportes marítimos de lechugas acogolladas se usan además atmósferas modificadas y controladas.

Alteraciones y enfermedades parasitarias en poscosecha

La lechuga puede sufrir diversas alteraciones y enfermedades parasitarias durante su almacenamiento. Entre las primeras están el marchitamiento, el amarilleamiento o la 'mancha parda'. Entre las enfermedades fúngicas destacan *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Bremia lactucae* y algunas bacterias que también pueden afectar como *Erwinia* y *Pseudomonas*.

Durante la conservación pueden aparecer diversos problemas como alteraciones de tipo fisiológicas.

1- Marchitamiento: las lechugas pueden perder mucha agua si no se toman medidas al respecto, con lo que pierden el aspecto fresco deseable. Para evitarlo se deben mantener la temperatura baja y se deben usar recubrimientos plásticos.

2- Amarilleamiento: es un proceso normal debido al envejecimiento del material, pero se puede ver acelerado por la presencia de etileno.

3- Russet spotting: es una alteración fisiológica que afecta sobre todo a la lechuga iceberg. Se caracteriza por la aparición de manchas pequeñas de 1 mm de ancho por 2-4 mm de largo, que al principio son amarillas pero que se tornan rojizas. Aparecen generalmente en la parte inferior de la nervadura central de las hojas, y están originadas por pequeñas concentraciones de etileno.

4- Tipburn: es un desorden fisiológico que aparece en campo, pero que puede agravarse durante el almacenamiento. Se manifiesta como una quemadura de la punta de las hojas más jóvenes. Posteriormente las zonas afectadas se ven invadidas por patógenos como *Erwinia carotovora*.

5- Pink rib: esta afección llamada costilla rosada produce coloraciones de ese tono en la nervadura principal.

6- Rib discoloration: esta alteración produce el pardeamiento de las nervaduras principales. Afecta sobre todo a las hojas externas y se puede observar en campo.

7- Brown stain: la 'mancha parda' es un síntoma de daños por anhídrido carbónico. Consiste en manchas superficiales de forma oval a irregular, de unos 0,5-1,5 cm de diámetro. Generalmente se ve afectada la parte externa de las hojas del cogollo.

Tipificación, empaque, comercialización

José Fernández Lozano

Luego de la cosecha de lechuga es poco el valor agregado a esta hortaliza en Argentina, salvo en aquellos casos que se la utiliza para acondicionarla como “Mínimamente Procesada o Cuarta Gama”. Es así como se observa que habitualmente las tareas de tipificación y empaque son escasas y se realizan directamente en el campo, en el lugar de cosecha. En estas condiciones es poco lo que se puede realizar en cuanto a la limpieza del producto y clasificación. Al momento de cosecha se eliminan las hojas viejas o sucias y se colocan las cabezas en los envases, generalmente de madera. En pocos casos se utilizan envases de plástico. En algunas oportunidades el acondicionamiento y empaque es realizado en instalaciones adecuadas para tal fin.

8.1. Envases

Como se indicó anteriormente, el envase más utilizado es el cajón de madera. En la mayoría de las situaciones estos se reutilizan (envases con retorno). Esto significa que el comprador de un mercado mayorista paga seña cuando compra el producto y esta se reintegra cuando se devuelve el envase. Luego, este envase se envía a la zona de producción para ser utilizado en un nuevo envío.

Si bien no hay una medida uniforme para todos los cajones que se utilizan en la comercialización de lechuga, podríamos describir los siguientes:

-Jaula de madera: es un envase que se reutiliza y las medidas habituales son: ancho: 35-36 cm, alto: 28-30 cm y largo: 50-52 cm. El peso del contenido es variable según la variedad de lechuga utilizada y la forma (presión) de envasado de las plantas. Si se trata del tipo comercial criolla, el peso neto es de alrededor de 10 kilos para capuchina de 12 kilos y para mantecosa de 8 kilos.

-Cajón de madera Torito: también es de madera y reutilizable. Las medidas son ancho: 29-30 cm, alto: 21-22 cm y largo 44-45 cm.

-Otros envases menos frecuentes son las jaulas de plástico (reutilizables), jaulas de madera de único uso y envases de plástico plegables. Estos últimos son reutilizados, previo lavado por parte de la empresa que los alquila y presta el servicio de retiro del canal comercial supermercadista que es quién exige en muchos casos su uso.

En la Figura 8.1 se muestran ejemplos de estos envases



A) Cajón de lechuga tipo hoja suelta o “francesa” en cajón de madera tipo Torito reutilizable.

B) Lechuga tipo mantecosa en jaula de madera reutilizable (con retorno)

C) Lechuga tipo capuchina en jaula de madera de único uso (sin retorno).

D) Lechuga tipo morada de hoja suelta en envase reutilizable de plástico.

Fotografías: J. Fernandez Lozano.

8.2 Normas de calidad e inocuidad alimentaria

La calidad comercial e inocuidad de la lechuga está regulada por normas nacionales tales como:

- Ley Nacional 18284/69: Código Alimentario Argentino (C.A.A.). De acuerdo a este código, los productos vegetales se encuentran dentro de los alimentos que obligatoriamente deberán estar sujetos a controles microbiológicos. A través de la Resolución Conjunta (Secretaría de Políticas, Regulación e Institutos y la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación) N° 192 y 799/2012, se incorporan al C.A.A. los artículos 925 ter y 925 quarter, los cuales establecen los requisitos necesarios para garantizar la calidad e inocuidad del producto, de acuerdo a las buenas prácticas de manufactura. Esto se refiere a frutas y hortalizas, tanto al estado fresco como a su presentación como producto mínimamente procesado (cuarta gama).

-Resolución Conjunta 5/2018 de la Secretaría de Regulación y Gestión Sanitaria y Secretaría de Alimentos y Biotecnología: establece que se incorpora al Código Alimentario Argentino el Artículo 154 ter que indica que toda persona física o jurídica responsable de la producción de frutas y hortalizas deberá cumplir con las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), cuando se realicen una o más de las actividades siguientes: producción primaria (cultivo-cosecha), almacenamiento hasta la comercialización dentro del establecimiento productivo, a excepción de aquellos registrados como empaques.

Las BPA son prácticas orientadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social para los procesos productivos de la explotación agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos. La citada resolución otorga un plazo a los productores del sector hortícola hasta el 4 de enero de 2021, para implementar las BPA.

-Resolución exSAG N° 297/83: reglamenta las normas de tipificación, empaque y fiscalización de las hortalizas frescas con destino a los mercados mayoristas de interés nacional. Esta norma establece los requisitos mínimos. Debe ser sana, fresca, limpia, entera, no excesivamente húmeda. Deberá estar libre de insectos vivos, podredumbres, decoloraciones, lesiones, tallos floríferos, corazón negro, olor y sabor extraños.

Especifica cuatro tipos comerciales: lechugas del grupo latino, arrepolladas o capuchinas, de hoja y mantecosas.

Por una parte, en cuanto a la clasificación por tamaño, se deben tipificar en tres tamaños:

Grandes: de más de doscientos cincuenta gramos (+250 g) para las lechugas latinas, más de trescientos gramos (+300 g) para las arrepolladas; más de ciento cincuenta gramos (+150 g) para la mantecosa y lechuga de hoja.

Medianas: de ciento cincuenta a doscientos gramos (150 a 200 g) para las lechugas latinas; de doscientos a trescientos gramos (200 a 300 g) para las arrepolladas; de cien a ciento cincuenta gramos (100 a 150 g) para la mantecosa y lechuga de hoja.

Chicas: de menos de ciento cincuenta gramos (-150 g) para las lechugas latinas y menos de doscientos gramos (-200 g) para las lechugas arrepolladas; menos de ciento cincuenta gramos (-150 g) para la mantecosa y menos de cien gramos (-100 g) para la lechuga de hoja.

Por otra parte, establece tres grados de selección:

Grado N.º 1: dentro de este grado se clasificarán las lechugas de un mismo cultivar; tamaño; tipo comercial y que cumplan con las condiciones mínimas establecidas en la norma. Tolerancias: hasta un cinco por ciento (5 %) de defectos; no se admiten podredumbres, cualquiera sea su origen.

Grado N.º 2: tolerancias: pequeñas deformaciones; leves decoloraciones; suave marchitez de las hojas inferiores; en las lechugas arrepolladas una menor firmeza de la cabeza, pero sin que haya perdido su forma; en las del grupo latino las hojas pueden estar abiertas en el tercio superior. Hasta un diez por ciento (10 %) de otros defectos. No se admitirán podredumbres cualquiera sea su origen.

Grado N.º 3: tolerancias: deformaciones y decoloraciones, siempre que estas no comprometan el reconocimiento del cultivar y que no afecten más de un tercio (1/3) de la planta; leve marchitez de las hojas inferiores; en las lechugas arrepolladas las cabezas flojas siempre que conserven su forma y, en las lechugas latinas, las hojas se presentarán abiertas en un cincuenta por ciento (50 %) de la planta. Hasta un quince por ciento (15 %) de otros defectos, dentro de los cuales solamente un medio por ciento (0,5 %) podrá ser de podredumbres, cualquiera sea su origen o de corazón negro.

-Ley de Plaguicidas N° 18073/69: establece el marco normativo en cuanto al uso de plaguicidas en la producción agropecuaria.

8.3. Transporte

Una vez realizada la cosecha esta hortaliza es enviada inmediatamente a la siguiente etapa de la cadena comercial. Es poco frecuente que se realice preenfriado o almacenamiento frigorífico de esta hortaliza a nivel productor. Normalmente se realiza la cosecha cuando ya está definida la venta o el envío en consignación a un mercado mayorista.

Es común observar que los medios de transporte de la lechuga que se produce en los cinturones hortícolas de Argentina, son de propiedad de los productores, si bien algunos de ellos contratan este servicio. Se utilizan camiones de carga general, no adaptados al transporte de este tipo de productos. Generalmente son camiones de caja abierta.

No se utilizan pallets (carga unitizada) para el transporte y acondicionamiento de los envases. Dado que este producto tiene un precio muy variable, llegando a valores muy bajos cuando la oferta es abundante, el costo de transporte puede tener una incidencia importante, especialmente cuando se trata de una partida proveniente de provincias alejadas del mercado destino. Es poco frecuente el uso de transportes refrigerados.

8.4. Canales comerciales

Como ya se describió en apartados anteriores esta hortaliza tiene su principal área de cultivo en los cinturones hortícolas de las ciudades. Por su corto período de conservación, impacto negativo del transporte en la calidad y el costo de comercialización, estos cinturones hortícolas compiten favorablemente en abastecer parte del consumo local de las poblaciones o ciudades que circundan. Esto determina que su principal mercado es el local o regional de corta distancia. No obstante, hay algunas zonas de producción que también abastecen a otras provincias, por lo que son transportadas a largas distancias. Esta última situación frecuentemente se da cuando una zona de producción ha tenido algún problema climático y tiene que ser abastecida por otra provincia.

En el cinturón hortícola de Buenos Aires y en las otras zonas de producción, los productores de esta hortaliza disponen de varios canales de abastecimiento:

Productor – Comprador de otra provincia

Cuando por alguna razón de tipo climático u otro motivo hay deficiencia de esta hortaliza para el abastecimiento en una determinada zona, esta es provista por otra zona productora. Es común que productores de lechuga de Mar del Plata vendan parte de su producción a compradores del Área Metropolitana de Buenos Aires, Rosario, Santa Fe y otros mercados nacionales. Esta situación se da sobre todo durante el verano, ya que Mar del Plata tiene un clima adecuado para producir lechuga en verano, a diferencia de las otras zonas citadas. Una situación similar se presenta con la producción de Santa Fe y Santiago del Estero durante el invierno.

En mercados mayoristas:

No existen datos certeros sobre el porcentaje del volumen hortícola que intermedian los mercados mayoristas de concentración, pero teniendo en cuenta que existen más de 60 mercados en el país se puede concluir que estos mercados captan buena parte del flujo nacional hortícola.

Los mercados concentradores cumplen un rol fundamental en los sistemas de comercialización de productos frescos. Su función básica es la de establecer un nexo entre intenciones de consumo por parte de la población con la oferta disponible en cada momento del tiempo, asegurando de esta manera una fluida provisión de estos alimentos.

Productor – Mercado mayorista local o nacional:

Este sigue siendo un canal importante, en cuanto a su magnitud, para el productor de lechuga. Se pueden presentar dos situaciones en esta alternativa comercial. La primera es que el productor le venda la lechuga envasada (cajón) a compradores que la retiran directamente en el campo. En este caso se negocia un precio entre las partes y se paga

a pie de camión. Estos compradores llevan el producto a un mercado mayorista donde negocian el producto.

La otra situación se da cuando el productor establece una relación comercial con un operador mayorista de un mercado y le envía el producto "a consignación". El flete corre por cuenta del productor. Una vez vendida la partida, el operador le envía la liquidación comercial, con el precio de venta, los gastos eventuales y se cobra una comisión por la venta. El porcentaje de la comisión en negociada entre las partes y oscila entre el 12 al 15 % del valor bruto de venta.

Venta directa al sector minorista:

La venta directa al sector minorista se da principalmente dirigida a los supermercados. Solamente en las pequeñas ciudades o pueblos el productor de lechuga y otras hortalizas se relaciona comercialmente con los comercios minoristas tradicionales (verdulerías), dada la cercanía y la falta de otros canales. Esta situación se establece con pequeños productores.

El formato de supermercados tiene aproximadamente el 20 % del mercado minorista de frutas y hortalizas en el área metropolitana de Buenos Aires. Situaciones similares se presentan en otras regiones de Argentina. Es frecuente que las grandes cadenas de supermercados se abastezcan en forma directa del productor de lechuga debido a que el volumen es importante y a que estos clientes requieren un acondicionamiento especial del producto (envases de plástico plegable, atado individual, etc.). Este canal es utilizado solamente por los productores más grandes de cada zona.

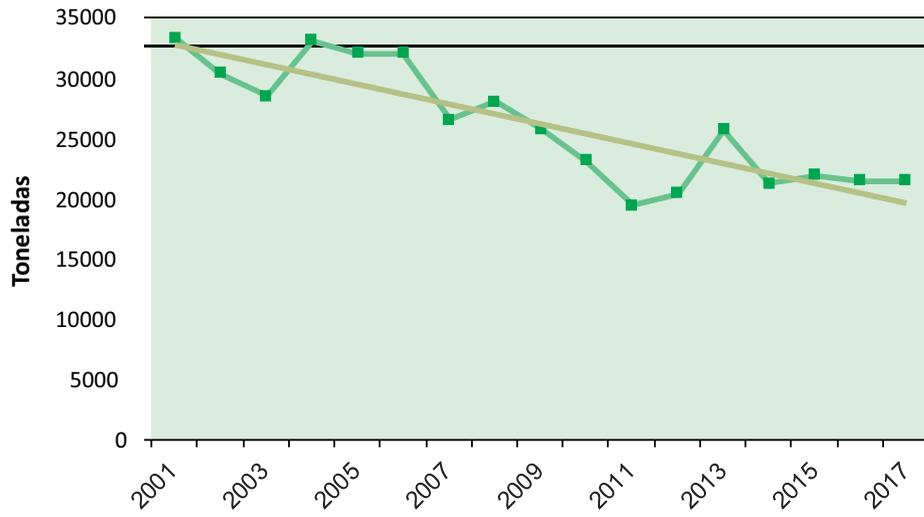
8.5. Precios mayoristas y oferta estacional

Dada la importancia que reviste el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) en la comercialización de hortalizas a nivel país, y la disponibilidad de registros históricos de precios informados por ese mercado, se tomará esa información como representativa de los precios mayoristas.

Resulta interesante observar la estacionalidad de los precios y de los volúmenes de lechuga registrados a lo largo del año. En la Figura 8.2 se han registrado los valores para el bienio 2016/17.

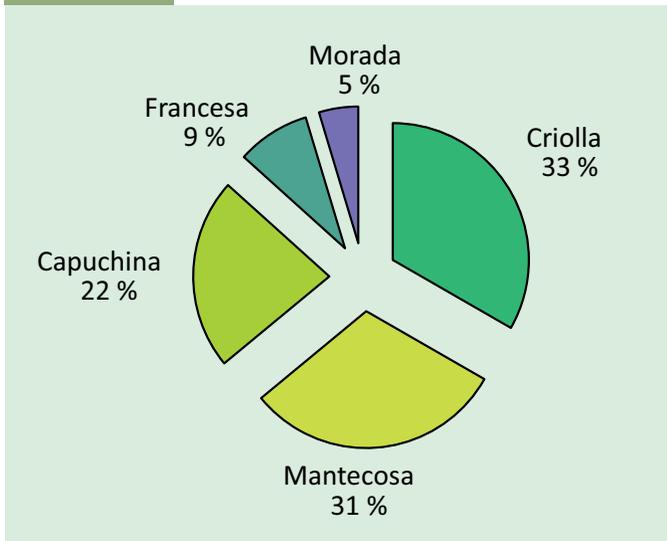
Es frecuente que se dé la situación que se registra en la figura anterior, esto es que los menores precios se presentan en primavera y otoño, o sea cuando hay menos restricciones climáticas para la producción de esta hortaliza y por lo tanto una oferta normal. En lo que se refiere a la composición varietal, en la Figura 8.3 se puede observar la oferta de lechuga en el MCBA.

Figura 8.2



Variación estacional de precios y volúmenes de lechuga comercializados en el MCBA. Promedio 2016/17.

Figura 8.3



Composición varietal (tipos comerciales) de lechuga en la oferta del MCBA. Período 2016/17.

Mejoramiento, genética y biotecnología

Laura M. Radonic, Flavia S. Darqui y Marisa Lopez Bilbao

La humanidad ha modificado y seleccionado las propiedades de las especies cultivadas desde el comienzo de la agricultura. Así, las plantas que hoy se cultivan son diferentes a sus antepasados silvestres, ya que han sido modificadas y seleccionadas por sus propiedades a lo largo de diez mil años en función de las necesidades de los agricultores. Esta mejora o mejoramiento de los cultivos se basa en el cruzamiento entre individuos de la misma especie pero que muestran características diferentes, y una posterior selección de los ejemplares de la descendencia que presentan las características deseadas. El cruzamiento seguido de la selección artificial se repite sucesivamente hasta lograr la variedad final con la incorporación de los genes que llevan información para los rasgos deseados.

Cuando dentro de la especie para mejorar no existe el gen que le confiera el carácter de interés, en algunas ocasiones es posible realizar cruzamientos interespecíficos que permitan incorporar un gen de otra especie emparentada silvestre.

Este proceso de generación de nuevas variedades por cruzamiento ha originado a todas las variedades que se cultivan hoy en día.

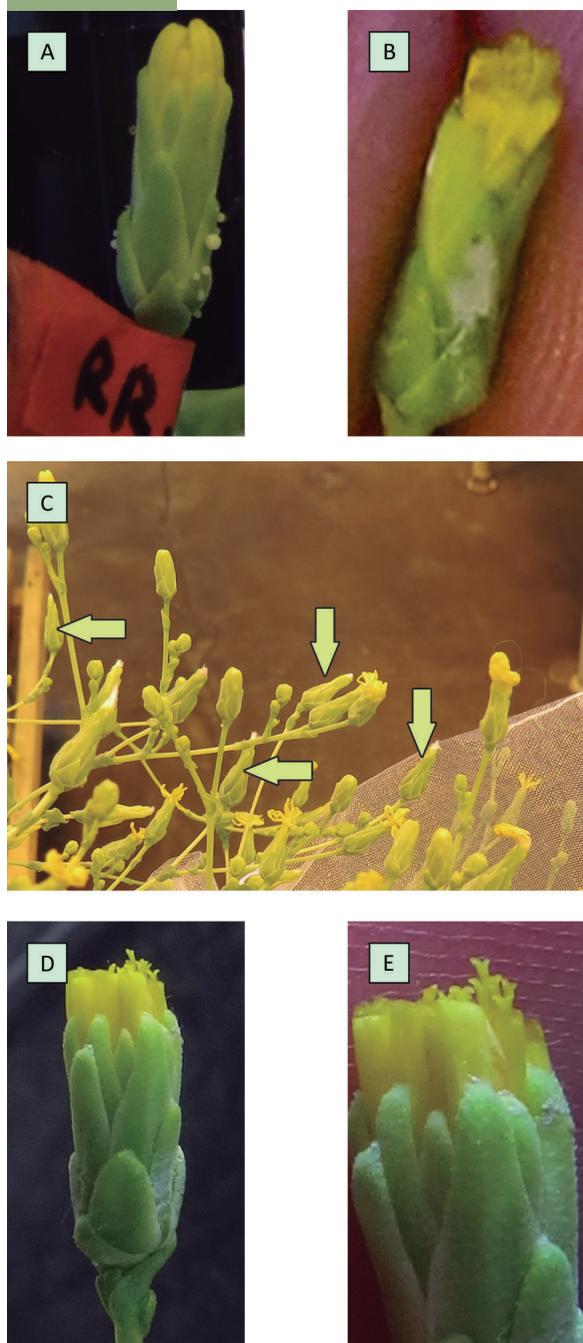
9.1. Cruzamientos

La lechuga, como ya se describió anteriormente, es una especie autógama estricta. Razón por la cual, la única forma de realizar cruzamientos dentro de un programa de mejoramiento es realizar la emasculación de las flores.

El procedimiento más aceptado se muestra en la Figura 9.1 y se describe a continuación: luego del amanecer, entre 30 y 60 minutos, se seleccionan las flores que serán polinizadas, se marcan para poder ser identificadas (A) y se procede al corte completo de la corola. (B). Si la flor ya presenta una forma de un cono, estas deben ser descartadas porque ya se produjo la polinización. (C). Media hora después del corte comienzan a emerger los estigmas. (D). Aproximadamente a las dos horas de la emasculación,

cuando los estigmas se observan claramente, deben ser lavados repetidamente con un spray de gotas muy finas de agua para eliminar todo rastro de polen. Una hora después del lavado, cuando los estigmas presentan la forma de una "V" con las puntas dobladas hacia abajo (, se procede a la polinización. (E). Se realiza frotando suavemente con los dedos la flor donadora, sobre el estigma de forma que el polen caiga sobre este. Por último, cada capítulo polinizado debe ser embolsado en forma individual y a su vez cada semilla obtenida se germinará e identificará individualmente, al igual que la planta obtenida, que se analizará para observar si tiene las características buscadas.

Figura 9.1



Detalles del capítulo antes y luego del corte que se describen en el texto.

Fotografías: M. Lopez Bilbao (obtenidas en el Invernáculo del Instituto de Biotecnología, INTA).

Sin embargo, el mejoramiento vegetal tradicional presenta dos desventajas: consumen mucho tiempo y quedan incorporados al genoma de la especie mejorada otros genes de poco o ningún interés agronómico, de la especie donante.

9.2 Nuevas técnicas de mejoramiento

Mutagénesis

A fines de la década de 1920, surgió una nueva manera de generar variabilidad y obtener plantas mejoradas: la exposición de las plantas a agentes mutágenos físicos o químicos que causan mutaciones al azar a nivel del ADN. Así se obtuvo, por ejemplo, el pomelo rosado a partir del pomelo blanco mutagenizado por radiación. Hoy en día existen más de 1.000 cultivos que fueron mejorados por esta técnica y que se consumen en todo el mundo, según la FAO (Food and Agriculture Organization).

Selección asistida por marcadores

La primera es la utilización de marcadores moleculares que aportan información a los ingenieros agrónomos para realizar el mejoramiento y se denomina Selección Asistida por Marcadores o "Marker Assisted Selection" (MAS). Aquí se realiza el mismo procedimiento de cruzamiento tradicional, pero con estas herramientas se puede realizar una selección temprana de los genotipos, lo que permite reducir el tamaño de la población de selección o incluso sin la necesidad de montar ensayos biológicos. La ventaja de MAS sobre la selección fenotípica radica en que no se selecciona el carácter en particular, sino un marcador molecular ligado a ese carácter.

En el caso de la lechuga se han desarrollado diversos marcadores moleculares y existe una amplia bibliografía así como herramientas genómicas disponibles en el portal Lettuce Genome Resource (<http://lgr.genomecenter.ucdavis.edu/>). Actualmente, está también disponible en este sitio el genoma de la lechuga, ya que se logró la secuenciación completa. Este importante avance se logró a través del financiamiento del Consorcio que se estableció entre un importante número de empresas semilleras (*Lettuce Genome Sequencing Consortium*).

Transgénesis

Esta metodología ofrece dos ventajas fundamentales sobre el mejoramiento tradicional: permite incorporar genes provenientes de cualquier especie vegetal, microorganismo o animal, así como introducir un único gen nuevo preservando el resto de los genes de la planta original en su descendencia. Por lo tanto, se pueden modificar propiedades de las plantas de manera amplia y precisa.

Se denomina planta transgénica a aquella que posee uno o varios genes introducidos por técnicas de transformación genética. Los dos métodos más utilizados son la

transformación mediada por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* o la técnica de biolística, y en todos los casos debe utilizarse también las técnicas de cultivo de tejidos vegetales. Lo que se introduce en la célula vegetal es una secuencia que lleva el gen de selección y el o los genes de interés agronómico. Esta secuencia se integra por recombinación homóloga al genoma vegetal y pasa a ser parte de este.

A nivel mundial, el primer OVGM (organismo vegetal genéticamente modificado) fue comercializado en 1996. La superficie sembrada con estos cultivos se incrementó más de cien veces en dos décadas; por lo que se puede decir que esta tecnología tuvo la adopción más rápida en toda la historia de agricultura. Fundamentalmente los cultivos obtenidos por esta tecnología son soja (51 %), maíz (30 %), algodón (13 %) y canola (5 %), aunque también hay otros cultivos (1 %) como berenjena, papaya, alfalfa, etc. Las primeras características introducidas fueron fundamentalmente resistencia a herbicidas (53 %), insectos (14 %) o ambos rasgos apilados (33 %).

Argentina fue pionera no solo en la adopción, sino también en la regulación y el desarrollo de cultivos transgénicos. Hace 20 años que se mantiene entre los primeros tres puestos en el ranking de los países con mayor superficie cultivada del mundo, luego de EUA y Brasil. En marzo 2018, los eventos aprobados en nuestro país por la Comisión Nacional de Biotecnología (CONABIA) para su siembra, consumo y comercialización fueron 46 y corresponden a 13 eventos de soja, 27 de maíz, 4 de algodón, 1 de cártamo y 1 de papa. En el año 2015 se aprobó una soja transgénica con tolerancia a sequía y una papa transgénica con resistencia al virus PVY; estos eventos son de gran importancia ya que fueron dos desarrollos realizados íntegramente en Argentina. El cártamo, aprobado en 2017, fue modificado para expresar pro-quimosina bovina en semillas y utilizar esta molécula en la fabricación de quesos.

Edición génica

En la última década surgió una nueva forma de obtener plantas con su genoma modificado directamente y se debió al descubrimiento de enzimas nucleasas programables "a medida" capaces de realizar cortes sitio dirigido en la secuencia de ADN. En esta "edición los cortes específicos en la doble cadena de ADN son inmediatamente corregidos por los mecanismos celulares endógenos de reparación. Estas reparaciones pueden ocasionar inserciones o deleciones de bases (InDels), provocando el knock-out (apagado) funcional de un gen, o pueden modificar las secuencias para substituir puntualmente un aminoácido o incluso pueden integrar genes en un locus predeterminado. Desde 2013 CRISPR/Cas9 es la principal herramienta para la edición génica debido a la simplicidad de uso, su versatilidad y un costo relativamente accesible.

Acompañando esta promisoriosa tecnología, Argentina emitió la primera normativa a nivel mundial sobre edición génica (Resolución N.º 173/2015 MINAGRO), donde se expresa que los eventos obtenidos por edición génica serán evaluados caso por caso y no por su proceso de obtención. Así, aquellos productos que contengan mutaciones puntuales o pequeñas inserciones/deleciones se regularán como uno obtenido por mu-

tagénesis o mejoramiento convencional, mientras aquellos que además lleven parte de la maquinaria de edición serán regulados como OVGGM.

9.3 Cultivo de tejidos, transformación genética y edición génica en lechuga

La primera publicación de regeneración *in vitro* de explantos de lechuga data de 1967. Los explantos de lechuga han demostrado una buena respuesta al cultivo de tejidos en un amplio rango de medios y se ha logrado la regeneración de brotes en varios genotipos.

Esta adaptabilidad y facilidad de la lechuga al cultivo *in vitro* la ha llevado a ser el primer cultivo enviado al espacio, en el sistema "Veggie", una unidad de producción vegetal desplegada fuera de la atmósfera terrestre, perteneciente a la Estación Espacial Internacional de la NASA (<http://www.nasa.gov/content/veggieplant-growth-system-activated-on-international-space-station>).

La primera publicación de producción de plantas transgénicas de lechuga se logró infectando cotiledones de plántulas con *A. tumefaciens*. Curtis et al. (1994) desarrollaron un protocolo de transformación independiente del genotipo que, desde entonces, ha sido utilizado con éxito en la producción de plantas transgénicas de lechuga provenientes de más de 40 cultivares.

El desarrollo de un sistema de transformación estable en lechuga ha permitido la introducción de varios genes orientados al mejoramiento molecular del cultivo. En este sentido, se obtuvieron diferentes líneas transgénicas con resistencia a patógenos virales tales como el virus del mosaico (*Lettuce mosaic potyvirus*– LMV) o el virus que produce la enfermedad de Big Vein (*Lettuce big-vein varicosavirus* – LBV), y a patógenos fúngicos como *Bremia lactucae* o *Sclerotinia sclerotiorum*. También, se han desarrollado eventos transgénicos con resistencia a estreses abióticos como déficit hídrico/estrés salino y heladas. Sin embargo, debe mencionarse que ninguno de estos cultivos se encuentra en el mercado y han quedado restringidos a evaluaciones en invernáculo o campos experimentales. Recientemente, el grupo de Aragão del EMBRAPA (Brasil), publicó un trabajo y presentó una solicitud de patente para la producción de plantas de lechuga resistentes a insectos plaga, como la mosca blanca, mediante la tecnología de ARN de interferencia. En nuestro país, en el Instituto de Biotecnología (INTA), se obtuvieron eventos transgénicos que mostraron en invernáculos de bioseguridad una mejor respuesta frente a ensayos de desafío con *Rizoctonia solani* y *Sclerotinia sclerotiorum* por la expresión de un péptido antimicrobiano snakín-1 obtenido de papa.

Al mismo tiempo, la lechuga integra el grupo de OVGGM de segunda o tercera generación que producen moléculas de interés como la producción de edulcorantes o vacunas. También, se han desarrollado eventos con mayor contenido de vitamina E, folatos y fitoalexinas, como el resveratrol, que tienen efectos beneficiosos para la sa-

lud. Estas aplicaciones biotecnológicas encuentran en la lechuga tres grandes ventajas: la primera es que puede ser consumida en fresco, permitiendo la conservación de proteínas susceptibles a la desnaturalización. La segunda es que tiene un ciclo de vida corto en comparación con otras especies vegetales, siendo una opción interesante para usarse como biorreactor. Y la tercera es su adaptabilidad a las condiciones de cultivo *in vitro*, hidropónico o bajo cubierta que permite una producción fácilmente escalable en casi cualquier lugar.

En concordancia con todas las ventajas previamente enumeradas para realizar estudios de biología molecular y biotecnología, la lechuga también ha sido elegida como una de las especies vegetales para ser mejoradas utilizando la edición génica. Existen algunos trabajos científicos ya publicados, así como diferentes grupos científicos trabajando en la modificación de diversos genes en esta especie vegetal.

Fichas técnicas regionales

Mar del Plata

Enrique Adlercreutz y Liliana Viglianchino

El Cinturón Hortícola de Mar del Plata es una franja ubicada alrededor de la ciudad que abarca una superficie de 25 km y se caracteriza por un clima marítimo que da como resultado veranos relativamente frescos y períodos otoño-invernales no tan rigurosos, contando con una buena provisión de agua subterránea, suelos fértiles muy ricos en materia orgánica y una ubicación estratégica para la producción preponderantemente primavero-estivo-otoñal. Unos 1.000 productores llevan adelante la producción en la zona que cuenta también con técnicos capacitados, mano de obra, comercios de venta de insumos para horticultura, etc., convirtiéndose en una de las principales regiones abastecedoras de hortalizas y frutas del país.

La superficie hortícola cultivada a campo pasó de 6.902 ha en el año 2000 a las 9.500 ha en el 2017, mientras que la superficie hortícola bajo cubierta (invernáculos) se incrementó en 334 % en solo 17 años, pasando de las 150 ha cuantificadas en el año 2000 a las 650 ha del 2017. En lo que se refiere a superficie sembrada con lechuga, hasta el año 2011 fue el principal cultivo a campo, logrando su pico máximo en el año 2007 con 2900 ha, luego ha registrado un paulatino descenso llegando a las 1600 ha de la actualidad.

Los porcentajes por tipo de lechuga sembrados a campo son: capuchina: 50 %; de hoja: 17 %, crespa: 14 %, mantecosa: 15 % y morada: 4 %.

En cuanto a la producción de lechuga bajo cubierta, pasó de 60 ha en el año 2000 a las 610 ha en la actualidad. Este aumento constante se debe en gran medida a las ventajas de ser realizado bajo cubierta (mayor rendimiento, calidad, tardicia y primicia) y en períodos invernales es el cultivo que los productores priorizan para cultivar entre dos cultivos primavero-estivo-otoñales como son el tomate, el pimiento o la berenjena. El tipo preponderante de lechuga realizado bajo cubierta es mantecosa.

Entre los problemas de importancia creciente que el cultivo presenta, están las enfermedades de distinto origen: fúngicas de suelo y parte aérea, bacterianas, virosis (estas generalmente son diseminadas por vectores como pulgones, trips, etc.) y enfermedades abióticas como escaldado, necrosis marginal de la hoja (tipburn), etc.

De los monitoreos de establecimientos del Cinturón Hortícola de Mar del Plata se detectaron las siguientes plagas que atacan al cultivo: isocas cortadoras, nematodos, hormigas negras, pulgones, trips y chinches; las tres últimas son transmisores de virus como el mosaico de la lechuga, amarillamiento necrótico y de la peste negra. Entre las especies asociadas al cultivo de lechuga se encuentran los siguientes pulgones: *Myzus persicae* (pulgón verde del duraznero), *Hyperomyzus lactucae* (pulgón de la lechuga), *Nasonoviaribis nigri* (pulgón manchado de la lechuga), *Macrosiphum euphorbiae* (pulgón de la papa) y *Uroleucon sonchi* (Linnaeus). En este contexto, resulta interesante determinar la dinámica estacional de los artrópodos asociados este cultivo. Las especies fitófagas dominantes son: pulgones, adultos de isocas minadoras (*Liriomyza huidobrensis*, entre otros) y trips. En cuanto a la fauna acompañante, se observa una gran variedad de insectos que cumplen sus ciclos biológicos asociados al cultivo de lechuga, por lo que existe un gran potencial para conocer aún más su comportamiento, los métodos de control y los enemigos naturales asociados a estos. En el Cuadro 10.1 se describe el resultado de las observaciones efectuadas.

Cuadro 10.1

Patógeno	Órgano afectado
<i>Alternaria</i> sp.	Hojas, nervaduras.
<i>Botrytis cinerea</i>	Hojas, nervaduras, base de tallos.
<i>Bremia lactucae</i>	Hojas, nervaduras.
<i>Fusarium oxysporum</i>	Raíces, base de tallos, nervaduras.
<i>Microdochium panattonianum</i>	Hojas, nervaduras.
<i>Phoma</i> sp.	Hojas.
<i>Pseudomonas</i> spp.	Hojas basales.
<i>Pythium</i> spp.	Base de tallos, hojas y nervaduras basales.
<i>Rhizoctonia solani</i>	Base de tallos, hojas y nervaduras basales.
<i>Sclerotinia minor</i> y <i>S. sclerotiorum</i>	Base de tallos, hojas y nervaduras basales.
<i>Stemphylium botryosum</i> f.sp. <i>lactucum</i>	Hojas, nervaduras.
<i>Verticillium dahliae</i>	Base de tallos, nervaduras.
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vitians</i>	Hojas.

Patógenos fúngicos aislados y órganos afectados.

En muchos casos no se detectó relación entre incidencia de enfermedades y temperatura o humedad ambiental registradas por encima del cultivo. El riego por aspersión incluido en el manejo de los lotes evaluados crearía un microclima que influiría sobre la permanencia de rocío sobre la superficie foliar y sobre la temperatura, afectando la incidencia de las enfermedades detectadas. Se observó que, en los meses más fríos, la incidencia de enfermedades es menor. En lo que se refiere a la posible incidencia de enfermedades y humedad relativa, en general no se observa relación entre ambas variables.

Si se analiza la incidencia de enfermedades por tipo de lechuga, el mayor número de enfermedades por estación se registró en la lechuga latina, seguida por las registradas en la capuchina, la mantecosa y la crespa.

-Podredumbre por Sclerotinia: la mayor incidencia se registró en lechuga mantecosa durante el verano, seguida en orden decreciente por la registrada en la crespa en verano y otoño. Independientemente de la estación, los menores valores se registraron en los tipos latina y capuchina.

-Mildiu: la mayor incidencia (superior al 1 %) se registró en la lechuga capuchina durante el verano, seguida por la registrada en la crespa para la misma estación. Incidencias del 1 % se registraron en capuchina durante la primavera, en latina durante el verano y el otoño, y en mantecosa durante el verano. Valores entre 0,8 y 0,2 % se registraron en los cuatro tipos durante el resto de las estaciones. La incidencia de mildiu fue independiente de la estación y tuvo mayor relación con el tipo de lechuga.

-Virus del engrosamiento de las nervaduras: la mayor incidencia (superior al 1 %) se registró en la lechuga capuchina durante la primavera, se detectaron bajos valores en latina en otoño, invierno y primavera, en Mantecosa en primavera, y no se observó en crespa.

-Virus TSWV: la mayor incidencia (superior al 1 %) se detectó en lechuga latina durante el verano, y la incidencia fue baja en latina durante otoño, invierno y primavera, en capuchina durante verano, invierno y primavera, en mantecosa durante invierno y primavera, y no se observó en crespa.

-Necrosis marginal: se observó con baja incidencia en primavera en latina, crespa y mantecosa, en verano en capuchina, y en invierno en mantecosa, probablemente confundida con efecto de heladas.

Problemas del sector: el mencionado decrecimiento de 1300 ha, entre los años 2007 y 2017, se debe en gran parte a la salida del sector de productores que habitualmente cultivaban grandes extensiones de lechuga. Esto se debió principalmente a dos motivos: uno es la nueva modalidad de implantación del cultivo de lechuga para la producción bajo cubierta mediante plantines adoptada en la zona del Gran Buenos Aires-La Plata que desplazó, en parte, a Mar del Plata como proveedor nacional de

lechuga en el período estival; el otro motivo es la aprobación la Ordenanza Municipal N° 18.740 (año 2008) que impedía “la utilización de cualquier plaguicida de síntesis” “dentro del radio de mil (1.000) metros a partir del límite de las plantas urbanas o núcleos poblacionales” lo que provocó que muchos productores no sembraran o que redujeran drásticamente la superficie sembrada en los sitios en conflicto, ante la incertidumbre de no poder controlar adecuadamente los problemas fitosanitarios (plagas, enfermedades, etc.) y debido a las posibles denuncias legales que luego ocurrieron.

Cinturón Verde Santa Fe

Mariano Gatti

Según el Censo Hortícola 2012 del Cinturón Verde de Santa Fe los datos para esta provincia son los siguientes: lechuga crespa 130 ha, lechuga repollada 72 ha, lechuga mantecosa 32 ha, lechuga gallega 8 ha y lechuga morada 7 ha.

De ese total, aproximadamente el 2 % se realiza bajo invernadero. El resto es a campo la cual es cubierta con media sombra en un 15 % de la superficie sobre todo en los meses de fuertes calores, aunque también se usa en los meses muy fríos para proteger de las heladas.

La mayoría de los productores (80 %) actualmente son bolivianos o descendientes de bolivianos, mayormente se trata de productores familiares, estando el grueso de ellos poco a medianamente tecnificados.

La lechuga es el cultivo más importante del Cinturón, acompañada por el repollo y la acelga.

Las principales plagas en la zona son los pulgones y los trips, también se observan ataques de ácaro blanco. En cuanto a enfermedades adquieren alguna importancia la Sclerotinia (sobre todo en repollada), Mildiu, antracnosis y también aparece la fisiopatía tipburn.

Algunos de los inconvenientes son los precios bajos que reciben los productores por la mercadería en varios momentos del año, a excepción del pleno verano en donde los precios pueden ser mayores dada la escasez de plantas. En el último año se han detectado problemas para conseguir semillas de variedades de lechugas ya instaladas en el cinturón, lo cual obliga a ir probando permanentemente nuevas variedades, sobre todo las que se van consiguiendo en los comercios locales. Además, actualmente solo queda un comercio dedicado a horticultura para abastecer todo el cinturón.

Mendoza

Melisa Lanza Volpe

La provincia de Mendoza es tradicionalmente una productora de hortalizas y ocupa el segundo lugar en el país. La horticultura constituye la tercera actividad agrícola de la provincia por superficie, después de la vid y los frutales. Según los datos relevados por el Instituto de Desarrollo Rural (IDR), la superficie destinada al cultivo de hortalizas en Mendoza oscila entre 15000-20000 hectáreas, principalmente utilizadas para el cultivo de las denominadas hortalizas pesadas (ajo, papa, zapallo, tomate, cebolla, zanahoria). Específicamente para lechuga, en la temporada invernal 2014-2015, se registró un total de 1049 ha concentradas en su mayoría en la zona centro de la provincia correspondiente al Cinturón Verde, mientras que en el período estival se determinó que la superficie destinada para el cultivo fue de 334 ha. El último relevamiento realizado durante el período invernal 2015-2016 alcanza un total de 359 ha, lo que muestra una importante disminución de la superficie cultivada con lechuga en comparación con la temporada anterior. En general, las variedades de lechuga que se cultivan son crespas, mantecosas, moradas y arrepolladas.

Parte de la producción de lechuga se comercializa fuera de la provincia, luego de abastecer el mercado local.

Las principales plagas en la zona son los pulgones y los trips. En cuanto a enfermedades las más relevantes son sclerotinia, mildiu, virosis (peste negra), entre otras.

Mendoza cuenta con unas 3.800 EAPS (explotaciones agropecuarias) con parcelas que se dedican a la horticultura, de las cuales, el 73 % corresponden a productores familiares pequeños (0-5 ha), la mayoría de origen boliviano, con muy poca o nula tecnificación. Alrededor del 80 % de los productores se dedican exclusivamente a la agricultura como fuente de ingresos. Aproximadamente el 60 % de estos son propietarios de las tierras que explotan.

Uno de los principales inconvenientes para el desarrollo de la horticultura se relaciona con la escasa o ausente dotación de agua para riego en diferentes zonas de la provincia, además de los bajos precios que reciben los productores por su mercadería y recientemente la dificultad para conseguir semillas de algunas de las variedades comerciales.

Quebrada de Humahuaca, Jujuy

Juan Alberto De Pascuale Bovi

La Quebrada de Humahuaca atraviesa la provincia de Jujuy en dirección norte-sur, en una franja geográfica de 155 km de extensión, contenida entre los departamentos de Humahuaca, Tilcara y Tumbaya. La zona presenta un clima de desiertos tropicales, con precipitaciones anuales menores a los 180 mm, concentrados en verano. Las tempera-

turas medias anuales son inferiores a 18 °C. Los suelos presentan severas limitaciones para la práctica agrícola ya que se trata de suelos incipientes con perfiles del tipo A-C y afloramiento predominante de material rocoso.

La horticultura es una de las principales actividades agrícola de la región, aporta el 17 % de la producción hortícola de la provincia. Se estiman 2.000 ha de esta actividad tipo primavera verano, aunque también es importante el cultivo de ajo en invierno.

La localidad de Maimara, dpto. Tilcara, es una de las principales zonas productoras de hortalizas, donde la lechuga se encuentra presente en más del 60 % de los sistemas productivos.

La lechuga puede tener hasta cinco ciclos del cultivo durante el año según las condiciones agroclimáticas, como así también económicas. Esta práctica es parte de una estrategia para administrar el riesgo que supone la volatilidad en los precios del mercado.

Se cultivan variedades tipo crespa, repollada y mantecosa. Por lo general los productores adquieren las semillas en las distintas agroquímicas, aunque también es común que realicen ellos mismos la multiplicación de variedades criollas con gran adaptación a la zona. A diferencia de otras partes del país donde el consumidor busca una planta de color claro, liviana y tamaño medio, en la Quebrada la lechuga que más se vende es aquella que posee un color verde más oscuro, de buen tamaño y peso.

Según el Ministerio de Producción de Jujuy, en 2011, del área total, 1.500 ha pertenecen a pequeños productores y cada explotación posee en promedio 1,5 ha. Para el departamento de Tilcara (CNA 2002) el 95 % de las explotaciones agropecuarias son de agricultura familiar y ocupan el 61 % de la superficie. La comercialización se lleva a cabo mediante intermediarios en campo del productor. Esta situación se da en prácticamente la totalidad los sistemas productivos. El destino de la producción son los mercados concertadores de Jujuy, Salta, Tucumán, Chaco y Formosa, entre otros.

En cuanto al manejo del cultivo, se identifica un importante uso de insumos de síntesis química como ser insecticidas, fungicidas, nematicidas y herbicidas. En cuanto a los fertilizantes, los más utilizados son la urea, triple 15 y fosfato diamónico. En todos los casos se realiza la aplicación de estiércol de pollo con cama de aserrín como enmienda orgánica. Esta última cumple también la función de estructurar el suelo ya que en promedio los suelos tienen 1,25 % de materia orgánica.

Cinturón hortícola Gran Resistencia-Chaco

Eda L. Avico y Mauro Shindoi

El este de la provincia del Chaco es una zona productora de hortalizas, esta actividad se desarrolla fundamentalmente por su cercanía a los grandes centros de consumo. El

Cinturón Hortícola del Gran Resistencia abarca las localidades de Barranqueras, Puerto Vilelas, Fontana, Colonia Benítez, Margarita Belén, Makallé, Puerto Tirol, Basail y el departamento Bermejo.

Los principales cultivos que se producen en este ámbito son verduras de hoja (lechuga, acelga, perejil, repollo achicoria y otras), cucurbitáceas (batata, mandioca) y frutas (como pimiento, tomate y frutillas). El Ministerio de la Producción de la Provincia del Chaco, menciona que existían, en el año 2009, alrededor de 80 productores sobre una superficie total de 550 ha, con una superficie promedio por productor de 6,4 ha (Programa Competitividad Norte Grande, 2009).

A pesar de las ventajas comparativas respecto de las condiciones agroclimáticas y a la aptitud de los suelos para su uso agrícola, gran parte de la demanda local de hortalizas es abastecida por otras provincias.

El tipo de lechuga más demanda en la región son las de hoja crespada, verde claro, se cultivan a campo cerca de 3 o 4 ciclos anuales, con un rendimiento comercial de 20 t/ha. La superficie destinada al cultivo de lechuga disminuye sensiblemente en la época estival al igual que los rendimientos debido a las altas temperaturas. Las principales plagas en la zona son trips y pulgones, y *Sclerotinia*, *Mildiu*, virosis (peste negra), *Rhizoctonia* sp. y *Alternaria* sp. las enfermedades más comunes.

Dentro de las hortalizas de hoja, en los últimos años el cultivo de rúcula ha ganado importancia entre los productores probablemente por sus ventajas económicas.

Los principales inconvenientes para la producción hortícola en el Chaco son la reducida escala y estacionalidad de la producción, el bajo nivel tecnológico, la escasa mecanización, infraestructura deficitaria para la producción de hortalizas bajo cubierta, insuficiente disponibilidad de mano de obra y, además, dificultades para conseguir insumos (fitosanitarios, semillas, etc.). Con respecto a la comercialización, los problemas de mayor relevancia mencionado por los productores son la variabilidad de los precios, la falta de transporte propio para la distribución de los productos y la escasa intervención de estos en la venta.

Entre Ríos

Beatriz M. Díaz

En la provincia de Entre Ríos la horticultura es una actividad poco desarrollada contribuyendo con el 0,3 % del producto bruto interno (censo 2008). Sus principales zonas productoras se sitúan en las costas de los ríos Paraná y Uruguay y la producción en el interior que se consume en forma local. Entre estas dos zonas productoras, en la costa del Paraná la horticultura se desarrolla en superficies mayores a las de la región noreste y la comercialización se realiza en un mercado concentrador. En la región noreste de la provincia los predios productivos son de 0,5 a 1,5 ha apareciendo como

parches entre las producciones dominantes que son citricultura y la forestación. Esta producción alcanza para abastecer el 20 % de la demanda local por lo que el resto debe traerse de otras zonas productoras tales como Santa Fe y en algunas épocas del año desde Mar del Plata. A pesar de ello, la importancia de la incipiente producción hortícola radica en términos cualitativos por tratarse de una agricultura de tipo familiar, con gran significado socioeconómico y cultural, que realiza un aporte a la economía regional y al desarrollo local. La comercialización se realiza a través de cadenas cortas, ya que principalmente el productor vende en forma directa a las verdulerías, a través de ferias y mayoristas locales.

La lechuga contribuye significativamente a la producción provincial debido al corto ciclo de producción, sus bajos requerimientos de inversión de capital y por tener una demanda sostenida le permite al productor obtener ingresos estables a lo largo del año. La producción se lleva a cabo a campo y en los últimos años se han promovido ayudas económicas para la construcción de invernaderos que ha traído aparejado el cambio de siembra directa al sistema de almácigo-trasplante y la adopción de riego por goteo en reemplazo del riego por aspersión. En la actualidad no existe la producción de plantines en la provincia por ello los productores lo realizan en sus propios plantineros o los compran a empresas fuera de la provincia con el consiguiente riesgo de introducción de nuevas plagas y enfermedades.

Para la producción de lechuga se utiliza como enmienda la cama de pollo con el consiguiente riesgo de acumulación de fósforo en el suelo. En cuanto a las variedades utilizadas el mercado exige lechugas de color verde muy claros y crespas, por ello se encuentra generalizado el uso de la variedad Brisa y en su reemplazo se usan las variedades que respondan a las mismas características como Gizelle (Enza Zadem) o Solaris (SVR 06511236, Seminis), Isabella (Sakata) entre otras, que tengan como otra característica preponderante resistencia a subida a flor en verano.

En términos generales puede decirse que el manejo del cultivo de lechuga se realiza en forma convencional, es decir, el manejo de plagas y enfermedades se basa en el uso de plaguicidas químicos de amplio espectro. En la costa del Paraná, SENASA realiza controles de residuos de plaguicidas en los productos de cosecha, hecho del que se carece en la región nordeste, existiendo el riesgo de que excedan los límites permitidos y plazos de carencia cuando llegan al consumidor. Para mitigar este problema desde la EEA INTA Concordia se trabaja en el desarrollo de Tecnologías de Bajo Impacto Ambiental que comprende una propuesta integral desde el manejo de plagas de suelo mediante la biosolarización, el monitoreo de plagas y el uso de control biológico y bioinsumos, tales como bioinsecticidas, biofungicidas y fertilizantes biológicos, en reemplazo de las tecnologías convencionales. La adopción de estas nuevas tecnologías se ha fomentado a través de la participación de programas como el PRO-FOBIO (Programa de Fomento de Uso de Bioinsumos) del Ministerio de Agroindustria, sin embargo, en ocasiones, la dificultad para conseguir estos productos en la región es un inconveniente.

Valle de Lerma, Salta

Miguel Rampulla

La producción hortícola de verduras de hojas del Valle de Lerma en Salta (Cinturón Hortícola de la ciudad de Salta) abarca seis municipios: Salta Capital, al sur Cerrillos, La Merced, al oeste Rosario de Lerma y al norte Vaqueros y la Caldera.

Se desarrolló en esta zona por la proximidad de las bocas de expendio de la ciudad de Salta, que abarca a los mercados COFRUTHOS y San Miguel y las ferias General Paz, Olavarría y San Luis.

El cultivo de especies hortícolas se realiza en los meses de verano.

La producción se realiza en 250 ha bajo riego, con un aproximado de 150 productores, lo que significa 1,66 ha de promedio por productor. Se estima que, de esta superficie hortícola, un 13 % corresponde a lechuga. Las variedades más frecuentemente cultivadas son crespa criolla, maravilla de las cuatro estaciones, reina de mayo y lobos.

Los horticultores son arrenderos o medieros, en su gran mayoría de nacionalidad boliviana. En un 90 % la mano de obra es familiar y todos los miembros de la familia trabajan.

La metodología de trabajo es:

- horticultores que arriendan la tierra y pagan en efectivo al propietario;
- horticultores que cultivan a mediería o porcentaje de producción con los propietarios;
- arrenderos que subarriendan por dinero;
- arrenderos que subarriendan a mediería.

Tecnología: se utiliza un sistema de cultivo rudimentario, contratan servicio de rotación eventual y mantienen las parcelas con trabajo manual y tiro animal.

El sistema de riego es convencional con riego por surco, con turnado.

El uso de fitosanitarios se realiza siguiendo las indicaciones de las empresas agroquímicas. Suele haber un uso excesivo de estos, donde el problema más grave es que los productores no logran diferenciar entre abono, herbicida, insecticida o fungicida, ni respetan los tiempos de carencia. Para intentar salvar ese tema se trabaja en forma conjunta con la agencia de Valle de Lerma, en implementación de buenas prácticas agrícolas.

Tucumán

Daniel S. Kirschbaum, Marcela M. Rudelli y Claudia F. Funes

En Tucumán la lechuga se cultiva en los cinturones periurbanos de las principales ciudades, como así también en áreas rurales de diferentes zonas hortícolas de la provincia.

Entre las variedades cultivadas se encuentran las crespas o criollas (que son las de mayor demanda), las capuchinas o repolladas, mantecosas, moradas y romanas.

La producción tiene diferentes características dependiendo de la zona geográfica:

la zona subtropical o pedemontana es una franja de aproximadamente 5 km de ancho que se extiende desde la ciudad de Alberdi al sur hasta Tafí Viejo al norte, a lo largo de 120 km. Se caracteriza por escasas heladas, precipitaciones que oscilan entre 800 y 1200 mm en el período octubre-abril. Los suelos son de buena textura y fertilidad, profundos y con problemas de pendientes en algunos sectores. La lechuga se cultiva bajo riego durante el período otoño-inverno-primaveral, con producciones fuertes entre junio y agosto, en una superficie cercana a las 500 ha. La producción se destina al mercado local y a otras provincias de la región, principalmente a través del Mercado Concentrador Frutihortícola de Tucumán (MERCOFRUT).

En la zona de las serranías de San Javier y Raco, ubicada al oeste de la anterior, la agricultura se desarrolla básicamente en los valles frescos, donde se cultiva lechuga de secano dado que la disponibilidad de riego es muy reducida. Al igual que en la zona pedemontana, el cultivo se realiza principalmente en otoño e invierno y su destino es el mercado local.

La zona del Valle de Trancas se ubica al norte de la provincia y se caracteriza por tener escasas precipitaciones (300 a 400 mm), heladas intensas (-5° a -8 °C) y suelos fértiles, pero poco profundos, con mediano contenido de materia orgánica y buen drenaje. Aquí la lechuga se produce bajo riego, en primavera y otoño.

La zona de los Valles de Altura (Tafi del Valle) concentra la producción de lechuga más importante y tecnificada de la provincia (200 ha). Ubicada en la región oeste, a unos 2000 m s. n. m., este valle posee mínimas invernales que pueden descender hasta -10 °C, en período estival las temperaturas son frescas y las precipitaciones varían entre 500 y 600 mm, los suelos son fértiles, con pendientes pronunciadas en algunos sectores. El cultivo de lechuga va desde fines de la primavera hasta principios de otoño, siempre bajo riego. Las primeras siembras se hacen en agosto y se repiten posteriormente, ya que en la zona se realizan hasta tres ciclos de cultivo por temporada. Es común que la lechuga se realice en lotes de rotación de papa semilla. La mayor parte de la producción de lechuga está en manos de pequeños productores y agricultores familiares capitalizados, que diversifican con otras hortalizas (acelga, remolacha, zapallito, arveja, choclo, poroto pallar).

En esta zona de Tafí del Valle actualmente existen dos tipos de siembra: directa al voleo y trasplante. La primera se efectúa a mano, requiriéndose habilidad y práctica para ajustar la densidad de siembra y se realizan dos labores: desmalezado (escardillado) y raleo de plantitas de lechuga (con azada de mango corto o largo) para ajustar la distancia a 25-30 cm entre plantas en todas las direcciones. En el caso de trasplante, se realiza en filas dobles. Esta tecnología surgió basada en la instalación

de una plantinera que produce en almácigos flotantes, ofreciendo plantines de alta calidad y sanidad, que tuvieron una gran aceptación por parte de los lechugeros locales debido al incremento de rendimiento que logran con este material vegetal.

Sin embargo, los productores más pequeños, un 25 % aproximadamente, continúan realizando siembras tradicionales, con las primeras lluvias, y solo utilizan para fertilizar guano de animales de corral. Estos agricultores logran obtener rendimientos de 800 a 1000 jaulas/ha, que equivalen aproximadamente a 9600-12000 kg/ha. El grueso de los productores del valle cuenta con riego por aspersión y con elevado uso de insumos, logrando rendimientos de 2200 a 2500 jaulas/ha, que equivalen a 26400-30000 kg/ha. También existen empresas productoras de lechuga que proveen a cadenas internacionales de comida rápida, cumpliendo con las exigencias y controles de calidad que ello implica.

En los cultivos hortícolas de Tafí del Valle se aplican escasas prácticas de conservación de suelo. Aun en condiciones de pendientes mayores del 4 % es muy común observar en los lotes destinados a lechuga una severa degradación del suelo por efecto principalmente de la erosión hídrica (PROSAP, 2006). La preparación del suelo para lechuga es a comienzos de la temporada de lluvias, por lo que queda en muchos casos el suelo desnudo. Esto, sumado al hecho de estar desprovisto de sistemas de protección contra la escorrentía, las primeras lluvias torrenciales arrastran las partes más fértiles y las fracciones más finas, observándose erosión hídrica severa (laminar y cárcavas).

Las plagas de mayor incidencia en cultivos de lechuga son bicho moro (*Epicauta adspersa*), gusanos cortadores, pulgones de varias especies y trips (p. ej. *Frankliniella occidentalis*), estos últimos importantes vectores de virus fitopatógenos. En cuanto a enfermedades, dependiendo de las condiciones ambientales, puede manifestarse moho gris (*Botrytis cinerea*), moho blanco (*Sclerotinia* spp.) y mildiu (*Bremial actuae*). Sin embargo, el mayor enemigo de la horticultura en el valle es el boom inmobiliario.

Cinturón hortícola platense

Emiliana Sanchez

El territorio sur de AMBA (Área Metropolitana de Buenos Aires) registra la mayor superficie bajo cubierta del país con 5.461 ha de invernaderos; La Plata es el principal municipio productor con 4.642 ha.

Según datos del último Censo Provincial Hortiflorícola (2005) la superficie destinada a producir lechuga alcanza un total de 1348,6 ha. En La Plata se siembran, de mayor a menor número de hectáreas: mantecosa 602,8 ha, criolla 494,9 ha, crespa 141,4 ha y capuchina 106,7 ha.

Si bien no se cuenta con datos oficiales actualizados, estimaciones del INTA infieren que actualmente existen unas 3.000 ha. de invernadero ocupadas con cultivos de hoja dentro de las cuales la lechuga corresponde a un 60 %.

Los cultivos de hoja como la lechuga, con bajos costos de implantación comparados con tomate o pimiento, y con ciclos financieros rápidos de recuperación (40-55 días según época del año) permiten disminuir el "riesgo" por bajas de precio o problemas en el cultivo. Los ciclos pueden ir de 35-40 días en primavera verano y de 55-60 días en invierno.

En cuanto a las variedades se ha impuesto lentamente la lechuga mantecosa durante todo el año, aunque también se cultivan criolla, francesa, morada, capuchina.

El esquema productivo utiliza densidades de plantación de 12 a 14 plantas /m², con riego por goteo. Los plantines se adquieren en plantineras especializadas de la zona. En cuanto a los rendimientos promedio es posible obtener 2.500-3.000 cajones de 8 kg cada uno por hectárea y a lo largo del año se pueden realizar 4-5 plantaciones.

Los problemas sanitarios más importantes son virus de la peste negra transmitido por el insecto *Frankliniella occidentalis* (es un trips). El impacto de esta virosis adquiere mayor importancia en los años más secos.

Enfermedades como *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor* y *Fusarium* spp. son habitantes del suelo que causan pérdidas de plantas, además de los ataques de *Bremia lactucae* y *Botrytis cinerea* que afectan la parte aérea.

Bibliografía

- ALTAMIRANO, M.; V. MAINARDI; J. DELGADO; H. SALAS. 2006. PROSAP-Programa de Riego y Transformación Productiva (PRTP). Modelo de Gestión Integrada de la Cuenca Alta del Río La Angostura/Los Sosa. Tafí del Valle, Tucumán. Programa de Servicios Agrícolas Provinciales.
- ALVAREZ, C.; D. FREZZA; M. HARRIS; V. LOGEGARAY. 2013. Fertilización de cultivos hortícolas. Fertilización de cultivos y pasturas. Diagnóstico y recomendaciones de la Región Pampeana. Editorial Fac Agronomía-UBA. Buenos Aires. 509-553 pp.
- AZCÓNBIETO, J.; M. TALÓN. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. McGraw-Hill Interamericana, Madrid. 581 p.
- BALCAZA, L.F. 1997. Manejo de suelos en cultivos protegidos. Supercampo: de la huerta a la estancia. Perfil. Vol. 3, 31:154-157.
- BALCAZA, L.F. 2006. Cultivo de lechuga: germinación y tipburn. Boletín Hortícola. ISSN 0328-719X, año 11, 32: 26-28.
- BAR-YOSEF, B. 1991. Vegetable production and fruit yield and quality under combined trickle irrigation and fertilization. FAO/ECE Symposium on Methods and Concepts for the Use of Organic and Chemical Fertilizers, Geneva R12. 1-35 pp.
- BECHTOLD, U.; O. RICHARD; A. ZAMBONI; C. GAPPER; M. GEISLER; B. POGSON; S. KARPINSKI; P.M. MULLINEAUX. 2008. Impact of chloroplastic- and extracellular-sourced ROS on high light-responsive gene expression in Arabidopsis. Journal of Experimental Botany. 59: 121-133.
- BENSINK, J. 1971. On Morphogenesis of Lettuce Leaves in Relation to Light and Temperature. PhD thesis. Veenman University, Wageningen.
- Bowler, C.; R. Fluhr. 2000. The role of calcium and activated oxygens as signals for controlling cross-tolerance. Trends in Plant Science. 5: 241-246.
- BRANDÁN, E.Z. 2009. Tratado de Horticultura. Fac Agronomía y Zootecnia, Univ. Nac. Tucumán. Tucumán, Argentina. 527 p.
- CARASSAY, L.R.; D.A. BUSTOS; A.D. GOLBERG; E.L. TALEISNIK. 2012. Tipburn in salt-affected lettuce (*Lactuca sativa* L) plants results from local oxidative stress. Journal of Plant Physiology. 169(3): 285-293.
- CARASSAY, L. 2017. Implicancia de Ca y especies activas de oxígeno en la manifestación de Tipburn en lechuga bajo condiciones de salinidad. EdUNLPam. Santa Rosa. 1.ª Ed. 171 p.
- CURTIS, I.S. 2006. Lettuce (*Lactuca sativa* L.). Agrobacterium Protocols. Humana Press. 449-458 pp.
- DARQUI, F.; L.M. RADONIC; N. LOPEZ; H.E. HOPP; M. LOPEZ BILBAO. 2018. Simplified methodology for large scale isolation of homozygous transgenic lines of lettuce. Electronic Journal of Biotechnology. 31: 1-9.
- DARQUI, F.S.; L.M. RADONIC; P.M. TROTZ; N.E. LÓPEZ; C. VÁZQUEZ ROVERE; H.E. HOPP; M. LOPEZ BILBAO. 2018. Potato snakin-1 gene enhances tolerance to *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia sclerotiorum* in transgenic lettuce plants. Journal of Biotechnology. 283: 62-69.
- DE PASCUALE BOVI, J.A.; R. RODRIGUEZ SPERAT. 2014. Eficiencia productiva en la agricultura familiar. El caso de los pequeños productores hortícolas de Maimará, Tilcara, Jujuy-Argentina. Actas XVII Jornadas Nac. Extensión Rural y IX del Mercosur El encuentro en la diversidad. Santa Fe, Argentina. AADER. 505-516 pp.
- DIAS, B.B.A.; W.G. CUNHA; L.S. MORAIS; G.R. VIANNA; E.L. RECH; G. DE CAPDEVILLE; F.J.L. ARAGÃO. 2006. Expression of an oxalate decarboxylase gene from *Flammulina* sp. in transgenic lettuce (*Lactuca sativa*) plants and resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Pathology 55: 187-193.
- DI BENEDETO, A. 2005. Manejo de cultivos hortícolas: Bases ecofisiológicas y tecnológicas. 1.ª edición. Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires. 384 p.
- DINANT, S.; B. MAISONNEUVE; J. ALBOUY; Y. CHUPEAU; M.C. CHUPEAU; Y. BELLEC; F. GAUDEFROY; C.H. KUSIAK; S. SOUCHE; C.H. ROBAGLIA; H. LOT. 1997. Coat protein gene-mediated protection in *Lactuca sativa* against lettuce mosaic potyvirus strains. Molecular Breeding. 3: 75-86.
- DOERSCHUG, M.R.; C. MILLER. 1967. Chemical control of adventitious organ formation in *Lactuca sativa* explants. American Journal of Botany, 54(4): 410-413.
- DOMINGUEZ VIVANCOS, A. 1993. Fertirrigación. Mundi-Prensa Libros.
- FELLER, C.; H. BLEIHOLDER; L. BUHR; H. HACK; M. HESS; R. KLOSE; U. MEIER; R. STAUSS; T. VAN DEN BOOM; E. WEBER. 1995. Phänologischeentwicklungsstadien von gemüsepflanzen: I. Zwiebel-, wurzel-, knollen- und blattgemüse. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes. 47: 193-206.
- FERRATTO, J.A.; RODRÍGUEZ FAZZONE, M. 2010 Buenas Prácticas Agrícolas para la Agricultura Familiar. FAO. 535 p.
- FORNS, A.; R. LOBO. 2004. Lechugas tipos corazón o baby: una forma de diversificar su producción. Avance Agroindustrial 25(1): 11-13. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Tucumán.
- FREZZA, D. 2012. "Factores precosecha que influyen en la calidad de hortalizas de hoja". Incidencia de la precosecha sobre la calidad de lechuga mantecosa mínimamente procesada. En: V. Cuenca (ed.). Editorial Académica Española. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Alemania. 257 p.
- FREZZA, D.; A. LEÓN; V. LOGEGARAY; A. CHIESA; M. DESIMONE; L. DIAZ. 2005. Soilless culture technology for high quality lettuce. International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics. Acta Horticulturae. 697:43-48.
- GONZÁLEZ, J.; H. SEJENOVICH. 2010. El uso integral y sustentable de los recursos naturales a partir de estudios de proyectos productivos aplicados a la zona de Tafí del Valle, provincia de Tucumán, Argentina. Ministerio de Recursos

- Hídricos y Medio Ambiente de la provincia de Tucumán.
- GRANVAL, N.; J. GAVIOLA. 1991. Manual de producción de semillas hortícolas. Lechuga. En: J. Crnko (ed.). Publicación Asociación Coop. EEA La Consulta, INTA.
 - HAYES, R.J. 2006. Variation for tipburn resistance in lettuce. *HortScience*. 40: 990-991.
 - IBRAHIM, A.B.; T.R. MONTEIRO; G.B. CABRAL; F.J.L. ARAGÃO. 2017. RNAi-mediated resistance to whitefly (*Bemisia tabaci*) in genetically engineered lettuce (*Lactuca sativa*). *Transgenic Res.* 26(5): 613-624. doi: 10.1007/s11248-017-0035-0
 - JACOB, A.; H.V. UEXKULL. 1960. Fertiliser Use (Nutrition and Manuring of Tropical Crops) Verlagsgesellschaft fur Ackerbau mbH. Hannover. 137-140 pp.
 - KAWAZ, Y.; R. FUJIYAMA. 2006. A transgenic lettuce line with resistance to both Lettuce Big-Vein Associated Virus and Mirafiori Lettuce Virus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 131 (6): 760-763.
 - KIM, D.H.; Z-Y. XU; I. HWANG. 2013. AtHSP17.8 overexpression in transgenic lettuce gives rise to dehydration and salt stress resistance phenotypes through modulation of ABA-mediated signaling. *Plant Cell Reports*, 32:1953-1963.
 - MAROTO BORREGO, J.; A. MIGUEL GÓMEZ; C. BAIXAULI SORIA. 2000. La lechuga y la Escarola. 1.ª ed. Ilustrada. F. Caja Rural Valencia y Ed. Mundiprensa. España. 384 p.
 - MARROU, H.; J. WÉRY; L. DUFOUR; C. DUPRAZ. 2013. Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels. *Eur. J. Agron.* 44: 54-66.
 - MERCADO CENTRAL. 2011. Información de mercado (precios y volúmenes) Corporación del Mercado Central de Buenos Aires. (Disponible: <http://www.mercadocentral.com.ar/site2006/index.php>).
 - MICHELMORE, R.W.; E. MARSH; S. SEELY; B. LANDRY. 1987. Transformation of lettuce (*Lactuca sativa*) mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. *Plant Cell Rep.* 6:439-442.
 - MICHELMORE, R.W.; J.A. EASH. 1986. Tissue culture of lettuce. *Handbook of Plant Cell Culture*. London: Collier MacMillan, Vol. 4:512-551.
 - MINISTERIO PRODUCCIÓN PROV. JUJUY. 2011. Plan Estratégico Productivo Jujuy 2011-2020. Ed. Gabriela Tijman. Jujuy, Argentina.
 - MISAGHI, I.J.; C.A. MATYAK; R.G. GROGAN. 1981. Soil and foliar application of calcium chloride and calcium nitrate to control tipburn of head lettuce. *Plant Disease*. 65: 821-822.
 - MISAGHI, I.J.; N.F. OEBKER; R.B. HINE. 1992. Prevention of tipburn in iceberg lettuce during postharvest storage. *Plant Disease*. 76: 1169-1171.
 - MITTLER, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*. 7(9): 405-410.
 - MITTLER, R.; S. VANDERAUWERA; M. GOLLERY; F. VAN BREUSEGEM. 2004. Reactive oxygen gene network of plants. *Trends in Plant Science*. 9: 490-496.
 - NAGATA, R.T. 1992. Clip-and-wash Method of Emasculation for Lettuce. *Hort Science August*. 27 (8): 907-908.
 - OKUBARA, P.A.; R. ARROYO-GARCIA; K.A. SHEN; M. MAZIER; B.C. MEYERS; O.E. OCHOA; S. KIM; C-H. YANG; R.W. MICHELMORE. 1997. A transgenic mutant of *Lactuca sativa* (Lettuce) with a TDNA tightly linked to loss of downy mildew resistance. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 10 (8): 970-977.
 - PARK, B.; Z. LIU; A. KANNO; T. KAMEYA. 2005. Increased tolerance to salt- and water-deficit stress in transgenic lettuce (*Lactuca sativa* L.) by constitutive expression of LEA. *Plant Growth Regulation*. 45: 165-171.
 - PICCOLO, A.; M. GIORGETTI; D. CHAVEZ. 2008. Zonas agro-económicas homogéneas. Salta-Jujuy. Serie Estudios socio-económicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales. Vol. 7. Ediciones INTA. Buenos Aires.
 - PILEGGI, M.; A.A. MIELNICZKI PEREIRA; J. DOS SANTOS SILVA; A.S. VEIGA PILEGGI; D.P. VERMA. 2001. An improved method for transformation of lettuce by *Agrobacterium tumefaciens* with a gene that confers freezing resistance. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44 (2). 191-196 pp.
 - PINEDA, C. 2018. Boletín de Frutas y Hortalizas. Convenio INTA-MCBA N.º 76: Situación del cultivo de lechuga en el territorio sur del AMBA.
 - REYES-CHIN-WO, S.; Z. WANG; X. YANG; A. KOZIK; S. ARIKIT; C. SONG; L. XIA; L. FROENICKE; D.O. LAVELLE; M.J. TRUCO; R. XIA; S. ZHU; C.H. XU; H. XU; X. XU; K. COX; I. KORF; B.C. MEYERS; R.W. MICHELMORE. 2017. Genome assembly with in vitro proximity ligation data and whole-genome triplication in lettuce. *Nat. Commun.* 8: 14953.
 - RINCON SANCHEZ, L.F. 2008. La fertirrigación de la lechuga. Editorial: Mundi-Prensa.
 - RYDER, E.J. 1986. Lettuce breeding. En: M.J. Bassett (Ed.). *Breeding Vegetable Crops*. The AVI Publishing Company, Inc., Westport. 433-474 pp.
 - SAINATO, C.M.; G. GALINDO; O. HEREDIA. 2006. Agua Subterránea. Exploración y utilización agropecuaria. Ed. Facultad de Agronomía UBA. 115 p.
 - SALISBURY, F.B.; C.W. ROSS. 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica D.F. 759 p.
 - SÁNCHEZ, L.R.; A.P. CRESPO; C.P. BOTÍA; J.S. SIRONI; A.A. SÁNCHEZ. 2002. Influencia de la fertilización nitrogenada en la absorción de nitrógeno y acumulación de nitratos en la lechuga iceberg. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal*. 17(2): 303-318.
 - SAURE, M.C. 1998. Causes of the tip burn disorder in leaves of vegetables. *Scientia Horticulturae*. 76: 131-147.
 - SCHEINKERMAN DE OBSCHATKO, E.; M.P. FOTI; M.E. ROMÁN. 2007. Los pequeños productores en la República Argentina: importancia en la producción agropecuaria y en el empleo en base al censo nacional agropecuario 2002. 2.a edición. SAGPyA, Dir. de Desarrollo Agropecuario. IICA. Buenos Aires, Argentina.
 - STRASSERA, M.E. 2013. Manejo Integrado de Plagas que afectan a las hortalizas de hoja. En: M. Mitidieri; N. Francescangeli (eds.). Libro de Resúmenes. Módulo III: Hortalizas de hoja y aromáticas en la región pampeana. Sanidad en Cultivos Intensivos. 64-71 pp.
 - THICOIPE, J.P. 1997. Collection Monographie. CTIFL.

- VELÁSQUEZ, P.; M.H.R. ERASO; G. CHÁVEZ; G.C. LUNA. 2014. Productividad de lechuga *Lactuca sativa* en condiciones de macrotúnel en suelo *Vitrichaplustands*. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 31(2): 93-105.
- VIGLIOLA, M. 2003. *Manual de Horticultura, Catedra de Horticultura, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur S.A.*
- VILLALBI, I.; M. VIDAL. 1988. *Análisis de suelos y foliares: Interpretación y fertilización. Fundación Caja de Pensiones. Barcelona.*
- WEAVER, J.E.; W.E. BRUNER. 1927. *Root development of vegetable crops. 1.ª Ed. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 194 p.*
- WEIN H.C. 1997. *The Physiology of Vegetable Crops. Reino Unido. 672 p.*
- WIEBE, H.J. 1989. *Effects of low temperature during seed development on the mother plant on subsequent bolting of chicory, lettuce and spinach. Scientia Horticulturae. 38(3-4): 223-229.*
- XINRUN, Z.; A.J. CONNER. 1992. *Genotypic effects on tissue culture responses of lettuce cotyledons. Journal of Genetics y Breeding, 46: 287-290.*
- ZAMORA GOMEZ, J.P.; G. ABDO; M.V. ACHEM; P.G. MAMANÍ; J.E.S. QUISPE; L.A. DE BRITO; M.S. HERMIDA; N.D. TORREJÓN; G.E. BINDER; J. ISMAEL. 2013. *Experiencia del voluntariado universitario en el distrito de Riego de Maimara, Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy. 1.ª ed. Ediciones INTA. Buenos Aires.*



La Asociación Argentina de Horticultura (ASAHO), principal institución responsable de la promoción del conocimiento de las hortalizas, se ha propuesto elaborar una serie de fascículos bajo la denominación Colección Horticultura Argentina, destinados a la enseñanza de la especialidad en el país. A esta iniciativa se sumó el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), que, a través de un convenio específico con la ASAHO, hace posible la edición de esta colección.

La misma está compuesta por fascículos de **Horticultura General** y **Horticultura Especial**. Estos se proponen como base para el estudio de cada tema, y tienen como autores y responsables de edición a los principales profesionales de organismos públicos y empresas privadas o mixtas, con gran experiencia en la materia. Ellos han donado sus derechos de autor para contribuir con los estudiantes y técnicos en el desarrollo de la actividad.

ASAHO e INTA desean que estos fascículos formen parte de la biblioteca de consulta de todos aquellos que abracen esta disciplina.



ASAHO

Asociación
Argentina de
Horticultura



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina