



Manual de producción de lechuga

Editor: Gabriel Saavedra Del R.

Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias

BOLETÍN INIA / N° 09



ISSN 0717 - 4829



INDAP
Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile

Coordinadores responsables:

Marcelo Zolezzi V.

Ing. Agrónomo, M. Sc. Coordinador del Programa Nacional de Transferencia Tecnológica y Extensión.

Patricio Abarca R.

Ing. Agrónomo, M. Sc. Encargado regional convenio INIA - INDAP, Región de O'Higgins.

Editor:

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D. / INIA La Platina

Autores:

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D. / INIA La Platina

Fabio Corradini S.

Ing. Agrónomo, M. Sc. / INIA La Platina

Alejandro Antúnez B.

Ing. Agrónomo, Ph. D. / INIA La Platina

Sofía Felmer E.

Ing. Agrónoma / INIA Rayentué

Patricia Estay P.

Ing. Agrónoma, M. Sc. / INIA La Platina

Paulina Sepúlveda R.

Ing. Agrónoma, M. Sc.

Diseño y diagramación:

Carola Esquivel

Ricardo Del Río

Boletín INIA N° 09

ISSN 0717 - 4829

Este documento fue desarrollado en el marco del convenio de colaboración y transferencia entre el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), para la ejecución de un programa de apoyo y fortalecimiento de técnicos expertos, recopilando información, antecedentes técnicos y económicos acerca de la producción de lechuga.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y los autores.

©2017. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Fidel Oteiza 1956, Piso 11, Providencia, Santiago. Teléfono: +56-2 25771000

Santiago, Chile, 2017.



Manual de producción de lechuga

Editora:

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D.

INIA La Platina

Boletín INIA / N° 09

INIA - INDAP, Santiago 2017

ISSN 0717 - 4829



ÍNDICE

PRÓLOGO	9
CAPÍTULO 1. TAXONOMÍA, BOTÁNICA Y VALOR NUTRITIVO	19
1.1. Botánica	19
1.2. Tipos de lechuga	22
CAPÍTULO 2. GERMINACIÓN, CRECIMIENTO Y DESARROLLO	27
2.1. Semilla y germinación	27
2.2. Crecimiento y desarrollo	28
CAPÍTULO 3. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	33
3.1. Producción al aire libre	33
3.2. Cultivo protegido.....	40
CAPÍTULO 4. SEMILLAS Y ALMÁCIGOS	45
4.1. Calidad de semilla	45
4.2. Tratamiento de semilla	46
4.3. Acondicionamiento osmótico	47
4.4. Peletización	48
4.5. Almácigos	50
4.6. Almaciguera a raíz desnuda	51
4.7. Almaciguera a raíz cubierta	58

CAPÍTULO 5.
PREPARACIÓN DE SUELOS Y TRASPLANTE 64

5.1. Métodos de labranza de suelos..... 66
5.2. Labranza primaria 68
5.2.1. Labranza primaria de inversión..... 69
5.2.2. Labranza primaria de acción vertical..... 70
5.3. Labranza secundaria 71
5.4. Trasplante y siembra directa 78

CAPÍTULO 6.
FERTILIZACIÓN 84

6.1. Nitrógeno..... 84
6.1.1. Extracción de N por los cultivos 85
6.1.2. Aporte de nitrógeno del suelo 85
6.1.3. Aporte de nitrógeno de la fertilización y las enmiendas orgánicas..... 87
6.1.4. Eficiencia de aplicación de fertilizantes..... 88
6.1.5. Cálculo de dosis fertilizante 88
6.1.6. Formas de aplicación 89
6.1.7. Corrección de dosis 89
6.2. Fósforo 90
6.3. Potasio 92
6.4. Zinc..... 93

CAPÍTULO 7.
MANEJO DEL RIEGO EN LECHUGA 94

7.1. Introducción 94
7.2. Disponibilidad de agua 94
7.2.1. Tipos de fuentes de agua 95
7.2.2. Calidad química y biológica del agua de riego..... 96
7.3. Demanda de agua en el cultivo de la lechuga..... 98
7.3.1. Coeficientes de cultivo..... 101

7.3.2. Tecnificación del riego en el cultivo de la lechuga	102
7.4. Monitoreo y control del riego	104
7.5. Períodos fenológicos críticos de riego	105

CAPÍTULO 8.
ENFERMEDADES EN LA LECHUGA **108**

8.1. Introducción	108
8.2. Pudrición gris	110
8.2.1. Síntomas	111
8.2.2. Diseminación	111
8.2.3. Sobrevivencia	111
8.2.4. Control	111
8.3. Mildiu	112
8.3.1. Síntomas	113
8.3.2. Diseminación	113
8.3.3. Sobrevivencia	113
8.3.4. Control	114
8.4. Oídio, peste cenicilla, moho polvoriento	114
8.4.1. Síntomas	114
8.4.2. Diseminación	115
8.4.3. Sobrevivencia	115
8.4.4. Control	115
8.5. Podredumbre blanda o esclerotinosis	115
8.5.1. Síntomas	116
8.5.2. Diseminación	116
8.5.3. Sobrevivencia	116
8.5.4. Control	116
8.6. Virosis	118
8.6.1. Virus del bronceado del tomate y virus de la mancha necrótica del <i>impatiens</i>	119
8.6.2. Vena ancha de la lechuga	120

CAPÍTULO 9.	
PLAGAS DE LA LECHUGA	124
9.1. Pulgones o áfidos.....	126
9.1.1. Pulgón de la lechuga.....	126
9.1.2. Pulgón verde del duraznero.....	128
9.2. Trips.....	130
9.3. Control de plagas.....	132
9.3.1. Monitoreo.....	133
9.3.2. Tratamiento químico.....	138
CAPÍTULO 10.	
CONTROL DE MALEZAS	140
10.1. Introducción	140
10.2. Control cultural	141
10.3. Control mecánico	142
10.4. Control químico	143
CAPÍTULO 11.	
COSECHA	146

PRÓLOGO

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D.

INIA La Platina

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), en sus diferentes formas y colores, es una de las hortalizas más comunes y consumidas en todo el mundo, aunque su principal producción se concentra en zonas más temperadas y subtropicales. En la actualidad se cultiva al aire libre e invernaderos, en suelo o en forma hidropónica; esta última evita las limitaciones que provocan las condiciones climáticas, luminosas y de suelo.

Origen y domesticación

Antes de la domesticación por los humanos, la lechuga crecía de manera silvestre. Aún no está claro qué especies participaron en la evolución que condujo a la lechuga moderna. Pero hay certera evidencia de que *Lactuca serriola* es uno de los ancestros directos, dado que los cromosomas entre *L. sativa* y *L. serriola* son muy similares morfológicamente y no tienen problemas en cruzarse libremente (de Vries, 1990; Kesseli y otros, 1991; de Vries, 1997). El centro de origen de la lechuga probablemente está entre Asia Menor y la cuenca del Mediterráneo (Vavilov, 1992), pero la transición a su forma comestible probablemente tuvo lugar en el área del Mediterráneo oriental, quizás en Egipto, posiblemente en la región del Tigris - Eufrates (Ryder, 1999). Desde Egipto, la lechuga cultivada y comestible se extendió a Grecia, Roma y a toda la región Mediterránea, donde fue mencionada por Hipócrates en el 430 a.C.; y Columela, en Roma, describió varios tipos en el 42 d.C. La primera indicación de su cultivo en Europa Occidental fue encontrada en el herbario de Schöffer, en 1485, quien describió cuatro tipos de lechuga (de Vries, 1997). Fue traída al Nuevo Mundo por Cristóbal Colón en su segundo viaje; su presencia se reportó en la isla Isabella en 1494 (Ryder, 1999). En los siguientes 400 años de su introducción a América, una gran variedad de tipos y formas de lechuga han sido desarrollados y actualmente cultivados en prácticamente todo el mundo.

Estadísticas nacionales

La lechuga, después del choclo y el tomate, es la hortaliza de mayor superficie nacional, representando en promedio de los últimos 7 años el 9% de la superficie total; lo que equivale, aproximadamente, a unas 6.900 hectáreas anuales.

Como se observa en la Figura 1, la superficie hortícola nacional muestra una tendencia a la disminución, cayendo bajo las 70.000 hectáreas en 2014. Por lo mismo, la superficie de lechuga ha seguido el mismo patrón de decaimiento; sin embargo, estos resultados se han visto favorecidos por incrementos en los rendimientos de las hortalizas en general, por lo tanto, el volumen transado prácticamente no ha disminuido. Las causales de esta baja en superficie pueden ser muchas, pero se deben considerar los problemas de falta de agua como uno de los más importantes que, en algunas regiones, como la de Coquimbo, ha sido muy crítica para la producción hortícola. Otra causal de disminución ha sido el desplazamiento de la producción hacia otras zonas, debido a la presión por construcciones habitacionales en regiones donde se produce la mayor parte de las hortalizas, incluyendo lechuga, como las regiones Metropolitana y de O'Higgins.

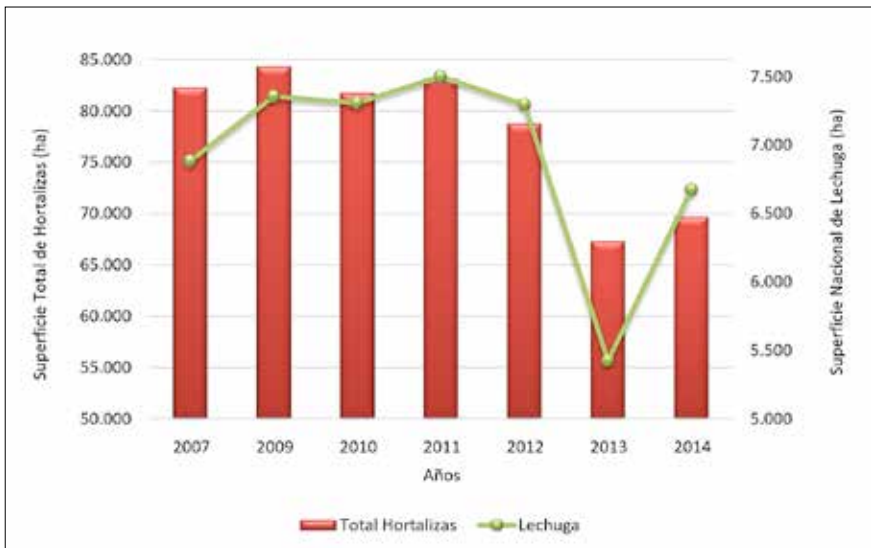


Figura 1. Superficie total de hortalizas producidas en Chile y superficie nacional de producción de lechugas (ODEPA, 2016).

La distribución regional de la producción de lechugas (Figura 2) indica, en el año 2014, una concentración del 83% de la producción en 3 regiones: Coquimbo (2.110 ha), Valparaíso (1.067 ha) y Metropolitana (2.335 ha). El resto de las regiones posee entre un 1 y 2% de superficie; excepto Maule, que alcanza el 7%. Solamente 9 de las 15 regiones tienen producciones mayores de lechugas, que alcanzan al 1% de superficie entre 50 y 150 hectáreas. Pero a escala de huerto menor esta hortaliza se cultiva prácticamente en todo el país, inclusive en las regiones australes de Aysén y Magallanes.

La mayor superficie está cultivada en suelo al aire libre, pero hay una importante superficie productiva bajo plástico, especialmente en regiones más australes, y un incremento en producción hidropónica bajo plástico.

En lo relativo al rendimiento promedio nacional, la evaluación realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas, publicada en 2010 (Cuadro 1.) mostró un promedio de 42.880 unidades por hectárea; pero el rendimiento regional más alto lo presentó la Región de O'Higgins, con 51.370 unidades/ha, y el más bajo la Región de Arica y Parinacota, con 25.170 unidades/ha. Sin embargo, estos valores son difíciles de comparar, debido a que el número de unidades por hectárea es bastante relativo y depende mucho de la población inicial establecida. Esta población es bastante variable por cada región del país y va de acuerdo con el marco de plantación del tipo de lechuga, las variedades utilizadas, la disponibilidad de agua, la época de trasplante y, principalmente, con las costumbres locales para el cultivo.

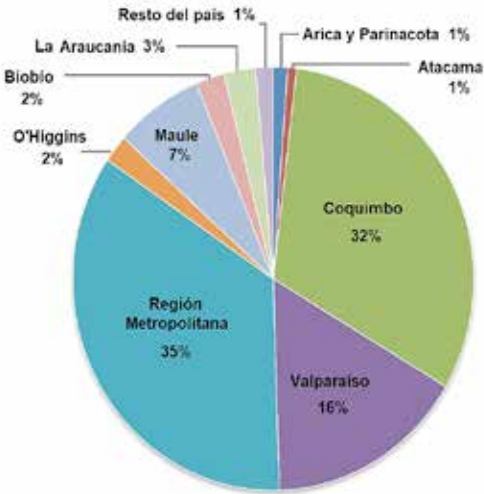


Figura 2. Distribución de la superficie nacional de lechugas por regiones (ODEPA, 2016).

Entonces es muy difícil comparar rendimientos regionales, dado esta característica de la producción de lechugas y, menos aún, comparar con el rendimiento mundial, el cual es evaluado en volumen producido, aunque la FAO tiene una estimación con un rendimiento promedio de 13,4 t/ha.

Comercialización

En el país existen dos tipos de comercialización de lechugas: formal e informal. Dentro de las formales están los centros de acopio como vegas y/o mercados mayoristas a lo largo del país, también la compra directa por los supermercados nacionales y locales. En cambio, el área informal va desde la venta directa de lechugas a pequeños comerciantes, orillas de caminos y puerta a puerta, como la venta en potrero, que es muy común con los comerciantes de ferias libres.

Cuadro 1. Promedio de producción de lechugas por región y nacional (Instituto Nacional de Estadísticas, 2010).

Región	Rendimiento (unidades/ha)
Región de Arica y Parinacota	25.170
Región de Atacama	41.830
Región de Coquimbo	42.820
Región de Valparaíso	36.230
Región de O'Higgins	51.370
Región del Maule	48.690
Región del Biobío	47.090
Región Metropolitana	44.020
Promedio Nacional	42.880

En cuanto a la venta informal, son escasas a nulas las estadísticas existentes; por tanto, cualquier valor que exista es completamente estimativo, tanto en precio como en volumen. En el lado formal de la comercialización tampoco las estadísticas están muy completas, pues falta información publicada de la comercialización por los supermercados. Solamente está disponible la información de ODEPA referente a las transacciones de centros de acopio y vegas que existen en algunas regiones, las cuales se muestran en el Cuadro 2.

En un año calendario, entre el 13 de mayo de 2015 y la misma fecha de 2016, se comercializaron formalmente en mercados mayoristas 58 millones de lechugas, siendo el principal centro de transacciones la Central Lo Valledor de Santiago, con más de 25 millones de unidades, seguido de la Macroferia Regional de Talca, con 17 millones de unidades comercializadas. No hay información de las ventas

informales dentro de estos mismos mercados, pero se puede estimar que entre estas ventas informales y la comercialización a supermercados debe ser un volumen similar al transado en mercados mayoristas del país.

Cuadro 2. Mercados mayoristas, unidades comercializadas y precio promedio por unidad en un año de análisis (ODEPA, 2016).

Mercado	Unidades	Precio Promedio/unidad
Agrícola del Norte S.A. de Arica	1.298.270	\$186,2
Central Lo Valledor	25.649.304	\$205,9
Femacal de La Calera	2.127.928	\$236,7
Feria Lagunitas de Puerto Montt	550.020	\$416,4
Macroferia Regional de Talca	17.846.390	\$225,3
Mapocho (venta directa)	12.550	\$136,3
Terminal Hortofruticola de Chillán	764.770	\$243,8
Terminal La Palmera de La Serena	2.729.800	\$263,0
Vega Central Mapocho	3.006.972	\$288,3
Vega Modelo de Temuco	1.943.605	\$368,2
Vega Monumental Concepción	2.189.435	\$319,0
Total	58.119.044	\$262,6
Desde el 13/05/2015 hasta el 13/05/2016 (pesos nominales sin IVA)		

El precio promedio nacional anual, sin distinguir variedades ni épocas de venta, fue de \$262,6 por unidad, siendo el mayor en la Feria Lagunitas de Puerto Montt, probablemente con productos provenientes de otras regiones, como La Araucanía, con un promedio de \$416,4 por unidad y la Vega Modelo de Temuco con \$368,2 por unidad, equivalentes a 60% y 40% mayor al promedio nacional, respectivamente.

Las formas de presentación y venta en estos mercados mayoristas van desde la venta por cientos de unidades a cajas que contienen un número determinado de unidades, que pueden ser desde 10 hasta 25 por caja, dependiendo del tipo de lechuga que se trate, porque influyen mucho el tamaño y forma.

Son diferentes los tipos de lechuga que se comercializan en el país y dentro

de estos tipos hay muchas variedades, pero en el mercado se aglutinan por pertenecer al grupo genérico Conconina, que es la lechuga tipo Cos o Romana; Escarola o Crisphead, donde están las de tipo Iceberg y Batavia; la Milanesas o Butterhead; Españolas también de tipo Butterhead y las Marina, Hoja de Roble y Lollo, que corresponden al tipo Loose Head.

En la Figura 3. se muestra la evolución de precios en los últimos años, por trimestre, de la lechuga tipo Conconina o Costina, donde se puede observar que el mayor precio nominal se ha logrado en el tercer trimestre, equivalente a producciones de invierno de entre \$49.000 y \$53.000 por cien unidades. Mientras que el menor precio se observa en el cuarto trimestre, equivalente a primavera-verano, donde hay mayor oferta de producto y no se superan los \$30.000 por cien unidades.

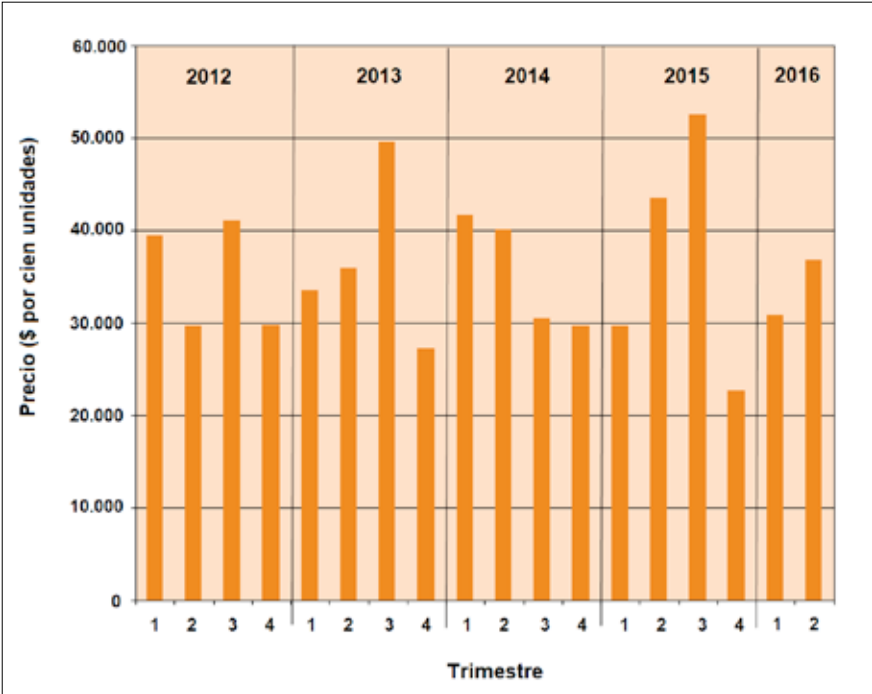


Figura 3. Evolución de precios, promedio nominal, de lechuga tipo Conconina o Costina en los últimos 5 años, por trimestre (ODEPA, 2016).

Las lechugas tipo escarolas son otro grupo de gran consumo en el país, la evolución del promedio de precios nominales en los últimos 5 años es presentada

en la Figura 4., por trimestre. En el gráfico de precios no se observa un patrón claro de estacionalidad. Sí hubo una fuerte alza durante el tercer trimestre de 2015, alcanzando a \$45.000 las 100 unidades, y otro gran incremento de precios el segundo semestre de 2016, con \$43.000 las 100 unidades. En general, se puede observar que los precios históricos del tipo escarola han sido inferiores al de Conconina, con una diferencia en promedio de \$10.500 por 100 unidades.

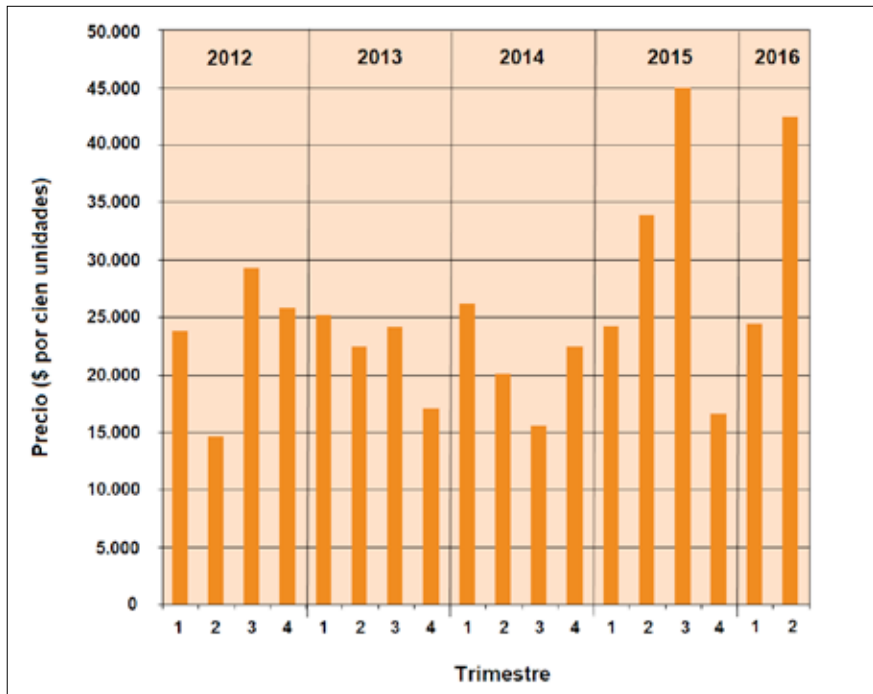


Figura 4. Evolución de precios promedio nominal de lechuga tipo Escarola en los últimos 5 años, por trimestre (ODEPA, 2016).

El último caso que se analizó fue la lechuga tipo Milanesa, aunque hay otros tipos comercializados en los mercados mayoristas, pero son de volúmenes pequeños en comparación con los descritos hasta ahora. La mayor comercialización de los otros tipos de lechuga es en los supermercados, muchas de cultivo hidropónico y, como se mencionó anteriormente, no existen registros estadísticos publicados. Los precios históricos de esta lechuga, como se observa en la Figura 5., son bastante inferiores a los otros dos tipos mencionados, en promedio alcanza un valor de solo \$15.300 por 100 unidades, que corresponde a un precio promedio 68% inferior a Conconina y 40% inferior a Escarola. También los mejores precios

se observan en el segundo y el tercer trimestre, o sea otoño e invierno, alcanzando un máximo el tercer trimestre de 2015, con \$25.000 las 100 unidades. Esta es una lechuga bastante más pequeña y con menor rendimiento después del lavado en la cocina, probablemente eso le disminuye su valor comercial.

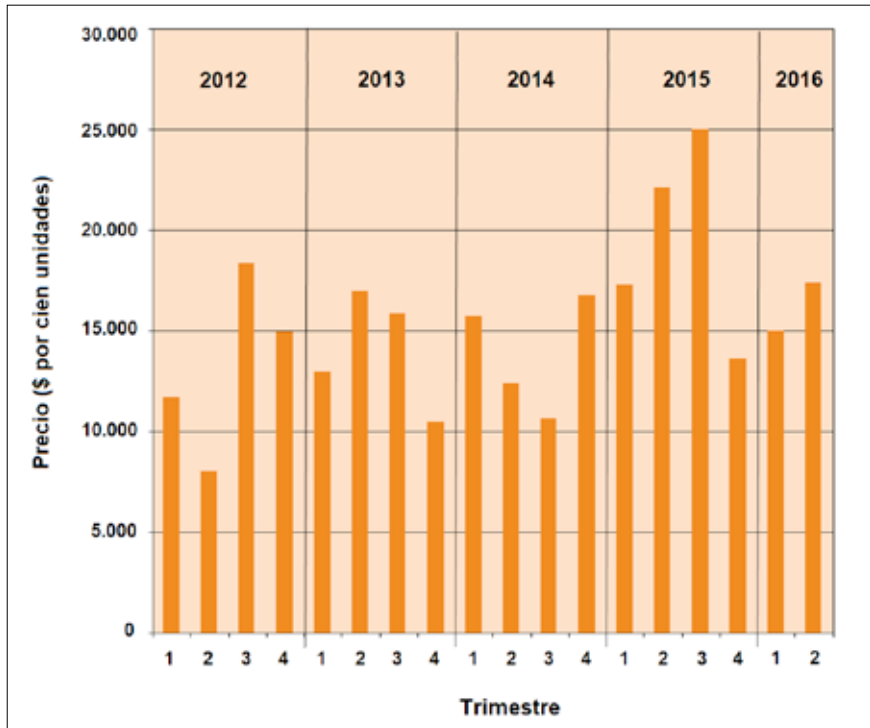


Figura 5. Evolución de precios promedio nominal de lechuga tipo Milanesa en los últimos 5 años, por trimestre (ODEPA, 2016).

Exportaciones

Algunas exportaciones de lechuga fresca han sido registradas por el Banco Central de Chile y el Servicio de Aduanas. Siempre han sido pequeñas partidas, probablemente despachadas por avión y, en el caso de países vecinos, por camión. En la Figura 6. se puede observar el valor en dólares FOB y los volúmenes exportados por año.

Como se observa, las exportaciones no han superado las 12 toneladas de

producto fresco por año y en valor no superan los US\$20.000 anuales. El año 2012 fue el de mayor volumen exportado, mientras que el 2015 el de menor. En cuanto a valor, el promedio está en aproximadamente US\$15.000 anuales, lo que es muy poco comparado con las exportaciones tradicionales de hortalizas como cebollas y ajos. Probablemente estas exportaciones son muy puntuales a mercados específicos que tienen una necesidad que cubrir en un corto periodo.

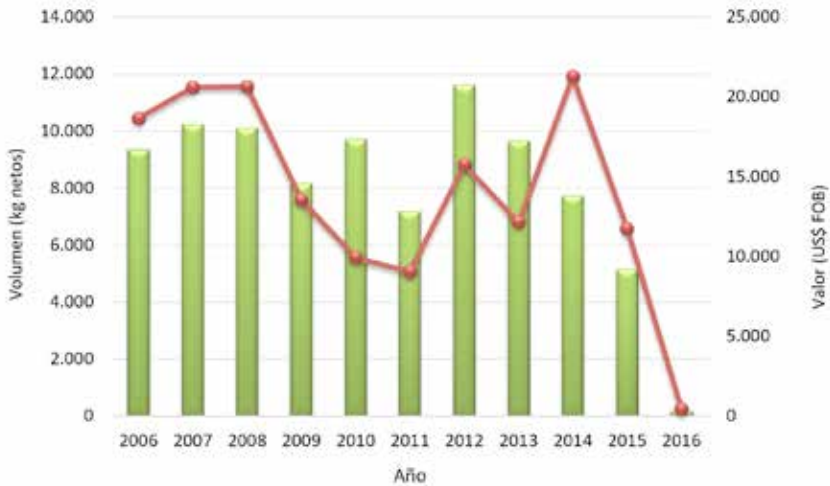


Figura 6. Volumen en kilogramos netos y valor en dólares FOB de las exportaciones de lechuga (ODEPA, 2016).

Referencias bibliográficas

- De Vries, I. M. (1990). Crossing experiments of lettuce cultivars and species (*Lactuca* sect. *Lactuca*, Compositae). *Pl. Syst. Evol.* Vol. 171 (Nº 1). Pp. 233-248. 10.1007/BF00940608.
- De Vries, I. M. (1997). Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. *Genet. Resour. Crop Evol.* Vol. 44 (Nº 2). Pp. 165-174. 10.1023/A:1008611200727.
- Instituto Nacional de Estadísticas (2010). Información Hortícola. Publicación Especial, 2008-2009.
- Kesseli, R., Ochoa, O. y Michelmore, R. (1991). Variation at AFLP loci in *Lactuca* spp. and origin of cultivated lettuce (*L. sativa*). *Genome* Vol. 34 (Nº 3). Pp. 430-436. 10.1139/g91-065.

ODEPA (2016). Estadísticas productivas de Chile. En línea: <http://www.odepa.cl/estadisticas/productivas/>.

Ryder, E. (1999). Lettuce, Endive and Chicory. Wallingford, Oxon, Reino Unido: CABI Publishing.

Vavilov, N. I. (1992). Origin and geography of cultivated plants. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

Figura 1.2. Arándano *Nothorn Highbush*, variedad Duke. Izquierda: planta adulta. Derecha: fruto maduro.

CAPÍTULO 1.

TAXONOMÍA, BOTÁNICA Y VALOR NUTRITIVO

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D.

INIA La Platina

La lechuga pertenece a la familia dicotiledónea más grande del reino vegetal, la Asteraceae, conocida anteriormente como Compositae. Su clasificación completa se muestra en el Cuadro 1.1. La lechuga presenta una gran diversidad, dado principalmente por los diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas. Esto ha llevado a diversos autores a distinguir variedades botánicas en la especie, existiendo varias que son importantes como cultivos hortícolas en distintas regiones del mundo.

Cuadro 1.1. Clasificación botánica de la lechuga.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Subfamilia:	Cichorioideae
Tribu:	Lactuceae
Género:	<i>Lactuca</i>
Especie:	<i>Lactuca sativa</i> L.

Lactuca sativa fue descrita por el científico naturalista sueco Carlos Linneus en el año 1753, texto que fue publicado en Species Plantarum N° 2: 795. *Lactuca* es un nombre genérico que procede del latín lac (que significa “leche”), que se refiere al líquido lechoso, o de apariencia láctea, que es la savia que exudan los tallos de esta planta al ser cortados y, *sativa* es un epíteto que hace referencia a su carácter de especie cultivada.

1.1. Botánica

La lechuga es una planta anual autógama, que posee una raíz pivotante, relativamente gruesa en la corona que se adelgaza gradualmente en profundidad, la cual puede alcanzar más de 60 cm de profundidad (Figura 1.1).

La mayor densidad de raíces laterales está cerca de la superficie; por lo tanto, la absorción de nutrientes y agua ocurre mayormente en los niveles superiores del suelo (Jackson, 1995).

Las hojas sésiles están distribuidas en forma de espiral, en una roseta densa alrededor de un tallo corto. El desarrollo de la roseta puede continuar durante el periodo vegetativo de la planta como es en el caso de las lechugas de hoja, o formar una cabeza redondeada como en las escarolas y butterhead, o una cabeza elongada como en el caso de Costinas o Romanas. Hay una considerable diversidad de colores, formas, tipos de superficies, márgenes y textura entre los diversos tipos y formas de lechuga. Los grados de color verde de las hojas pueden variar desde oscuros a claros, pero la cualidad de verde puede ser variado por tintes amarillentos. Además, la presencia de antocianinas puede estar en toda la hoja o en sectores dando tonalidades diferentes.



Figura 1.1. Raíz, tallo y hojas de lechuga.

Una vez que el periodo vegetativo llega a su madurez, se produce la elongación del tallo, que puede alcanzar a 1 m de altura, y el periodo reproductivo comienza. Un tallo simple termina en una inflorescencia, la cual es una densa panícula corimbosa compuesta por muchos capítulos, cada uno consistiendo en varios floretes, que varían entre 12 a 20 (Figura 1.2). Estos floretes son todos de tipo rayo, perfectos y fértiles, están rodeados de 3 o 4 filas de brácteas. Cada florete consiste en un simple, ligulado pétalo amarillo con cinco dientes. La parte baja está fusionada como un tubo y rodea los órganos sexuales. Cada florete tiene un carpelo doble, consistiendo en un estilo elongado y un estigma dividido.

Hay cinco estambres, las anteras están fusionadas formando un tubo. Las flores abren una sola vez, en la mañana, permaneciendo abiertas por una hora si está calurosa la mañana, o bien por varias horas si está fresco y nublado. Cuando la flor se abre, el estilo se elonga mientras las anteras dehiscen desde adentro y el

polen suelto es barrido hacia arriba por el estilo y los pelos del estigma (Ryder, 1999).



Figura 1.2. Inflorescencia y floretes de lechuga.

El ovario, que está bajo la corola, una vez que es fertilizado forma un embrión que está rodeado por tejido nucelar y endospermico y un delgado pericarpio, los cuales forman un fruto llamado aquenio, que está coronado en la parte superior por pelos. Los aquenios maduran aproximadamente 2 semanas después de la fertilización y pueden ser de diferentes colores, desde negro a gris, blanco, café o amarillos. Las semillas recién cosechadas normalmente tienen un periodo de dormancia corto, pero la mayoría de los cultivares presenta diferentes niveles de termodormancia (Mou, 2008).

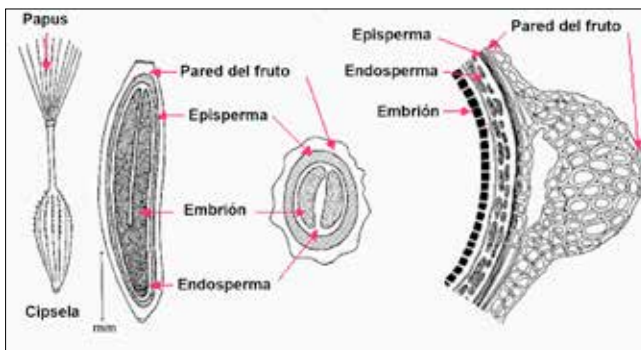


Figura 1.3. Aquenio de lechuga. Aquenio entero con papus, corte longitudinal, corte transversal y porción de pared y endosperma (Ryder, 1999).

1.2. Tipos de lechuga

Dentro de la especie *Lactuca sativa* L. se diferencian cinco variedades botánicas:

***L. sativa* L. var. *longifolia* (Lam.) Janchen**

Lechugas que se aprovechan por sus hojas y no forman verdaderos cogollos. Son las correspondientes a las lechugas llamadas Romanas o Cos, que deben su nombre a la isla de Kos en el Mediterráneo oriental cerca de Turquía, conocidas en Chile específicamente como Costinas o Conconinas. La planta desarrolla hojas grandes, erguidas, oblongas y obovadas, de 20 a 30 cm de largo y 6 a 10 cm de ancho, con nervadura prominente, superficie ligeramente ondulada y borde irregularmente denticulado (Figura 1.4). El tallo se presenta de mayor longitud que en otras variedades y permanece protegido por el conjunto de hojas, las que forman una cabeza cónica o cilíndrica por su disposición erecta, pudiendo alcanzar un gran peso, de hasta 2 kg.



Figura 1.4. Lechuga Costina o Conconina.

***Lactuca sativa* L. var. *capitata* (L.) Janchen**

Variedades que forman un cogollo apretado, la forma de sus hojas suele ser ancha y corresponden a las lechugas conocidas como de amarra, mantecosas o españolas. Presentan hojas lisas, relativamente delgadas, orbiculares, anchas, sinuosas y de textura suave o mantecosa; las hojas más internas forman un cogollo amarillento al envolver las más nuevas. En general, se distinguen dos subtipos: las de verano, para cultivo al aire libre, llegan bien a la madurez y son más grandes; y las de invierno, que pueden ser cultivadas al aire libre o en invernadero, más pequeñas de tamaño y con menos llenado. Estas variedades tienen menor tamaño y son más precoces, con ciclos de entre 55 a 70 días, por lo que son los más usados para la producción en invernadero. La mayoría de

las variedades tradicionales cultivadas en el país pertenecen a esta variedad botánica, como las llamadas Milanesa, Francesa, Reina de Mayo y Española.



Figura 1.5. Lechuga Española o Gallega y Lechuga Milanesa.

***Lactuca sativa* L. var. *crispa* L.**

Este tipo corresponde a las lechugas que forman cabeza, como las Great Lakes o Batavias, mal llamadas escarolas en Chile. En este grupo se distinguen dos subtipos: las llamadas Iceberg, que forman una cabeza compacta (Figura 1.6), y las Batavia, que forman una cabeza menos densa, son más pequeñas y de formas irregulares. En ambos casos, en su desarrollo la planta pasa desde un estado de roseta hasta que las primeras hojas se alargan, pero cada incremento en número de hojas aumenta el grosor de la planta hasta que se convierte en más ancha que larga cuando madura. Cuando alcanza 10 a 12 hojas, estas se ponen curvadas envolviendo las hojas interiores, lo cual lleva a formar una cabeza esférica.



Figura 1.6. Lechuga tipo Iceberg.

Las hojas continúan creciendo dentro de este envoltorio, llenándolo hasta que la madurez comercial es alcanzada. Si la lechuga madura no es cosechada a tiempo entra en estado reproductivo, emitiendo el tallo floral. Las lechugas de este tipo son de mayor tamaño, pudiendo llegar a pesar más de 1 kg en el caso de tipo Iceberg compacta, y tienen un período de siembra a cosecha largo (más de 100 días). Existe una amplia disponibilidad de cultivares y subtipos reconocidos, como el grupo Great Lakes con hojas más crespas, las menos crespas que corresponden al grupo Salinas - Vanguard.



Figura 1.7. Lechuga tipo Batavia.

***Lactuca sativa* L. var. acephala** Dill.

Esta subespecie de lechuga se caracteriza por tener las hojas sueltas y dispersas, corresponden a las llamadas Lollo Rosa, Lollo Bionda, Hoja de Roble, etc. Son las lechugas de corte o de hojas sueltas (loose leaf), ya que, como su nombre lo indica, este tipo no forma cogollo, sino que sus hojas son sueltas, no envoltentes. Aunque se comercializan enteras, su principal virtud se aprecia en las huertas caseras, ya que sus hojas se pueden ir cosechando individualmente. Son muy populares para cultivo hidropónico, aunque también se cultivan en suelo. Estas plantas forman una roseta muy plana, las hojas pueden variar en contenido de antocianos, dando muy interesantes colores o combinaciones de colores, además los bordes de las hojas son muy variados en formas.



Figura 1.8. Lechugas Lollo Bionda y Lollo Rossa.

***Lactuca sativa* L. var *augustuana* All.**

Son las lechugas espárrago o de tallo cultivadas solamente en China. En este tipo se utiliza principalmente el tallo carnoso y también las hojas, que pueden presentar color verde o rojizo. Presenta un hábito más alto que las otras variedades como resultado del desarrollo de entrenudos más largos en su tallo, con las hojas dispuestas libremente, sin formar cogollo o grumo. Sus hojas son angostas (4 a 6 cm), lanceoladas y largas. Este tipo no es utilizado en Chile.



Figura 1.9. Lechuga espárrago.

Referencias bibliográficas

- Jackson, L. E. (1995). Root architecture in cultivated and wild lettuce (*Lactuca* spp.). *Plant, Cell and Environ.* Vol. 18 (Nº 8). Pp. 885–897. 10.1111/j1365-3040.1995.tb00597.x.
- Mou, B. (2008). Lettuce. En Prohens, J. y Nuez, F. *Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae.* Nueva York, EE.UU.: Springer Science + Business Media, LLC.
- Mou, B. y Ryder, E. (2004). Relationship between the nutritional value and the head structure of lettuce. *Acta Hort.* 637361–367.
- Ryder, E. (1999). *Lettuce, Endive and Chicory.* Wallingford, Oxon, Reino Unido: CABI Publishing.
- USDA-ARS (2016). USDA National Nutrient Database for Standard Reference. En línea: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/>. [25-5-2016]

CAPÍTULO 2. GERMINACIÓN, CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Gabriel Saavedra Del R.
Ing. Agrónomo, Ph. D.
INIA La Platina

La lechuga es un cultivo hortícola que es producido, prácticamente, en todo el mundo, si no es al aire libre, está bajo invernadero, por lo que se puede decir que es un cultivo cosmopolita. Es una hortaliza de clima frío, con cierta tolerancia a heladas débiles en sus estados iniciales, pero cerca de la cosecha es susceptible a quemaduras de las hojas externas por heladas, quedando muy expuestas a ataques de enfermedades (Giacconi y Escaff, 2001). La temperatura óptima de crecimiento está entre 15 y 18°C, prefiere temperaturas frescas para formar una cabeza más compacta; la mínima es de 12°C, bajo esta temperatura la planta no crece; y la máxima entre 18 y 24°C, temperaturas superiores producen deterioro de la lechuga por crear cabezas más sueltas y con tendencia a emisión de tallo floral o "subida". Sin embargo, estas temperaturas son generales, cada tipo de lechuga, e inclusive variedad, tiene requerimientos propios de temperatura para su crecimiento.

2.1. Semilla y germinación

La semilla de la lechuga es botánicamente un aquenio, definido como un fruto seco e indehisciente de una sola semilla. Esta semilla se embebe con agua, con la cual se activa una serie de mecanismos fisiológicos con los que se inicia el proceso de germinación. Hay varias etapas durante este proceso, de las cuales se muestran algunas en la Figura 2.1.

La primera fase es la imbibición con agua, que penetra e hidrata las membranas celulares; una vez activadas, comienza el crecimiento de la radícula hasta que rompe la testa y comienza la elongación; sigue después la aparición de los cotiledones. Este proceso es de crecimiento y elongación de tejidos, todo dependiente de las reservas alimenticias que tenga la semilla y de la humedad presente. Una vez que la plántula emerge y recibe luz, se convierte en autótrofa, las raíces están completamente habilitadas para absorber agua y nutrientes, los cotiledones pueden realizar fotosíntesis hasta que emerja el primer par de hojas verdaderas.



Figura 2.1. Etapas del proceso de germinación de una semilla de lechuga.

La segunda influencia importante en la germinación es la temperatura. La germinación de semillas de lechuga ocurre en un rango óptimo de 18 a 21°C. Temperaturas sobre 26°C pueden inhibirla, esto es llamado termodormancia (Ryder, 1999). El periodo de termodormancia va a depender del tipo y variedad que se trate. Como grupo, las tipo escarolas son menos susceptibles a termodormancia que los tipos costinas y españolas (Gray, 1975), como se observa en el Cuadro 2.1. La tipo española requirió menor temperatura para lograr el 50% de germinación en 7 días, pero las costinas y escarolas necesitaron sobre 31°C, por lo tanto, son menos susceptibles.

Cuadro 2.1. Mayores temperaturas que permiten el 50% de germinación después de 7 días (Gray, 1975).

Tipo	Rango de Temperatura (°C)
Españolas	25,7 a 29,8
Costinas	31,0
Escarolas	31,0 a 32,8

2.2. Crecimiento y desarrollo

El crecimiento de la lechuga puede ser dividido en cuatro estadios: plántula, roseta, encabezamiento (no en todos los tipos) y reproductivo, como se muestra en la Figura 2.2.

Estado	
Plántula	
Roseta	
Encabezamiento	
Reproductivo	

Figura 2.2. Estados de crecimiento de la planta de lechuga.

El estado de plántula comienza una vez que ha ocurrido la protrusión de la radícula a través de la cubierta seminal y se pueden distinguir tres etapas:

- **Primera:** en la semilla germinando, la radícula emerge y se transforma en la raíz pivotante.
- **Segunda:** los cotiledones emergen y se expanden.
- **Tercera:** el primer par de hojas verdaderas es formado, esto toma, desde la emergencia, unas 2 semanas.

Después de la emergencia, la radícula se elonga rápidamente para formar una raíz pivotante, la cual crece alrededor de 3 cm después de 48 horas y puede alcanzar una longitud de unos 60 cm o más. El crecimiento de las raíces laterales comienza unos pocos días después de la emergencia, formándose principalmente en la parte superior de la raíz principal, solo el 35% está bajo los 20 cm. Esto implica que la planta reacciona al suelo seco entre 0 y 20 cm de profundidad con reducción del contenido de agua en las hojas y fotosíntesis. También hay un efecto en la proliferación de raíces según el tipo de almácigo trasplante que se realice; cuando es a raíz desnuda, generalmente la punta o ápice de la raíz se corta al estado de plántula, entonces ocurre una proliferación sustancial de raíces laterales a medida que la planta crece después del trasplante. En el caso de sistema raíz cubierta, la plántula no sufre cortes y conserva sus raíces intactas.

Diferente es el caso de plantas bajo cultivo hidropónico, donde la raíz, al no tener que explorar y expandirse en búsqueda de humedad en el suelo, produce raíces típicas homorrizas que cubren un gran volumen para absorber nutrientes (Figura 2.3).

El hipocótilo también crece después de la emergencia de la radícula, debido a elongación y división celular. La elongación celular puede ser reducida por exposición a luz, pero las plántulas de lechuga germinadas con baja intensidad lumínica, alargan más el hipocótilo, produciendo etiolación de la plántula, pero debido a elongación y no a división celular; por lo tanto, contienen más agua que tejido, siendo bastante débiles. Sin embargo, los cotiledones se desarrollan normalmente.



Raíz pivotante.



Raíz homorriza.

Figura 2.3. Raíces de planta de lechuga.

La plántula continúa generando hojas verdaderas, siendo cada hoja nueva más ancha que la precedente. Estas hojas son producidas en un tallo corto y forman una roseta plana. La planta continúa formando hojas de esta forma, pero su estructura varía según el tipo de lechuga. Por ejemplo, las de tipo costinas o Cos y las milanesas forman una roseta erecta que puede ser parcialmente cerrada en la punta o, en el caso de las españolas y escarolas, forman una roseta enroscada de la cual se desarrolla una cabeza esférica, levemente alargada o ligeramente aplastada.

La formación de cabeza o corazón es exactamente lo mismo, son sinónimos en el desarrollo de la lechuga. Las plantas forman hojas individuales en una sucesión, pero la tasa de formación incrementa con aumentos de la intensidad de luz recibida a una temperatura constante y también aumenta cuando la luz es constante y la temperatura incrementa. El ancho y largo de las hojas se ven directamente influenciados por el largo del día y la intensidad lumínica. Día largo y alta intensidad lumínica, como en primavera, incrementan el ancho de las hojas, mientras que días cortos y baja intensidad lumínica, como en invierno, estimulan el alargamiento de las hojas (Bensink, 1971). En lechuga costina o Cos las hojas de tamaño similar se acumulan en el centro de la cabeza y las puntas de las hojas se doblan levemente hacia el interior; hay una mejor formación de cabeza con temperaturas entre 12 y 20°C a nivel radicular. En el caso de las tipo escarola, la radiación solar está positivamente correlacionada con el peso de la cabeza, pero negativamente correlacionada con temperatura durante la formación de cabeza (Wurr y Fellows, 1991). La lechuga tipo española incrementa su peso seco con temperaturas moderadas en las primeras fases de crecimiento, pero su tasa declina a medida que la planta va envejeciendo (Van Holsteijn, 1980). Hay un efecto de la temperatura que cambia de positivo a negativo. Así la temperatura óptima para una tasa de crecimiento normal bajó de 23°C a 10°C en el periodo de trasplante a cosecha.

Los órganos reproductivos de la planta son formados temprano en su desarrollo, aunque su crecimiento se genera después de término del ciclo vegetativo. El alargamiento del tallo floral, normalmente, es en respuesta a la longitud del día y a altas temperaturas. El tallo floral se alarga, emergiendo del centro de la cabeza o roseta, produciendo una flor terminal, la cual limita la altura final de la planta. El tallo floral genera ramificaciones, formando las floraciones secundaria y terciaria. La inflorescencia de la lechuga es llamada capítulo, conteniendo aproximadamente 24 floretes. Las flores compuestas son altamente autógamas y abren alrededor de 10 días después de su aparición. Cada flor abre solamente una vez y permanece así solo parte del día, dependiendo de la temperatura e intensidad de luz, desde 1 a varias horas. La fertilización ocurre durante el periodo en que la flor está abierta. Los achenios maduran alrededor de 2

semanas después de la apertura floral, pero altas temperaturas aumentan la tasa de desarrollo y maduración (Ryder, 1999).

Referencias bibliográficas

Bensink, J. (1971). On morphogenesis of lettuce leaves in relation to light and temperature. Mededeling Landbouwhogeschool. Vol. 71 (Nº 1). Pp. 1-93. Wageningen, Holanda.

Flint, L. H. y McAlister, E. D. (1937). Wave lengths of radiation in the visible spectrum promoting the germination of light sensitive lettuce seed. Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. 96 (Nº 1). Pp. 1-8.

Giaconi, V. y Escaff, M. (2001). Cultivo de Hortalizas (15ª ed.) Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

Gray, D. (1975). Effects of temperature on the germination and emergence of lettuce (*Lactuca sativa* L.) varieties. J Horti Sci. Vol. 50 (Nº 4). Pp. 349-361. 10.1080/00221589.1975.11514644.

Ikuma, H. y Thimann, K. V. (1964). Analysis of germination processes of lettuce seed by means of temperature and anaerobiosis. Plant Physiol. Vol. 39 (Nº 5). Pp. 756-767. 10.1104/pp.39.5.756.

Ryder, E. (1999). Lettuce, Endive, and Chicory. Wallingford, Oxon, Reino Unido: CABI Publishing.

Van Holsteijn, H. M. C. (1980). Growth of lettuce. II. Quantitative analysis of growth. Mededeling Landbouwhogeschool. Vol. 80 (Nº 1). Pp. 1-24. Wageningen, Holanda.

Wurr, D. C. E. y Fellows, J. R. (1991). The influence of solar radiation and temperature on the head weight of crisp lettuce. J Horti Sci. Vol. 66 (Nº 2). Pp. 183-190. 10.1080/00221589.1991.11516143.

CAPÍTULO 3.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D.

INIA La Platina

La lechuga es un cultivo hortícola que puede ser producido en variados sistemas de producción, el cual la mayoría de las veces está influenciada por el clima imperante y/o época del año en que se produce.

3.1. Producción al aire libre

Este es el sistema más común utilizado en el país, el cual puede ser iniciado desde almácigo/trasplante o siembra directa. Este último sistema aún no es muy usado en Chile, puesto que requiere de bastante tecnología en preparación de suelo: máquina sembradora, semilla de calidad acondicionada osmóticamente y peletizada para facilitar su siembra, además de un manejo muy estricto del control de malezas.

La lechuga es una hortaliza de temporada fresca, que requiere un buen suelo y bastante agua, pero para obtener productos de alta calidad es necesario contar con un buen clima. Esta hortaliza crece mejor con temperaturas diurnas entre 18 y 25°C y nocturnas entre 10 a 15°C, condiciones que se dan en primavera y otoño en la zona central, donde se produce más del 80% de las lechugas del país. Sin embargo, en la actualidad hay variedades adecuadas para producción invernal y veraniega al aire libre, pero en zonas templadas.

Una importante innovación en la producción al aire libre ha sido el uso de “mulch” o coberturas de plástico, dentro de las cuales se incluye la manta antimalezas. Este sistema de producción tiene una serie de ventajas, por lo tanto, permite:

- Incrementar la eficiencia del uso de agua por riego tecnificado o presurizado: los riegos son menos frecuentes por reducción de la evaporación, por lo tanto, hay ahorro de agua. Por otra parte, adentro de invernaderos, disminuyen los niveles de humedad relativa del aire al reducir la evaporación desde el suelo.
- Mejorar la temperatura a nivel de raíces: genera un ambiente más propicio para la acción de microorganismos. Al aumentar la temperatura del suelo se produce un aumento del volumen de raíces y, por lo tanto, exploran mejor el suelo, alcanzando regiones con más nutrientes y fertilizantes. Estos se

ven favorecidos por esta temperatura en su mineralización; por lo tanto, se obtiene mayor eficiencia en el uso y aprovechamiento de los fertilizantes. Se reduce el efecto lixiviante causado por el agua de lluvia y la frecuencia de aplicación de agua de riego.

- Incrementar los rendimientos y mejorar la calidad de los productos por conservar el producto limpio y libre de salpicaduras.
- Adelantar la cosecha durante los meses fríos por efecto invernadero.
- Reducir la incidencia de enfermedades y plagas, porque la reflexión de luz de algunas películas ahuyenta insectos.
- Controlar malezas. Evitar el crecimiento de malezas al limitar su desarrollo después de la germinación, ya que no permiten el paso de luz y estas no pueden realizar fotosíntesis para sobrevivir.
- Controlar la erosión y el endurecimiento del suelo. Al cubrir el suelo, el impacto de las gotas de lluvia no causa compactación de suelo, por lo tanto, permanece suelto, friable y bien aireado. Tampoco hay arrastre de material, el exceso de agua es conducido fuera de la zona de cultivo, reduciendo las inundaciones y estreses por exceso de agua en el suelo.
- No hay corte de raíces por cultivaciones. Cultivar el suelo no es necesario, excepto en la zona entre bandas de plástico, la cual puede ser cubierta con algún material orgánico para disminuir evaporación de agua y crecimiento de malezas.
- Incrementar el crecimiento. La cobertura plástica es prácticamente impermeable al gas CO_2 , el cual es fundamental para la fotosíntesis. Entonces, muy altos niveles de CO_2 se acumulan bajo el plástico porque el film no lo deja escapar. Por lo tanto, busca por donde salir y usa los agujeros de las plantas como un efecto chimenea, resultando en concentraciones localizadas altas de CO_2 para el activo crecimiento de las hojas.

Sin embargo, como toda tecnología tiene sus inconvenientes o desventajas:

- Costo de remoción de plástico. La cobertura de plástico y las cintas de riego deben ser removidas del suelo cada año. Si se usan plásticos no biodegradables, estos no pueden ser picados e incorporados al suelo. También influye el grosor y calidad del plástico, algunos se pueden usar por más de una temporada y en el caso de manta antimalezas por varias temporadas.

- Mayor costo inicial. La cobertura de plástico y las cintas de riego incrementarán los costos de producción, pero estos costos se verán compensados por los ingresos extra que generan cosechas más tempranas, de mejor calidad y mayor rendimiento.
- Incrementa el manejo. La cobertura de plástico y las cintas de riego deben ser monitoreadas diariamente para su correcto funcionamiento.
- Incrementa la competencia cultivo/maleza. Las malezas pueden crecer dentro de los agujeros donde está la planta.



a) *Cultivo en suelo desnudo.*



a) *Cultivo con cobertura bicolor.*

Figura 3.1. Producción de lechuga al aire libre bajo dos sistemas.

El color de la cobertura toma importancia de acuerdo con la época de cultivo y con la temperatura ambiente. Por eso la elección del tipo y color del plástico es muy importante.

A continuación, se describirán las principales características de los diferentes colores de plástico, de manera de poder ayudar en la correcta elección de acuerdo con lo mencionado anteriormente.

Negro

Es uno de los más comunes en uso. Es importante el grosor de este, que debe ser mayor a 25 micrones y con protección UV para tener mayor duración. Es económico, protege de plagas, calienta el suelo y realiza un control eficiente de malezas.

Absorbe un porcentaje elevado de la radiación que llega a él y una parte lo

transmite por conducción hacia el suelo. No eleva tanto la temperatura máxima del suelo, en relación con el suelo sin cubrir, pero las temperaturas mínimas pueden ser algo más elevadas; por lo tanto, se reduce la amplitud térmica diaria. Eleva la temperatura del aire en la capa adyacente al polietileno, siendo en verano peligroso si la temperatura ambiental es elevada, puede quemar las plantas.

Para aumentar la temperatura del suelo usando polietileno negro, es recomendable que el suelo esté bien desterronado y que presente buen contacto con la lámina de plástico.

Blanco

Es el más fresco de todos, poco eficiente en control de malezas, pero dependiendo del grosor del film, mientras más grueso hay menor paso de luz a través del plástico; por lo tanto, tiene mejor efecto sobre el control de malezas. Actúa sobre la temperatura del suelo como un polietileno opaco; por lo tanto, tiene poco efecto. Refleja una buena parte de la radiación solar, permitiendo una mejor distribución y aprovechamiento de la misma por las plantas. La ventaja del polietileno blanco en invierno está dada por el beneficio que trae la reflexión de la luz sobre las plantas, provocando que las porciones inferiores de las hojas también realicen la fotosíntesis.

Aluminizado

Reduce la población de insectos, evita el crecimiento de maleza. Al igual que el de color negro, tiene alta reflexión de la radiación, pero con una baja transmisión al suelo, lo que implica menor temperatura en el suelo; por lo tanto, incrementa el proceso de fotosíntesis por la difusión de luz provocando que las porciones inferiores de las hojas también realicen la fotosíntesis. Tendencia a disminuir la temperatura máxima y la amplitud térmica, reduce el ataque de áfidos que transmiten virus.

Coextruido blanco/negro

También conocido como bicolor por presentar una superficie negra por un costado y blanca por el otro. Es más fresco que el negro y presenta mayor control de malezas que el blanco. Se usa la cara blanca hacia arriba, ya que la cara negra presenta una ventaja adicional: el efecto sobre la maleza; mientras que el lado blanco hace que refleje toda la luz incidente, evitando que se caliente el plástico y permitiendo una mayor iluminación para el cultivo, especialmente cuando el cultivo se prolonga hacia el otoño, al disponer de más luz, hay mayor fotosíntesis

y; por lo tanto, hay un incremento en el contenido de carbohidratos disponibles para una mayor y mejor producción.

Transparente

Es ideal para solarizado, porque aumenta las temperaturas máxima y mínima del suelo y aumenta el efecto invernadero por la condensación en la cara interna. Este tipo de film puede ser útil en regiones frías, donde la estación de crecimiento de los cultivos se ve limitada, aunque pueden presentar la desventaja de favorecer el crecimiento de las malezas. En verano, la temperatura puede elevarse a niveles no tolerados por los cultivos, en estos períodos de alta radiación solar, se puede producir detención del crecimiento de raíces e incluso su muerte (principio en que se basa la solarización), como también se puede producir daños en la base de los tallos, como quemaduras. Sin embargo, esta característica es la que se aprovecha para la desinfección de suelos por solarización.

La mayor desventaja de este tipo de plástico es que permite el paso de luz; por lo tanto, las malezas pueden crecer y desarrollarse, empujando el film plástico hacia arriba, rompiéndolo o una vez que por alta temperatura mueren, pudriéndose y generando ambiente que favorece la aparición de enfermedades.

Otros colores

Dentro de este grupo están los de color anaranjado, rojo, amarillo, verde, azul, gris humo, etc. Las propiedades de estos films varían según sean translúcidos u opacos. Los translúcidos se comportan en forma semejante al polietileno transparente. En cambio, los opacos presentan un menor flujo de calor hacia el suelo, tendiendo a elevar la temperatura mínima, disminuir la máxima y la amplitud térmica. Calienta el suelo durante el día y protege los cultivos durante la noche, al permitir el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera, pero menos que el transparente, entonces es recomendable para zonas frías y cálidas, pero sin riesgo de heladas. Disminuye el crecimiento de las malezas, aunque en menor cantidad que con el transparente; por lo tanto, debe usarse en terrenos no muy infectados de malezas. La precocidad de la cosecha es similar a la del plástico transparente, entonces se puede usar cuando se busque aumentos de rendimiento y de precocidad en los cultivos. Mantiene la humedad del suelo.

Manta antimalezas

Es una malla de tejido ajustado de polipropileno con franjas de color que mantienen bajo control el desarrollo de maleza y algas. Esta malla se puede

usar en cultivo a campo abierto o sobre las mesas de trasplante en invernaderos y túneles. Tienen la gran ventaja que son fáciles de colocar en terreno y tienen larga duración. Al ser más resistentes, se puede caminar encima, resisten el desgarro y por tener trama tejida deja filtrar el agua, pero además permite un buen intercambio gaseoso del suelo y la atmósfera, mejorando la ventilación y acumulación de humedad en la estrata superficial. Por tener mejor permeabilidad al agua de riego y de lluvias, evita la acumulación y exceso de humedad sobre y entre los camellones. Al producir ausencia de luz (98% aprox.), reduce la proliferación de malezas en el cultivo y aumenta levemente la temperatura del suelo.



a) *Cubierta color naranja.*



b) *Cubierta color negro.*



c) *Cubierta bicolor.*



d) *Cubierta transparente.*

Figura 3.2. Diferentes colores de cubierta plástica en cultivo de lechuga.

Algunos trabajos en lechugas cultivadas bajo cobertura o acolchado plástico han mostrado que en verano, cuando predominan malezas perennes que compiten agresivamente con el cultivo, si usan plásticos que dejan pasar luz, se produce un levantamiento de ellos por la presión que ejercen las malezas bajo el acolchado,

afectando a cultivos bajos, como la lechuga. Pero si se usan coberturas plásticas reflectantes a la radiación solar, como son el negro, aluminizado y coextruido blanco/negro, se logra un efectivo control de malezas, asociado también con los mejores rendimientos. Por otra parte, el film de color negro ha presentado la mejor respuesta como acolchado en verano, porque presenta la menor reflexión (9%); por lo tanto, es el que más se calienta superficialmente, pudiendo causar quemaduras en aquellas estructuras de la planta en contacto con el plástico en sus primeros estados de desarrollo post-trasplante, pero más adelante el propio follaje del cultivo intercepta la radiación.

En el caso de cultivo de lechugas a fines de invierno, el film transparente tuvo las temperaturas de suelo más altas, lo que produjo una mayor precocidad de 8 días respecto del testigo de suelo desnudo, también se registraron altas temperatura de suelo bajo acolchado naranja y negro; mientras que el coextruido blanco/negro presentó las temperaturas más bajas. Por otra parte, la calidad de las lechugas fue mejorada con el uso de acolchado naranja, transparente, negro y gris humo. Destacándose el tratamiento con acolchado naranja, que superó la calidad obtenida en el tratamiento testigo y con acolchado blanco y coextruido blanco/negro.

Es importante destacar la utilidad del acolchado en suelos que presentan dificultad para aumentar su temperatura en zonas de primaveras frías, en estos casos, cubiertas de polietileno transparente o de color naranja, provocan calentamiento del suelo, entonces se adelanta la producción en la temporada, al beneficiar el cultivo en su período de crecimiento inicial lo que se refleja en la mejora del rendimiento. La temperatura óptima de suelo para la mayoría de las especies es de 20 a 25°C, pero con el aumento de la temperatura del suelo hasta un cierto umbral se obtiene un mayor desarrollo radical, que a su vez se expresa en mayor rendimiento y una producción más precoz y de mejor calidad, pero si la temperatura excede dicho umbral los efectos térmicos del acolchado pueden perjudicarlo. Las altas temperaturas que alcanzaría la superficie del suelo bajo ciertos filmes plásticos, principalmente transparente en períodos de alta radiación solar, puede afectar el crecimiento de raíces seriamente, incluso causar su muerte y también puede producir daños en los tallos.

Sin embargo, es importante destacar que aún la mayor parte de la producción de lechuga en Chile es a suelo desnudo, aunque ha habido innovaciones en los sistemas de producción como uso de platabandas, manejo de población a cosechar, etc.



a) Cultivo en una hilera y riego por surco. b) Cultivo en platabanda y riego por cinta.

Figura 3.3. Sistemas de producción a suelo desnudo.

3.2. Cultivo protegido

El cultivo protegido de lechugas está más bien orientado a regiones con climas extremos, como el sur y la Patagonia chilenos, o sectores con alta incidencia de radiación solar, pero también en zonas templadas para producción invernal. En Chile, prácticamente todos los cultivos protegidos están bajo invernadero frío, con cubierta de polietileno o policarbonato, estructura de madera o aluminio y sin ningún tipo de calefacción ni ventilación forzada.

Dentro de este grupo de cultivos protegidos, además del tradicional invernadero, hay una serie de otros sistemas en uso actualmente por agricultores para producir lechugas a lo largo del país, como lo son:

- Invernaderos fríos.
- Túneles.
- Malla anti-heladas.
- Sombreaderos.

Cada uno tiene una finalidad y características adecuadas para ciertos tipos de clima dentro del país en producción de lechuga.

Invernadero frío

Este tipo de invernadero es muy utilizado en la zona Austral de Chile para la producción de lechuga. Como se mencionó anteriormente, son estructuras de madera o aluminio recubiertas con plásticos gruesos (mayor a 150 micrones) o policarbonato para resistir al viento imperante en estas regiones. En otras zonas, como en la Región Metropolitana, también se usan invernaderos para producir lechugas en invierno, pero con plásticos de menor grosor. Sin embargo, en el caso de cultivo hidropónico de lechuga, es recomendable el uso de invernadero

de policarbonato, el cual ofrece una mejor aislación térmica. Algunos ejemplos de tipos de invernadero se muestran en la Figura 3.4.



a) Invernadero de plástico y madera con hidroponía, en la Región Metropolitana.



b) Invernadero de plástico y madera con cultivo en suelo desnudo, en la Región de Magallanes.



c) Invernadero de plástico y madera en la Región Metropolitana.



d) Vista exterior de invernadero de plástico y madera en la Región Metropolitana.



e) Invernadero de metal y policarbonato en la Región de Magallanes.



f) Vista exterior de invernadero de metal y policarbonato.

Figura 3.4. Diferentes tipos de invernaderos para producción de lechugas en Chile.

Otra gran diferencia entre los invernaderos fríos de las regiones extremas y la zona central es la superficie de cada uno, en zonas frías y ventosas, como la Región de Magallanes, no pueden ocupar gran superficie ni ser muy altos, en general tienen 20 m de largo por 8 m de ancho y de altura máxima en el centro del techo no más de 3 m. A diferencia, en la zona central y centro norte los invernaderos fríos son más grandes, ocupan mayor superficie y tienen mayor altura, además de que deben poseer mucho mejor ventilación al tener periodos más prolongados con temperaturas más altas en invierno.

Túneles

En cultivos protegidos, los túneles son estructuras que permiten controlar algunas variables ambientales y brindan beneficios diversos, ya sean micros, pequeños, medianos o de mayores dimensiones. Los componentes de la estructura son de acero u otro metal y cubierta plástica. Se trata fundamentalmente de sistemas de protección eficientes mediante estructuras sencillas y de bajos precios.

La cubierta es de polietileno con aditivos especiales para dar una duración de 2 años expuesta permanentemente a la intemperie, especialmente a la radiación UV, además de que puede dar características muy especiales como: termicidad, difusión solar, anti goteo, anti polvo, antiviral, evitando que entren vectores (como pulgones) pero procurando sombra adecuada para el mejor desarrollo de los cultivos.

Los túneles de pequeñas dimensiones (angostos y bajos), cubiertos con plástico común, contienen un pequeño volumen de aire; entonces pierden rápidamente temperatura durante la noche, a no ser que el film de polietileno que lo cubre sea termo-aislante. Idealmente deben ser estructuras de poca altura pero que sus dimensiones permitan trabajar en su interior. Las medidas más comunes son de 1,8 a 3,5 metros de alto, con anchos variables desde 1,5 hasta 7 metros y largos desde 5 hasta 100 metros.

La cobertura plástica protege de la radiación solar directa; por lo tanto, controla la insolación y mantiene una temperatura más confortable dentro del túnel, lo que permite a la planta mantenerse con mayor vigor y precocidad en su producción, obteniendo cosechas fuera de las épocas normales. Mantiene la temperatura del suelo, lo cual permite un mejor desarrollo y exploración radicular, lo que disminuye el uso de agua de riego, favoreciendo el rendimiento y la precocidad.

Por otra parte, protege los cultivos de condiciones climáticas adversas, como heladas, granizos y lluvias. Pero también ayudan a disminuir la presencia de

insectos nocivos al cultivo; por lo tanto, disminuye el uso de plaguicidas. Es de fácil instalación, mantenimiento y desarmado, con materiales generalmente livianos y resistentes. Tiene gran adaptabilidad a la geometría del terreno.

Una desventaja de los túneles es que no se puede tener un control climático total, como en un invernadero, porque el volumen de aire que encierra no es suficiente para mantener estabilidad en la temperatura.

Malla anti-heladas

La malla anti-heladas es un manto térmico que, puesto sobre las plantas y el suelo, mantiene una burbuja de aire un poco más cálido que el entorno. La protección ofrecida por la tela permite la formación de un microclima, de manera que el suelo pueda retener calor y facilite el crecimiento de la planta, obteniéndose precocidad en los cultivos y mejores rendimientos. La malla se puede dejar permanentemente colocada, ya que deja pasar la luz, el aire y el agua, pero ofrece una buena protección en invierno, sobre todo en sectores propensos a heladas, nevazones o granizadas. Además, permite adelantar la cosecha en primavera, al proteger plantas sensibles de las últimas heladas.

La malla puede usarse en cultivos al aire libre o en invernaderos, para proteger a las plantas de bajas temperaturas de hasta -5°C . Cuando se coloca el textil, después de la siembra, debe dejarse un espacio suficiente para el crecimiento y desarrollo de la planta. La tela puede dejarse junto con la planta hasta la cosecha. Una vez que se retira, la malla se debe limpiar, enrollar y guardar en un lugar de almacenaje oscuro hasta su próximo uso, ya que duran varias temporadas. Por lo general estas telas son muy livianas y con buena resistencia mecánica; entonces no dañan a las plantas, son fáciles de instalar, no requieren de estructuras para su instalación. Protegen de insectos y, por lo tanto, de los vectores que transmiten virus.

Este sistema es una buena alternativa en regiones propensas a heladas a principios de o mediados de primavera, como en la zona sur de Chile, y también es una alternativa para adelantar la producción de lechugas en la Patagonia chilena.

Sombreaderos

Esta es una instalación simple, de bajo costo y que protege los cultivos hortícolas, entre ellos al de lechuga, de la incidencia directa del sol en épocas de alta intensidad, como en verano, produciendo una sombra refrescante y permitiendo la ventilación natural.

Consiste en una armazón básica, que puede ser de madera o metal, cubierta con una malla Raschel de entre 35 y 50% de sombra, dependiendo de la localidad y de la época del año. En zonas muy luminosas y cálidas se debe usar mayor sombreado.



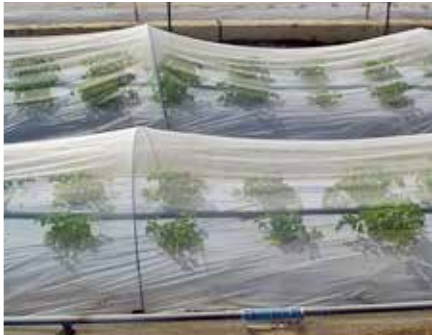
a) Túnel antes de cubrir



b) Túnel cubierto.



c) Malla anti-heladas.



d) Malla anti-áfidos.



e) Sombreadero.



f) Malla anti-viento.

Figura 3.5. Sistemas de cultivo protegido en lechuga.

CAPÍTULO 4.

SEMILLAS Y ALMÁCIGOS

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D.

INIA La Platina

Una vez tomada la decisión de cultivar lechuga, viene el proceso de elegir el tipo de lechuga, la variedad, y revisar en el comercio la disponibilidad de semilla. El tipo y variedad va a depender de la localidad y la época de cultivo, pero al momento de comprar semillas se debe tener en cuenta la fecha de envasado, el porcentaje de germinación y, si la semilla viene desinfectada, peletizada y/o acondicionada, lista para sembrar.

4.1. Calidad de semilla

La calidad de semilla es muy importante al momento de la decisión de compra, este es el primer factor que incide en la producción de lechugas de calidad. Por eso se debe considerar la pureza varietal, que indica la calidad genética de la semilla. O sea: que todas las plantas que crezcan sean de la misma variedad. El porcentaje de germinación indica cuantas semillas viables contiene el envase, lo que permite hacer los ajustes necesarios en la siembra directa o en el almácigo para asegurar una población comercial de lechugas. La pureza física de las semillas indica que el contenido del envase tiene poco o nada material inerte, basuras de cosecha u otros contenidos, y que el peso contenido es semilla. Como se puede observar en la Figura 4.1, esta información está presente en la etiqueta del envase, donde además se indica el número de lote, de manera que si hay algún problema con la pureza varietal o germinación se pueda hacer el reclamo correspondiente. Por esto, nunca se debe eliminar el envase de semillas hasta que las plantas estén establecidas y se pueda observar visualmente que corresponden al tipo y variedad que se adquirió. También la mayoría de las etiquetas indica la fecha de envasado y la fecha de prueba de germinación del lote de semillas, información muy necesaria al momento de comprar la semilla, ya que indica la antigüedad. Las semillas, ya que se trata de entes vivos, respiran y envejecen, perdiendo vigor, germinación y calidad; por lo tanto, lotes que tienen más de dos años de antigüedad no se deberían adquirir.



Figura 4.1. Etiqueta con información de calidad de semilla en envase comercial.

4.2. Tratamiento de la semilla

Las semillas comerciales, por lo general, vienen en envases sellados (bolsas o tarros) de diferentes volúmenes (Figura 4.2.), aunque en la actualidad muchas variedades son comercializadas por unidad, especialmente cuando la semilla ha sido pre-tratada con fungicidas, insecticidas y peletizadas para su manipulación y facilidad de siembra.

El tratamiento de las semillas no peletizadas es, generalmente, con un fungicida y/o un insecticida. Muchas ya vienen desinfectadas y en el envase se indica con qué productos fueron tratadas, pero cuando están sin desinfección el envase también tiene un aviso que lo indica.

Si la semilla no está tratada con pesticidas, es conveniente hacer un tratamiento previo a la siembra para evitar ataques de hongos e insectos del suelo al momento de la germinación y del establecimiento. En el Cuadro 4.1. se presentan varios ingredientes activos de fungicidas e insecticidas utilizables para este tratamiento. Una vez tratadas las semillas se deben sembrar a la brevedad, especialmente si el tratamiento ha sido de inmersión con agua, porque se activan los mecanismos de germinación con la humedad. Las semillas tratadas por inmersión se deben dejar estilar y secar por unas 2 o 3 horas antes de sembrar para facilitar su manipulación.



Figura 4.2. Envases de semillas de lechuga. Fotos superiores: sobres impermeables. Fotos inferiores: tarros con diferentes volúmenes.

Cuadro 4.1. Ingredientes activos de fungicidas e insecticidas para uso como tratamiento de desinfección de semillas de lechuga.

Ingrediente Activo	Tipo	Grupo Químico	Dosis	LD50 Dermal mg/kg
Captan	Fungicida	Ftalamida	1,5g/kg semilla	2.000
Metalaxyl	Fungicida	Acilalanina	2g/kg semilla	8.000
Propamocarb-HCl	Fungicida	Ditiocarbamato	150cc/100L agua	>5.000
Thiuram	Fungicida	Ditiocarbamato	200g/100L agua	>5.000
Clorpirifos	Insecticida	Organofosforado	1,5 g/kg semilla	>2.000

4.3. Acondicionamiento osmótico

La calidad de la semilla se compone de varios elementos, uno de ellos es la calidad fisiológica, que se evalúa mediante pruebas de germinación y viabilidad. El acondicionamiento osmótico en semillas es una técnica que mejora la calidad fisiológica. A través de uniformidad en la germinación y emergencia desde el suelo, se favorece la velocidad de germinación, ya que se reduce el tiempo de imbibición requerido para iniciar la diferenciación celular y el crecimiento de la

plántula; de esta manera, se incrementa la cantidad de plantas establecidas con vigor y calidad, lo que genera mayor producción cuando se cosecha.

La hidratación de las semillas es controlada por el equilibrio osmótico que se presenta entre el potencial hídrico de la solución y el interior de ellas. En esta condición, las semillas se mantienen en un estado de germinación avanzado durante el período de acondicionamiento. Bajo acondicionamiento osmótico, las semillas conservan la viabilidad y aceleran el proceso de germinación, razón por la cual las semillas acondicionadas osmóticamente que posteriormente se siembran en campo germinan con mayor rapidez y uniformidad que las no tratadas. Este efecto es más notorio cuando se presentan condiciones adversas, como pueden ser las ambientales o las de contenido de humedad en el suelo.

El acondicionamiento osmótico de las semillas en diferentes especies hortícolas es utilizado como una práctica comercial exitosa que mejora el proceso de germinación, aunque debe tenerse en cuenta la solución que se utilizará, el tiempo de exposición y la especie de la semilla que se tratará, porque cada especie difiere en su respuesta: se debe tener en cuenta que algunas de las soluciones pueden ser letales para las semillas. En el caso de la lechuga, es una de las especies que es más comúnmente acondicionada. La competencia entre plantas de lechugas, principalmente debido a las densidades que se usan, es fuerte. Entonces, para lograr un establecimiento uniforme, todas las plantas deben recibir la misma cantidad de luz, pero las plántulas que emergen 2 o 3 días después no pueden capturar la misma cantidad de luz que sus vecinas más grandes; por lo tanto, su tamaño al momento de la cosecha será inferior. Un método para evitar esta competencia, tanto en siembra directa como en preparación de almácigos, es el uso de semillas acondicionadas.

4.4. Peletización

Las semillas, generalmente, tienen formas muy diferentes según la especie a la que pertenecen (Figura 4.3). En el caso de las semillas de hortalizas, la mayoría es muy pequeña, con presencia de regiones ásperas o formas difíciles de manipular durante la siembra.



Figura 4.3. Diferentes formas y tamaños de semillas de hortalizas. De izquierda a derecha, parte superior: acelga, cebolla y espinaca. Parte inferior: lechuga, rábano y zanahoria.

Entonces, la siembra mecanizada, ya sea de almácigos o directa, se complica bastante. Una tecnología que se creó para uniformar la forma y tamaño de la semilla fue el peletizado (Figura 4.4), que consiste en recubrir la semilla con un material inerte adherido, el cual puede contener incorporados fertilizantes y pesticidas.



Figura 4.4. Semillas de lechuga peletizadas y germinando.

4.5. Almacigos

El uso de almacigos es una práctica común en la horticultura. Este sistema tiene varias ventajas, como:

Adelanto de producción de campo

Al hacer almacigos temprano en la temporada, se anticipa el trasplante y crecimiento de las plantas. La producción puede ser de mejor calidad y temprana, cubriendo mejor el espacio de tiempo en el mercado. Esto permite a la vez planificar las siembras con tiempo y hacer un calendario, de manera que en la medida que se va cosechando, se va trasplantando de inmediato, haciendo una producción intensiva de hortalizas.

Ahorro de semillas

La siembra directa trae como consecuencia un uso excesivo de semillas para asegurar la germinación y la población, además de tener como consecuencia un trabajo extra en terreno, que es el raleo o eliminación de plantas en superabundancia para dejar una población apropiada para que el cultivo se desarrolle sano y, a la vez, comercialmente bien. Generalmente las semillas de hortalizas comerciales son bastante costosas, especialmente los híbridos F1. Por esta razón, el ahorro de semillas es muy importante, además de mejorar la eficiencia de siembra y uso.

Obtención de plantas uniformes

El uso de semillero permite realizar una siembra mucho más pareja en profundidad, contenido de humedad del suelo y distribución de semillas. Esto trae como consecuencia una emergencia de plántulas mucho más uniforme, el crecimiento es más ordenado y, por lo tanto, la edad fisiológica de las plantas es bastante similar.

El problema que se puede presentar es distribuir un exceso de semillas, esto puede producir etiolación de las plántulas.

Buena distribución de plantas en terreno

La producción de plántulas permite realizar una distribución muy uniforme de plantas en terreno, porque al tener las plántulas separadas individualmente se pueden trasplantar a la distancia sobre hilera apropiada para la especie.

Facilita el manejo agronómico en primeras etapas de desarrollo

Al tener las plantas una buena distribución y orden en terreno son mucho más fáciles las limpiezas de malezas sobre la hilera, la aplicación de plaguicidas y fertilizantes en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

Asegura población en terreno

Este sistema de semillero y trasplante es uno de los pocos métodos que permite asegurar la población definitiva de plantas en terreno. Otro método es la siembra directa con máquina neumática de precisión, pero también existe el problema de que no germinen algunas semillas y, por lo tanto, que la población se vea mermada.

Existen dos maneras de preparar almácigos de hortalizas:

- Raíz desnuda (Figura 4.5 a).
- Raíz cubierta (Figura 4.5 b).



Figura 4.5 a. Almácigo a raíz desnuda.



Figura 4.5 b. Almácigo a raíz cubierta.

4.6. Almaciguera a raíz desnuda

Este tipo de almaciguera implica hacer la siembra en suelo directamente, permitiendo algunas ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Menor costo de producción.

- Siembra rápida.
- No requiere de aclimatación de plantas.

Desventajas:

- Solo se puede hacer con especies que se recuperan bien del trasplante y regeneran rápido las raíces, como por ejemplo: la lechuga.
- Las plantas sufren mucho estrés post-trasplante.
- Difícil manipulación de plantas antes de trasplantar.
- Fácil contaminación con hongos y bacterias que provocan enfermedades.

Este tipo de almaciguera requiere una serie de condiciones para poder ejecutarlo. A continuación, se describen estos requerimientos.

Elección de sitio

El sitio donde se sembrará la almaciguera debe tener condiciones apropiadas para que sea exitoso en la producción de plantines sanos y vigorosos. Gran parte del rendimiento futuro del cultivo de lechuga está en la ejecución de un buen almácigo y en la obtención de plantines en óptimas condiciones para ser trasplantadas.

En primer lugar, el sitio debe ser de fácil acceso, de manera que se puedan llevar los materiales para su preparación y mantención sin mayores complicaciones. También es importante la cercanía con el lugar para el trasplante, porque al estar la raíz expuesta existen mayores probabilidades de deshidratación de las plantas. Por ello, mientras más tiempo se demore entre sacado de plantas y trasplante, mayor puede ser el daño, incrementando la muerte de estas o la dificultad para el establecimiento definitivo. Esto último trae como consecuencia plantas más débiles que a la postre serán menos productivas o producirán más tarde en la temporada, retrasando la cosecha.

Desinfección de suelo

La germinación es afectada por muchos factores externos; sin embargo, la presencia de patógenos e insectos siempre es causante de muchas pérdidas en almacigueras. Por esta razón es necesario realizar una desinfección del sitio donde se va a hacer la almaciguera, que además ayuda muchas veces a controlar semillas de malezas.

Hay varios modos de desinfectar o esterilizar suelos, siendo muy común el uso de productos químicos (como bromuro de metilo: un excelente esterilizador de

suelo de tipo gaseoso, pero prohibido debido al daño que causa a la capa de ozono). Otras formas químicas de esterilizar suelos son con productos como Dazomet, Metam sodio y otras formulaciones, pero no siempre tienen una acción total como esterilizantes. Otra forma es la vaporización de suelos, usando agua hirviendo para que produzca vapor y este es inyectado al suelo a través de agujas perforadas; sin embargo, este método es muy caro de implementar. También se ha sugerido el uso de biofumigación, donde el guano de pollo o de cabra son los más usados en conjunto con materiales vegetales de la familia brásicaceae, como brócoli, coliflor o repollos; o simplemente sembrar mostaza e incorporarla cuando está en floración y aparición de primeros frutos, cubriendo el suelo con láminas plásticas para favorecer la temperatura y evitan el escape de gas fumigante generado por el material vegetal.

Un método simple y menos costoso es la solarización de suelos, la cual consiste en cubrir el suelo previamente suelto con una lámina de plástico transparente y no muy gruesa, el suelo se humedece bastante antes de cubrir, luego se sella bien por todos los lados, de manera que no se escape el vapor de agua generado por el calentamiento a través del plástico. La temperatura del suelo puede alcanzar hasta 60°C en los primeros 10 cm, pero esta depende de la temperatura ambiental. La solarización alcanza temperaturas mayores a 40°C hasta los 30 a 35 cm de profundidad. Se debe mantener sellado el suelo a lo menos por 4 semanas, pero 6 semanas es lo ideal para realizar un buen trabajo de esterilización de suelo. Este proceso elimina nemátodos, hongos, insectos y malezas de semilla, aunque también elimina las malezas que provienen de multiplicación vegetativa.

Nutrición mineral de la almaciguera

Experiencias en fertilización de almacigueras con nitrógeno (N) y fósforo (P), han demostrado que este último es un elemento limitante para el crecimiento adecuado de las plántulas. Sin embargo, no es necesario aplicar nitrógeno en abundancia; hay que recordar que sin fósforo no hay crecimiento ni desarrollo de las plantas, tomando estas un color típico de la deficiencia de este elemento: azul - violáceo.

Se ha visto que exceso de P en el desarrollo del semillero permite acelerar el desarrollo de las plantas y adelantar el momento de cosecha. Sin embargo, se debe considerar que ningún elemento mineral debe faltar en esta etapa del crecimiento de nuestras plantas, menos cuando están en formación, que es el momento en que se produce una planta sana y de calidad para ser trasplantada. Se estima que casi un 50% del rendimiento se debe a una buena plántula que es llevada a campo.

Por lo tanto, una nutrición balanceada es fundamental en esta etapa, donde no debe faltar:

- Nitrógeno (N).
- Fósforo (P) en su forma de P_2O_5
- Potasio (K) en su forma de K_2O

Protección de la almaciguera

Una vez establecido la almaciguera, es conveniente protegerla de las condiciones climáticas imperantes en la zona, como heladas, lluvias y viento. Las formas de proteger son variadas y los materiales pueden pasar por varios elementos, como ramas con hojas de árboles, coberturas plásticas, etc.

La protección contra la lluvia es fundamentalmente debido al repique de las gotas de agua, que provocan el desentierro de las semillas y las plántulas emergidas, dañando a las plantas por impacto y/o lavado de la superficie del semillero. Sin embargo, en épocas más secas la cobertura también protege de la evaporación excesiva de agua a causa del sol, manteniendo un ambiente húmedo dentro del túnel.

También ayudan a mantener una temperatura y humedad uniformes durante el día, lo que favorece la germinación y emergencia de las plántulas.

Dosis de semilla

La dosis de semilla que se sembrará, influirá directamente sobre el número y calidad de las plantas, pero además incidirá en la superficie del semillero que se sembrará. Una dosis baja de semillas produce plantas más fuertes y grandes, pero en menor cantidad; por lo tanto, la producción de plantines es más ineficiente. Por el contrario, altas dosis de semilla incrementan la competencia, no obstante, producen plántulas más débiles y etioladas.

La influencia del tamaño de semilla (nº de semillas por gramo) y del porcentaje de germinación en la población por trasplantar, es fundamental para la obtención de una buena almaciguera. Normalmente, la almaciguera se siembra en dosis mayores a las recomendadas, con el fin de asegurar un número de plantas para trasplantar. Sin embargo, considerando el precio de las semillas de hortalizas, la calidad de las plantas que se espera obtener y las dificultades de manejo con poblaciones muy altas, es recomendable aplicar criterios de acuerdo con las características de las semillas que se obtengan. Estos criterios para la almaciguera de lechuga son descritos en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Dosis de semilla (kg) recomendada para lechuga, basados en población que se espera trasplantar, tamaño de semilla y porcentaje de germinación.

Población (plantas/ha)	700 (semillas/g)			800 (semillas/g)			1.000 (semillas/g)		
	75	85	95	75	85	95	75	85	95
Germinación (%)									
50.000	0,10	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,05
55.000	0,10	0,09	0,08	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
60.000	0,11	0,10	0,09	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06
65.000	0,12	0,11	0,10	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,07
70.000	0,13	0,12	0,11	0,12	0,10	0,09	0,09	0,08	0,07
80.000	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,11	0,11	0,09	0,08

Riego

En ninguna etapa, desde germinación hasta trasplante, debe faltar humedad en las plantas. La humedad es fundamental para la germinación, la semilla necesita embeberse en agua para iniciar los procesos metabólicos y salir de la dormancia.

Las plantas están formadas en más del 95% por agua, por eso este elemento es tan necesario para su desarrollo. El agua es clave en la fotosíntesis, en el enfriamiento de los órganos o equilibrio homeostático, transporte de nutrientes a través de la planta; en fin, participa en casi todos los procesos metabólicos de la planta. Sin agua, no hay crecimiento ni desarrollo de las hortalizas ni de ningún vegetal.

Manejo sanitario

El manejo sanitario se refiere a la prevención y control de plagas, enfermedades y malezas. Generalmente las plagas y enfermedades están relacionadas con la presencia de malezas en la almaciguera, debido a que estas son los lugares donde pasan las temporadas sin cultivos los insectos, hongos, bacterias y virus.

El mejor control, siempre, es la prevención de aparición de estos problemas. Para esto hay varias estrategias de enfrentarlos, como por ejemplo partir con una buena preparación de suelo, con solarización que esterilice completamente el suelo. Si no fue posible realizar esta labor, entonces sirve el uso de herbicidas junto con insecticidas para el suelo, aplicados e incorporados con la última labor. Las aplicaciones preventivas de insecticidas y fungicidas, una vez emergidas

las plántulas, son las labores que deberían continuar para evitar la aparición de plagas y enfermedades en el semillero. Estas labores deben tener obligatoriedad bajo las condiciones ambientales donde se hace la almaciguera, si hay una alta humedad relativa y temperaturas promedio cerca de 30°C, características que favorecen la aparición de estos problemas.

Las malezas siempre se deben mantener controladas, ya sea con uso de herbicidas o manualmente. Estas incrementan la competencia por luz, agua y nutrientes con las plántulas de la almaciguera, provocando un efecto similar a un exceso de dosis de semilla.

Respecto del control preventivo de insectos del suelo, además de solarizar o esterilizar el suelo, se debe aplicar insecticidas apropiados para este propósito y no de uso general. Normalmente se pueden aplicar e incorporar al suelo, o bien después de la siembra. En el Cuadro 4.3. se presentan algunos insecticidas usados para prevención y control de insectos de almaciguera.

En lo que respecta a enfermedades, siempre es recomendable desinfectar las semillas con algún fungicida antes de sembrar, de esta manera se previene el ataque de hongos a la semilla embebida o a la plántula nueva. También se puede aplicar en forma preventiva otros fungicidas al follaje de la almaciguera con químicos específicos.

Cuadro 4.3. Insecticidas para uso en suelo y almacigueras de hortalizas.

Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis recomendada	Observaciones
Carbofurano	Carbodan 48% EC	1 – 3 cc/m ²	
	Curaterr 10%G	2,5 – 5,0 g/m ²	
	Furadan 10G	3 – 8 g/m ²	
	Furadan 4F	1 – 3 cc/m ²	En 2 o 3 L de agua. Repetir a los 20 días.
Diazinon	Diazinon 600 EC	3,5 – 4,0 L/ha	
	Diazol 60 EC	3,5 – 4,0 L/ha	
Clorpirifos	Lorsban 4E	1,5 – 2,0 L/ha	
Thiametoxam	Actara 25 WG	200 – 400 g/ha	

La desinfección de semillas consiste en la aplicación de un fungicida en polvo o líquido a las semillas antes de sembrar, distribuyendo uniformemente el producto sobre la superficie de la semilla o aplicados al suelo después de sembrar. También, muchas semillas ya vienen desinfectadas o con el fungicida e insecticida adherido en su testa, eso se puede observar fácilmente porque

vienen cubiertas con algún color llamativo para que no sean consumidas o el aplicador se preocupe de tomar las medidas correspondientes al manipularlas. En el Cuadro 4.4. se presentan algunos fungicidas recomendados para almacigueras de hortalizas. Hay muchos ingredientes activos y marcas comerciales en el mercado, por ello los mencionados a continuación solo son una referencia. Además, muchos van desapareciendo del mercado, lo cual obliga permanentemente a revisar aquellos con vigencia y autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

Cuadro 4.4. Algunos fungicidas recomendados como desinfectantes de semillas y preventivos para almacigueras de hortalizas.

Ingrediente activo	Producto comercial	Dosis
Captan	Captan 80WP	150g/100 kg semilla
Metalaxil	Metalaxil 25DP	200g/100 kg semilla
Propamocarb + HCl	Previcur N Proplant 72SL	2-4 cc/m ² , 150cc/100L agua
Propamocarb + Fosetilo	Previcur Energy 840SL	200-300 cc/100 L agua

Ingrediente Activo	Producto Comercial	Dosis	Enfermedad
Benalaxil Mancozeb	Galben M	2 – 3 kg/ha	Mildiu
Azoxystrobin	Impulso 25 SC	120 cc/100 L agua	Oidio y esclerotinia
Tebuconazole	Horizon 25% WP	30 – 40 cc/100 L agua	Oidio y botritis
Iprodione	Rovral	1 – 2 kg/ha	Botritis

Criterios de cosecha de plántulas y trasplante

Variados criterios para trasplante se pueden aplicar para tomar decisiones de cuándo arrancar las plántulas y llevarlas a su lugar definitivo. Esta labor de arranque es bastante estresante para la plántula, porque pierde raíces, sufriendo daños, y se interrumpe la continuidad que existe entre suelo-agua-raíz, lo que trae como consecuencia una marchitez leve inicialmente.

En general, los principales criterios de arranque para los almácigos de lechuga que se utilizan son:

- Altura de plántula.
- Diámetro de tallo.
- Número de hojas verdaderas.

Por ejemplo, aquellas lechugas plántulas con unos 8 cm de altura y unas 4 a 6 hojas verdaderas, están listas para ser trasplantadas.

Antes del arranque, se debe regar 1 ó 2 días antes con abundante agua, de manera que el suelo esté fácil de mover y se puedan sacar las plantas con palas u otras herramientas, nunca tirar con las manos, porque se rompen muchas raíces y hay, a la vez, muchas pérdidas de plantas por corte de tallos.

Previo al trasplante es necesario seleccionar plantines, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedades, daños por insectos o debilidades, porque probablemente nunca se establecerán en forma apropiada para lograr una producción de lechugas sanas y vigorosas.

La extracción o arranque de plántulas debe ser lo más cercano posible al trasplante. En climas cálidos la deshidratación de plantas es muy alta; por lo tanto, todos estos procesos deben ser muy rápidos, manteniendo a las plantas en lugares más frescos y sombríos, para luego transportarlas al lugar definitivo en canastas húmedas.

4.7. Almaciguera a raíz cubierta

Este tipo de almaciguera requiere mayor nivel tecnológico, aunque los principios son los mismos que se usaron en la almaciguera a raíz desnuda. Lo fundamental en este caso es la elección y uso de contenedores para la siembra, que es la diferencia fundamental con el otro tipo de almaciguera.

Las ventajas que posee este tipo de almaciguera son:

- Evita el estrés del trasplante directo a la plántula.
- Se obtiene una plántula equilibrada en tamaño y vigor.
- Produce plántulas más uniformes.
- La producción de plántulas es más temprana, se adelanta.
- Ahorra semillas, hecho muy importante cuando se trata de híbridos caros.

Contenedores

Se pueden usar diferentes tipos y materiales de contenedores. Varían mucho en la disponibilidad, calidad y tiempo de uso. Los contenedores son una inversión en la mayoría de los casos, porque son reutilizables.

Los plásticos son los más ampliamente usados en el mundo hortícola. Hay

de diferentes materiales y volumen de alveolo. Comúnmente se han usado de bandejas de poliestireno, pero actualmente se han ido reemplazando por bandejas de polipropileno. Son reutilizables, sirven por mucho tiempo en semillero, son lavables y desinfectables con cloro u otro químico. Tienen la ventaja de ser apiladas fácilmente cuando no están en uso, pero no son biodegradables, por lo que se deben disponer de ellas fuera del campo cuando han cumplido su ciclo de uso.

Los volúmenes que se usan, entregan generalmente el número de alveolos utilizables. Hay bandejas de 50, 72 y 200 alveolos, aunque dependiendo del modelo pueden variar bastante. Sin embargo, hay que considerar claramente el volumen de sustrato que pueda contener el alveolo y que pueda sostener el plantín de lechuga.

Sustratos

Existe una variedad amplia de sustratos disponibles para utilizar en los contenedores elegidos, desde el simple suelo recolectado del campo a mezclas especiales de turba y perlita con nutrientes balanceados. La elección va a depender de la disponibilidad de materiales en la región, así como del precio de estos. Hay que tener en consideración siempre la sanidad del sustrato, que sea lo más inerte posible, ojalá esterilizado, porque la semilla al germinar es muy sensible a los hongos del suelo, bacterias presentes e insectos; y, por supuesto, libre absolutamente de malezas para evitar la competencia con la semilla de hortaliza en un espacio mucho más reducido que en el caso de semillero a raíz desnuda. Algunos tipos de sustrato son:

Suelo: el elemento más barato y simple es el uso directo de suelo de campo en el relleno de los contenedores, pero este material se puede mejorar al esterilizarlo por solarización, como se explicó al principio de este capítulo. Es preferible usar suelos más arcillosos que arenosos, porque estos permiten una mejor formación del pan de suelo-raíz, el cual no se desarma al sacarlos del contenedor y, por otra parte, retienen mejor la humedad, por lo que las plantas tienen menor riesgo de sufrir estrés hídrico. Sin embargo, un exceso de presión sobre suelo arcilloso dentro del contenedor, también puede ser perjudicial debido a la compactación sobre la semilla, lo que impide la respiración y expansión una vez iniciada la germinación. El uso de suelo también es favorable por el aporte de minerales que hace a la planta, más aún si se fertiliza adecuadamente el suelo que va a ser usado.

Turba: este material es muy utilizado en el mundo para almacigueras a

raíz cubierta. La turba es materia orgánica de líquenes y musgos que se descompusieron hace cientos de años en localidades frías como Escocia, Dinamarca y el extremo sur de Chile. Es un material rico en materia orgánica, muy adecuado para sembrar almácigos. Por lo general, se mezcla con perlita, que es un material inerte que confiere mejor aireación y drenaje, ya que la turba tiene una gran capacidad de retención de agua.

Fibra de coco: esta fibra corresponde a la cubierta exterior del coco, cuya fibra es secada y molida para transformarla en sustrato y usarla con diferentes finalidades en la agricultura. Posee un buen equilibrio entre retención de agua y capacidad de aireación, disminuyendo o evitando las enfermedades fungosas en las raíces como consecuencia del exceso de humedad. Este sustrato, al contrario de las turbas, absorbe muy rápidamente el agua cuando está seco. El pH es estable y controlado, oscila entre 5,5 y 6,5 rangos óptimos para la mayoría de los cultivos hortícolas.

Tiene una buena capacidad de intercambio catiónico. Es capaz de retener nutrientes y liberarlos progresivamente, evitando las pérdidas por lixiviación. Ejerce un poder amortiguador contra los errores de abonado. Pero lo más importante: es un producto ecológico y renovable, su extracción y posterior eliminación no representa ningún tipo de impacto medioambiental, a diferencia de las turbas, que no son renovables en el corto plazo.

Nutrición y sanidad

Los cuidados de nutrición y sanitarios son similares a los mencionados en las almacigueras a raíz desnuda; sin embargo, se debe tener mucho cuidado con la aplicación de fertilizantes sólidos.

Idealmente, se debe mezclar el fertilizante nitrogenado, fosforado y potásico con el sustrato antes de rellenar los alveolos, posteriormente se complementa la nutrición con aplicaciones en dilución con agua, ya sea regando sin tener mucho contacto con el follaje o por inmersión en piletas de agua con nutrientes disueltos. La aplicación de fertilizantes sólidos en los alveolos después de siembra puede traer como consecuencia daño en la semilla y la no germinación de esta; ya que los fertilizantes, al entrar en contacto con la semilla, pueden extraer el agua de ella o absorber la del medio local, impidiendo que la semilla se embeba completamente. A la vez, si se aplica fertilizante sólido o líquido sobre el follaje del semillero, las hojas se pueden dañar por toxicidad, provocando una disminución del crecimiento y plantas de calidad inferior.

Elección de sitio

Es importante elegir bien el sitio donde se van a instalar las bandejas del semillero. Deben estar protegidas del sol directo, pero a la vez deben recibir suficiente luz para que las plantas crezcan normalmente y no se etiolan ni alarguen débilmente buscando luz.

Siempre es conveniente poner las bandejas sobre una mesa, no en el suelo, ya que esto evita que las raíces busquen suelo en profundidad y colonicen bien el cubo de tierra (Figura 4.6a.). También, al estar levantadas, se evita el acceso de animales que consumen semillas y follaje del semillero. Para aves es conveniente poner una malla protectora o un túnel de plástico similar al recomendado para semillero a raíz desnuda (Figura 4.6b.). Otra manera de mejorar el sistema es usando un plástico fuerte y grueso como cubierta de piso, poniendo las bandejas sobre este revestimiento; así también se evita el problema de aparición de malezas desde el suelo.

El lugar elegido debe tener cercanía y accesibilidad para su mantención periódica, pero además debe estar cerca del lugar de plantación definitivo del cultivo. En caso de tener casetas o invernaderos apropiados para el semillero, se debe considerar el transporte de las plántulas al sitio de trasplante, teniendo cuidado de que no sufran gran estrés ni se dañen.

Hay estructuras más complejas y de alto costo, que se dan más bien en lugares que la producción de plántulas de semillero es un negocio. Estas estructuras son invernaderos con temperatura y luminosidad controladas, mesones de fierro o aluminio, regadores automáticos y otras tecnologías de punta, como se muestra en las Figuras 4.6c. y 4.6d.



Figura 4.6 a. Mesas para almacigueras a raíz cubierta.



Figura 4.6 b. Caseta de aclimatación para almácigos a raíz cubierta.



Figura 4.6 c. Contenedores de almácigo de lechuga comerciales.



Figura 4.6 d. Producción tecnificada de plántulas de lechuga.

Aclimatación y cosecha de plántulas

Una vez listas, las plántulas no pueden ser trasplantadas de inmediato a terreno, aunque esté el suelo preparado y regado. Cuando las plantas empiezan a estar listas para trasplante, una o dos semanas antes se deben sacar de su sitio de crecimiento y llevar las bandejas, paulatinamente, a lugares cada vez más parecidos al sitio de trasplante definitivo; por ejemplo, pasando de sombra a semi-sol, hasta alcanzar el sol directo antes de trasplante. Una vez aclimatadas se puede proceder al trasplante, con plántulas que cumplan los requisitos para esto; o sea, que tengan un buen crecimiento aéreo y un cubo de tierra compacto con abundantes raíces. Como se observa, la Figura 4.7a. muestra una cantidad muy pobre de raíces y el cubo de suelo se desarma, además el follaje es bastante débil aún; esta plántula no soportaría el trasplante en terreno. Sin embargo, en la Figura 4.7b. presenta un compacto bloque de raíces que llenan completamente el cubo de suelo y se ve una parte aérea sólida, con tallo grueso sobre 4 mm de diámetro, además de 4 a 5 hojas verdaderas muy bien formadas o bien 5 a 7 cm de altura, esa plántula está en condiciones de ser trasplantada a su lugar definitivo.



Figura 4.7 a. Plantín con crecimiento débil, no apto para trasplante.



Figura 4.7 b. Plantín sano y listo para ser trasplantado.

CAPÍTULO 5. PREPARACIÓN DE SUELOS Y TRASPLANTE

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D.

INIA La Platina

El suelo es un recurso natural renovable pero su recuperación amerita períodos prolongados, lo que implica que se debe hacer uso adecuado del mismo, con el fin de protegerlo. Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los materiales minerales y orgánicos que los forman; por lo tanto, la acción conjunta de los factores que condicionan la formación y evolución del suelo conducen al desarrollo de diferentes perfiles o tipos de suelos. La elección de suelos para ser trabajados en la agricultura es muy importante, lo que la naturaleza forma en miles de años, una mala elección de sitio puede destruirlo en solo días. El hecho de eliminar la capa vegetal y dejar desnudo el suelo es un daño, porque lo deja abierto para que las inclemencias del tiempo lo remuevan o lo erosionen; es lo que ocurre, por ejemplo, con las lluvias y los vientos.

La calidad del suelo es un concepto basado en la premisa de que su manejo puede deteriorar, estabilizar o mejorar las funciones del ecosistema suelo. Mantener y mejorar la calidad del suelo en sistemas de cultivo continuo es crítico para sostener la productividad agrícola y la calidad del medio ambiente para las futuras generaciones.

La fragmentación del suelo es el objetivo principal de la mayoría de las operaciones de labranza, para crear en el suelo un ambiente favorable para el establecimiento y el crecimiento del cultivo. Labranza es la acción de mover el suelo, lo cual produce cambios en las propiedades físicas (estructura) con objetivos específicos para que estas labores permitan el incremento de la productividad agrícola. Una preparación del terreno bien realizada es el primer paso para obtener buenos rendimientos, ya que facilita el establecimiento de los plantines y la penetración de las raíces, permite un buen desarrollo de la planta y facilita la distribución uniforme del agua y los fertilizantes.

Las acciones de labranza con fines de preparar el suelo para la siembra directa o trasplante de plantines tienen como objetivos:

Soltar el perfil del suelo

Una de las funciones principales del laboreo de suelos es soltar el perfil de

manera de lograr una adecuada aireación para el desarrollo de las raíces, buen movimiento del agua en el suelo (infiltración, percolación y drenaje), apropiada regulación de la temperatura del suelo para el desarrollo de las raíces y el crecimiento de las plantas y mejorar la retención de humedad para uso de estas.

Las propiedades físicas del suelo son factores dominantes que determinan la disponibilidad de oxígeno, intercambio con CO_2 y movimiento de agua en el mismo, condicionando las prácticas agrícolas que se utilizarán y la producción del cultivo. El contenido de oxígeno inferior al 9% en el suelo, retarda el crecimiento de las plantas. La velocidad de intercambio de gases, o sea la velocidad de transferencia, es muy importante y depende del número y tamaño de poros, porcentaje de poros llenos de agua y permeabilidad del suelo.

Al tener un suelo bien preparado, con suficiente aireación y soltura, las raíces de las plantas pueden explorar más en profundidad, extrayendo minerales y nutrientes de otras estratas; además el suelo, al mover mejor la humedad en el perfil, facilita la absorción de agua por parte de las raíces.

Eliminación de malezas

La labranza es la primera acción para el control de malezas. El principal efecto de la labranza sobre las malezas está relacionado principalmente con el tipo de implemento usado y con la profundidad de la labranza. Estos factores tienen considerable influencia sobre la distribución de las semillas y propágulos de las malezas perennes en todo el perfil del suelo, afectando directamente al número de malezas que pueden emerger en un sector determinado del campo.

La labranza para la preparación de la cama de semillas o mesas de trasplante tiene dos efectos contrastantes:

- Elimina la vegetación emergida después de la primera labranza.
- Estimula la germinación de las semillas de malezas y la consecuente emergencia de las plántulas, gracias a la mezcla del suelo y la reubicación de las semillas en capas menos profundas.

Estos dos efectos pueden ser explotados en forma conjunta por medio de la aplicación de un método preventivo, que tiene como objetivo específico reducir la emergencia de las malezas en el ciclo de cultivo siguiente.

Incorporación de residuos vegetales

La labranza permite la incorporación al suelo de los residuos vegetales, de manera de poder usarlos como fuentes de materia orgánica, sin necesidad de sacarlos del campo. La presencia de residuos vegetales y su incorporación tiene relación con la conservación de suelos, ya que disminuyen la erosión por efecto de lluvias o viento, pero fundamentalmente mejoran la calidad del suelo, incrementando la aireación, retención de humedad y materia orgánica.

Control de plagas y enfermedades

El movimiento de suelo y darlo vueltas producen la exposición de huevos, larvas e insectos adultos a depredadores naturales, como pájaros y roedores, además de la deshidratación por exposición al sol, disminuyendo su incidencia en el cultivo que se desea poner en el campo.

Además, este movimiento trae a la superficie del suelo a los hongos y bacterias que residen a poca y mediana profundidad, exponiéndolos a los rayos solares, los cuales los deshidratan o, como consecuencia de la acción de la luz ultravioleta, los destruyen.

Mullido del perfil superior del suelo

El mullido de la capa superior de suelo por labranza favorece el establecimiento de plántulas de trasplante o siembra directa por semilla, haciéndole más amigable en ambiente para su germinación, crecimiento y desarrollo.

El mullido del suelo mejora la aireación, al aumentar el volumen de macro poros. Sin embargo, la labranza excesiva destruye la agregación del suelo, entonces las partículas finas sellan los poros, reducen el volumen y alteran la difusión de gases y la infiltración de agua.

5.1. Métodos de labranza de suelos

Existen diferentes métodos de labranza de suelos, desde muy simples y primarios hasta muy sofisticados. La primera función de un método de labranza es preparar la "cama de siembra", que es el perfil de suelo que ha sido modificado por las labores de labranza realizadas. Como se muestra en la figura 5.1., esta cama de siembra se compone de dos zonas:

Zona de semillas. Corresponde al suelo que rodea a la semilla, siendo deseable

que posea las siguientes características:

- Compacta, pero no en exceso, sí lo suficiente para que la semilla o plantín tengan muy buen contacto con el suelo que las rodea, sin espacios de aire ni terrones grandes de por medio. Muy similar situación ocurre con las plántulas de trasplante, las cuales quedan con un muy buen contacto con el suelo de manera que retoman la continuidad de la relación raíz-suelo-agua nuevamente, después de que son sacadas de su medio de crecimiento.
- Amplia y profunda, por lo menos debería ocupar los primeros 15 a 25 cm de suelo superficial, especialmente en cultivos hortícolas donde las semillas son pequeñas o las plántulas son delicadas al trasplante. Así, con suelo bien mullido y profundo, puede germinar bien, sin impedimentos físicos o las plántulas pueden expandir sus raíces iniciales en profundidad.
- Libre de malezas. Esta zona debe tener un muy buen control de malezas, ya sea por manejo de suelo o por aplicación de herbicidas. Es fundamental evitar la competencia de las malezas con las plántulas emergentes de semillas o trasplantadas.
- Mullida. Zona que es necesario trabajarla para que quede muy mullida para el fácil establecimiento de semillas y plántulas al trasplante.
- Buena humedad. La humedad que necesita para la siembra o trasplante es muy importante, no puede estar seca, sino simplemente las semillas no germinarán y las plántulas no se establecerán.

Zona de raíces. Es el volumen de suelo donde se desarrollarán las raíces del cultivo y debe proveer a la planta de agua, nutrientes y oxígeno, debiendo tener las siguientes características:

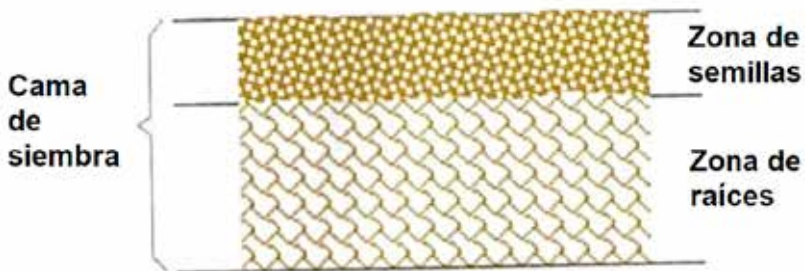


Figura 5.1. Diagrama de cama de siembra y sus dos zonas componentes, de semillas y de raíces (Carrasco, 1991).

- Menos mullida que la zona de semillas. Esta zona no requiere de tanto laboreo y más bien se deja con terrones de mayor tamaño. Esto permite una mejor infiltración de agua en profundidad, evitando que se produzca anegamiento por mayor dificultad de flujo. Por otra parte, a esta zona llegan raíces ya formadas con mayor capacidad de exploración, por lo tanto, no requieren de tanto mullimiento.
- Estructura granular. Debe tener terrones de tamaño pequeño, de manera que permita el escurrimiento y retención de agua, pero a la vez airear el suelo.
- No debe ser compacta, más bien suelta, con poros grandes para mejorar la aireación de las raíces.
- Debe ser profunda, de esta manera se rompe el “pie de arado” o capas duras profundas que se forman con el paso de maquinaria o laboreo, las cuales impiden el crecimiento radicular, la aireación y el flujo de agua.

La labranza se puede dividir en dos tipos:

- Labranza primaria.
- Labranza secundaria.

Cada una cumple con objetivos específicos independiente de la tecnología que se use en la labranza.

5.2. Labranza primaria

La labranza primaria consiste en la primera labor de rotura de suelo. Es una acción más bien agresiva que permite airear, mover o dar vuelta el suelo. Este movimiento causa que queden expuestos insectos adultos, larvas y huevos de manera que los predadores los pueden consumir o también quedan expuestos a la luz y sol, lo que los deshidrata y mata. Por otra parte, remueve la vegetación presente, trae las semillas de malezas a la superficie, las cuales, si tienen suficiente humedad en el suelo, germinan y son fáciles de eliminar con otra labor de movimiento de suelos.

Esta labor se realiza normalmente en agricultura moderna, con equipos de gran potencia e implementos como arados de disco, cincel u otros (Figura 5.2). Lo importante en esta labor es remover el suelo compacto e iniciar la primera fase de mullimiento antes de entrar en la segunda fase, que es la labranza secundaria.

La labranza primaria se puede separar en dos tipos, independiente del equipo o la tracción que se usen:

5.2.1. Labranza primaria de inversión

Este tipo de labor consiste en dar vuelta o invertir el suelo con algún implemento. Normalmente requiere de tracción de mayor potencia cuando se ocupan implementos mecánicos. Para realizar estos trabajos, es necesario que el suelo esté con suficiente humedad, de manera que facilite el volteo y sea más efectivo. Sin embargo, en zonas donde faltan humedad o lluvia no es recomendable, porque incurre en pérdida de humedad al traer suelo húmedo de abajo a la superficie.

Esta labor se puede realizar en forma mecánica utilizando arados de vertedera (Figura 5.2a. y 5.3b.), los cuales invierten completamente el suelo, realizan un excelente control de malezas y hacen una buena incorporación de rastrojos.

Pero, como todo implemento mecánico, también tiene algunas desventajas, como que compacta el suelo en profundidad, produciendo capas duras que impiden la libre percolación de agua y exploración de raíces. Tampoco es muy apropiado usarlo en suelos muy pedregosos, que además desgastan bastante los materiales del implemento.



Figura 5.2 a. Arado de vertedera de vuelta y vuelta.



Figura 5.2 b. Arado de vertedera trabajando.

Otro tipo de arados, que producen inversión de suelos, son los de disco (Figura 5.3 a y b). Se pueden usar en casi todo tipo de suelos, desde secos y compactados hasta pedregosos, la textura del suelo no es obstáculo para su uso. Sin embargo, tienen otras limitaciones, como que no invierten completamente el suelo, pueden provocar desnivelación, requieren mayor número de labores para completar bien la labranza y no son apropiados para suelos con mucha maleza,

especialmente perennes de reproducción vegetativa, porque corta los órganos reproductivos permitiendo su multiplicación masiva.



Figura 5.3a. Arado de discos.



Figura 5.3b. Arado de discos trabajando.

5.2.2. Labranza primaria de acción vertical

Este tipo de labranza primaria solamente remueve el suelo en forma local, rompiendo las capas de suelo sin invertir. Solamente produce una soltura del suelo en profundidad, rajando el perfil y conservando la humedad. En este caso se utilizan implementos como arado cincel o “chisel” (Figura 5.4 a), el cual levanta el suelo y lo airea muy bien, no lo pulveriza y además rompe las capas duras, compactas, llamadas “pie de arado”. Este tipo de implemento es muy recomendable para suelos en zonas secas, donde se debe cuidar la humedad, o para usarlo en temporada de sequía, ya que no extrae humedad a la superficie y la conserva bastante bien.

Sin embargo, tiene problemas para controlar malezas e incorporar rastrojos, entonces dependiendo del cultivo anterior va a ser mejor o peor su efectividad de trabajo. Este implemento es muy usado en labranza de conservación de suelos o mínima labranza.

Otro implemento de este tipo es el arado subsolador (Figura 5.4 b), el principio es similar al arado cincel en trabajo, pero posee elementos de rotura más largos para alcanzar a mayores profundidades. Se usa principalmente para romper capas duras y compactas formadas a profundidades mayores a 0,5 m, siendo su profundidad de trabajo entre 0,5 y 0,9 m, de preferencia en suelos secos, por tanto, requieren de gran potencia de tracción para ejecutar esta labor. La potencia necesaria de tracción depende del número de puntas que tenga el implemento, la profundidad de trabajo y la textura del suelo.



Figura 5.4 a. Arado cincel.



Figura 5.4 b. Arado subsolador.

5.3. Labranza secundaria

Esta labranza corresponde a movimientos suaves de suelo para producir mayor mullimiento de las partículas de manera superficial, para hacer una cama de semillas apropiada para el cultivo que se va a sembrar o trasplantar.

La labranza secundaria comprende todas las operaciones que se realizan en el suelo después de la aradura, antes de la siembra para preparar la cama de semillas y después de la siembra para el control de malezas y adecuar el suelo para adecuar el sistema de riego que se utilizará en el cultivo. El resultado de la labranza secundaria depende en especial, de la calidad de la labranza primaria, del contenido de humedad del suelo en el momento de la labor y de la elección adecuada de la herramienta para efectuarla. Estas labores se realizan con equipos más livianos y requieren de menos energía o potencia de tiro.

Los principales objetivos de las labores secundarias o complementarias son la disgregación de los terrones y la nivelación de la superficie con el propósito de dar al suelo las condiciones más favorables para la germinación de las semillas o adaptación rápida a las plántulas trasplantadas. Estos requisitos se pueden obtener por la acción de elementos circulares y de dientes de acuerdo con su acción en el suelo.

Para efectuar la labranza secundaria en forma apropiada se deben considerar básicamente los requerimientos del suelo, del cultivo y la humedad existente.

Existe una gran variedad de máquinas para realizar estas labores, que se conocen con los nombres de rastras, cultivadores y vibrocultivadores (Figura 5.5); en cada una de las cuales, el diseño cumple acciones específicas. Para la selección del implemento adecuado a las condiciones locales es necesario considerar el

diseño mecánico referido a la acción que la herramienta ejerce en el suelo. Pero es fundamental conocer la potencia de tiro en esta elección, porque el trabajo podría quedar más desprolijo y requerir de muchas labores, lo que significaría incurrir en costos mayores.

Los implementos para labores secundarias se pueden clasificar en:

- Rastras.
- Vibrocultivadores.
- Rotovator.
- Cultivadores.
- Acamadores.
- Motocultores.



Figura 5.5. Diferentes implementos para labores de labranza secundaria. (a) Rastra de discos offset. (b) Vibrocultivador. (c) Vibrocultivador trabajando. (d) Rastra de tiro animal.

Cada uno tiene funciones específicas que cumplir y pueden ser utilizados en secuencia. En general, después de una labor de aradura o primaria se emplea algún tipo de rastra o vibrocultivador para moler el suelo. Una vez mullido el

suelo, se utiliza acamador para formar las mesas para trasplante o cultivadores para formar las melgas para el trasplante en una hilera o la siembra directa. Aunque estas indicaciones son generalidades, porque las combinaciones y uso de los implementos van a depender mucho de las condiciones de suelo y humedad del terreno antes de tomar una decisión.

Rastras

Son equipos agrícolas diseñados para desmenuzar las partes o porciones de tierra que han sido removidas por el arado. Están compuestas por un armazón, que puede ser de madera, dientes de metal y un enganche, también de metal, que la une a la tracción.

Existen diferentes tipos de rastras, las más comunes corresponden a las de disco, donde hay varias clasificaciones de acuerdo con la disposición de los discos en el cuerpo de la rastra.



Figura 5.6. Rastra de acción simple.



Figura 5.7. Rastra de doble acción o en tándem.



Figura 5.8. Rastra excéntrico u *offset*.

Otros tipos de rastras comunes son las de implementos fijos, como las de clavos o dientes inclinados (Figura 5.9), las cuales sirven para limpiar los terrenos de malezas, moler terrones y afinar el trabajo de aradura hecho anteriormente sin dar vuelta el suelo en una labor bastante superficial, sin mucha penetración.



Figura 5.9. Rastras de clavos o dientes.

Vibrocultivadores

Estos implementos son de uso múltiple en la agricultura, reemplazan con bastante eficiencia y velocidad de trabajo a muchos tipos de rastras, como de clavos, discos y rodillo compactador. Este implemento remueve el suelo sin invertirlo, es muy eficiente en el afinamiento final de la cama de semillas. Consta en su cuerpo delantero de fierros flexibles en forma de "S" a las cuales se les une puntas de diferentes formas según el tipo de suelo, el segundo cuerpo lleva dos rodillos con paletas de hierro, como se observa en la Figura 5.10.

El trabajo a velocidad de 8 a 12 km/h es recomendable para que la vibración suelte las malezas y desmenuce los terrones grandes. La acción vibratoria deja los terrones grandes en la superficie, lo que evita la formación de costras, y los agregados más pequeños en la zona de semillas, lo que facilita su germinación.

Este tipo de implemento es muy recomendado para horticultura, especialmente cuando se hace siembra directa, por la calidad de suelo que deja preparado, pero también lo es para trasplante.



Figura 5.10. Vibrocultivador.

Rotovator

Este es un implemento muy utilizado en horticultura y en especial para preparar la cama de siembra o de trasplante de lechugas, puesto que deja el suelo muy finamente mullido. Es más bien un implemento de acabado de suelo, o sea que es la última labor antes de siembra o trasplante.

Consiste en un eje horizontal con cuchillas (Figura 5.11.) cubierto por una caja metálica para que no salten terrones o piedras lejos al batir el suelo con gran velocidad.

La desventaja que tiene este implemento es que destruye la estructura del suelo al moler los terrones.



Figura 5.11. Rotovator y un detalle de su interior.

Cultivadores

Son implementos de arrastre que permiten, en la horticultura, mover y airear el suelo, profundizar surcos, eliminar malezas y aporcar las plantas. Se usan, generalmente, una vez que las plantas ya están bien arraigadas y con un crecimiento apropiado como para aporcar (25 a 30 cm de altura), de manera que el suelo movido no cubra a la planta completamente. Con esta labor se aprovecha de aplicar fertilizantes nitrogenados e incorporarlos al suelo. También es recomendable realizar este tipo de labor con este implemento después de una lluvia para disminuir la compactación del suelo y facilitar la aireación.

El cultivador puede ser de tiro animal o mecánico, el peso del implemento y número de puntas va a depender del tipo de tiro que se trate. También existen cultivadoras autopropulsadas para superficies pequeñas, como se observa en la Figura 5.12.

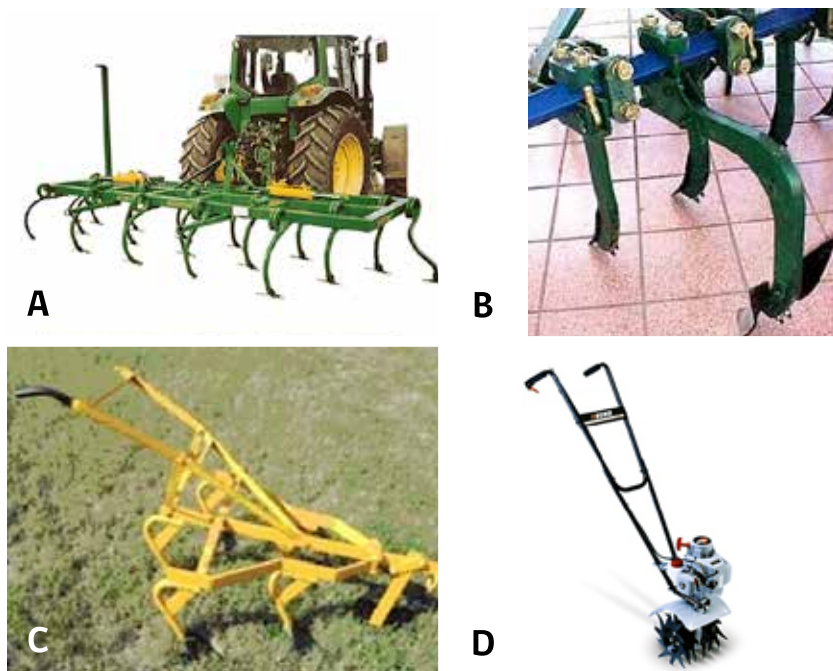


Figura 5.12. Tipos de cultivadoras con diferentes tracciones. (a) Cultivadora a tracción mecánica. (b) Detalle de las puntas de trabajo. (c) Cultivadora a tracción animal. (d) Motocultivadora.

Estas cultivadoras autopropulsadas o motocultivadoras tienen muchas posibilidades de cambio de implementos para la labor que sea necesaria, siendo una muy buena alternativa en superficies pequeñas para preparación de suelos, posterior cultivación, control de malezas y aireación del suelo.

Acamadores

Son implementos que permiten formar las camas para el trasplante de hortalizas. Con uso de tracción mecánica, se adosan detrás de algún tipo de cultivador o rastra y van formando la cama de trasplante, como se muestra en la Figura 5.13.

Otra manera de hacer las camas de trasplante es en forma manual con pala, pero es bastante lento y tedioso. Sin embargo, cuando no hay alternativas es lo más conveniente para el trasplante de algunas especies hortícolas, como lechugas y repollos.



Figura 5.13. Acamador de tiro mecánico.

Al levantar la cama sobre la superficie de suelo, permite tener un terreno más mullido para el trasplante, de manera que las raíces de las plántulas tengan menos impedimento físico para explorar mientras se desarrollan raíces más fuertes. Por otra parte, hay un control de humedad del suelo al regar y tener un

drenaje mejor en la cama, donde no debería haber acumulación de agua en la superficie si se riega con regadera o aspersión. En caso de riego por surco el agua se infiltra lateralmente, no entra en contacto con el cuello de la planta ni menos con el follaje, evitando así el ataque de enfermedades fungosas.

Motocultores

Esta herramienta autopropulsada cumple la función de ser un tiro mecánico y de implemento de laboreo de suelo. Es un tractor especial autopropulsado por un solo eje, dirigible por manillas por un conductor que puede ir a pie o, en ciertos motocultores, pueden también ser dirigidos desde un asiento incorporado a un remolque o a un apero (Figura 5.14).



Figura 5.14. Motocultores y sus usos agrícolas.

5.4. Trasplante y siembra directa

Las lechugas se pueden sembrar directamente o trasplantar desde la almaciguera producido previamente, tal como se explicó anteriormente. La elección del método va a depender del tipo de semilla de que se trate, por ejemplo, semillas peletizadas se pueden sembrar directamente en el suelo con máquinas sembradoras especializadas, pero también se pueden llevar a almácigo. Pero si es semilla desnuda, por ser muy pequeña y difícil de manipular, es recomendable hacer almácigos y trasplantar posteriormente.

Marco de plantación

Cada clase de lechuga, de acuerdo con el tipo de crecimiento, tiene un marco de siembra o plantación diferente. Inclusive, en muchas ocasiones hay variaciones

por variedad dentro de cada clase, porque es muy distinta una planta que tiene crecimiento de tipo erecto a una de tipo rastrero que ocupa más espacio de suelo.

El marco de plantación tiene relación directa con la población que se quiere establecer, entonces son variadas las distancias entre y sobre hilera, así como el uso de camellón simple o mesas. Sin embargo, se puede establecer una relación de plantas por metro cuadrado según el tipo de lechuga, como se muestra en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Número de plantas por m² según el tipo de lechuga que se trasplantará.

Tipo de lechuga	Tipo de Plantación	Plantas/m ²
Escarola	Camellón simple	5
Escarola	Mesa	10
Marinas u hoja suelta	Camellón simple	7
Marinas u hoja suelta	Mesa	14
Costinas o Romanas	Camellón simple	4
Costinas o Romanas	Mesa	8

Trasplante en camellón

Consiste en preparar camellones distanciados entre 0,70 y 0,75m entre ellos (Figura 5.15.). Dependiendo de la trocha del equipo que se esté utilizando, se puede trasplantar en una hilera (Figura 5.16.), en la parte superior del camellón o bien en dos hileras (Figura 5.17.), una a cada lado del camellón (Figura 5.18.), considerando una distancia sobre hilera de entre 0,20 a 0,30 m. El riego, en este caso, puede ser gravitacional por surco o presurizado por cinta, la cual va ubicada sobre el camellón. Si se usa cobertura plástica, la cinta va ubicada debajo del mulch.

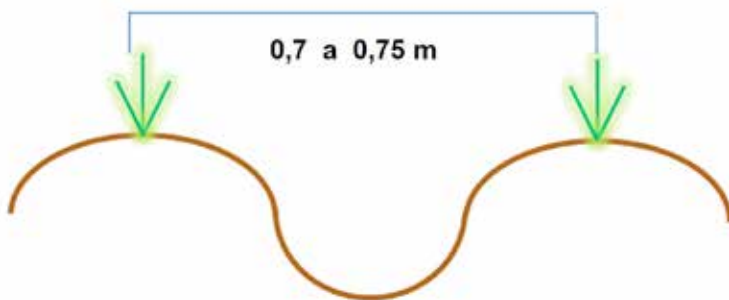


Figura 6.15. Diagrama de plantación en camellón simple y una hilera.



Figura 5.16. Plantación en camellón, hilera simple con y sin cobertura plástica.

Este sistema de distribución se usa en la plantación de lechugas tipo escarola, que en hilera simple o doble se pueden establecer del orden de 50.000 a 80.000 plantas por hectárea, para obtener plantas con pesos comerciales mayores a 500 g. Similarmente, las tipo costina se pueden establecer en este sistema con poblaciones de 60.000 a 75.000 plantas por hectárea, estas aunque son más erectas de crecimiento, la distancia sobre hilera se debe ajustar para obtener lechugas comerciales con pesos superiores a los 900 g.

Trasplante en mesa

El trasplante se realiza en mesas de 1m de ancho con 0,20 m de alto, ocupando una distribución de cuatro hileras en línea o alternadas (Figura 5.19). Esta mesa puede ser cubierta por una lámina de plástico o malla anti-malezas.

Este método de cultivo se puede usar en el manejo de lechugas tipo milanesa, donde poblaciones de 140.000 a 180.000 plantas por hectárea es comúnmente

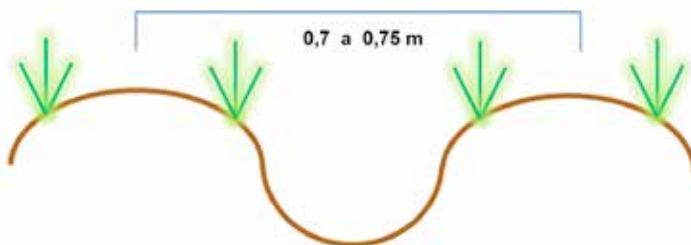


Figura 5.17. Diagrama de plantación en camellón simple y dos hileras.



Figura 5.18. Plantación en camellón, hilera doble con riego por cinta y con riego por surco.

usada. Para obtener esta densidad poblacional se justan las distancias entre y sobre hilera, en este último caso varían entre 0,20 y 0,15m entre plantas. Las lechugas tipo marina usan entre 100.000 y 120.000 plantas por hectárea y las distancias sobre hilera para ajustar las poblaciones varían entre 0,30 y 0,24 m. La población de ambos tipos de lechuga se debe ajustar para lograr obtener plantas que pesen más de 350 g, que es el peso comercial de mejor calidad.

En el Cuadro 5.2., se presenta un resumen de la densidad poblacional más usada en los diferentes tipos de lechuga que se cultivan en el país, donde se incluyen también poblaciones usadas en cultivos hidropónicos. En este cuadro se agruparon los tipos de lechugas en grandes tipos. No están todos los tipos identificados, porque muchas, como las de hoja suelta, son similares a la marina y en las de tipo española y milanesa se usan las mismas poblaciones.

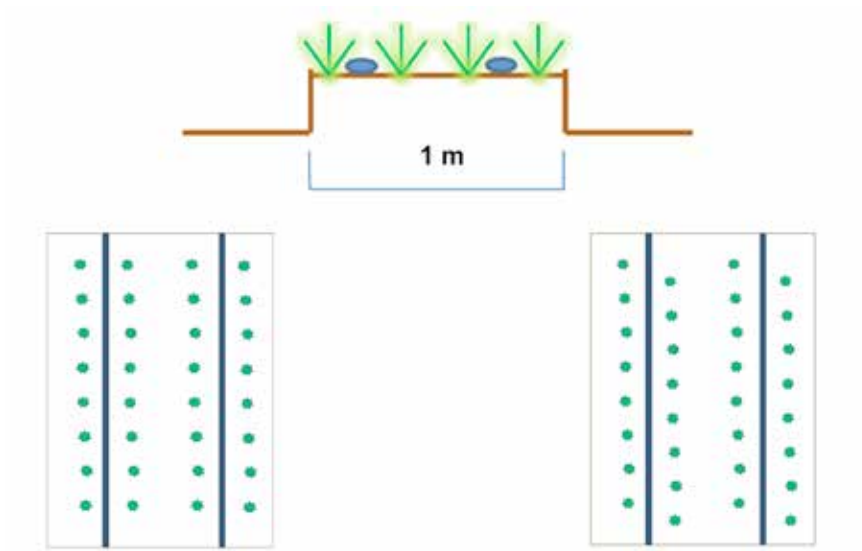


Figura 5.19. Diagrama de plantación de lechugas en mesas, distribución de cintas de riego y distribución espacial de las plantas.

Cuadro 5.2. Poblaciones de plantas/ha usadas por los diferentes tipos de lechuga cultivados en el país.

Tipo	Suelo (plantas/ha)		Hidropónico (plantas/ha)	
	Desnudo	Cubierto	Agua	Sustrato
Escarola	50 a 80 mil	50 a 80 mil		
Milanese	140 a 180 mil	140 a 180 mil	200 a 250 mil	200 a 220 mil
Costina	60 a 75 mil	60 a 75 mil		
Marina	100 a 120 mil	120 mil	200 a 250 mil	200 a 220 mil

Siembra directa

Preparación de suelos

El suelo debe quedar bastante mullido en los primeros 10 a 15 cm, que corresponden a la cama de semillas, pero para abajo no es necesario, pues deben quedar algunos terrones no muy grandes para facilitar el enraizamiento y el drenaje del suelo.

Los camellones o mesas de siembra siempre son más convenientes, porque sembrar elevado mejora la infiltración de agua, se evita que queden pozas y se anegue el cultivo, mejora la temperatura del suelo, facilita el ordenamiento de las plantas y el control de malezas.

Siembra

La siembra de semillas no debe ser muy profunda y el suelo debe estar con muy buena humedad, no anegado. Por lo general, la profundidad de siembra es de 2 a 3 veces el tamaño de la semilla; por lo tanto, en el caso de la lechuga, la profundidad no debe exceder 1 cm.

La dosis de semilla que se aplicará debe corresponder a la recomendada más la diferencia que indica el porcentaje de germinación del lote de semilla que se sembrará. Esta información generalmente está en los tarros o paquetes de semillas, pero si no existiese, o bien es semilla guardada propia, o también es semilla muy antigua de 2 o 3 años almacenada en casa, entonces es recomendable realizar un análisis de germinación casero para saber si la semilla está aún viable o se debe poner sobre dosis para obtener la población óptima de plantas necesitadas para el cultivo.

Entonces, a modo de ejemplo, si se va a poner una dosis de semillas de 1 kg por hectárea, la germinación da solamente 80%, se debe complementar esos 3 kilos con un 20% más de semilla, equivalente a 0,2 kilos extra. Por lo tanto, se debe sembrar 1,2 kilos por hectárea para obtener una población óptima en el semillero.

Referencia bibliográfica

Carrasco, J. (1991). Preparación de suelos para el cultivo del Ajo. En: *Manual del cultivo del Ajo*. Primer Curso-Taller del cultivo del Ajo. Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA), Serie La Platina N° 287. Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile. Pp. 1-14.

CAPÍTULO 6. FERTILIZACIÓN

Fabio Corradini

Ing. Agrónomo, M. Sc.

INIA La Platina

Para una buena fertilización es necesario identificar de forma correcta cuáles son las características del suelo que incidirán sobre la producción y los rendimientos esperados para la condición climática y tecnológica en la cual se contextualiza el cultivo.

En el suelo, los nutrientes presentan comportamientos diferentes de acuerdo con sus características químicas y la afinidad que presentan por los minerales de arcilla. De esta forma, existirán nutrientes que se movilizarán con relativa facilidad por el perfil (nitratos, sulfatos, cloruros) y otros que quedarán retenidos presentando una relativa inmovilidad (fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, entre otros). Esta diferencia afectará a la estrategia que se seguirá para lograr una fertilización que cumpla con la demanda nutricional del cultivo.

A pesar de la diferencia indicada, es posible simplificar el proceso y establecer cuatro eventos que ocurren para todos los nutrientes:

- Entradas al suelo que se producen por la incorporación de residuos, por enmiendas orgánicas o por fertilizantes.
- Existe una incorporación de los nutrientes entrantes a distintos sitios de acumulación en el suelo.
- Hay una fracción de nutrientes en solución que puede ser absorbida por las plantas.
- Y existen salidas de nutrientes del suelo por lixiviación, escorrentía y arrastre superficial, y extracción de los cultivos.

Entendiendo esta conceptualización general, es posible incorporar las variaciones propias de cada nutriente para establecer planes de fertilización acordes con los requerimientos de los cultivos

6.1. Nitrógeno

El nitrógeno (N) es un nutriente que presenta diferentes formas químicas en el suelo, encontrándose por lo general en forma de nitrato y presentando una alta

movilidad dentro del suelo. Esta condición implica que existen cuidados necesarios a la hora de aportar este nutriente para evitar que se produzcan pérdidas que generen pasivos ambientales y que impliquen mayores requerimientos de fertilización, provocando aumentos en los costos de producción.

6.1.1. Extracción de N por los cultivos

Los cultivos corresponden a la mayor extracción de nutrientes desde el predio hacia el exterior del sistema productivo. La necesidad del uso de nutrientes puede ser calculada en función de: (1) la concentración de nutrientes que presenta en el tejido vegetal al momento de la cosecha de un cultivo producido en condiciones ideales (disponibilidad de nutrientes no limitante); y (2) el rendimiento esperado del cultivo para una realidad productiva concreta. Por tanto, la demanda del cultivo puede ser calculada como:

$$N_{ext} = \frac{Rend \times (1 - H) \times RIN}{IC}$$

Donde, N_{ext} corresponde al N necesario para que el cultivo alcance el rendimiento esperado (kg/ha), Rend es el rendimiento productivo esperado por el agricultor (kg/ha), H es la humedad del cultivo a cosecha (%), RIN es la concentración de N total del cultivo de referencia al momento de cosecha (%) e IC corresponde a la relación entre el peso del órgano cosechado y el peso total de la planta.

El factor más relevante para obtener un cálculo certero de la demanda de nutrientes (N extraído) del cultivo es el rendimiento esperado. Por lo general, los productores proyectan rendimientos que van más allá de su realidad productiva, calculando dosis a aplicar por sobre lo esperado para su circunscripción. Es importante, por tanto, utilizar los valores de rendimiento que se correspondan con las expectativas históricas que ha tenido el sitio de cultivo. En cuanto a los otros parámetros de la ecuación presentada, el RIN en lechuga corresponde a un 4%, siendo el IC y la humedad iguales a un 95%.

6.1.2. Aporte de nitrógeno del suelo

La fertilización de cultivos anteriores, el agua de lluvia y riego, las enmiendas orgánicas y los residuos de los cultivos históricamente producidos, constituyen un aporte progresivo al suelo de N, el cual se va reciclando en el sistema, existiendo un aporte de N permanente a la nutrición de los cultivos. En regiones de baja pluviometría anual (menor a 300 mm/año) es posible cuantificar el N aportado por el suelo al inicio del ciclo productivo realizando un análisis de rutina que permita cuantificar el N disponible en el suelo al momento del inicio del cultivo. Para esto es necesario realizar un análisis de suelo que considere la profundidad

de enraizamiento del cultivo. En el caso de la lechuga, esta profundidad es de 60 centímetros. Para realizar un muestreo representativo de la unidad productiva debe considerarse:

- Establecer unidades de cultivo independientes asegurando la homogeneidad del suelo, garantizando para una misma unidad similares condiciones de: topografía, cultivo anterior, sistema de riego, textura de suelo, cultivo próximo.
- Cada unidad de cultivo no debe exceder 10 hectáreas (aunque la condición sea homogénea).
- Para cada unidad de cultivo debe ser tomada una muestra independiente.
- Para obtener la muestra independiente, deben ser colectadas al menos 20 sub muestras siguiendo un recorrido en zigzag por toda la superficie de la unidad de cultivo.
- Para alcanzar la profundidad indicada, deberán ser tomadas muestras con barreno.
- En lo posible, deberá ser considerado el análisis por separado del suelo ubicado en los 30 primeros centímetros de aquel ubicado entre los 30 y 60 centímetros de profundidad.
- La evaluación debe ser realizada a no más de un mes antes del comienzo del ciclo del cultivo.

Para estimar el N disponible que aportará el suelo al ciclo productivo, será necesario conocer la densidad aparente del suelo. Esta información puede ser obtenida también a partir del análisis de suelo, por lo que el agricultor deberá solicitarla al laboratorio. Con esta información, el cálculo del nitrógeno disponible en el suelo para el cultivo próximo será:

$$N_{suelo} = N_{disp} \times Da \times prof \times 10$$

Donde N_{suelo} corresponde al N disponible en el suelo al iniciar el cultivo (kg/ha), N_{disp} a la cantidad de nitrógeno disponible indicada por el análisis de suelo (mg/kg), Da es la densidad aparente (g/cm^3), $prof$ es la profundidad considerada en la toma de muestra (m) y 10 es un factor que permite compensar el cambio de unidades.

Para suelos con mayores pluviometrías (>600 mm/año) existirá una variación importante en el contenido de nitrógeno del suelo, pudiendo variar esta entre el momento en el cual se tomó la muestra para análisis y se estableció el cultivo. Considerar el cálculo anterior, por tanto, podría llevar a una subestimación de

la dosis de fertilización, por lo que este análisis constituye solo una referencia.

6.1.3. Aporte de nitrógeno de la fertilización y las enmiendas orgánicas

Los aportes de N al suelo y al cultivo vienen dados por los residuos generados por el cultivo anterior y las enmiendas orgánicas y fertilizantes que puedan ser añadidos de acuerdo con el programa de manejo. Los fertilizantes nitrogenados inorgánicos tradicionalmente presentan una liberación más o menos inmediata del nutriente a la solución suelo. Cultivos como la lechuga presentan como ventaja que, si el riego se realiza de forma correcta, el nutriente se encontrará disponible transcurridas pocas horas desde la aplicación. Un correcto uso de estos fertilizantes considera:

- Incorporar el fertilizante al momento de la aplicación, evitando de este modo pérdidas por volatilización en fertilizantes que tienen amonio (NH_4) en su composición.
- Asegurar una homogénea distribución del fertilizante en el campo, calibrando de forma correcta la maquinaria utilizada en la labor.
- Evitar el uso de fertilizantes amoniacales (que contienen NH_4) en suelos de reacción alcalina o ligeramente alcalina ($\text{pH} > 7.5$).
- Efectuar un correcto manejo del riego, evitando aplicaciones excesivas de agua que aumenten el riesgo de lixiviación.

Además, las enmiendas orgánicas se consideran tradicionalmente más como un aporte de materia orgánica que como una fuente fertilizante; dependiendo de su composición también pueden aportar N al cultivo. Este aporte debe ser siempre considerado, descontándolo de la fertilización inorgánica que se realice.

Como los fertilizantes orgánicos y enmiendas presentan una liberación lenta de los nutrientes que aportan, es necesario estudiar la velocidad en la que ocurre este proceso para identificar en que momento el nitrógeno aplicado estará disponible para el cultivo. Sin embargo, con aplicaciones continuas de materia orgánica (compost, guanos, etc.) el sistema tenderá a estabilizarse y el aporte realizado por las enmiendas se reflejará en el aporte que realiza el suelo (N disponible). Para las hortalizas de hoja, este aporte puede ser significativo, pudiendo cubrir, si las aplicaciones se realizan de forma anual o para cada ciclo de cultivo, totalmente la demanda de nitrógeno. Para el caso del guano, el aporte de nitrógeno puede calcularse como:

$$N_{\text{guano}} = N_g \times (1 - H) \times Ga \times 0,6$$

Donde, N_{guano} corresponde al N aportado por el guano (kg/ha), N_g es el contenido de N del guano (%), H es el contenido de humedad del guano (%), Ga es la cantidad de guano a aplicar (kg/ha) y 0,6 es un factor de corrección, ya que solo parte del guano se mineralizará para realizar un aporte nutricional en el cultivo. La información necesaria para realizar este cálculo viene muchas veces dada por el proveedor, por lo que se le recomienda al agricultor solicitarla. Una dosis anual recomendable de materia orgánica debiera estar entre 10 y 15 ton/ha, siendo necesarios los valores más altos en suelos de texturas gruesas.

6.1.4. Eficiencia de aplicación de fertilizantes

Existe una fracción del N aplicado en los fertilizantes inorgánicos que no queda directamente disponible para el cultivo objetivo. Parte de este es inmovilizado en el ciclo interno del suelo, mientras que las pérdidas por lixiviación y volatilización restan otro tanto. En nuestro país, la eficiencia de la fertilización nitrogenada generalmente se encuentra entre 60 y 65%. Esta debe ser considerada a la hora de elaborar los planes de fertilización para evitar de este modo subestimar el requerimiento del cultivo disminuyendo los rendimientos productivos.

6.1.5. Cálculo de dosis fertilizante

Con la información presentada es posible establecer la siguiente relación para obtener el cálculo de dosis de fertilizantes nitrogenados que debe aplicarse:

$$\text{Dosis (N en kg/ha)} = \frac{N_{\text{ext}} - N_{\text{suelo}}}{\text{Eficiencia}}$$

Como ejemplo, si consideramos un cultivo de lechuga escarola, donde se han establecido 65.000 plantas por hectárea que obtendrán un peso aproximados de 0,7 kg c/u, la dosis de N que se debe aplicar se podrá calcular:

Análisis de suelo: 7 mg/kg N disp.; $D_a = 1,1 \text{ g/cm}^3$ en muestras tomadas en los primeros 60 cm de profundidad.

Rendimiento esperado: 65.000 plantas/ha de 0,7 kg c/u.

Aporte del suelo:

$$N_{\text{suelo}} = N_{\text{disp}} \times D_a \times \text{prof} \times 10$$

$$45 \text{ kgN/ha} = 7 \text{ mgN/kg} \times 1,1 \text{ g/cm}^3 \times 0,6 \text{ m} \times 10$$

Demanda del cultivo:

$$N_{ext} = \frac{Rend \times (1 - H) \times RIN}{IC}$$
$$100 \text{ kgN/ha} = \frac{45.500 \text{ kg/ha} \times (1 - 0,95) \times 0,04}{0,95}$$

Dosis de fertilizante:

$$Dosis (N \text{ en kg/ha}) = \frac{N_{ext} - N_{suelo}}{Eficiencia}$$
$$100 \text{ kgN/ha} = \frac{100 - 45}{0,65}$$

6.1.6. Formas de aplicación

En los ciclos cortos de cultivo típicos de la temporada estival, el nitrógeno puede ser aplicado en una sola oportunidad al momento del trasplante. Sin embargo, durante el invierno, cuando el riesgo de lixiviación es mayor producto de las lluvias y el ciclo de cultivo más largo, es recomendable parcializar la dosis, realizando una aplicación localizada. Esto puede ser realizado vía fertirriego en los predios que tengan esta tecnología o mediante el empleo de un abonador que permita fertilizar la entre hilera al momento de roseta. Si esta tecnología no se encontrara disponible, prácticas manuales o aplicaciones con nebulizadoras de barra o bomba espalda con urea al 1-2% en la entre hilera también son efectivas. Cuando no se cuenta con sistemas de riego localizado, no es recomendable diluir el fertilizante directamente en el agua de riego o aplicar dosificaciones en la cabecera de los surcos esperando una fertilización por arrastre: gran parte del fertilizante se perderá por escorrentía, contaminando aguas abajo.

6.1.7. Corrección de dosis

Para verificar si las dosis calculadas fueron exitosas o estuvieron en exceso o falta, es posible realizar análisis de laboratorio con el fin de comprobar el estado nutricional del cultivo. Durante el ciclo productivo pueden ser tomadas muestras tanto de suelo como de tejido para realizar análisis de nitrato. Sin embargo, estos análisis presentan inconvenientes para realizar correcciones en la misma temporada.

Durante el crecimiento del cultivo, luego del periodo de roseta, muestras de suelo pueden ser colectadas considerando solo los primeros 20 centímetros de profundidad. El contenido de nitratos (o nitrógeno disponible) debe ser superior a 20 mg/kg para asegurar una buena disponibilidad de este nutriente en el medio.

Por otra parte, muestras vegetales pueden ser enviadas a analizar, donde para el estado de roseta se espera una concentración de nitrógeno en la planta de al menos 3,5%, siendo de al menos un 3% cuando ya se forma la cabeza.

A pesar de que estos métodos permiten determinar si la fertilización fue correcta, muchas veces, producto del tiempo de respuesta de los laboratorios de servicio, no es posible corregir las dosis aplicadas. De todos modos, aplicaciones foliares con urea al 1% pueden lograr corregir deficiencias detectadas. Por otro lado, la verdadera utilidad de estos análisis es calibrar programas de fertilización futuros, corrigiendo excesos y deficiencias.

6.2. Fósforo

El fósforo (P) presenta una movilidad reducida en el perfil de suelo. Salvo en excepciones, donde en la textura del suelo predomina la arena e históricamente se han aplicado grandes cantidades de P (como consecuencia de la adición continua de enmiendas orgánicas), este nutriente queda firmemente retenido a los minerales del suelo. Esta condición implica que la localización del nutriente en el suelo sea relevante, ya que este debe encontrarse al alcance de las raíces.

Dada la baja movilidad del P dentro del suelo, es posible fertilizar con el total de la dosis necesaria antes del momento del trasplante. Los mecanismos de fijación de P que presenta el suelo, hacen recomendable que en suelos de baja disponibilidad (>30 ppm) sea recomendable aplicar el nutriente en hilera bajo o al costado del cultivo al momento de construir el camellón y no al voleo, como se realiza tradicionalmente.

Las hortalizas de hoja por lo general presentan niveles de P en el tejido de 0,6% (base materia seca). Si con esta información se calculase la extracción mediante una ecuación similar a aquella presentada para el N, se tendría que la extracción por ciclo productivo es de 15 kg P/ha o 30 kg P/ha.

$$P_{ext} = \frac{Rend \times (1 - H) \times RIP}{IC}$$

$$15 \text{ kgP/ha} \cong \frac{45.500 \times (1 - 0,95) \times 0,006}{0,95}$$

$$\frac{15 \text{ kg-P}}{\text{ha}} \times \frac{2,29 \text{ kg } P_2O_5}{1 \text{ kg-P}} \cong 30 \text{ kg } P_2O_5$$

La baja extracción calculada no debe ser interpretada como un bajo requerimiento de fertilización. Como indicación general pueden establecerse los siguientes criterios:

1. Si el contenido de P-Olsen es menor a 20 ppm aplicaciones localizadas de 150 kg P_2O_5 /ha (en hilera de cultivo o en camellón) deben ser realizadas antes del trasplante.
2. Si el contenido de P-Olsen está entre 20 y 40 ppm, con aplicaciones localizadas de 100 kg P_2O_5 /ha serán suficientes
3. Con valores superiores a las 40 ppm de P-Olsen pueden ser realizadas aplicaciones del 100 kg P_2O_5 /ha al voleo e incorporadas durante el laboreo cada dos años.

En suelos que presentan niveles muy bajos de P disponible, las aplicaciones de P necesarias para lograr niveles de producción óptima pueden ser muy altas, por lo que es importante realizar pruebas para verificar la respuesta del cultivo a dosis crecientes de fertilizantes fosfatados.

Los contenidos de P del suelo deben ser monitoreados año a año, realizando un análisis de suelo de forma similar a la descrita para nitrógeno. El P presenta un efecto residual importante que puede durar hasta dos o tres años. Por tanto, es necesario vigilar que los niveles de P se mantengan en el tiempo y no ocurra una disminución progresiva del nutriente. Si esto ocurriese producto del manejo, se recomienda la realización de aplicaciones de P al voleo e incorporación posterior estableciendo un plan de aplicaciones progresivas año a año.

A nivel nacional existen herramientas económicas que apoyan las aplicaciones de P, tanto como corrección del nivel del suelo, así como de mantención de la cantidad extraída por los cultivos. Se recomienda al agricultor observar y conocer los planes del Sistema de Incentivo para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (Ley 20.412, Ministerio de Agricultura).

6.3. Potasio

El potasio (K) presenta también una movilidad menor a la del N en el perfil. Por consiguiente, este nutriente también puede ser aplicado en conjunto con las aplicaciones de fósforo o al voleo antes de la preparación del suelo. El contenido de K en el tejido vegetal al momento de cosecha en plantas hidropónicas (sin restricciones) generalmente es de un 3%. Con esto, la extracción calculada de este nutriente por el cultivo es mayor:

$$K_{ext} = \frac{Rend \times (1 - H) \times RIK}{IC}$$

$$70 \text{ kgK/ha} \cong \frac{45.500 \times (1 - 0,95) \times 0,03}{0,95}$$

$$\frac{70 \text{ kg-K}}{\text{ha}} \times \frac{1,2 \text{ kg } K_2O}{1 \text{ kg-K}} \cong 80 \text{ kg } K_2O$$

Como la fijación de K por el suelo generalmente es baja, aplicaciones de 50 a 100 kg K_2O /ha, que consideren reponer el nutriente extraído por el cultivo, serán suficientes para mantener la fertilidad del suelo. La dosis que se aplicará, dependerá nuevamente del rendimiento que se espere del cultivo y puede ser fácilmente calculada por el agricultor siguiendo el ejemplo. Es necesario considerar entre un 10 y un 20% más de fertilizante por aplicar para cubrir la fijación que existe por las arcillas del suelo en terrenos que presenten altos contenidos de arcilla (franco arcillosos a arcillosos).

Se considera que niveles de K disponible entre 100 y 150 ppm son suficientes para el cultivo, siendo necesario aplicar solo la dosis de mantención propuesta para mantener la fertilidad del suelo. Si el nivel de K fuera más bajo, es recomendable aumentar la dosis calculada para aumentar de forma progresiva el K disponible del suelo.

Al igual que para el P, es necesario establecer un plan de monitoreo anual del suelo para constatar la variación del K en el suelo. De esta forma las dosis de fertilización pueden ser reguladas, con el fin de mantener los niveles de K por sobre los 100 - 150 ppm sugeridos para estos cultivos.

6.4. Zinc

A pesar de ser un micronutriente, el cultivo de la lechuga presenta altos niveles de extracción de zinc (Zn) en comparación con otros micronutrientes, presentando concentraciones en el tejido de 80 mg/kg (sobre la base de materia seca). Lo anterior indica que en suelos con bajos niveles de Zn podría existir respuesta a la aplicación de este micronutriente. Se ha observado que rangos entre 0,5 y 1,0 ppm de Zn en el suelo (extractado con DTPA) podrían ser adecuados para estos cultivos, pudiendo existir respuesta sobre el rendimiento a aplicaciones de Zn.

A pesar de que existen fertilizantes que aportan este micronutriente, pudiendo ser realizadas aplicaciones foliares efectivas, es recomendable considerar que el uso habitual de enmiendas orgánicas aumentará el nivel de Zn del predio. Por lo general, el compost de origen animal y el guano presentan altos niveles de Zn que, al ser aplicados como enmienda, permiten satisfacer con creces el requerimiento de Zn de los cultivos.

CAPÍTULO 7.

MANEJO DEL RIEGO EN LECHUGA

Alejandro Antúnez B.

Ing. Agrónomo, Ph. D.

INIA La Platina

Sofía Felmer E.

Ing. Agrónoma

INIA Rayentué

7.1. Introducción

El adecuado manejo del agua de riego tiene gran relevancia en la horticultura nacional, determinando la producción y calidad que define el retorno por ventas al productor. En relación con el riego se debe considerar, al menos, la disponibilidad de agua, la especie y variedad, la densidad de plantación, la calidad química y biológica del agua, los períodos fenológicos críticos de la especie y el instrumental que ayude a la programación y control del riego. Este capítulo busca orientar al productor de lechuga en las interrogantes básicas que determinarán el manejo y programación del riego en esta especie, para lograr adecuados niveles de producción y calidad.

En términos generales, el cultivo de lechuga requiere suficiente agua para reponer la humedad perdida por evapotranspiración (ET). El riego también servirá para enfriar el cultivo por medio de la transpiración, especialmente en días muy calurosos, además de permitir la lixiviación de sales que se acumulan en la zona de raíces. La mayor cantidad de agua que se requiere en la producción de lechugas se utiliza en los últimos 30 días del cultivo, cuando las tasas de evapotranspiración son máximas. Como se revisará en este capítulo, la cantidad de agua que requiere la lechuga dependerá de las condiciones meteorológicas durante el ciclo de cultivo, de las propiedades físicas de retención de agua en el suelo y de las prácticas de riego.

7.2. Disponibilidad de agua

La disponibilidad de agua determinará la superficie donde se establecerán las lechugas. En el diseño de riego en Chile, en general, se proyectan sistemas que cuenten con una adecuada seguridad de riego. Para ello, se desarrolla un ejercicio estadístico que permite determinar el "caudal disponible con 85% de probabilidad de excedencia" (Q85%). En términos sencillos, este valor representa el volumen de agua por unidad de tiempo que posee el predio en al menos 85

años en una serie de 100.

Una adecuada determinación de la disponibilidad de agua determinará en gran parte el éxito de la producción de lechugas. Como en todas las hortalizas, la escasez de agua de riego afectará fuertemente el rendimiento y calidad del cultivo. En años de escasez de agua se recomienda ajustar la superficie regada a la disponibilidad real de agua. En términos generales, la disponibilidad de agua necesaria para cultivar una hectárea de hortalizas en rotación (considerando especies de diferente requerimiento hídrico) equivale a aproximadamente 1 L/s. Es decir, un productor que tenga un pozo noria de caudal 3 L/s, puede cultivar y regar adecuadamente una superficie de 3 hectáreas de hortalizas regadas por goteo. Este requerimiento tenderá a aumentar en zonas en que se requiera regar en exceso para lixiviar sales y a disminuir en zonas donde esta práctica no sea necesaria por la ocurrencia de lluvias invernales.

7.2.1. Tipos de fuentes de agua

Las fuentes de agua de un predio pueden ser del tipo superficial o subterráneo.

Fuentes superficiales son los derivados de embalses, tranques, esteros, ríos o derrames cuyos derechos de aprovechamiento están efectivamente inscritos y se encuentran disponibles efectivamente en el predio por medio de obras de conducción abiertas (canales con o sin revestimiento) o cerradas (tuberías).

Fuentes de agua profunda o subsuperficial corresponden a caudales extraídos mediante una captación subterránea de menos de 20 metros de profundidad, en cuyo caso se denomina noria o pozo somero, y de más de 20 metros de profundidad, denominados pozos profundos.

Para determinar el caudal disponible de un pozo o noria, se realiza una prueba de bombeo. Esta prueba estima el caudal máximo que puede entregar el pozo sin sufrir agotamiento. Esta prueba de bombeo determina un caudal que se utiliza como respaldo técnico para solicitar, a la Dirección de Aguas, la autorización para utilizar el agua que se debe extraer desde el acuífero. En este caso, el valor inscrito y demostrado por medio de una prueba de bombeo y que efectivamente entrega la bomba instalada en el pozo, es el que se considera disponible para el riego del predio (Q85%).

Cuando se cuenta con derechos de agua superficiales (derivados de canales), conviene realizar un análisis estadístico que contenga caudales del río o del canal matriz, con una serie de datos de al menos 15 años consecutivos. Esta serie se ordena de menor a mayor y se calcula el caudal que tiene la probabilidad

85% de ocurrencia. Descontando de este valor las pérdidas por conducción que ocurren frecuentemente en los canales (entre bocatoma y predio) y ponderando por el número de acciones del predio en relación con el canal matriz, se obtiene el caudal disponible para el riego del predio (Q85%).

Es importante destacar que el Q85% representa un caudal continuo expresado en litros por segundo (L/s). Motivos prácticos relacionados con la seguridad de funcionamiento de los equipos y las jornadas de trabajo de los operarios, hacen que en la práctica se proyecte la explotación del recurso por un máximo de 18 horas en vez de 24 horas continuas. La dificultad práctica de utilizar el agua durante la noche, puede compensarse mediante la construcción de tranques o acumuladores nocturnos de agua. Estos embalses almacenan agua durante las horas en que no se está haciendo uso del recurso, permitiendo aumentar el caudal disponible cuando efectivamente se realiza la labor del riego.

7.2.2. Calidad química y biológica del agua de riego

Los aspectos de calidad del agua de riego se relacionan con la conservación del recurso suelo y la mantención del equipo de riego en óptimas condiciones. También, la calidad química y biológica del agua cobra especial relevancia de manera de responder a mercados internacionales cada vez más exigentes, sometidos a regulaciones de trazabilidad en la cadena productiva.

En el agua de riego pueden estar disueltas una serie de cationes (calcio, Ca^{2+} ; sodio, Na^+ , magnesio, Mg^{2+} , potasio, K^+) y aniones (cloruro, Cl^- ; sulfato, SO_4^{2-} ; carbonato, CO_3H^- ; bicarbonato, CO_3^{2-}) que se van acumulando en el perfil de suelo. El uso regular de aguas salinas contribuye a aumentar la salinización del suelo y la consiguiente disminución de la productividad del cultivo. La salinización del suelo determina el incremento del potencial osmótico del mismo, con lo cual se dificulta la capacidad de absorción de agua por parte de las raíces del árbol. Por otro lado, salinidad con alto contenido de sodio y bajo en calcio induce problemas de estructuración del suelo, que reduce la infiltración de agua en el suelo y puede llegar a causar obstrucción en equipos de riego localizado.

La evaluación de la calidad del agua se hace por medio de un análisis químico, físico y biológico, a partir de una muestra de agua de riego. Los principales parámetros que definen el riesgo del uso de un determinado tipo de agua son: el contenido salino $^{\circ}$ expresado en g/L y la conductividad eléctrica (CE) en dS/m ($C = 0,64 \times \text{CE}$). A partir de estos parámetros se evalúa el riesgo de salinización de un suelo regado, siguiendo las recomendaciones de FAO (Ayers y otros, 1987) incluidas en el Cuadro 7.1.

En general, con contenidos mayores a 2 g/L o con conductividad eléctrica mayor a 3 dS/m, los problemas de salinidad pueden ser muy graves. En este caso, deben implementarse medidas de manejo tales como lavado frecuente de sales.

Cuadro 7.1. Niveles de riesgo de salinización a partir del contenido salino y la conductividad eléctrica del agua de riego (Ayers y otros, 1976).

Contenido salino (g/L)	Conductividad eléctrica (dS/m)	Riesgo
< 0,45	< 0,7	Ninguno
0,45 < C < 2,0	0,7 < CE < 3,0	Ligero a moderado
> 2,0	> 3,0	Alto, severo

Se ha comprobado que con salinidad en el agua por sobre 1 dS/m, se reduce el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechugas y puede contribuir a la formación de un área salinizada en la superficie del suelo. Por su parte, la salinidad por sobre 2,1 dS/m en la pasta saturada del suelo puede reducir el rendimiento en lechugas. En estos casos, se necesitará aplicar una fracción de agua adicional a los requerimientos de evapotranspiración (fracción de lixiviación) que puede ascender a 30% o más de la demanda evapotranspirativa. Cabe señalar que el cultivo de lechugas es más sensible a la salinidad durante la germinación y trasplante.

Por otra parte, a pesar del filtrado riguroso a que se somete el agua de riego en sistemas presurizados, siempre persisten sólidos en suspensión, sustancias disueltas o microorganismos contenidos en el agua de riego que escapan a esta barrera. De esta forma, el material en suspensión puede provocar obstrucciones en los emisores de riego localizado. Estos materiales pueden clasificarse de acuerdo con el riesgo de obstrucción, en función de su concentración en el agua de riego, como lo muestra el Cuadro 7.2.

Cuadro 7.2. Riesgo de obstrucción de emisores de riego, de acuerdo con las características físico-químicas del agua de riego (Ayers y otros, 1987).

Elemento	Ninguno	Moderado	Grave
Sólidos en suspensión (mg/L)	< 50	50 -100	> 100
Sólidos solubles (mg/L)	< 500	500 - 2000	> 2000
Manganeso (mg/L)	< 0,1	0,1 – 1,5	>1,5
Hierro (mg/L)	< 0,1	0,1 -1,5	> 1,5
Acido Sulfhídrico (mg/L)	< 0,5	0,5 – 2,0	> 2,0
pH	< 7,0	7,0 -8,0	> 2,0

Además del criterio físico-químico, la calidad microbiológica del agua es de gran importancia tanto para el mercado nacional como internacional.

La Norma Chilena (NCh 1333) clasifica como apta para riego al agua con concentraciones menores a 1000 coliformes totales por 100 mL, destinadas al cultivo de verduras y frutas que se desarrollen a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo (Nissen y otros, 2000). Este criterio se ajusta al de la Organización Mundial de la Salud (OMS), aunque difiere de las legislaciones de países desarrollados. Por ejemplo, la norma japonesa considera agua apta para riego al agua con concentraciones menores a 50 coliformes totales por 100 mL de agua, en tanto la del Estado de California debe contener menos de 2,2 coliformes totales por 100 mL para el riego de cultivos.

7.3. Demanda de agua en el cultivo de la lechuga

Básicamente la cantidad de agua que necesita un cultivo de lechugas dependerá de la capacidad de suelo para retenerla, la cantidad de precipitación y de la tasa de evapotranspiración del huerto.

En cuanto a la capacidad de retención del suelo, para evaluar la cantidad de agua aprovechable para las plantas, interesa conocer la fracción de agua que está entre la Capacidad de Campo (CC) y el Punto de Marchitez Permanente (PMP).

Capacidad de Campo es el contenido de agua que queda retenida en el suelo luego de que este se ha regado y dejado drenar libremente por un lapso de 24 a 48 horas, y se mide en laboratorio sometiendo la muestra de suelo saturada a una succión de 1/3 de atmósfera.

El Punto de Marchitez Permanente representa el límite inferior del agua retenida por el suelo disponible para la planta, y se mide en laboratorio sometiendo la muestra de suelo saturada a una succión de 15 atmósferas.

De esta forma, descontando el valor de PMP del valor de CC del suelo, es posible calcular la cantidad de agua que retiene un suelo, la que multiplicada por la Densidad Aparente del suelo (D_a) y la Profundidad de suelo ($Prof$), permite determinar la humedad aprovechable del suelo [$HA = (CC - PMP) \times D_a \times Prof$]. En general, los suelos agrícolas que menos agua retienen son los del tipo arenoso, que pueden almacenar del orden de 40 mm de agua en un metro de profundidad de suelo. Un suelo que tenga poca retención de humedad requerirá riegos frecuentes, con láminas de agua relativamente menores por reponer (tiempos de riego cortos). Por otro lado, suelos arcillosos finos pueden almacenar hasta 200 mm de agua en un metro de suelo, permitiendo riegos de menor frecuencia, pero con mayor carga de agua (tiempos de riego largos).

En términos fisiológicos, a medida que el suelo se deseca, el agua remanente no está igualmente disponible para la planta. La mayor disponibilidad de agua ocurre cuando el suelo está a capacidad de campo, disminuyendo gradualmente a medida que el suelo pierde humedad.

Las lechugas son extremadamente sensibles al estrés hídrico. Independientemente del tipo de riego que se utilice, la calidad y el rendimiento del cultivo se verá afectado si la oportunidad de riego se retrasa o si la humedad en el suelo cae a valores muy bajos. El efecto más evidente del estrés hídrico será la reducción del tamaño y engrosamiento de las hojas de la lechuga, con una reducción notoria en la calidad del producto que dificultará su comercialización.

Se ha demostrado que, en presencia de virus, el estrés hídrico puede agravar la condición del cultivo. En riego por surcos, para evitar el detrimento fisiológico de las plantas de lechuga por falta de agua fácilmente disponible, el riego se efectúa cuando se ha agotado cerca del 30% del agua aprovechable. En riego localizado, en cambio, se recomienda el uso de riego frecuente (agotamiento del 10 a 20% del agua aprovechable en el suelo), evitando la saturación del suelo que puede gatillar el ataque de patógenos que afecten al cuello de la planta.

La evapotranspiración del cultivo (ET) estará determinada por factores propios del clima de la zona y por aspectos específicos relacionados con la variedad, período fenológico, densidad de plantación y manejo del cultivo. Para el diseño de un sistema de riego, se debe conocer la evapotranspiración del cultivo de referencia de la zona (ET_0). Al respecto, existen publicaciones nacionales que entregan valores medios mensuales de ET_0 para las principales localidades

del país. Debe tenerse especial precaución para que el sistema satisfaga los requerimientos de ET_c de los meses de máxima demanda del cultivo.

A nivel de campo, y con el fin de registrar la ET_o de un determinado sitio, se recurre usualmente a dos tipos de medición: mediante el cómputo diario de ET_o a partir de registros meteorológicos o a partir de la evaporación de bandeja. Cuando se decide implementar una estación meteorológica para el cómputo de la ET_o , se requiere registrar radiación solar, temperatura, presión de vapor o humedad relativa y velocidad del viento (Figura 7.1.). Estos datos se integran generalmente en la ecuación FAO 56 Penman-Monteith. En Chile, existe una amplia red de estaciones meteorológicas que puede revisarse en el sitio www.agromet.cl.



Figura 7.1. Estación Meteorológica.

Si se dispone de un evaporímetro de bandeja Clase A, es necesario adaptar los registros de evaporación del sitio en que está emplazado el instrumento, multiplicando la altura de agua diaria de evaporación de bandeja (EB) por un coeficiente de bandeja (K_b). En general, este coeficiente fluctúa entre 0,6 y 0,9, siendo 0,7 el valor más usado en Chile, que corresponde a una situación de emplazamiento de la bandeja rodeada de césped regado (Figura 7.2).

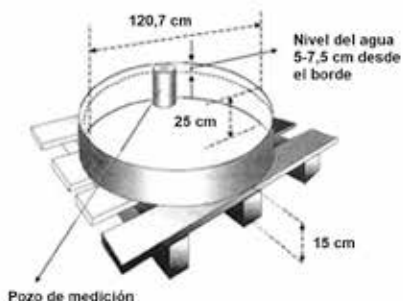


Figura 7.2. Evaporímetro de bandeja Clase A.

7.3.1. Coeficientes de cultivo

Para determinar la demanda del cultivo (ET_c) es necesario multiplicar el término ET_0 por el valor del coeficiente de cultivo (K_c) para el tipo, variedad y densidad de plantación de la lechuga. Existen varias fuentes que reportan coeficientes de cultivo, aunque el propio productor puede validar y ajustar sus propios K_c de acuerdo con su experiencia y manejo específico.

El coeficiente de cultivo FAO para lechugas es 0,7 para la etapa inicial, 1,00 para la etapa media y 0,95 para la final (Allen y otros, 1998).

En el Cuadro 7.3. se presenta un resumen de la duración de las etapas fenológicas publicadas en FAO 56, para lechuga (Allen y otros, 1998), con diferente propósito, en dos áreas agroecológicas.

Cuadro 7.3. Duración de la etapa fenológica para lechuga (Allen y otros, 1998).

Zona	Inicial (días)	Desarrollo (días)	Media (días)	Final (días)	Total (días)
Tipo Mediterránea	30	40	25	10	105
Tipo Árida	25	35	30	10	100

En términos generales, para optimizar el manejo del riego en lechugas es conveniente realizar una programación preliminar basada en la mejor estimación que se tenga disponible de la ET_c , obtenida de la EB o ET_0 , calculada a partir de un evaporímetro de bandeja o de una estación meteorológica y de un K_c adecuado a las condiciones agronómicas con que se maneja el cultivo. Una vez aplicado cierto criterio de riego, en terreno es conveniente apoyar la programación del

riego con algún método o instrumental para decidir la aplicación, duración y frecuencia de riego.

Las necesidades netas (NN) de riego estimadas para la zona central fluctúan en general entre 1.500 y 4.500 m³/ha, dependiendo de la zona, la variedad y la pluviometría del año de cultivo.

A partir de las necesidades netas de un cultivo, es posible determinar las necesidades brutas de riego, al considerar la eficiencia del sistema de riego ($NB = NN / \text{Eficiencia de riego}$). Por ejemplo, considerando una necesidad neta de 4.500 m³/ha, si se riega por goteo (eficiencia del 90%) se requerirán 5.000 m³/ha de agua de riego. En la misma zona de cultivo y variedad, regando por surcos se requerirán 10.000 m³/ha (eficiencia del 45%).

Está demostrado que la tecnificación del riego mejora la eficiencia del uso del agua en forma considerable. Tradicionalmente la lechuga se ha regado por surcos, con una eficiencia de riego estimada en 45%. Sin embargo, evaluaciones de campo indican que este nivel de eficiencia difícilmente se alcanza en riego por surcos y que en la práctica este valor fluctúa entre 25% y 35%.

7.3.2. Tecnificación del riego en el cultivo de la lechuga

Para mejorar la eficiencia de riego en surcos, el principal cuidado será el control del tiempo de aplicación de agua de riego, asegurando que el agua llegue a la profundidad de raíces de las lechugas (no superior a 30 centímetros) a lo largo de todo el surco de riego.

En la práctica, un riego por surcos eficiente debe diseñarse antes de la siembra o trasplante, con el objetivo de ajustarse al largo de surcos recomendado, lo que depende de la velocidad de infiltración de agua en el suelo, lo que se relaciona estrechamente con la textura de suelo. En general, en lechugas se recomienda el uso de surcos cortos (30 a 40 metros) en suelos arenosos y surcos relativamente largos (60 a 80 metros) en suelos arcillosos. En este cultivo es importante no sobre saturar las mesas o surcos de riego, ya que el exceso de agua favorecerá el desarrollo de pudriciones en el cuello de la planta. Cuando la salinidad sea un problema, el trasplante de la lechuga en el medio del camellón (evitando la parte más alta), permitirá que las sales afecten en menor grado al cultivo. También se ha probado que el riego de surcos alternadamente favorece el desplazamiento de sales, evitando afectar al cultivo.

En Chile, uno de los principales problemas detectados en riego por surcos es la falta de acondicionamiento mínimo del terreno para el riego superficial, que

incluya el emparejamiento del suelo. En general los movimientos de tierra de hasta 300 m³/ha son considerados viables económicamente, con el objetivo de dejar el suelo con una pendiente uniforme que facilite la conducción de agua por las regueras y el escurrimiento del agua a lo largo del surco de riego. Una tecnificación del riego más avanzada, en riego superficial, es el reemplazo de acequias de cabecera por un sistema de mangas o tuberías a baja presión. A esto puede acoplarse un sistema de control de pulsos de riego que puede permitir aumentar la eficiencia de riego hasta en 65% (Figura 7.3).



Figura 7.3. Tecnificación del riego por surcos con mangas y riego por pulsos.

En las últimas décadas, el cultivo de lechugas incluye el riego por goteo, con eficiencias potenciales del orden de 90%. Esta tecnología permite al agricultor prácticamente doblar la superficie que cultivaba antes por surcos. Además, mediante el riego localizado, el productor puede controlar de forma eficiente la cantidad de agua aplicada, pudiendo implementar sistemas de inyección de fertilizantes e incluso pesticidas disueltos en la línea de riego. Por otro lado, la incidencia de malezas y el control de plagas y enfermedades se ve favorecido al poder controlar el agua aplicada o dirigirla hacia la zona de raíces.

Se pueden implementar diferentes diseños de plantación, asociados al riego por goteo o cintas. Por ejemplo, una línea de goteo puede instalarse entre dos hileras de plantas o bien 3 líneas de goteo pueden instalarse entre 6 o 5 hileras de plantas, con múltiples combinaciones intermedias. Se recomienda el retiro de las líneas de goteo antes de la cosecha, para volver a usarlas en el siguiente cultivo. Asimismo, el espesor de la cinta determinará la duración de este elemento, siendo las más delgadas (3 mil) de menor costo pero de menor duración. En países desarrollados, se ha probado que cintas de 12 mil de espesor pueden ser útiles para 8 a 12 ciclos de lechuga.

7.4. Monitoreo y control del riego

La programación del riego generalmente se basa en la medición directa o en cálculos de balance de agua en el suelo. En estos últimos se efectúa un balance en el que el cambio en el contenido de agua en el suelo en un determinado tiempo, está dado por la diferencia de entradas de agua al sistema (riego más precipitación) y las pérdidas (escorrentía superficial, más drenaje, más evapotranspiración). Existe una amplia disponibilidad de instrumentos y equipos que permiten controlar el contenido de agua en el suelo: tensiómetros (Figura 7.4), bloques de yeso (Figura 7.5) y otros basados en capacitancia. Es conveniente recordar que el suelo es heterogéneo y se requerirá de un buen número de sensores para representar en forma adecuada el contenido de agua en el suelo.



Figura 7.4. Tensiómetros.

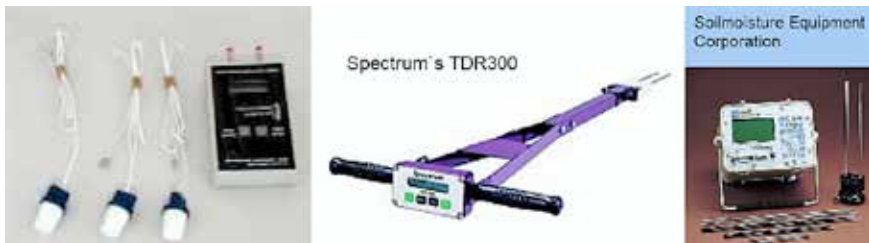


Figura 7.5. Bloques de yeso y sensores de capacitancia.

Se debe comprobar que el agua, en la labor del riego, ha sido capaz de infiltrar adecuadamente en el perfil de suelo, en toda la extensión del surco y a la profundidad en que crecen las raíces. Se pueden plantear diferentes técnicas de monitoreo, siendo la más elemental la exploración del suelo mediante calicatas o barreno (Figura 7.6), verificando por medio del tacto el grado de humedad del suelo. También se puede emplear el tensiómetro, que es un instrumento que mide la fuerza con que está siendo retenida el agua en la matriz del suelo. Este instrumento, cuando marca entre 0 y 5 centibares (cb), indica que el suelo está recién regado y se encuentra cercano a saturación. El suelo requiere riego en el cultivo de la lechuga, si su lectura está entre 15 y 20 cb en riego por goteo o cuando marca entre 25 y 30 cb en riego por surcos.



Figura 7.6. Monitoreo de humedad de suelo mediante barreno y calicatas.

Técnicas de monitoreo más sofisticadas se basan en la capacitancia del suelo, tales como sondas FDR (Frequency Domain Reflectometry) y TDR (Time Domain Reflectometry). La sonda capacitiva está compuesta de una barra sobre la cual está impreso un circuito eléctrico que conecta sensores. Estos se pueden montar cada 10 centímetros hasta una profundidad de unos 30 cm en el caso de lechugas. Una estación de monitoreo puede constar de una dos o tres sondas, que registran el contenido de agua en el suelo a diferentes profundidades de suelo.

Cabe destacar que todos los sensores de agua en el suelo deben instalarse en la zona del bulbo húmedo, cercano al lateral o cinta de riego.

7.5. Períodos fenológicos críticos de riego

Como se revisó anteriormente, el cultivo de la lechuga es muy sensible tanto al exceso como al déficit de riego. Sin embargo, pueden definirse algunos períodos

críticos, en que la falta de agua determinará fuertes pérdidas en el rendimiento comercial del cultivo.

Pre-plantación: en general se hace riego de pre-transplante de 5 a 10 cm de agua, dependiendo de las condiciones de humedad del suelo, preparando el suelo para el trasplante. Un grupo creciente de productores entierra la cinta de riego entre 5 a 10 cm de profundidad previo al trasplante. Luego de la cosecha la cinta se extrae del suelo y, en países desarrollados, se reutiliza para otro ciclo de cultivo. Esta práctica se ha popularizado, porque reduce la mano de obra para "ordenar" las cintas que se mueven con el viento, aunque también tendría beneficios reduciendo la evaporación directa desde el suelo.

Pos-trasplante: debe mantenerse el suelo cercano a Capacidad de Campo (10 a 15 cb de tensión), en los primeros 20 cm de profundidad de suelo. Para ello, se recomienda regar frecuentemente en riego localizado y cada 4 o 5 días en riego por surcos, dependiendo de la demanda atmosférica.

Desarrollo del cultivo: normalmente, el riego se va haciendo más frecuente o con mayor duración a medida que la lechuga se desarrolla, previniendo el estrés hídrico. La mayor parte de las raíces del cultivo estará en los primeros 30 cm de suelo. Las raíces profundas (30 a 40 cm) podrían llegar a ser activas cuando el cultivo de lechuga se acerca a la madurez en suelos profundos. Idealmente el riego debe mantener la tensión del suelo en rangos inferior a 15 cbar en los primeros 20 cm, sin permitir que el suelo se seque demasiado.

Pre-cosecha: el requerimiento de agua del cultivo de lechugas, normalmente es máximo durante las 2 semanas previo a la cosecha. A medida que esta demanda se incrementa, es necesario aumentar el tiempo de riego o la frecuencia de los eventos de riego. Se requiere cosechar una lechuga turgente y en buen estado hídrico, por lo que no puede descuidarse el riego en esta etapa.

En riego por goteo, el riego deficitario puede restringir el bulbo mojado desde donde las raíces extraen el agua y los nutrientes. Es necesario destacar que el exceso de agua y fertilización en variedades tipo iceberg puede causar defectos como corazón blando, reduciendo el valor comercial del cultivo. Ciertas prácticas, como suspender el riego antes de la cosecha, pueden causar que se parta y queme por sol la cabeza de variedades tipo iceberg o que se quemen las puntas de las hojas en variedades romanas.

Referencias bibliográficas

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. y Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and drainage paper* N° 56. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Ayers, R. S. y Westcot, D. W. (1987). La calidad del agua para agricultura. *Estudios FAO: Riegos y Drenajes* N° 29. Roma: FAO.

Ayers, R. S. y Westcot, D. W. (1976). *Water Quality for Agriculture*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

NORMA CHILENA OFICIAL N° 1.333/78. Aprobada por D.S. MOP N° 867/78 (D.O. 22.05.78).

CAPÍTULO 8.

ENFERMEDADES EN LA LECHUGA

Paulina Sepúlveda R.

Ing. Agrónoma, M. Sc.

INIA La Platina

8.1. Introducción

Para que ocurra una enfermedad es necesario que existan en forma simultánea tres factores fundamentales, un hospedero susceptible, un medio ambiente favorable y un agente causal, si alguno de estos factores no está presente, no ocurrirá la enfermedad.

Entre los agentes causales se pueden mencionar hongos, bacterias, virus y nemátodos, todos ellos pueden provocar pérdidas importantes en rendimiento, como también en la calidad comercial de las lechugas; además pueden afectar a las plantas en diferentes estados de desarrollo y disminuir la vida útil de ellas. Dependiendo de la incidencia y severidad de los problemas fitopatológicos, estos pueden transformarse en factores limitantes para la producción, provocando pérdidas económicas a los productores de lechuga. Es así como se han visto ataques importantes de nuevos virus que dañan completamente las producciones.

Cada enfermedad produce síntomas que en algunos casos son fáciles de reconocer, pero que en otros casos pueden ser confundidos con otros daños, como por ejemplo deficiencias nutricionales. Es por ello que el correcto diagnóstico del problema es fundamental para tomar las medidas de control en forma certera y oportuna.

El cultivo de lechuga es afectado por una serie de enfermedades que merman su producción. La incidencia y severidad de estas enfermedades depende del organismo que las causa, la susceptibilidad de la planta y el medio ambiente, como ya se mencionó. El presente documento será una ayuda para técnicos y profesionales, como también para productores, quienes luego podrán realizar correctamente las identificaciones de las enfermedades más frecuentes que ocurren en el cultivo de lechuga, tanto al aire libre como en invernadero y, así, poder elegir el método de control más adecuado.

En general, las enfermedades que afectan al cultivo de lechuga deben ser manejadas de manera de minimizar los efectos nocivos que ellas tienen sobre las plantas, evitando una contaminación del medio ambiente con fungicidas

químicos disponibles y minimizando los costos de control de manera de no afectar la productividad del cultivo. La mejor manera de hacer lo anterior es utilizando el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), el cual se basa en las siguientes premisas, especialmente para el caso de enfermedades:

- Mantener un nivel aceptable de la enfermedad: esto significa que la enfermedad no debe erradicarse, sino que debe mantenerse en un nivel en el cual no produce daño económico. Estos umbrales de infección hay que fijarlos para cada plantación y para cada enfermedad en particular.
- Usar prácticas culturales preventivas: ello incluye la selección de variedades resistentes o menos susceptibles a las enfermedades más comunes de un lugar y, el uso de prácticas de manejo (riego, fertilización, control de malezas, eliminación de rastrojos afectados del cultivo, entre otras) que minimicen las condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades.
- Monitoreo permanente de la presencia de enfermedades: el manejo de las enfermedades debe basarse en un diagnóstico certero, para lo cual es imprescindible conocer cuáles son los agentes que están afectando a las plantas. Para ello, se deben reconocer los síntomas que el problema produce e identificar al agente causal. Identificado el agente causal, este debe someterse a un monitoreo sistemático para determinar su incidencia (porcentaje de plantas afectadas por la enfermedad) y severidad (expresado como la intensidad del daño en cada planta) en el campo a lo largo de la temporada. Junto con registrar el comportamiento de las enfermedades, hay que llevar un registro del clima (temperatura y humedad) para, en los casos que corresponda, poder desarrollar sistemas predictivos que maximicen la efectividad del control.
- Uso de métodos de control mecánico: los métodos mecánicos de control, siempre deberán ser considerados. Ellos incluyen la eliminación de las fuentes de inóculo para interrumpir la reproducción de las enfermedades y el laboreo mecánico para el control de malezas, a menudo una fuente importante de inóculo para muchas enfermedades.
- Se debe recurrir al control químico solo como última alternativa: los controles químicos deben usarse solo cuando sea necesario y, con frecuencia, solo en momentos específicos del ciclo de una determinada enfermedad. Debe privilegiarse el uso de los agroquímicos específicos, biológicos de bajo impacto en el medio ambiente, por sobre los de amplio espectro de acción y estos deben utilizarse en las dosis mínimas recomendadas por el fabricante, siempre respetando las precauciones que se indican en las etiquetas en

cuanto a los períodos de carencia, al efecto residual de cada producto, a la disposición de los envases y a la protección de las personas que aplican los agroquímicos. Siempre deben utilizarse aquellos productos que están autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para el cultivo.Ç

- Evaluar permanentemente los resultados de las estrategias de control empleadas: es muy importante evaluar en forma sistemática los resultados de los programas de control, de manera de ir corrigiendo y mejorando los métodos y optimizando sus resultados.

Junto con la utilización del MIPE, siempre es recomendable el uso de las llamadas “buenas prácticas agrícolas” (BPA) que son las acciones involucradas en la producción, almacenamiento, procesamiento y transporte de productos de origen agropecuario, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección al medio ambiente y el bienestar laboral. Ellas incluyen el manejo de suelo, del agua, de los fertilizantes y de los productos fitosanitarios, durante el cultivo, la cosecha, el empaque, el transporte y el almacenado del producto. Las BPA también norman la higiene en el predio, los servicios básicos para el personal, el respeto a la legislación laboral, el manejo de los residuos líquidos y sólidos del predio y el mantenimiento de registros.

En el ámbito de los plaguicidas, por ejemplo, las normas regulan la aplicación según los requerimientos de los mercados de destino, existiendo tanto normas de carácter general como otras específicas que regulan el almacenamiento y manejo de las bodegas de pesticidas, el área de dosificación de productos fitosanitarios, las precauciones que se deben tomar durante la aplicación y post-aplicación de productos fitosanitarios, el manejo de envases vacíos, el descarte de productos fitosanitarios, el control de emergencias derivadas del mal uso de los productos fitosanitarios, el uso de elementos de protección personal y el transporte de productos fitosanitarios. Información detallada de la norma chilena sobre BPA pueden obtenerse en el sitio WEB: <http://www.buenaspracticas.cl/>

A continuación, se señalan las principales enfermedades causadas por hongos y virus en el cultivo de lechuga, tanto al aire libre como en invernadero.

8.2. Pudrición gris

Esta enfermedad es causada por el hongo *Botrytis cinerea*, que es capaz de infectar a las plantas en cualquier estado de desarrollo del cultivo; es decir, desde la almáciguera hasta la cosecha. El patógeno es favorecido por condiciones de alta humedad y temperaturas cercanas a los 20°C.

8.2.1. Síntomas

Lesiones acuosas aparecen en las hojas o en la base del tallo. Luego, a medida que la enfermedad avanza, se observa presencia del micelio de un color grisáceo sobre los tejidos parasitados (Figura 8.1), que daña completamente el valor comercial debido a la pudrición del tejido afectado. El hongo comúnmente esporula profusamente, observándose la presencia de numerosos conidióforos (Figura 8.2.), los cuales producen innumerables conidias, que son las encargadas de la difusión de la enfermedad. El patógeno también puede formar estructuras de resistencias llamadas "esclerocios" en los tejidos dañados (Figura 8.3).

8.2.2. Diseminación

La enfermedad se disemina por conidias o esporas asexuales que son dispersadas por el aire y, posiblemente, por efecto del salpicado producido por las lluvias o el riego por aspersión.

8.2.3. Sobrevivencia

Botrytis cinerea sobrevive como saprofito en restos de cultivos y como esclerocio en el suelo o en restos del cultivo afectado.

8.2.4. Control

Para establecer un adecuado control de la enfermedad se debe considerar el concepto de manejo integrado, donde se aplique un monitoreo para establecer la estrategia más adecuada. Para ello debe establecerse:

Control cultural

- Reducir la humedad en los cultivos, evitar o reducir el riego que moje el follaje. Ventilación adecuada de los cultivos, dando mayor espaciamiento entre hileras.
- Eliminar los órganos enfermos tan pronto como estos aparezcan.
- Reducir fertilización nitrogenada.

Control químico

Aplicación de fungicidas antes del monitoreo, respetando los tiempos de carencia de los productos. Entre los ingredientes activos autorizados para lechuga se encuentran: Boscalid, Clortalonil, Iprodione, Tebuconazole, entre

otros. Debe verificarse oportunamente cuáles son los nombres comerciales de los ingredientes activos antes mencionados que están dentro de los autorizados para el cultivo, y respetar el tiempo de carencia.



Figura 8.1. Pudrición gris de hojas y base del tallo, abundante esporulación gris.



Figura 8.2. Conidioforo de *Botrytis cinerea*.

Figura 8.3. Esclerocios de *Botrytis cinerea* sobre tejidos dañados.

8.3. Mildiu

Esta enfermedad es causada por el hongo *Bremia lactucae* y se presenta con más frecuencia en cultivos de otoño-invierno, cuando la humedad y la temperatura son más favorables para el desarrollo del patógeno. También es frecuente

observar esta enfermedad en plantas de cultivo hidropónico y en cultivos bajo invernadero.

8.3.1. Síntomas

La enfermedad se puede presentar en plantas pequeñas en almaciguera como también en cualquier estado del cultivo. Se caracterizan por presentar manchas cloróticas limitadas por nervaduras principales en la superficie de las hojas que luego avanzan a café (Figura 8.4.) y secan el follaje. En correspondencia con las manchas (24 a 48 h) se desarrolla, en la cara inferior de las hojas, el signo del patógeno, que corresponde a un micelio de color blanco grisáceo con abundante esporulación (Figura 8.5). En condiciones ambientales favorables, como el exceso de humedad ambiental, se producen ataques severos del patógeno que puede afectar severamente al follaje con grandes pérdidas comerciales del producto.



Figura 8.4. Manchas cloróticas a necróticas por el haz de las hojas.

8.3.2. Diseminación

Los zoosporangios de *B. lactucae* son liberados por la mañana, cuando disminuye algo la humedad relativa. Luego son dispersados a grandes distancias por el viento, pero a medida que se alejan mueren al quedar expuestos a la luz del sol.

8.3.3. Sobrevivencia

El agente causal de mildiu es un parásito obligado que sobrevive en restos de cultivos afectados o también como infecciones latentes, sin manifestar síntomas por períodos prolongados.

8.3.4. Control

Monitoreo permanente para establecer oportunamente las medidas de control.

Control cultural

Eliminar restos de cultivos de lechugas afectados tan pronto como observen para bajar la carga de inóculo.

Control químico

Se sugiere el uso de fungicidas autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para el control de la enfermedad. La aplicación de fungicidas deberá comenzar en el almácigo y continuar en tanto las condiciones ambientales sean las adecuadas para el desarrollo de la enfermedad. Entre los fungicidas autorizados se encuentran Metalaxyl, Azoxystrobin, Clortalonil, Mancozeb. Es importante alternar los fungicidas con distintos principios activos, porque el patógeno puede generar resistencia.



Figura 8.5. Micelio y esporulación por el envés de la hoja.

8.4. Oídio, peste cenicilla, moho polvoriento

Esta enfermedad es causada por el hongo *Erysiphe cichoracearum* y se presenta con más frecuencia en cultivos con alta humedad y temperatura, lo que frecuentemente ocurre en invernadero. Sin embargo, a fines de verano e inicio de otoño también se presentan condiciones favorables para el patógeno.

8.4.1. Síntomas

Se caracterizan por presentar manchas pulverulentas compuestas por micelio de color blanquecino que puede cubrir en ambas caras de las hojas (Figura 8.6.). En ataques severos el hongo cubre completamente las hojas, causando pérdida de la calidad comercial del producto.

8.4.2. Diseminación

El hongo se disemina por conidias, que son llevadas por el viento.

8.4.3. Sobrevivencia

El agente causal de oídio es un parásito obligado que sobrevive en restos de cultivos afectados o en hospederos alternos.

8.4.4. Control

Monitoreo permanente para establecer oportunamente las medidas de control.

Control cultural

- Eliminar restos de cultivos de lechugas y malezas afectadas tan pronto como se observen síntomas, para bajar la carga de inóculo.
- Mantener los cultivos lo más ventilados posible.
- Control de las plantas voluntarias y malezas hospederas.

Control químico

Se sugiere el uso de fungicidas autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para el control de la enfermedad. Se recomienda realizar aplicaciones preventivas de azufre y curativas con fungicidas autorizados como Azoxystrobin, Difenconazole, Tebuconazole, entre otros.



Figura 8.6. Micelio blanquecino en hojas.

8.5. Podredumbre blanda o esclerotinosis

Esta grave enfermedad, causada por el hongo de suelo *Sclerotinia sclerotiorum*, es responsable de las principales pérdidas de plantas en los cultivos de lechuga. El hongo se ve favorecido por condiciones de alta humedad en el suelo

(suelo arcilloso) y temperaturas entre 18–20°C. Es más frecuente observar la sintomatología en cultivos cosechados entre junio y agosto.

8.5.1. Síntomas

El hongo puede afectar a las plantas en cualquier estado de desarrollo y sus síntomas se caracterizan por pudriciones acuosas que se inician en la base de las plantas, desde la raíz hacia el follaje (Figura 8.7). Paralelamente, en el tejido afectado se observa la presencia de micelio de color blanco y esclerocios (compactación del micelio) de color blanco en un inicio para tornarse color negro (Figura 8.8). Las plantas afectadas mueren y a menudo quedan desintegradas en el terreno.

8.5.2. Diseminación

La diseminación ocurre por esclerocios que son llevados por el riego y movimientos de suelo, como también por aire que lleva las esporas sexuales (ascosporas) desde los ascos contenidos en cuerpos frutales llamados apotecios (Figura 8.9).

8.5.3. Sobrevivencia

El hongo cuenta con un amplio rango de hospederos, donde puede permanecer en ausencia del cultivo de lechuga. Entre ellos se incluyen especies como; lupino, maravilla, alfalfa, poroto, pimiento, ají, tomate, repollo, coliflor, kiwi, raps, maravilla, entre otras.

El patógeno puede sobrevivir como esclerocios en el suelo o como apotecios.

8.5.4. Control

Monitoreo permanente para establecer oportunamente las medidas de control.

Control cultural

- Eliminar plantas enfermas tan pronto como se observen para bajar carga de inóculo, sacándolas fuera del cultivo.
- En plantaciones de invierno, preferir lechugas con hábito de crecimiento más erecto.
- Rotación de cultivo con especies no susceptibles al hongo, como cereales y/o maíz.

- Evitar incorporación de restos de cultivos afectados.
- Riego adecuado, no permitir apozamientos de agua.

Control químico

Se sugiere el uso de fungicidas autorizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para el control de la enfermedad. Para el control de ascosporas, se recomienda realizar aplicaciones preventivas de fungicidas a los 7 días post trasplante y luego repetir 7-10 días después para prevenir ataque por ascosporas, entre los fungicidas autorizados se encuentran Bellis, Cantus, otros.

Desinfecciones de suelo muy contaminados con productos fumigantes, como metham sodio + 1,3 dicloropropeno + cloropicrina o alternativas biológicas como biofumigación.



Figura 8.7. Pudrición de plantas y muerte de ellas en campo. Se observa micelio blanco y esclerocios negros.

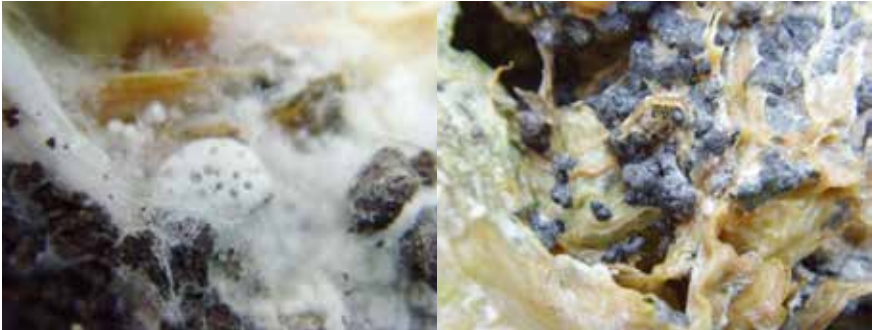


Figura 8.8. Micelio blanco e inicio de formación de esclerocios blancos en inicio y negros una vez maduros sobre tejidos afectados.

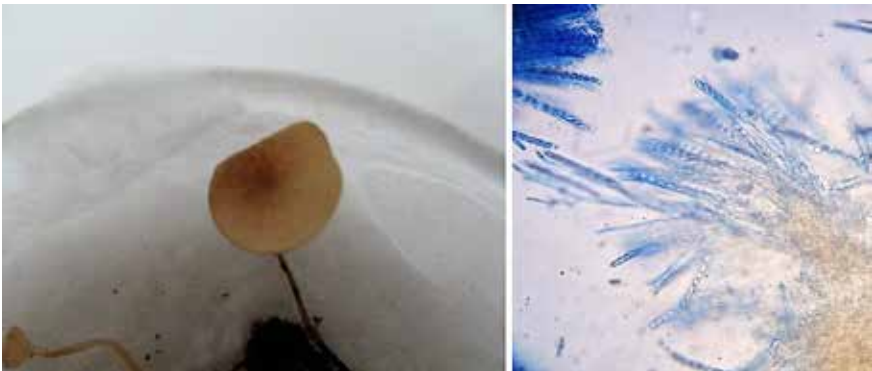


Figura 8.9. Apotecio en forma de copa , ascos y ascosporas.

8.6. Virosis

Los cultivos de lechuga pueden ser afectados por diversos virus, que cuando atacan fuerte causan severas pérdidas en rendimiento y calidad. Entre los virus más frecuentes se puede mencionar: la vena ancha de la lechuga, virus del bronceado del tomate, virus de la mancha necrótica del impatiens, entre otros. Es importante señalar que los virus pueden afectar a las plantas desde su emergencia y también transmitirse por semilla, como el virus del mosaico de la lechuga, y sus efectos detrimentales serán mayores; por lo cual, es fundamental tomar todas las medidas para asegurar que los plantines estén libres de virus al momento de la plantación, esto ayudará a comenzar un cultivo sano. A continuación, se describen los virus más comunes encontrados en lechuga.

8.6.1. Virus del bronceado del tomate y virus de la mancha necrótica del *impatiens*

Estos virus presentan síntomas similares y pertenecen al mismo género de virus que es *Tospovirus*, cuyas características son la misma forma de transmisión. Sin embargo, el Virus de la mancha necrótica del *impatiens* se ha identificado recientemente, en el año 2013, luego de que causó pérdidas severas en diferentes zonas del país. Debido a la semejanza sintomatológica que expresan ambos virus en condiciones de campo, no es posible diferenciarlos a simple vista; por lo tanto, existen técnicas para la correcta identificación de ellos, a través de pruebas moleculares en laboratorio o serológicas en campo o laboratorio.

Síntomas

Ambos virus se caracterizan por producir anillos oscuros que pueden observarse en las hojas externas y el folíolo central, pudiendo llegar a causar la muerte de las plantas (Figura 8.10.). Los síntomas son claramente visibles cuando la lechuga tiene un desarrollo de ocho hojas, lo que equivale a dos o tres semanas del cultivo en el campo. El daño es total a la planta, con pérdida comercial.

Diseminación

Ambos virus son transmitidos por trips. El trips de California (*Frankliniella occidentalis*) es el principal agente vector. El insecto adquiere el virus en plantas enfermas de lechuga o malezas portadoras al estado de larva, y lo trasmite al estado adulto.

Sobrevivencia

Ambos virus permanecen en plantas enfermas de lechuga y otros hospederos, como pepino, tomate, pimiento y maní. Las malezas conocidas como pacoyuyo (*Galinsoga parviflora*), muy frecuentes en el cultivo de lechuga, actúan como reservorio de los virus aun cuando no presentan síntomas característicos. Otras malezas hospederas de estos virus son ñilhue, quinguilla.

Control

Monitoreo permanente para establecer oportunamente las medidas de control. Uso de trampas pegajosas para monitoreo de trips desde inicio del cultivo.

Control cultural

- Partir el cultivo con plantas sanas producidas preferentemente bajo malla anti-trips (tamaño ≤ 135 mesh).
- Eliminación de plantas enfermas para disminuir fuentes de inóculo.
- Eliminar restos de cultivos de lechugas afectados tan pronto como se observen para bajar la carga de inóculo.
- Eliminar malezas en el cultivo, especialmente pacoyuyo.

Control químico

No existe control químico para los virus. El control de los insectos vectores como forma de control de virus no es siempre eficiente, ya que una baja población de insectos puede transmitir el virus. Sin embargo, estudios realizados en INIA señalan que aplicaciones de insecticidas con ingredientes activos, como Abamectina o Clorpirifos, en etapas iniciales del cultivo pueden reducir la población de trips.

8.6.2. Vena ancha de la lechuga

Esta enfermedad se asocia a la presencia de dos agentes virales: el Lettuce big-vein virus (LBVV), o virus de la vena ancha, y Mirafiori lettuce big-vein associated virus (MLBVaV), virus mirafiori. Ambos virus son transmitidos por un hongo del suelo.

Síntomas

Los síntomas de la enfermedad de la vena ancha de la lechuga se expresan con mayor intensidad durante las temporadas de otoño e invierno, donde las pérdidas promedio asociadas a la enfermedad pueden variar entre 20 a 70%. Los síntomas característicos de la enfermedad son: clorosis en las zonas adyacentes a las nervaduras, malformación de las hojas, venas más gruesas, reducción del crecimiento y lechugas del tipo escarola que no forman la cabeza (Figura 8.10).



Figura 8.10. Síntomas de necrosis y anillos necróticos.

Diseminación

- Ambos virus son transmitidos por zoosporas y esporangios del hongo de suelo *Ospidium brassicae*.
- Por suelo contaminado.
- Por agua.
- Por plantas afectadas.

Sobrevivencia

La enfermedad permanece en plantas enfermas, en el suelo asociado a restos de raíces afectadas y al hongo vector.

Control

Control cultural

- Monitoreo permanente para establecer oportunamente las medidas de control.
- Eliminar restos de cultivos de lechugas afectados tan pronto como observen, para disminuir carga de inóculo.
- Elegir plantas sanas al momento de la plantación.

Control químico

No existe control químico para los virus; sin embargo, estudios realizados por INIA han permitido disminuir las cargas de inóculo con desinfecciones a las raíces antes de la plantación.

Consideraciones Generales

Las enfermedades reportadas en este capítulo son las más frecuentes para el cultivo; sin embargo, siempre es factible que nuevos organismos puedan afectar a las plantas. Es por ello que revierte especial importancia mantener un permanente monitoreo de los cultivos, de modo de reportar nuevos problemas o sintomatologías que puedan estar causando daño en ellos. Solo especialistas podrán establecer cuál o cuáles son los agentes causales y determinar las mejores estrategias de control.



Referencias bibliográficas

- Blancard, D. (2012). *Tomato diseases. Identification, Biology and Control* (segunda edición). Londres.
- Koike S., Gladders, P. y Paulus, A. (2007). *Vegetable diseases*. Londres.
- Latorre, B. (2004). *Enfermedades de las plantas cultivadas*. Sexta edición. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Sepúlveda, P. y Rebufel, P. (2009). Detectan fase sexual del hongo *Sclerotinia sclerotiorum*: un problema adicional para el control de la enfermedad en lechuga. *Tierra Adentro*, julio- agosto, N° 53.

Sepúlveda, P., Rosales, M. y Rebufel, P. (2009). Control del hongo *Olpidium brassicae* para evitar virus: disminución de la enfermedad de vena ancha en lechuga. *Tierra Adentro* N°86. Pp. 38-39.

En línea: <http://www2.inia.cl/medios/Descargas/CRI/Platina/ResumenesCongresos/2005/2005-34-rosales.pdf>

En línea: <http://www2.inia.cl/medios/Descargas/CRI/Platina/ResumenesCongresos/2005/2005-01-rosales.pdf>

En línea: <http://www.redgreen.cl/esclerotinia-pudricion-blanca-de-la-lechuga-paulina-sepulveda-inia/>

En línea: <http://www.redagricola.com/reportajes/fitosanidad/en-la-region-de-coquimbo-nuevo-virus-transmitido-por-trips-afecta-al-cultivo->

En línea: <http://www.patologiavegetal.unlu.edu.ar/?q=node/42>

CAPÍTULO 9. PLAGAS DE LA LECHUGA

Patricia Estay P.

Ing. Agrónoma, M. Sc.
INIA La Platina

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D.
INIA La Platina

Las especies de insectos que son económicamente importantes en los cultivos de lechugas pertenecen fundamentalmente a cuatro órdenes:

- Hemiptera.
- Lepidoptera.
- Diptera.
- Thysanoptera.

Estos insectos pueden ser importantes y causar daños de diferentes formas.

Por ejemplo, de manera indirecta por su capacidad de transmitir virus y otros organismos que causan enfermedades. En este grupo se incluyen a los pulgones o áfidos (Hemiptera) y a los trips (Thysanoptera), los cuales transmiten virus.

Otros insectos causan daño directo al alimentarse de las lechugas, en este grupo están las moscas minadoras (Diptera), que minan el follaje, y los gusanos medidores (Lepidoptera), que se alimentan mordiendo el follaje, mientras que áfidos succionan los jugos de las plantas y trips que raspan el follaje para alimentarse.

En Chile, además de los mencionados, hay otros insectos que aparecen esporádicamente y causan algún tipo de daño, como son las tijeretas (Dermaptera) y babosas (Pulmonata), los cuales se alimentan del follaje.

Por último, los insectos también pueden disminuir el valor del producto debido a mala apariencia de este. Por ejemplo, la presencia de colonias de áfidos en las hojas comestibles, presencia de minahojas en las hojas exteriores y agujeros en el follaje por causa de mordeduras de insectos. Además, se debe considerar que el uso abusivo de algunos insecticidas puede causar fitotoxicidad en las plantas y ser tóxico al ser humano, o también causar daño al medio ambiente, contaminando agua y suelo, o bien eliminar enemigos naturales.

Los insectos pueden ser controlados por uso de solamente insecticidas o por uso de planes de manejo Integrado de Plagas (MIP). Estos planes de manejo incluyen:

- Uso de variedades resistentes.
- Control biológico (predadores y parasitoides).
- Control microbial (parasitismo por microorganismos).
- Control bioquímico (trampas con uso de feromonas).
- Cultivos trampa.
- Ajuste de fecha de plantación.
- Eliminación de vegetación hospedera alternativa.
- Monitoreo constante de campo.
- Rotación de cultivo.

El tratamiento con insecticidas es lejos el más comúnmente usado como medio de control, aunque el uso de otros métodos ha ido aumentando, así como el uso de insecticidas orgánicos amigables con el medio ambiente. Sin embargo, el uso sostenido de insecticidas en el control de insectos ha generado resistencia en algunas especies; esta situación puede requerir incremento de dosis y aplicaciones más frecuentes.

El uso de pesticidas puede ser disminuido a través de acciones simples, como conocer bien los ciclos biológicos de la plaga y de sus enemigos naturales, de manera de favorecerlos y no eliminarlos junto con la plaga. Conocer el historial climático de la zona donde se trabaja, de manera de saber cuándo aparecerán las plagas al tener las condiciones ideales para desarrollarse. También se debe monitorear constantemente y observar que especies están presentes en el cultivo, reconocerlas bien y determinar si son potencialmente un peligro, o simplemente están bajo el umbral de daño económico, de manera que no sea necesario aplicar pesticidas. También determinar el balance entre plaga y enemigos naturales, que la pueden tener controlada. La decisión de ocupar un programa de manejo de acuerdo con la infestación, estado de desarrollo de la plaga, condiciones de temperatura y estado fenológico del cultivo es muy importante para determinar la aplicación de productos específicos, dosis y momento.

9.1. Pulgones o áfidos

Hay en el país tres especies de pulgones que atacan a los cultivos de lechugas:

- *Myzus persicae* Sulzer (Pulgón Verde del Duraznero).
- *Nasonovia ribisnigri* Mosley (Pulgón de la Lechuga).
- *Pemphigus bursarius* (L.).

Los pulgones, en general, colonizan las hojas de la lechuga. Tienen dos estados de acuerdo con la presencia (alados) o ausencia de alas (ápteros). Transmiten virus y adquieren rápida resistencia a insecticidas por su capacidad de no solo reproducirse en forma sexual, sino también por partenogénesis. Y, además, tienen ciclos biológicos cortos, lo que les permite tener muchas generaciones durante la temporada de crecimiento de esta plaga.



Pulgón Verde del Duraznero
(*Myzus persicae*).



Pulgón de la Lechuga
(*Nasonovia ribisnigri*).

Figura 9.1. Estado áptero de los dos principales áfidos del cultivo de la lechuga.

9.1.1. Pulgón de la Lechuga

Es originario de las zonas templadas de Europa y, desde allí, se ha distribuido a todo el mundo. Este pulgón se reconoce por las bandas negras en las patas y el abdomen, mide alrededor de 2,5 mm de largo y las patas traseras son largas y delgadas (Figura 9.2.); las ninfas son de color amarillo-verdoso sin alas. El color del cuerpo de los individuos ápteros cambia con la temperatura: naranja pálido a más de 16°C y verde pálido a menos de 16°C.



Figura 9.2 a. Pulgón de la Lechuga alado.

9.2 b. Pulgón de la Lechuga áptero.

En condiciones de clima templado, esta especie se reproduce por partenogénesis, o sea sin intervención de macho en sus hospederos secundarios durante todo el año.

Los principales hospederos secundarios de este pulgón son malezas de la familia Asteraceae:

- Achicoria (*Cichorium intybus*).
- Ñilhue (*Sonchus asper*).
- Lechuguilla (*Lactuca serriola*).

Y otras hortalizas, como:

- Lechuga (*Lactuca sativa*).
- Repollo (*Brassica oleracea var. Capitata*).
- Alcachofa (*Cynara scolymus*).
- Endivia (*Chicorium endivia*).
- Petunia (*Petunia spp.*).

El pulgón de la lechuga tiene una alta capacidad de dispersión, especialmente cuando la proporción de individuos alados aumenta dentro de la colonia, lo cual se produce con temperaturas de alrededor de 20°C. A temperaturas inferiores a 16°C predominan las formas ápteras (sin alas) y a 25°C es capaz de desarrollar una generación en apenas seis días. La duración del periodo entre ninfa y adulto áptero toma 11 a 14 días con temperaturas entre 15 y 20°C, pero cuando la temperatura es entre 5 y 10°C toma alrededor de 30 a 45 días. En el caso de los individuos alados, con temperaturas entre 15 y 20°C el periodo es entre 12 y 13 días, pero entre 5 y 10°C toma 26 a 38 días.

El principal daño es la contaminación con insectos del producto comercial, especialmente cuando son destinados a la industria de pre-picado, donde la

tolerancia de insectos presentes es cero. Coloniza el ápice de la planta antes de que forme la cabeza e inicia su ataque desde las hojas más jóvenes hacia afuera. En lechugas tipo iceberg o escarola se determinó que la colonización con esta plaga se puede producir en cualquier estado fenológico del cultivo y no solo antes de la formación de la cabeza, siendo posible encontrar los pulgones en el interior de hojas envolventes y corazón de las lechugas de este tipo (Figura 9.3.). En variedades de hoja suelta se encuentran profundamente dentro de la roseta.

Otro daño importante es la transmisión de virus, como:

- Necrotic yellow virus (NYV).
- Lettuce mosaic virus (LMV).
- Cucumber mosaic virus (CMV).



Figura 9.3. Lechuga escarola y de hoja suelta contaminada con Pulgón de la Lechuga.

9.1.2. Pulgón verde del duraznero

Este es un insecto cosmopolita y muy polífago que infesta principalmente a cultivos de durazno, ciruelo, damasco, almendro, pero también a muchas hortalizas y malezas. Afecta a más de 40 familias de plantas.

Este áfido mide a estado adulto alrededor de 2 mm, presentando cuerpo verde amarillento pálido en su forma áptera, pero en su forma alada tiene cabeza y tórax negro, abdomen verde, sifones y cauda oscura. La presencia de cauda y sifones es característica de los pulgones (Figura 9.4). Los sifones son oscuros en su ápice y ensanchados a modo de cuello de botella. La longitud de las antenas es similar a la del cuerpo.

En Chile se reproducen por partenogénesis, no requieren de machos para la

reproducción. En condiciones ambientales adversas, las hembras dan origen a formas aladas, frecuente a comienzos de primavera.

Normalmente invernan en malezas y el desarrollo del pulgón depende de la temperatura. La temperatura umbral para su desarrollo es de 5°C, pero este se limita con temperatura sobre 30°C. La transición de ninfa a adulto toma 25 días con 10°C de temperatura ambiental, solo 9 días a 20°C y 7 días a 25°C. La hembra puede sobrevivir hasta 25 días produciendo aproximadamente 80 pulgones en ese periodo.

Los individuos alados requieren de temperaturas sobre 15°C y menores a 30°C para volar. Los individuos alados se ubican en las hojas superiores, partiendo la infestación desde los bordes del cultivo y de acuerdo con la orientación de los vientos dominantes, cuando la densidad poblacional del cultivo de lechuga es alta, los insectos se distribuyen en bandas, pero con menor densidad hay una mayor distribución. En cambio, los individuos ápteros se ubican en hojas jóvenes y viejas, con una distribución sobre hilera más que entre hilera. Realizan vuelos migratorios, se desplazan a grandes distancias ayudados por corrientes de aire.

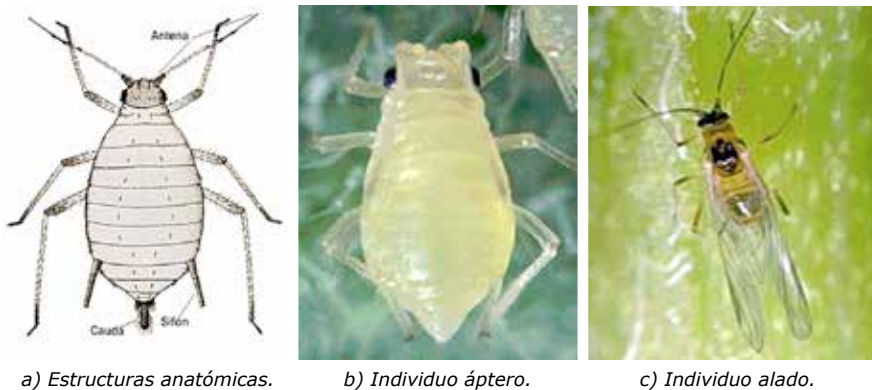


Figura 9.4. Imágenes de *M. persicae* ápteros y alados.

El daño que causa es muy similar al Pulgón de la Lechuga, por ser vector de virus que causan enfermedades, las cuales hacen perder calidad y rendimiento al producto fresco, pero además afectan a la presentación del producto.

En general, los pulgones se dispersan, en el caso de la forma áptera caminando y formando puentes entre hojas, o bien el hombre las transporta en sus ropas al tener contacto con cultivos contaminados. Pero los alados realizan vuelos cortos o dispersantes cercanos, probando plantas, donde aterrizan y pican hasta que

seleccionan al nuevo huésped. Esta es la principal forma en que pueden llegar a transmitir virus muy rápidamente. Transmiten el virus de forma no persistente, adquieren el virus en 5 segundos, lo transmiten a plantas después de 2 minutos, pero no lo transmiten a su progenie.

El pulgón posee un aparato bucal picador-chupador a través del cual llega al floema. Este es el vaso conductor que traslada la savia rica en carbohidratos, pero que también contiene las partículas virales cuando está infectada. Entonces el pulgón, al chupar esta savia contaminada, ingresa estas partículas a su cuerpo y cada vez que se alimenta en plantas sanas o enfermas entrega una cantidad de partículas a la planta atacada, infectándola de inmediato.

También los áfidos se caracterizan por extraer más carbohidratos de los que requieren, por eso eliminan mielecilla. Cuando es muy alta la infestación se asocia un hongo que produce fumagina.

9.2. Trips

La principal especie que está presente en Chile en el cultivo de la lechuga es el Trips de California (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)). Tiene como hospedero a más de 250 especies de plantas cultivadas, además de muchas especies de malezas.

La hembra de *F. occidentalis* inserta los huevos en los tejidos vegetales tiernos, justo bajo la epidermis. Allí el insecto se desarrolla pasando por dos estados ninfales, midiendo inicialmente 0,4 mm hasta desarrollarse y alcanzar un largo de 1,1 mm, presentando un color amarillento y sin presencia de alas (Figura 9.5.). Estas ninfas se ubican en el envés de las hojas y en las partes florales, se alimentan a través de un aparato bucal raspador-chupador. Cuando alcanzan su máximo desarrollo, pasan a un estado de pre-pupa y luego a pupa, generalmente sobre restos vegetales o en los primeros centímetros de suelo, donde no se alimentan. Aquí emergen los adultos, que vuelan a las flores para alimentarse del polen. Los adultos presentan alas y tienen variación en el color (Figura 9.6.), dependiendo de la época en que se desarrollan, desde un marrón claro en verano hasta un marrón oscuro en invierno; miden hasta 1,6 mm de largo la hembra y 0,9 mm el macho.



a) Ninfa de trips en estado inicial.



b) Ninfa de trips en estado avanzado.

Figura 9.5. Ninfas de *Frankliniella occidentalis*.

El tiempo de la transición de huevo a pupa es variable, dependiendo de la temperatura ambiental: con 8°C toma aproximadamente 52 días, pero al subir la temperatura a 15°C se acorta a 40 días; sin embargo, el cambio mayor se produce cuando la temperatura alcanza los 25°C y el tiempo llega a solamente 17 días. Los adultos pueden vivir más de 30 días, la hembra puede poner entre 33 y 150 huevos.

Un daño directo poco reconocido es el pardeamiento de las hojas de la lechuga tipo española y escarola, conocido también como oxidación, que ocurre en la cara interna de las hojas exteriores y en las hojas internas, donde se presentan manchas irregulares, generalmente con presencia de trips que soportan bajas temperaturas. Se inicia primero con zonas pequeñas plateadas, las cuales encierran fecas negras. Luego se compromete casi toda la hoja, adquiriendo aspecto oxidado, pero se diferencia de problemas fisiológico por el pardeamiento con virus plateados y pústulas negras en las caras internas de la hoja. Además, las ninfas y adultos se protegen entre las hojas internas de la hoja, afectando la presentación del producto.

Este trips, junto con el trips de la cebolla, transmite el Virus del Bronceado del

Tomate (TSWV) y Virus de la Mancha Necrótica del Impatiens (INSV), que ya han sido detectados en Chile. Este virus afecta a tomates, berenjenas, porotos, pepinos, sandías, alcachofas, gladiolos, etc., y a más de 200 especies, incluyendo a las lechugas, donde su síntoma se manifiesta en amarillez o clorosis con manchas necróticas y anillos que se concentran en el borde de la hoja y pueden producir la muerte y pérdidas del orden del 40% de la producción.



a) *Trips* adulto alado.

b) Población de *trips*.

Figura 9.6. *Trips* adultos.

9.3. Control de plagas

Las primeras medidas de control corresponden a las de tipo preventiva, donde las de orden cultural son muy necesarias para mantener el cultivo de lechuga sano y con el menor ataque de insectos. Dentro de estas medidas se deben considerar:

- Plantines de lechuga limpios de insectos. Entonces, si la producción de plantines es propia, se debe cuidar desde un comienzo la presencia de insectos, monitoreando y tomando las medidas correctivas necesarias.
- Almacigueras protegidas con mallas anti-áfidos.
- Uso de variedades resistentes (a virus y pulgones).
- Monitoreo con trampas pegajosas, amarillas o azules. Esta labor se debe realizar desde la almaciguera y luego en campo.
- Control de malezas portadoras de virus como tomatillo, quinguilla y ñilhue.
- Evitar uso de potreros cercanos a predios aledaños que pueden tener cultivos de tomate, lechuga, pimiento o malezas huéspedes que pueden ser hospederas de virus.

- Eliminar plantas con síntomas de virosis, con el objetivo de evitar la dispersión de la enfermedad.
- Riegos y fertilización balanceada.
- Conservación de enemigos naturales.
- Control químico de acuerdo con los pesticidas permitidos por el SAG desde el inicio del cultivo.
- Rotación de plaguicidas.

9.3.1. Monitoreo

El monitoreo es una acción que se debe llevar a cabo durante todo el cultivo de la lechuga, desde el inicio de la siembra de almácigo hasta la cosecha, observando los umbrales críticos para tomar decisiones de aplicación de pesticidas adecuados a la plaga predominante.

Es necesario instalar trampas adhesivas y de agua en almacigueras y en campo,

Cuadro 9.1. Reconocimiento de aspectos que presentan los insectos más comunes en el cultivo de lechuga capturados en trampas adhesivas y de agua.

Plaga	Foto plaga	Aspecto sobre trampa adhesiva
Trips		Adulto alargados, marrones o negruzcos.
Pulgones		Las alas de los adultos tienen dos veces la longitud del insecto, color variable.
Mosca minadora		Adultos con mancha amarilla dorsal o completamente negros.
Langostino		Adultos verdes o marrones, alas extendidas a menudo, antenas no visibles.
Mosca blanca		Adulto blanco amarillento, decolorándose a pardo después de varios días sobre la trampa.

observar diariamente las capturas y reconocer los insectos atrapados, una guía para reconocerlos se presenta en el Cuadro 9.1.

Las trampas adhesivas de cartón amarillas para monitoreo de adultos, consisten en una cartulina de 10 x 32 cm cubierta con pegamento, la que se ubica a 1m desde la superficie del suelo. Se evalúan diariamente determinando el número de pulgones alados, trips, moscas minadoras (Figura 9.7.). Semanalmente, se evalúa la presencia de pulgones, trips y otras especies de artrópodos, se marcan 6 plantas con cuatro repeticiones, determinándose el porcentaje de plantas infestadas con las plagas y también las que presentan insectos benéficos. Muy similar es la trampa de agua, que consiste en un receptáculo con una lámina de agua que debe ser observado diariamente.



Figura 9.7. Trampas adhesivas, de agua y plan de monitoreo.

El umbral para determinar si aplicar pesticida o no es de 40 áfidos caídos por trampa o bien 5% de las plantas infestadas con insectos dañinos. En el caso de mosca minadora, 100 adultos por trampa por día es un índice de aplicación de algún producto químico.

Es muy importante monitorear las poblaciones de enemigos naturales y observar la presencia de otros organismos que atacan a los insectos dañinos como pulgones, trips y larvas de lepidópteros. Se deben realizar recuentos directos en plantas y muestreos en los bordes del cultivo, donde es más frecuente la infestación.

En la Figura 9.8 se muestran los diferentes estados de uno de los principales depredadores de los pulgones, las chinitas. Estos insectos pertenecen al orden Coleóptera, siendo muy comunes en todos los predios y jardines; pero deben ser cuidadas, evitando aplicar pesticidas de amplio espectro cuando están presentes, y en balance bajo, de manera de incentivar su presencia.



Figura 9.8. Diferentes estados de desarrollo de Coccinélidos, enemigos naturales de pulgones.

Otro depredador importante son las crisopas, que son larvas de insectos del orden Neuróptera. Estos tienen un papel beneficioso en el ecosistema, devorando diferentes plagas de pulgones, trips, larvas de mariposas, etc., incluso numerosos huevos de insectos. En los estados adultos pueden ser depredadores o no, si estos no son depredadores se alimentan de polen y néctar. Es una especie muy utilizada en el control biológico de plagas en los que también encontramos de forma espontánea en numerosos ecosistemas, siendo una especie cosmopolita. Sus hábitats son en zonas arbóreas, prados, explotaciones frutales, incluso jardines, etc. Por tanto, se pueden encontrar de forma natural en el potrero y sus alrededores, donde establecen un equilibrio entre insectos beneficiosos e insectos perjudiciales. En la Figura 9.9. se muestran sus estados de desarrollo para reconocerlas en campo.

Otro depredador importante son los sírfidos, estos dípteros depredadores actúan en estado larvario atacando a todo tipo de pulgones. Los adultos de los sírfidos son muy similares a las abejas, se alimentan de sustancias azucaradas que extraen de las flores. Este comportamiento les habilita como insectos polinizadores, cumpliendo así una doble función.



Figura 9.9. Estados de desarrollo de crisopas, enemigos naturales de insectos dañinos del cultivo de la lechuga.

Un tipo de control biológico menos conocido pero que se está desarrollando muy fuertemente, es el uso de parasitoides, que son insectos benéficos cuyas larvas se alimentan y desarrollan en el interior (endoparásitos) o en la superficie (ectoparásitos) del cuerpo de otros artrópodos. Las características distintivas de los parasitoides son:

- Al final de su ciclo larval el huésped muere (característica que lo diferencia del parasitismo).
- Cada parasitoide utiliza solo un huésped durante su ciclo de vida (característica que lo diferencia de la depredación).
- El parasitoide adulto es un insecto de vida libre que puede ser tanto herbívoro como depredador.

La mayor parte de los parasitoides descritos son pequeñas avispas (Hymenoptera), aunque también existen moscas parasitoides (Diptera).

Los parasitoides son por lo general mucho más específicos que los depredadores y, a diferencia de los parásitos, pueden dispersarse activamente en busca de sus presas. Por estas razones tienen una gran importancia como agentes de control biológico de insectos plaga.

Un ejemplo de microavispa parasitoide es *Aphidius colemani*. Se trata de un insecto del Orden Hymenoptera, endoparásito de la familia Aphidiidae, que desarrolla su ciclo larvario en el interior del cuerpo de su huésped, del cual se desarrolla un solo individuo. El desarrollo de *Aphidius colemani* dependerá fundamentalmente de la temperatura, siendo de unos 13 días a 21°C y de 11 días a 27°C, algo más lento que la duración del ciclo del pulgón. Esto se compensa con una alta frecuencia de ovoposición y fecundidad total, ya que una hembra puede producir unos 300 huevos. Las temperaturas óptimas para *A. colemani* están comprendidas entre los 16 y los 22°C, aunque mantiene un control efectivo con temperaturas comprendidas entre los 20–30°C. Por encima de los 28–30°C su actividad comienza a disminuir, por debajo de los 10°C su ciclo se prolonga y se produce un descenso de su actividad.

La avispa parásita, dotada de una elevadísima capacidad de búsqueda para localizar a sus presas, encuentra pequeños focos de pulgones e incluso pulgones individuales a larga distancia en el cultivo, gracias a determinadas “sustancias de alarma” que secretan las plantas infestadas (Figura 9.10). A poca distancia *A. colemani* detecta la melaza secretada por los áfidos, facultad que le permite localizar la situación de las colonias en la planta. La melaza sirve además como alimento al adulto del parásito.



Figura 9.10. Avispa parasitoide en estado adulto, huevo dentro de pulgón y pulgones momias depredados por la avispa parasitoide.

9.3.2. Tratamiento químico

El control químico, cuando sea necesario, se debe aplicar desde la etapa de almácigo. La principal forma de combatir pérdidas por virosis es previniendo la infestación con vectores durante los primeros 45 días del cultivo. Se puede aplicar a través del riego antes del trasplante, utilizando insecticidas con acción sistémica, para prevenir el ataque de pulgones. Para revisar productos registrados contra pulgones en lechuga, puedes visitar la web del SAG www.sag.cl.

Para utilizar cualquier insecticida se debe corroborar que es posible usarlo en cultivos de lechuga y contra la plaga a que se refiere. Todos los productos registrados están publicados en www.sag.cl. En las aplicaciones directas al cultivo, se debe considerar el periodo de carencia del producto, de manera que cuando sea cosechado y comercializado ya no tenga efecto el pesticida aplicado. También, según el balance de enemigos naturales, se deben utilizar productos que no dañen la fauna y que no dañen a abejas ni a otros insectos. Siempre es muy importante hacer una rotación de grupos químicos, de manera de evitar la resistencia a los productos.

La época de cultivo es un indicador muy importante para la presencia de algunas plagas, así es como en primavera (septiembre–octubre), hay un incremento de pulgones, pero cuando las temperaturas se elevan por sobre los 30°C disminuye su actividad. Por el contrario, los trips empiezan a tener más actividad en los meses de noviembre y diciembre, disminuyendo en enero por mayores alzas de temperatura. Sin embargo, los pulgones vuelven a tener gran actividad en marzo, cuando la temperatura ambiental baja.

Las larvas minadoras deben ser monitoreadas en trampas amarillas, siendo el umbral de aplicación 100 adultos por trampa al día. Las aplicaciones se deben realizar solamente si las poblaciones de este insecto implican un probable daño económico, con una aplicación de insecticidas efectivos y selectivos, siempre haciendo rotación de grupos químicos para evitar la resistencia de la plaga.

Las babosas eventualmente pueden convertirse en una plaga dañina, consumen la mitad de su peso corporal en 24 horas, pero necesitan un ambiente húmedo para sobrevivir, reproducirse y desplazarse. Ponen huevos en grupos de 15- 50 en el suelo o bajo restos vegetales, alcanzando generalmente dos generaciones al año. El control se hace con cebos que se distribuyen alrededor de las plantas (revisar registro en SAG, www.sag.cl).

Referencias bibliográficas

Domínguez, C. (2006). Determinación del ciclo biológico del pulgón de la lechuga *Nasonovia ribisnigrii* Mosley sobre *Lactuca sativa* variedad Valley Green a diferentes temperaturas. Tesis de Grado Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales: Universidad de las Américas.

Estay, P. (2016). Taller de identificación de plagas en lechuga.

Estay, P. y Vitta, N. (1998). Caracterización de los estados y ciclo de vida de *Frankliniella occidentalis* sobre plantas de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Costina. Sociedad Agronómica de Chile. XLIX Congreso Agronómico de Chile (Resumen).

http://www2.inia.cl/medios/subsitios/nodohortofruticola/Tallerdepostocsechayentomologia/Plagas_hortalizasyberries-PatriciaEstay.pdf

Larraín, P., Graña, F. y Vásquez, C. (2008). El pulgón de la lechuga, plaga clave en la IV Región. INIA. *Tierra Adentro*. Mayo-junio. Pp. 40-42.

*Agradecimientos por el aporte de fotos al Laboratorio de Entomología del CRI La Platina.

CAPÍTULO 10.

CONTROL DE MALEZAS

Gabriel Saavedra Del R.
Ing. Agrónomo, Ph. D.
INIA La Platina

10.1. Introducción

Las malezas en el cultivo de lechuga, así como en cualquier otro cultivo, son causantes de grandes pérdidas en rendimiento y calidad del producto. Las malezas reducen el rendimiento de todos los cultivos al competir por:

- Absorción de luz.
- Humedad.
- Minerales del suelo.
- Espacio.

Sin embargo, no solo causan daños por competencia, sino también directos por alelopatía y las dificultades de desplazamiento de equipos y personas en el potrero. Además, causan daños indirectos, ya que muchas son hospederas y propician la presencia de plagas y enfermedades.

La aplicación de un sistema de producción integrada es recomendable para su manejo, pues las malezas deben ser controladas con el mínimo posible de productos químicos. Por lo tanto, se debe considerar una estrategia de manejo que incluya el fomento de competitividad del cultivo de lechuga con las malezas presentes, la prevención del ingreso y proliferación de malezas en el predio o potrero, aplicación de tratamientos no químicos al suelo, control mecánico-manual y, por último, control químico.

Sin embargo, antes de analizar la aplicación de cualquier método de control de malezas, es muy importante conocer la vegetación presente en el potrero, reconocer cuáles plantas son potencialmente dañinas para el cultivo de la lechuga y entonces tomar determinaciones sobre el o los métodos de control que se aplicarán.

El cultivo de lechuga necesita estar libre de competencia con malezas durante los primeros 20 días después de trasplante, es lo que se denomina "periodo crítico de competencia". Durante este periodo inicial es cuando se debe fomentar la capacidad del cultivo para competir con las malezas, utilizando los medios

culturales disponibles que fortalezcan a las plantas y debiliten a las malezas. Un rápido crecimiento inicial permite una mayor capacidad de competir al cultivo contra las malezas presentes y lograr un mejor cubrimiento de suelo en el menor tiempo.

En general, se pueden distinguir tres formas de control de malezas en cualquier cultivo:

- Cultural.
- Mecánico.
- Químico.

10.2. Control cultural

Estas son las primeras medidas que se toman para hacer control de malezas, que incluyen una serie de tareas y labores, como:

- Rotación de cultivos. Alternar diferentes especies con formas de crecimiento y de manejos diversos, permite disminuir las poblaciones de algunas especies de malezas. Por ejemplo, alternando lechuga con gramíneas, como maíz dulce o choclero; o con hortalizas de fruto, como tomate, pimiento o berenjenas; o también con hortalizas de raíz, como zanahorias y betarragas.
- El escape por siembra temprana o tardía permite evitar la explosión máxima de algunas especies de malezas, o bien las lechugas están grandes y vigorosas, por lo tanto, pueden competir con estas especies.
- La variedad que se elegirá. El uso de variedades vigorosas de crecimiento rápido es recomendable, pues tienen una buena cobertura de suelo para impedir el paso de luz solar a las malezas que están creciendo sobre la hilera, que son las más difíciles de controlar.
- Plantines de calidad. Se deben usar plantines vigorosos, de tamaño apropiado, de 5 a 7cm de altura, y con 4 a 5 hojas verdaderas, capaces de establecerse rápido en el sitio definitivo y competir con las malezas que se puedan presentar.
- Densidad poblacional. Evitar espacios libres sobre hilera, dejando el cultivo bien cerrado, a distancias que pueda crecer bien y producir lechugas de tamaño comercial.

- Riego y fertilización balanceada. Los excesos fomentan la aparición de especies con mejor capacidad de adaptación a alta/baja humedad y mayor eficiencia en absorción de nutrientes, como las malezas, sobrevivientes de la naturaleza. Riego presurizado por cinta o goteo permite un buen control, evitando el ingreso de nuevas semillas de malezas al potrero. A diferencia del riego por surco, que trae semillas en el agua de otros lados y las disemina donde se ha estado limpiando.
- Solarización de suelos. Cada 2 años se debería solarizar el suelo, dándole un tratamiento térmico que elimine malezas de semillas, hongos patógenos, insectos y nemátodos. Es un tratamiento del suelo mediante el calentamiento producido por el sol, con la ayuda de una película de polietileno y alta humedad del suelo, que ejerce un efecto invernadero.
- Uso de acolchado. En la actualidad esta es una técnica muy utilizada por la mayoría de los productores de lechuga. Su éxito radica en la elección de la cobertura plástica, ya que materiales muy delgados y transparentes no ejercen un gran control de malezas, son más bien útiles para solarización. Esta técnica disminuye el uso de herbicidas y además favorece el crecimiento de las lechugas. Al tener mejor temperatura en el suelo, las raíces crecen y exploran más, por tanto, mejora la eficiencia de los fertilizantes y el agua de riego, pero además permite obtener un producto limpio, sin contaminantes físicos, como suelo.

10.3. Control mecánico

El control mecánico se basa en la calidad de las labores de preparación de suelo primario y secundario. Realizar estas labores con tiempo permite hacer un control bastante eficiente de malezas de semillas y disminuir las poblaciones de malezas perennes, como maicillo y chéptica.

En potreros con grandes poblaciones de malezas perennes, que se reproducen por estolones, como maicillo, chéptica y falso té, no es conveniente el uso de implementos cortantes como rastras de discos; sino que es recomendable el uso de rastras de clavos, que arrastren fuera del potrero sin cortar los estolones. También el barbecho químico es una alternativa, con aplicaciones de glifosato semanas después de las labores primarias, de manera de eliminar todas las plantas que vengan de semillas que han subido a la superficie por volteo de suelo y las perennes que empiecen a germinar. El glifosato, al ser un herbicida sistémico, elimina gran parte de estas plantas perennes.

En cultivos a suelo descubierto se puede cultivar mecánicamente entre las

hileras, permitiendo un buen control y facilidad del riego. En caso de riego por surco, además se debe airear el suelo y aporcar las plantas de lechuga.

10.4. Control químico

En este tipo de control, hay tres épocas de aplicación de herbicidas:

- **Pre-siembra incorporado**, se aplica un herbicida con efecto residual al suelo y se incorpora con la última labor de suelo. Este herbicida se activa con la humedad del suelo y evita la germinación de semillas de malezas.
- **Pre-emergencia**. Se aplica una lámina de herbicida sobre el suelo, comúnmente llamado "sellado de suelo", a través de la cual pasa la plántula de maleza germinada, entrando en contacto con esta lámina, absorbiendo el herbicida y muriendo.
- **Post-emergencia**. Se aplica una vez que el cultivo está establecido en sus primeros estados de desarrollo. Dependiendo de la selectividad del producto que se aplicará, se puede usar entre hileras con campana de protección o boquilla antideriva para evitar contacto con las lechugas, o bien a todo el potrero, si es selectivo.

Es recomendable el uso de las dosis mínimas recomendadas en la etiqueta del fabricante, para lo cual es fundamental que la aplicación se efectúe en el momento de máxima sensibilidad de las malezas (activo crecimiento), con buenas condiciones de humedad de suelo, uso de boquillas adecuadas y equipo pulverizador en buen estado y regulado. Priorizar aplicaciones entre hileras, complementando con control manual sobre hileras, después de trasplante. Ante la imposibilidad física de realizar control manual sobre las hileras del cultivo, se deben preferir los herbicidas selectivos autorizados para la lechuga, mojar lo menos posible el cultivo, procurando su aplicación a la base de las plantas y utilizar campana protectora.

Tomar precauciones para evitar la dispersión de gotas finas; como por ejemplo, no aplicar con viento ambiental mayor a 6,5 km/h, usar pantalla protectora, boquilla anti-deriva, pulverizar a una altura máxima no superior a 40 cm, usar boquillas de abanico plano (si se aplica con pulverizadores con barra suspendidos en tractor) o boquillas deflectoras tipo espejo (si se aplica con pulverizadores hidráulicos de mochila, "Bombas de espalda"), considerar los herbicidas de menor volatilidad y mantener los equipos de aplicación y boquillas funcionando óptimamente. Es necesario considerar todas las normativas de BPA respecto del

manejo, uso y aplicación de plaguicidas definidas en los protocolos vigentes (por ejemplo: GlobalGAP versión 3.0), ya que muchos poderes compradores, como supermercados, lo requieren al momento de la compra.

El caso del cultivo de lechuga no tiene muchos herbicidas para utilizar, solamente hay uno selectivo, que es Propizamida, en el Cuadro 10.1. se presentan los herbicidas más usados y el momento de aplicación.

Cuadro 10.1. Herbicidas autorizados para ser usados en el cultivo de lechuga.

Acción	Ingrediente Activo	Producto Comercial	Tipo	Malezas y dosis
PSI	Propizamida	Kerb 50W	Selectivo residual para gramíneas y hoja ancha.	En riego por surco, incorporar antes de trasplante 2-3 kg/ha.
Preem				Después de trasplante aplicar 2-3 kg/ha en el riego por aspersión.
Postem				Aplicar en cultivo con 5 a 7 hojas, 2-3 kg/ha.
PSI	s-metalocloro	Dual Gold	Selectivo para gramíneas, algunas hoja ancha anuales y chufa.	Incorporar 1,0 a 1,3 L/ha con el último rastraje o labor de suelo.
Postem	Quizalofop-p-etil	Assure	Sistémico selectivo para gramíneas anuales y perennes.	Al follaje en dosis de 0,5 a 0,6 L/ha, a toda la superficie o en desmanche.
		Flecha		Al follaje en dosis de 2 a 3 L/ha, a toda la superficie o en desmanche.
Postem	Propaquizafop	Agil	Selectivo para gramíneas anuales y perennes.	Al follaje en dosis de 0,5 a 1,0 L/ha, a toda la superficie o en desmanche.
Postem	Fluazifop-butil	Hache Uno 2000	Sistémico selectivo para gramíneas anuales y perennes.	Desmanche 0,5 a 1 L/ha. Aplicación a todo el suelo de 2,0 a 2,5 L/ha, en 150 a 400 L de agua/ha, con malezas de 3 a 6 hojas.

PSI: Pre-siembra incorporado.
Preem: Pre-emergencia.
Postem: Post-emergencia.

Siempre, antes de la aplicación de cualquier producto fitosanitario, se debe considerar la dosificación correcta, respetando los rangos entregados por el fabricante. Dosis menores no tendrán un buen control de malezas y las excesivas provocarán daños o muerte del cultivo por fitotoxicidad y un mayor impacto ambiental. Para asegurar la proporción correcta se debe regular el equipo de aplicación antes de usarlo.

La regulación no solo consiste en determinar el volumen de agua que aplica el equipo en condiciones normales de trabajo sobre un área conocida (1 ha); sino también determinar la calidad de la aplicación a través del cubrimiento (tamaño y número de gotas depositadas en la superficie del objetivo). Todo esto para establecer una relación entre dicho volumen y la cantidad de producto recomendado para la misma superficie. De este modo se llega a dosificar el producto por volumen de agua para cada caso particular, dependiendo de lo aplicado; por ejemplo, gramos de producto para un estanque de 400 L.

Referencia bibliográfica

Rojas, L., Larraín, P., Riveros, F., Sierra, C., Chiang, L., Martínez, L. y Alcaíno, E. (2010). Producción integrada de hortalizas en la Región de Coquimbo. *Boletín INIA N°211*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile.

CAPÍTULO 11. COSECHA

Gabriel Saavedra Del R.

Ing. Agrónomo, Ph. D.
INIA La Platina

Antes de iniciar la cosecha se deben establecer los parámetros que indican si la lechuga está apta para ser cortada y comercializada. Los índices de madurez en este cultivo varían de acuerdo con el tipo de lechuga de que se trate. Pero, en general, se relacionan con el peso y la compactación del producto o grado de arpeollamiento.

Las lechugas tipo escarola aptas para la cosecha tienen que presentar una cabeza compacta, donde se requiere una fuerza manual moderada para ser comprimida. Una cabeza muy suelta está inmadura; por el contrario, una muy firme o extremadamente dura se considera sobremadura (Figura 11.1.). Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobremaduras

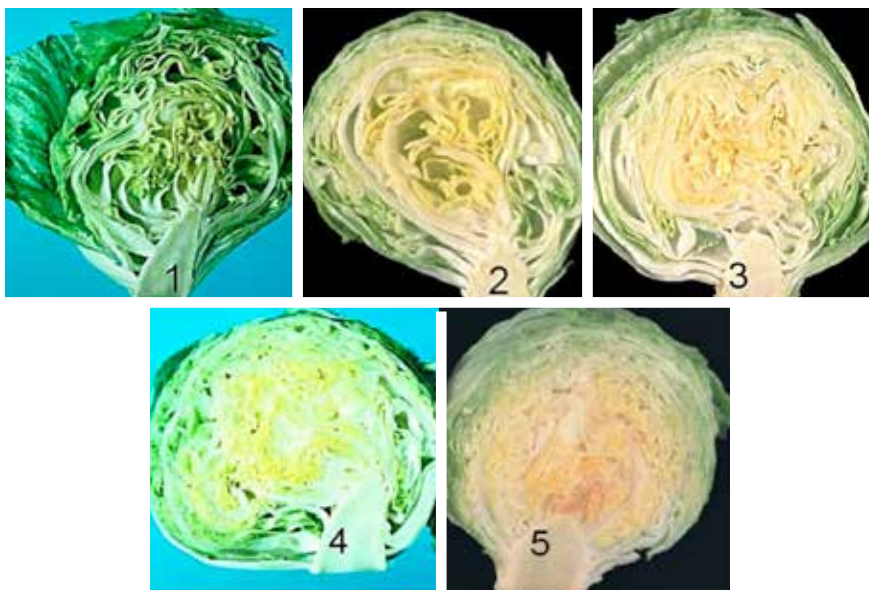


Figura 11.1. Estados de madurez de la lechuga Escarola. Superior, izquierda y derecha: estado inmaduro. Centro, izquierda y derecha: madurez de cosecha. Inferior: sobremadurez.

y también tienen menos problemas en postcosecha. Una lechuga escarola comercial, después de retirar las hojas exteriores, debe tener un color verde brillante, con hojas crujientes y turgentes.

La lechuga costina es de tipo alargado, entonces la madurez se basa en el número de hojas y en el desarrollo de la cabeza. Una cabeza muy suelta, floja o fácilmente compresible está inmadura; por el contrario, una cabeza muy firme o dura es considerada demasiado madura. Las cabezas que están inmaduras poseen menos de 30 hojas antes del descarte de las externas y las maduras tienen cerca de 35 hojas, ambas tienen mejor sabor que las cabezas demasiado maduras o sobre maduras (menos amargura, más dulzor) y también tienen menos problemas de postcosecha. Cuando se descarta un número extra de hojas externas, y quedan solo hojas de color verde claro, obtenemos lo que se llama corazón o cogollo de lechuga costina.



Figura 11.2. Lechuga costina y cogollos de lechuga.

En las lechugas de tipo marina y milanesa el índice de madurez es la compactación de la cabeza y la cantidad de hojas que forman el centro de la lechuga. Las cabezas cosechadas muy pequeñas tienden a tener un sabor más herbáceo, mientras que las muy abiertas tienden a presentar marchitez temprana y mucho deterioro antes de la comercialización.

La lechuga es muy susceptible a la pérdida de agua, debido a que es un órgano vegetativo que está en activo crecimiento; por lo tanto, respira, evapo-transpira y realiza fotosíntesis. Además, tiene una gran superficie de exposición al medio ambiente, entonces es recomendable cosechar en las primeras horas del día y protegerlas bajo sombra inmediatamente, de manera de evitar pérdidas de agua, que se reflejan posteriormente en lechugas con poca firmeza y turgencia, además de un deterioro en la apariencia (Figura 11.3).



Figura 11.3. Plantel de lechuga listo para cosechar (izquierda) y cosecha de lechuga (derecha).

La lechuga es un producto delicado que se debe manipular, después de cortar, con mucho cuidado para no dañar en exceso las hojas ni deteriorar su presentación comercial.

En el Cuadro 11.1. se presentan los límites de peso para los diferentes tipos de mercado de lechuga. Muchas lechugas con peso y tamaño grande tienen destino a supermercado, pero también hay una demanda por este tipo de lechugas desde tiendas y ferias libres. En la actualidad, la presentación de las lechugas ha tomado mucha importancia para el consumidor. Los envases de plástico u otros tipos de envases que permiten intercambio gaseoso se están usando en Chile y en el mundo, pero también hay presentaciones sin envase con alta calidad de producto (Figura 11.4.), donde además se mantiene el producto fresco con aplicaciones de humedad.



Figura 11.4. Envasado de lechuga.

Tipo de Lechuga	Peso en kg	Destino o mercado
Escarolas	0,7 – 0,8	Supermercados.
	<0,5	2 lechugas por bandeja a supermercados.
	0,4 a 0,6	Tiendas y ferias.
Marinas, Milanesas y Españolas	0,35 – 0,40	Supermercados.
	<0,35	Tiendas y ferias.
Costinas	1,0 – 1,2	Supermercados.
	<0,8	2 lechugas por bolsa en supermercados.
	<0,7	Tiendas y ferias.

Referencia bibliográfica

Cantwell, M. y Suslow, T. (2002). *Lettuce, Crisphead: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality*. En línea: http://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=19&ds=799 (Accessed January 18, 2014).



Boletín INIA / N° 09
www.inia.cl

