



INIA

Manual de producción de cebolla

Editores: Carlos Blanco M. – José Lagos O.

Instituto de Desarrollo Agropecuario – Instituto de Investigaciones Agropecuarias

BOLETÍN INIA / N° 15



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

Editores:

Carlos Blanco M.
Ing. Agrónomo Mg. Sc. / INIA La Platina

José Lagos O.
Ing. Agrónomo / INIA La Platina

Autor:

Carlos Blanco M.
Ing. Agrónomo Mg. Sc. / INIA La Platina

Boletín INIA N° 15

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 cebolla.

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 cebolla

Editores:

Carlos Blanco M.

Ing. Agrónomo Mg. Sc.
INIA La Platina

José Lagos O.

Ing. Agrónomo
INIA La Platina

Boletín INIA / N° 15

INIA - INDAP, Santiago 2017

ISSN 0717 - 4829



ÍNDICE

PRÓLOGO	9
---------------	---

CAPÍTULO 1.

MANEJO DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE CEBOLLAS..... 11

1.1. Objetivos de la labranza de suelos	12
1.2. Efecto de la labranza en las propiedades físicas del suelo	14
1.3. Labranza y contenido de humedad en los suelos.....	18
1.4. Establecimiento del cultivo	22
1.5. Preparación de suelo para el cultivo de cebolla	25

CAPÍTULO 2.

PREPARACIÓN DE ALMÁCIGOS DE CEBOLLA..... 27

2.1. Ubicación de las almacigueras	27
2.2. Requerimiento del suelo para la almaciguera	27
2.3. Preparación del suelo.....	28
2.4. Fertilización	29
2.5. Riego	30
2.6. Control de malezas.....	30
2.7. Sistemas de siembra de los almácigos	31
2.8. Distribución de la semilla	31
2.9. Dosis de siembra.....	33
2.10. Arranca y preparación de plantas	34
2.11. La calidad y el calibre (grosor) de los almácigos	35

CAPÍTULO 3.

FERTILIZACIÓN EN CEBOLLA 39

3.1. Fertilización basal	39
3.2. Nitrógeno	40
3.3. Extracción de N por los cultivos	40
3.4. Aporte de nitrógeno al suelo	41
3.5. Aporte de nitrógeno de la fertilización y las enmiendas orgánicas.....	42
3.6. Eficiencia de aplicación de fertilizantes.....	44
3.7. Algunas consideraciones para el nitrógeno	46
3.8. Fósforo	46

3.9. Algunas consideraciones para el fósforo.....	48
3.10. Potasio.....	49
3.11. Algunas consideraciones para el potasio.....	50
3.12. Otras consideraciones generales.....	50

CAPÍTULO 4.

PLAGAS DE LA CEBOLLA.....	51
4.1. Mosca de la cebolla (<i>Delia antiqua</i>).....	52
4.2. Mosca de la semilla (<i>Delia platura</i>).....	53
4.3. Mosca de los bulbos de la cebolla (<i>Eumerus strigatus</i>).....	54
4.4. Manejo general de las tres especie de moscas.....	55
4.5. Trips de California (<i>Franfliniella occidentalis</i>) y trips de la cebolla (<i>Thrips tabaci</i>).....	56
4.6. Acaro de los bulbos (<i>Rhizoglyphus echinopus</i>).....	59

CAPÍTULO 5.

ENFERMEDADES DE LA CEBOLLA.....	61
5.1. Manejo de enfermedades en cebolla.....	61
5.2. Fusariosis.....	63
5.3. Mildiu.....	65
5.4. Pudrición del cuello o moho gris.....	66
5.5. Roya.....	67

CAPÍTULO 6.

RIEGO EN CULTIVO DE CEBOLLA.....	69
6.1. Disponibilidad de agua.....	69
6.2. Demanda de agua en el cultivo de la cebolla.....	73
6.3. Tecnificación del riego en el cultivo de la cebolla.....	77
6.4. Monitoreo y control del riego.....	78
6.5. Períodos fenológicos críticos de riego.....	81
6.6. Lista de chequeo.....	81

CAPÍTULO 7.

COSECHA DE LA CEBOLLA.....	83
7.1. Consideraciones fisiológicas de los bulbos en almacenamiento.....	83
7.2. Índice de madurez para los distintos tipos de cebollas.....	84
7.3. Labores de pre-cosecha.....	85
7.4. Labor de cosecha.....	86
7.5. Curado.....	86
7.6. Faenado.....	88
7.7. Acondicionamiento y empaque.....	88

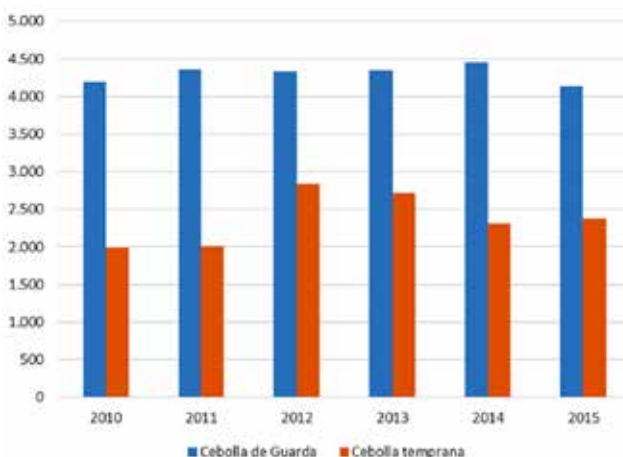
CAPÍTULO 8.
REGULACIÓN DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE BARRA
UTILIZADOS EN HORTALIZAS Y CULTIVOS BAJOS 90

8.1. Introducción.....90
8.2. Mejoramiento de la eficacia del uso de plaguicidas.....91
8.3. Regulación de pulverizadores hidráulicos de barra92

Bibliografía consultada100

PRÓLOGO

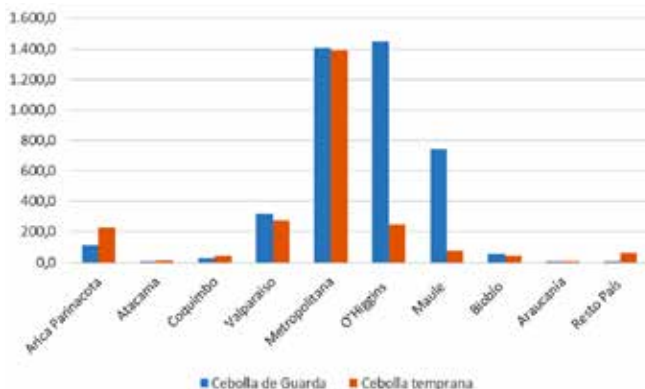
El cultivo de la cebolla ha sido tradicionalmente uno de los más importantes del rubro hortícola en el país. La importancia económica se explica por el hecho que de las 6.509 ha dedicadas a este cultivo durante el año 2015, alrededor de 4.134 ha correspondieron al tipo Valenciana o de guarda, que abastece el mercado nacional durante 7 a 8 meses del año. Si a esto se suma el complemento de otros tipos de cebollas -tempraneras y media estación-, cuya producción representa una superficie de 2.375 ha, la oferta del producto es prácticamente durante todo el año; de lo cual, casi el 81% es producido en las regiones Metropolitana, de O'Higgins y del Maule.



Superficie de cebollas (hectáreas) cultivadas a nivel país durante el último quinquenio.

Fuente: ODEPA.

La importancia económica también radica en que por varias décadas parte de la producción de cebollas se ha exportado a diferentes países del mundo, lo que significa importantes divisas para el país.



Superficie cultivada de cebollas por regiones para el año 2015. Fuente: ODEPA.

La importancia social de la cebolla, radica en que un porcentaje importante de los productores (60%) son pequeños y medianos. Además, constituye una importante fuente laboral, ya que es un cultivo que en su mayoría aún se realiza por almácigo y trasplante, lo que significa una fuente directa de trabajo (120 JH/ha) en su cultivo; como también de forma indirecta, producto del acondicionamiento, transporte y comercialización.

La importancia como alimento funcional y nutracéutico, se debe a que la cebolla contiene compuestos azufrados (sulfuro de alilo, entre otros) y, especialmente, quercetina y selenio, los cuales tienen una actividad antiplaquetaria y de regulación de la presión sanguínea. Esto es importante en el país, debido al alto consumo de cebolla, 20 kg per cápita año aproximadamente.

Dada la importancia que adquiere este cultivo en varios ámbitos, es necesario aportar en términos técnicos al sistema de producción que realizan los agricultores de la Agricultura Familiar Campesina de nuestro país. En ese contexto el Instituto de Investigaciones Agropecuaria (INIA), junto al Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), ambas instituciones pertenecientes al Ministerio de Agricultura de Chile, han desarrollado este Manual de Cultivo de Cebolla sobre la base de recopilación bibliográfica del cultivo y aportes de especialistas en cada disciplina, consideradas fundamentales para lograr un buen cultivo en términos de rendimiento y calidad.

CAPÍTULO 1.

MANEJO DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE CEBOLLAS

Jorge Carrasco J.

Ing. Agrónomo, Dr.
INIA Rayentué

Carlos Blanco M.

Ing. Agrónomo, Mg. Sc.
INIA La Platina

Gran parte de los suelos de Chile dedicados al cultivo de cebolla es de clase II y III; es decir, suelos parcialmente sin limitaciones para el desarrollo de la especie. Sin embargo, estudios realizados por el INIA entre las regiones de Valparaíso y Del Maule, han mostrado problemas derivados fundamentalmente de la preparación de suelo. Entre ellos destacan la compactación y erosión por arrastre de sedimentos del riego gravitacional y lluvias.

La cebolla se cultiva en una amplia gama de suelos, desde arenosos hasta orgánicos. Sin embargo, el ideal es un suelo de consistencia media, fácil de trabajar y que no presente resistencia a la expansión del bulbo, buen drenaje, ausencia de piedras, buena humedad, bajo nivel de semillas de malezas, un pH entre 5,7 a 6,8, mullido, libre de problemas de compactación subsuperficial o *pie de arado* y un buen nivel de fertilidad.

La preparación de suelos es una labor indispensable para la obtención de adecuados rendimientos. Sin embargo, se deben considerar varias alternativas de manejo del suelo, además de los equipos de aradura o rastraje que se usarán, que deben ser analizados previamente porque cada uno presenta ventajas y limitaciones.

De acuerdo con lo anterior, es necesario conocer los problemas derivados de la preparación de suelo y los equipos involucrados, que permita hacer más eficiente las labores sin afectar la conservación del suelo, porque el uso inadecuado de un equipo agrícola puede causar daño al mismo, no consiguiendo condiciones favorables para el desarrollo del cultivo.

El sistema de preparación de suelo depende de: maquinaria disponible, calidad y eficiencia del operador del tractor y equipos, tipo de suelo, humedad, tipo de

malezas presentes, tiempo disponible y, principalmente, las exigencias del cultivo, entre otras razones.

1.1. Objetivos de la labranza de suelos

Soltar el perfil del suelo: se trata de remover el suelo para mejorar sus condiciones físicas, para alcanzar una mejor circulación de aire y agua y, a la vez, facilitar el desarrollo radicular y crecimiento de las plantas. En algunos casos esta remoción de suelos se debe iniciar con arados tipo cincel, o subsolador “escarificador” de 5 puntas, para romper posibles problemas de compactación subsuperficial, como *pie de arado*.

Mullimiento del perfil superior del suelo: los diferentes cultivos requieren un adecuado mullimiento y profundidad de la cama de siembra, considerando establecimiento tradicional bajo almácigo-transplante o siembra directa, cuya exigencia depende directamente del tamaño de la semilla. En el caso particular de la cebolla, el tamaño de la semilla condiciona un mullimiento tal que deba permitir un estrecho contacto entre semilla y suelo.

Eliminación de malezas: el control de malezas, presentes en la mayoría de los suelos agrícolas, es generalmente uno de los objetivos fundamentales en la labranza del suelo, debido a la competencia que mantienen con el cultivo por elementos tales como agua, nutrientes y espacio. Se debe tener especial cuidado con las malezas de reproducción vegetativa, las cuales con el uso de arados y rastras se pueden multiplicar aún más, porque al cortarlas darán origen a nuevas plantas.

Incorporación de residuos vegetales: la incorporación de rastrojo, en diferentes grados dependiendo de los objetivos y técnicas de labranza, mejora el nivel de materia orgánica del suelo y, con ello, la fertilidad del mismo; además de facilitar las labores de siembra, la capacidad de retención de agua y disminuir el grado de compactación de los suelos. La presencia de rastrojos en el suelo incluso reduce procesos de erosión, porque actúa como barrera natural ante la circulación del agua entre los surcos de riego, reduciendo la velocidad de escurrimiento de ella.

Incorporación de fertilizantes o herbicidas: en algunos casos el agricultor fertiliza con fósforo o potasio antes de la siembra o plantación del cultivo de la cebolla, para lo cual se aplica el fertilizante superficialmente en el terreno y posteriormente se incorpora con una rastra de discos. Lo mismo puede ocurrir con un herbicida líquido de presiembra incorporado, el cual se aplica con un equipo pulverizador y posteriormente se incorpora al suelo con una rastra de discos.

Control de plagas y enfermedades: el tipo y oportunidad de las labores de labranza que se realizan sobre un suelo, permiten indirectamente mantener un cierto control sobre los organismos que constituyen las plagas y que afectan a la rentabilidad de los cultivos. Algunos estados de desarrollo de los insectos viven en el suelo, como es el caso de los larvarios (gusanos cortadores), los cuales se pueden controlar con labores de aradura o rastraje.

Cama de siembra: se define como el perfil de suelo que ha sido modificado por las labores de labranza. Este perfil se compone de la zona de semillas y la zona de raíces (Figura 1.1.).

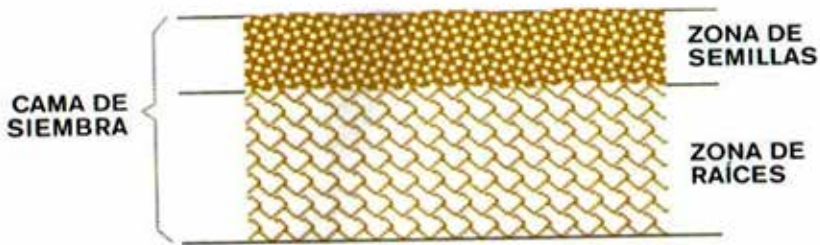


Figura 1.1. Diagrama de cama de siembra y sus dos zonas componentes: de semillas y de raíces.

Zona de semillas: para el caso del cultivo de cebollas, corresponde al suelo que rodea la semilla. Es deseable que posea las siguientes características:

- a) Suficientemente compacta para permitir un estrecho contacto suelo-semilla, proporcionando condiciones de humedad y temperatura necesarias para la germinación, además, de un buen arraigamiento para la plántula en sus etapas iniciales de desarrollo. La compactación en ningún caso debe ser excesiva, ya que limitaría la penetración de las raíces y la circulación de agua y aire.
- b) Libre de malezas en la superficie, porque estas competirán con el cultivo por agua, luz y nutrientes. Además las malezas generan un efecto de alelopatía sobre el cultivo; es decir, exudan a través de sus raíces ciertas sustancias al suelo, las cuales inhiben el crecimiento de las del cultivo, por lo cual necesariamente deben ser controladas.
- c) Adecuada humedad para permitir la germinación y desarrollo de la plántula en su primera edad.

Zona de raíces: corresponde a la fuente de nutrientes, agua y aire que la planta necesita para su crecimiento. En forma óptima debiera reunir las siguientes características:

- a) Menos mullimiento que la zona de semillas.
- b) Una estructura que permita una fácil penetración y actividad de las raíces.
- c) No debe ser compacta, con el fin de permitir una adecuada retención de humedad y difusión de aire y CO₂. En lo posible evaluar presencia de pie de arado y, si existe, romperlo con arado cincel o subsolador escarificado de 5 puntas.
- d) En el caso de la cebolla debe tener una profundidad mayor a los 20 cm.

1.2. Efecto de la labranza en las propiedades físicas del suelo

Al comenzar la labranza de suelo se producen cambios en sus propiedades físicas. Si las labores se realizan con humedad y equipos inapropiados, los cambios pueden ser negativos para el suelo o para el cultivo, por lo que el agricultor debe dar la importancia que merece y elegir el método más apropiado para su situación particular.

Estructura: se define así el estado de agregación de las partículas de suelo, entendiendo no solo a los elementos mecánicos individuales (arena, limo y arcilla), sino también a los agregados o elementos estructurales que se han formado por la integración de las fracciones mecánicas más pequeñas.

Un aspecto importante que se considerar, es que la mayor parte de las plantas solo puede expresar su máximo potencial en presencia de baja concentración de anhídrido carbónico y alta concentración de oxígeno alrededor de la zona de raíces. Entonces, la velocidad de transferencia de CO₂ desde la zona la raíces a la atmósfera, como la velocidad del oxígeno a la zona radicular, es propiedad del suelo (Figura 1.2.). Suelos de textura más arcillosa presentan un menor porcentaje de macroporos, si se compara con suelos de texturas de intermedia a arenosa, por lo cual el ingreso de oxígeno y salida del CO₂ es más lento.

De acuerdo con lo anterior, la aireación es importante para decidir el grado de mullimiento de la preparación de suelo. Si aumentamos el volumen de macroporos, se mejoran las condiciones de movimiento de aire en el suelo, originando un descenso en el contenido de anhídrido carbónico. Sin embargo, labranzas excesivas destruyen la agregación del suelo, reduciendo el volumen de macroporos,

alterando la infiltración del agua y difusión de los gases, debido a que las partículas finas sellan los poros del suelo, además de provocar serios problemas de erosión por el escurrimiento superficial de las aguas de riego o lluvias.

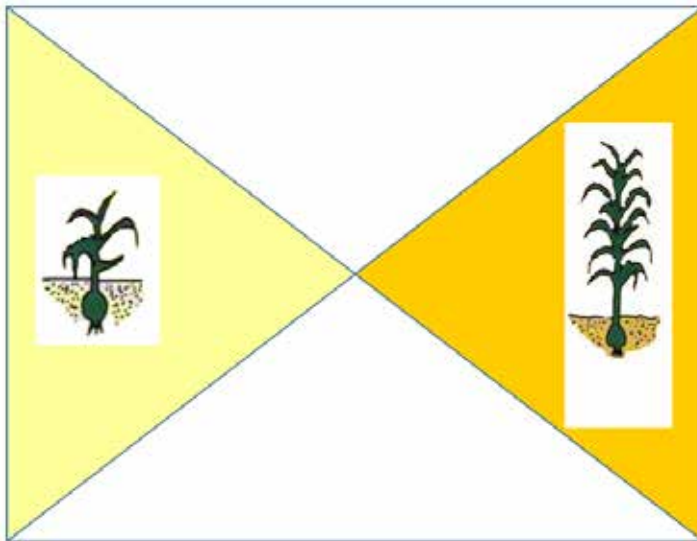


Figura 1.2. Efecto del oxígeno y el anhídrido carbónico presente en la zona de raíces en el desarrollo de las plantas.

La compactación de suelos: la compactación es la resultante de tres fuerzas que actúan sobre el suelo, gravedad, la humedad de los suelos (riego o lluvia), tránsito de maquinarias y animales, cuya magnitud es más severa cuando la materia orgánica es escasa. Se ha comprobado que suelos con menos porcentaje de materia orgánica son más susceptibles de compactarse.

Como resultado de la compactación se obtiene una limitada circulación de gases desde y hacia la zona radicular principalmente, deficiente infiltración del agua y anormal crecimiento de las raíces, entre otras consecuencias negativas.

Existen dos tipos principales de compactación. La de origen genético, que resulta de una acción lenta y continua de los procesos de formación y estructuración del suelo, formándose finalmente un horizonte que impide la penetración de raíces y agua, denominada por algunos autores como "camada adensada". Una alteración en las condiciones de compactación es el resultado de un cambio en la carga aplicada al terreno, capaz de causar un cambio en el volumen del suelo. Esto se produce en tres tipos de situaciones:

- a) Una compresión de las partículas sólidas (arenas, limos y arcilla).
- b) Una compresión de los líquidos y gases en los poros del suelo.
- c) Un reagrupamiento de las partículas sólidas por efecto de la compresión, lo que reduce el tamaño de los poros del suelo.

Además del problema de *pie de arado*, provocado por los arados de vertedera y disco, *el peso de los equipos agrícolas* también genera problemas de compactación de suelos. Este es el segundo tipo de compactación más común, pero a diferencia del primero, se origina desde la superficie del terreno. Los equipos agrícolas mecanizados disponibles para los agricultores, han permitido aumentar las eficiencias de las labores. Sin embargo, la tendencia a diseñar y construir equipos para preparación de suelos más pesados, que ejercen altas presiones en el terreno, aumentando consecuentemente el grado de compactación, ha tenido consecuencias directas. Al emplear un tractor pesado en las labores de preparación de suelos, cada pasada deja dos huellas en franjas de medio metro cada una, aproximadamente. Con las labores posteriores, a partir de la cuarta pasada, se supone que el terreno queda totalmente cubierto de huellas (Figura 1.3.).



Figura 1.3. Compactación de suelos por efecto del tránsito de tractores agrícolas.

Con las labores posteriores, las nuevas pasadas sobre el mismo punto van compactando el suelo hasta una profundidad aproximada de 30 a 40 cm, según su textura.

Existen algunas alternativas de manejo que permiten reducir el grado de compactación, tales como: manejo organizado y programado de las labores de preparación de suelos, uso de equipos adecuados (arados cinceles, vibro cultivadores, arado subsolador) e, incluso, el uso de neumáticos más anchos en los tractores y equipos de arrastre, como pulverizadores y carros cosecheros.

Otro tipo de compactación de suelos, conocido como *pie de arado*, tiene un origen diferente, donde se produce un horizonte de impedimento a una profundidad aproximada que va entre los 20 y 30 cm, como consecuencia de una fuerza aplicada en el fondo del surco de aradura con vertedera o discos. Es decir, se origina fundamentalmente por el efecto de la labranza convencional, con arados de vertedera, arados de discos y rastras de discos.

El caso de los arados de vertedera o disco: con la labor de inversión del terreno se generan problemas de *pie de arado* por la forma de trabajo de estos equipos, donde las ruedas de un lado del tractor van transitando en el interior del último surco de aradura que va dejando la labor (Figura 1.4.). Esto para evitar los esfuerzos laterales generados por el arado en la labor de inversión de suelos. Este tránsito de las ruedas del tractor en el fondo de cada surco de aradura, 20 a 30 cm de profundidad aproximadamente, genera problemas de compactación a partir de ella, por el movimiento de las ruedas del tractor y peso del mismo. Esto se suma al efecto del corte que efectúa el arado en el fondo del surco, a partir de esa misma profundidad, cuando realiza la inversión del suelo, por lo cual, ambos efectos sobre el suelo originan la problemática del pie de arado.



Figura 1.4. Ruedas de un lado del tractor circulando por el último surco de aradura, que va dejando la labor con arado de discos.

1.3. Labranza y contenido de humedad en los suelos

La humedad es uno de los factores más importantes en las labores de preparación de suelos, ya sea en su etapa inicial de aradura como en el afinado de la cama de siembra. La humedad le comunica propiedades de plasticidad al suelo, que lo hace adherirse a los implementos de labranza dificultando su acción. En suelos muy húmedos se afecta la tracción, al aumentar el patinaje y los requerimientos de potencia, debido a la gran resistencia que el suelo ofrece al desplazamiento de los arados de vertederas y discos.

Un suelo, con un pequeño contenido de humedad, es duro y coherente debido al efecto de cementación de las partículas secas. A medida que la humedad va aumentando las moléculas de agua son absorbidas en la superficie de las partículas, lo cual disminuye la coherencia e imparte friabilidad a la masa del suelo. La consistencia friable representa las condiciones óptimas de humedad para realizar la labranza.

La condición friable se reconoce, en la práctica, al tomar suelo en la mano y conseguir que este se disgregue fácilmente al ser presionado, sin dejar restos adheridos en la palma ni los dedos. Un suelo muy húmedo se adhiere a la mano, incluso se puede moldear. En el caso opuesto, cuando está muy seco, se forman terrones que cuesta desarmar.

Un suelo con una humedad cercana a capacidad de campo es mucho más susceptible a la compactación para un determinado nivel de presión de los equipos de labranza en el suelo. Operaciones tales como el subsolado deben realizarse en temporadas de verano o comienzos de otoño, cuando el suelo presenta un contenido de humedad bajo, que permita eficientemente usar estas labores.

La labranza se puede dividir en dos tipos: primaria y secundaria. Cada una cumple con objetivos específicos, independiente de la tecnología que se use en la labranza.

Labranza primaria: se denominan *labores primarias o básicas* a las primeras intervenciones al suelo con arados. Normalmente se trabaja a una profundidad que define el perfil denominado "capa arable". Sin embargo, se consideran también otras prácticas culturales básicas realizadas con menor frecuencia, como la sistematización del campo para riego y los subsolados, entre otras.

Principales labores básicas:

- a) Sistematización del terreno para riego.
 - 1. Nivelación primaria.
 - 2. Retoques periódicos de nivel.
- b) Destrucción de capas compactas.
 - 1. Subsulado y "escarificado" de suelos.
 - 2. Araduras especiales.
- c) Araduras.
 - 1. De desfonde (profundidad superior a 30 cm).
 - 2. Profundas (profundidad de 15 a 25 cm).
 - 3. Medias (profundidad de 10 a 15 cm).

Principales precauciones que se deben tomar con la aradura:

- a) Evitar la destrucción de la estructura de los suelos por excesiva roturación del perfil arable. A veces ocurre que se realiza un excesivo número de rastros, tratando de reducir el tamaño de terrones por una inadecuada labor de aradura. Lo recomendable es arar el suelo con un contenido de humedad friable y en forma inmediata realizar los rastros que permitan lograr el mulmiento apropiado para la siembra o plantación de la cebolla.
- b) Evitar la formación de capas compactas en profundidad, por elección y/o uso incorrectos de implementos. El arado de discos, entra en el suelo por peso, por lo cual, es el equipo que mayores problemas de compactación genera.
- c) Efectuar las labranzas en el estado de humedad del suelo adecuado para cada máquina o implemento elegido. Subsolar en los meses de invierno o inicios de primavera no tiene sentido, porque el suelo se encuentra con un alto porcentaje de humedad que haría ineficiente la labor.
- d) Enganche, regulación y manejo correcto del implemento. Es fundamental una nivelación transversal y longitudinal, como de la profundidad de los arados, para alcanzar una labor eficiente.

Época de araduras: cuando la superficie del suelo se encuentra cubierta por rastros del cultivo anterior, malezas o abonos verdes, la *labranza primaria* debe realizarse con suficiente anticipación. En esas condiciones, la roturación temprana de otoño (luego de un cultivo primavera-estival) facilita un proceso de significativa importancia agrícola. Sus objetivos son almacenar nitrógeno apro-

vechable por futuros cultivos y mejorar las condiciones físicas del perfil labrado. Las aplicaciones de enmiendas orgánicas al suelo, como guanos de ave, deben aplicarse e incorporarse con anticipación al trabajo de siembra o plantación de la cebolla, para evitar problemas de toxicidad que pudiese generar el nitrógeno amoniacal de los guanos, que afectaría la germinación de las semillas.

Teniendo en cuenta nuestras características climáticas y la fertilidad de nuestros suelos, es importante realizar la incorporación de todo material vegetal disponible al finalizar el cultivo, para evitar que se deshidraten y se sequen, haciendo más complejo su manejo cuando quedan en la superficie del terreno. La materia orgánica incorporada al suelo se descompone por la acción de bacterias que cumplen su desarrollo y multiplicación en el mismo.

Es fundamental que todo material o residuo vegetal de la temporada anterior, se deba picar lo más posible para su incorporación al suelo. Esto facilita la acción de los microorganismos y, con ello, su descomposición y transformación en materia orgánica.

Al finalizar las actividades biológicas de descomposición se origina la muerte y la desintegración de los microorganismos, quedando el nitrógeno en estado aprovechable para las plantas. El tiempo necesario para que se cumpla este proceso determina la necesidad de efectuar roturaciones y labores de inversión de suelos tempranas. La descomposición de los rastrojos y paso a materia orgánica, requiere que estos sean incorporados al suelo y, mientras más temprano se haga, más eficiente será esta descomposición de ellos.

Si la superficie del campo que se sembrará se encuentra libre de residuos vegetales o estiércoles, podrá realizarse una labranza primaria más tarde, próxima a las fechas de siembra.

Si el suelo está degradado en su estructura, con compactación generalizada en el perfil de labranza, con presencia de *pie de arado*, capas compactas o inconvenientes de permeabilidad, se recomienda una labranza media con arado de cincel para lograr un buen resquebrajamiento del perfil. Este resultado se obtendrá trabajando el suelo con baja humedad y una velocidad mínima de avance del equipo de 6 a 8 km/h. (Cuadro 1.1 y Figura 1.5). Para que esta labor sea eficiente, se debe trabajar con un contenido de humedad ligeramente por debajo del estado friable indicado anteriormente.

Defecto del suelo	Labranza
a) Compactación generalizada del perfil de exploración radicular. Suelo de finatextura de gran esfuerzo al laboreo.	Aradura de cincel.
b) Presencia de capas de fina textura, capas muy compactas e impermeables (tosca, caliche, etc.). Ubicación en el perfil de labranza.	Aradura de cincel.
b2) Ubicación a mayor profundidad.	Subsolado.
c) Presencia de capas compactas en el perfil de labranza, ocasionadas por el laboreo del suelo y el tránsito de la maquinaria (Compactación del perfil de labranza, <i>pie de arado</i> , etc.).	Aradura de cincel o arado escarificador de 5 puntas.

Cuadro 1.1. Tipo de labranza según defecto físico del suelo.



Figura 1.5. Tractor realizando subsolado (izquierda) y labor de aradura (derecha).

Labranza secundaria: después de la aradura, cuando la superficie del suelo presenta terrones grandes, champas del rastrojo o rugosidades, es necesario realizar una labranza de refinamiento con una rastra de discos (Figura 1.6.). Se recomienda realizar en lo posible una sola rastreada y, a continuación, aprovechando la humedad del suelo, proceder al formado de mesas para la siembra o camellones para trasplante.

Cuando la aradura ha sido realizada con mucha anticipación a la fecha de siembra, es necesario entregar humedad al perfil de labranza mediante un trabajo de surcos y riego posterior, con el fin de poder efectuar la rastreada.

Si el perfil de labranza se encuentra “sucio”, con rastros o malezas no descompuestos en el momento de la siembra o trasplante, se recomienda efectuar rastreadas de limpieza con rastras de púas o dientes.



(a) Rastra de discos *offset*.



(b) Vibrocultivador.



(c) Vibrocultivador trabajando.



(d) Rastra de tiro animal.

Figura 1.6. Diferentes implementos para realizar labranza secundaria, de acuerdo con los objetivos requeridos.

1.4. Establecimiento del cultivo

Las características del suelo, en cuanto a textura y estructura, entre otros factores, determinan la elección del sistema de establecimiento del cultivo.

Los suelos livianos al laboreo y conservados en su estructura por un manejo cultural racional, permiten el establecimiento del cultivo por siembra directa convencional, que consiste en ubicar la semilla en el suelo a profundidad adecuada según su textura. Para esto se debe programar muy bien la labor, porque se debe trabajar con la humedad de suelo adecuada y en forma oportuna, para no presentar pérdidas de humedad al momento de la siembra.

Los suelos de textura fina (franco-arcillosos, arcillosos, etc.), de gran esfuerzo a la labranza y degradados en su estructura, presentan tendencia a la compactación, que se manifiesta por una costra superficial luego de una lluvia o, bien, cuando la degradación es muy intensa, afectando a todo el perfil de labranza después de los primeros riegos (suelo “planchado”. Cuadro 1.2.).

La compactación de suelos limita la emergencia de plantas, determinando poblaciones de baja densidad e irregulares en su distribución espacial. Obliga, en situaciones críticas, al abandono del cultivo. Para evitar esto, previo se debe establecer la presencia de compactación en el terreno, y si existe, preparar el suelo con un arado cincel, y si esta es más profunda, se recomienda trabajar con un arado subsolador-escarificador de 5 puntas (Figura 1.7.).



Figura 1.7. Arado subsolador-escarificador de 5 puntas, equipo adecuado para romper problemas de pie de arado en un terreno.

Principales recomendaciones para mejorar la estructura y fertilidad del suelo

- I. Reducir la compactación del suelo.
 - I.I. Limitar el tránsito de maquinaria agrícola.
 - Adoptar sistemas de mecanización simultánea de labores culturales.
 - Limitar el tránsito de equipos sobre terreno muy húmedo luego de riegos o lluvias.
 - No realizar labranzas excesivas.
 - Adoptar sistemas de labranza mínima.
 - Trabajar con la humedad adecuada (friable).
 - I.II. Utilizar equipos de menor peso.
 - I.III. Realizar las labranzas con humedad adecuada para el equipamiento adoptado.
- II. Efectuar cultivos para abonadura verde.
- III. Incorporar abonos orgánicos (estiércoles).
- IV. Adoptar adecuados sistemas de fertilización y rotación cultural.

Estado del suelo		Textura		
		Fina arcilloso a franco-arcilloso	Media franco	Gruesa franco-arenoso a arenoso
Con abono verde o rastrojo abundante		a) Picado del follaje: destrozadora o rastra de discos.		
		b) Aradura: arado de rejas y vertederas o de discos (*)		
		c) Rastreada: rastra de discos		
Rastrojo escaso o limpio	Opción I	a) Aradura: arado de cincel	a) Rastreada: rastra de discos de gran roturación o arado de rastra	
		b) Rastreada: rastra de discos de gran roturación		
	Opción II	a) Aradura: arado de rejas y vertedera o de disco		a) Rastreada: rastra de discos
		b) Rastreada: rastra de disco.		

(*) Antes de cada aradura (con implemento de vertederas o de discos) es necesario humedecer el suelo mediante previo surcado y riego.

Cuadro 1.2. Tipo de labranza, implemento que se utilizará y secuencias operativas según características del suelo.

1.5. Preparación de suelo para el cultivo de cebolla

Se ha mencionado que la preparación de suelos se debe programar con tiempo y realizarla lo antes posible y en el período recomendado. Se debe tener presente que muchas veces las precipitaciones complican o retrasan la preparación del suelo, ya que se debe trabajar con la humedad adecuada para obtener un suelo friable, pero en ningún caso anegado (a una profundidad de 15 a 40 cm). Esto es más complicado cuando el cultivo anterior deja muchos rastros, como es el caso del maíz, donde es fundamental programar labores de incorporación del rastrojo en otoño, de manera de evitar problemas al establecimiento, como presencia de mosca de la cebolla, debido al proceso de descomposición del material vegetal, aumento de la materia en proceso de descomposición y deficiencia en la asimilación de nitrógeno por parte del cultivo.

Generalmente la preparación de suelo para el establecimiento del cultivo de cebolla debe comenzar simultáneamente con la siembra de los almácigos. Se debe prestar especial atención a la micronivelación y al drenaje del terreno.

La preparación de suelos puede comenzar con una micronivelación del terreno, seguido de un sub-solado si son terrenos nuevos o compactos, procurando hacerse esta labor en la época seca, de preferencia a comienzos de otoño. Luego se recomienda una pasada de arado y dos pasadas de rastra, con el objetivo de incorporar y permitir la descomposición de residuos de cosechas anteriores, control de malezas y la aireación del suelo, como también la roturación de partículas.

La aradura debe hacerse siguiendo el sentido en que se construirán los surcos de riego, para evitar que se formen depresiones o bordos transversales a los mismos.

La profundidad de la aradura debe de ser de 20 a 40 cm. Una semana antes del trasplante, deberá realizarse la última pasada de rastra y simultáneamente la nivelación del suelo, para luego formar los camellones o mesas (Figura 1.8.). Los rastros deben realizarse en forma simultánea, detrás del arado, para reducir el riesgo de formación de terrones por pérdida de humedad. Las alturas de los camellones y mesas deben ser trazadas entre 20 y 30 cm. Prefiriéndose los camellones altos para sectores con suelos de texturas más arcillosas.



Figura 1.8. Preparación de camellones (izquierda) y mesas (derecha) para el establecimiento del cultivo.

CAPÍTULO 2.

PREPARACIÓN DE ALMÁCIGOS DE CEBOLLA

Carlos Blanco M.

Ing. Agrónomo, Mg. Sc.
INIA La Platina

2.1. Ubicación de las almacigueras

Los almácigos deben ubicarse en lugares cercanos a la plantación definitiva, a una fuente de agua y que sea de fácil acceso para trabajadores y maquinarias. Se seleccionarán suelos fértiles, permeables, con alto contenido de materia orgánica, textura franca y un buen drenaje, de manera que faciliten el crecimiento de las plántulas y su arrancado. El suelo no debe estar contaminado con malezas perennes.

Debe estar protegido de posibles adversidades climáticas, corrientes de vientos o desbordes de canales, que con alguna frecuencia suceden durante el invierno. Por una parte, es muy importante considerar una fuente segura de agua de riego, ya sea de pozo o canales superficiales. Por otro lado, evitar que árboles o cortavientos estén muy cerca del lugar, ya que producen problemas como baja temperatura y sombreado, generando un crecimiento débil o ahilamiento de la plántula y un excesivo grado de humedad.

2.2. Requerimiento del suelo para la almaciguera

Un suelo adecuado para ubicar las almacigueras debe considerar:

- Textura franco arenosa similar a un terreno "suelto".
- Sin estratas de compactación.
- Contenido mayor al 2% de materia orgánica.
- Fertilidad inicial adecuada.
- Bajo en contenido de sales.
- Conductividad eléctrica (c.e) inferior a 2,0 ds/m.
- Planos y libres de piedras.

Se debe tener especial cuidado en la elección del suelo, EVITANDO o DESCARTANDO aquellos suelos que presenten MALEZAS PERENNES como:

- Chépica.
- Falso té.
- Chufa.
- Correhuela.
- Maicillo.
- Otros.

El uso de herbicidas químicos para control de estas malezas es restringido en almaciguera de cebollas.

La incorporación de guano o estiércol compostado en dosis de 2 a 3 kg por metro cuadrado, es una práctica que se debe considerar necesaria en suelos que presenten: texturas muy arcillosas o muy arenosas. Se debe incorporar con el último rastraje.

2.3. Preparación del suelo

Se debe comenzar con una aradura y posterior rastraje. Ideal hacer un trazado para limitar la confeccionar las canchas, siendo la dimensión más recomendada y utilizada de 1,0 m de ancho separadas por caminos de 50 cm. Se debe considerar, antes de la siembra, un emparejado de la superficie por medio de un rastrillo, dejando libre de terrones y bien mullido (Figura 2.1.).

Este tipo de canchas anchas será pertinente solamente en suelos de texturas livianas, donde exista escasa probabilidad de apozamiento o estancamiento de agua en los sectores centrales de los mismos, ya sea, por riego o por lluvias. Esto provocaría, en el invierno, serios riesgos de infestación por agentes fungosos, tales como *Caída de Plántulas* y *Botritis*, que son favorablemente favorecidos por condiciones de alta humedad y, con mayor razón, por la presencia de agua libre en el entorno de las pequeñas plantas de cebollas.



Figura 2.1. Preparación de mesas para la siembra de semilla de cebolla y confección de los almácigos.

En caso de texturas menos livianas (más arcillosas), es preferible preparar el terreno para almacigueras en camellones anchos, idealmente mesas de una separación entre surcos de 75 cm. Esta configuración facilitará el escurrimiento e infiltración del agua de lluvias, evitando los apozamientos y los riesgos de enfermedades y asfixias radiculares como las señaladas en el párrafo anterior.

Respecto de la longitud o el largo de las canchas, este dependerá de la pendiente del potrero, pero en términos generales se recomiendan de 30 a 50 metros como máximo.

Por último, es importante construir desagües apropiados que permitan el escurrimiento de los excesos de agua, sean estos de lluvias o de riego.

2.4. Fertilización

Se ha comprobado que una buena nutrición inicial de las plántulas determina, en gran medida, el crecimiento del cultivo una vez que este se establece en el terreno definitivo.

Un terreno que tiene baja fertilidad residual o inicial, debe considerar que se haga un aporte en términos de:

- 90 a 120 kg de fósforo (todo aplicado a la preparación de suelo).
- 150 kg de nitrógeno. En tres tercios de 50 kg de N/ha: primero a la preparación del terreno, segundo a los 45 - 60 días de la emergencia y, tercero, a los 80 días de la misma.

Ambas dosis equivalentes a una hectárea de superficie de cultivo de almaciguera.

2.5. Riego

Antes de la confección de la almaciguera:	Regar unos 5 días antes.
Después de la siembra:	Mantener la humedad en los primeros centímetros del suelo para permitir la germinación de las semillas (riegos suaves con regadera o bombas de presión).
Desde emergencia a arranca:	Mantener la humedad de acuerdo con la textura del suelo por riego por tendido. Esta frecuencia puede variar entre 3 y 5 días.
Importante considerar:	<ul style="list-style-type: none">· Evitar en los primeros riegos un caudal muy excesivo, ya que genera arrastre de suelo, dejando expuesta la semilla o bien arrastrando del lugar de siembra.· Las plántulas tienen un arraigamiento muy superficial, por lo que no debe faltar humedad en la superficie de la almaciguera.

2.6. Control de malezas

El control de malezas en almacigueras se realiza principalmente en forma manual, a través de labores de rasqueteo. El sistema de siembra en líneas, como se detalla más adelante, favorece el control de plantas indeseadas o malezas en la almaciguera.

La utilización de herbicidas químicos es una práctica común por algunos agricultores; sin embargo, hay que considerar que los ingredientes activos de los herbicidas utilizados en cebollas, y que tienen selectividad sobre el cultivo, están fabricados para su aplicación en pre-plantación o pre-emergencia de las malezas, motivo por el cual las dosis utilizadas son altas y recomendadas en las etiquetas por el fabricante. La utilización de estos mismos ingredientes activos en almacigueras adquiere especial cuidado, ya que son utilizados en sub-dosis que si no son recomendadas por un especialista pueden causar serios daños a las plántulas, retrasándolas o bien provocar la muerte total de las plantas de la almaciguera.

2.7. Sistemas de siembra de los almácigos

En Chile, desgraciadamente, todavía se siembran almácigos con el sistema de distribuir la semilla al voleo. El uso de la metodología de establecimiento por siembras en líneas aún no es de gran frecuencia; en circunstancias que este último es el sistema más recomendable para lograr almácigos de calidad uniforme. Si bien es un método que requiere de una mayor cantidad de mano de obra y de tiempo en la siembra, presenta ventajas importantes sobre el método al voleo:

- Mejor distribución de la semilla.
- Control más exacto de la dosis de semilla.
- Profundidad de siembra pareja, lo que permite uniformar la emergencia de plantas.
- Mayor facilidad y rapidez en el control de malezas.
- Menor pérdida de plantas por arrastre provocada por riegos.
- Obtención de plantas uniformes y de buena calidad, lo que se traduce en mayor vigor, número de hojas, grosor y altura del tallo y peso individual.

2.8. Distribución de la semilla

Una buena distribución de semilla se logra con un implemento denominado "marco rayador" (Figura 2.2.). Este sistema para sembrar en líneas consta de cuatro tablas de 1 m de largo y 10 cm de ancho, dispuestas en forma paralela. Perpendiculares a ella se instalan listones de forma triangular, separados a 12,5 cm.

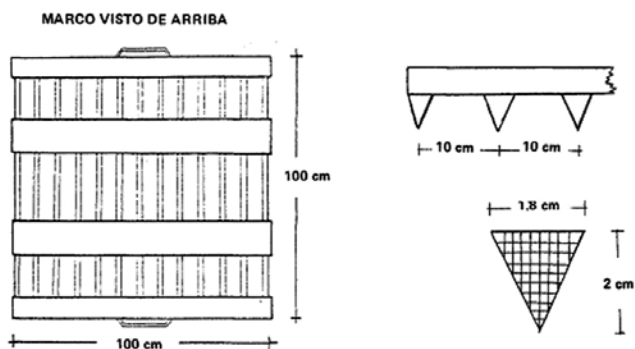


Figura 2.2. Marco rayador utilizado para confeccionar almácigos mediante siembra de cebolla en líneas.

Los listones deben tener una longitud de 1 m y un espesor de 2 cm, lo cual dará la profundidad del surco. Este "marco rayador" se ubica en la cancha: el operador se para sobre el mismo, ejerciendo una presión que dejará marcados los surcos cada 12,5 cm, distancia recomendada para la mayoría de las especies (Figura 2.3.).



Figura 2.3. Sistema de siembra de almácigos en línea mediante la utilización de un marco rayador.

También en Chile están disponibles máquinas manuales de siembra de almácigos en líneas, que realizan una faena más rápida y eficiente que la siembra en línea a mano (Figura 2.4.).



Figura 2.4. Confección de almácigos de cebolla en líneas, mediante utilización de bola sembradora y máquina sembradora manual.

2.9. Dosis de siembra

La cantidad de semilla que se aplica por cada metro cuadrado de almaciguera, es un factor de gran importancia, ya que influye sobre la cantidad y calidad de plantas que se obtengan. Es así como en una siembra muy densa las plantas resultarán débiles, cloróticas y de mala calidad, dándose también las condiciones más favorables para el desarrollo de enfermedades. Una siembra muy espaciada requerirá de una mayor superficie de almácigos, lo cual no siempre es posible de realizar. En el Cuadro 2.1. se presentan, a modo de orientación, las dosis de semilla más recomendadas y una serie de variables de interés técnico-práctico.

Necesidades de semillas	
Nº de plantas/ha	400.000
Nº de semillas por gramo	300
% de pérdida por mala germinación de la semilla	10%
% de pérdida de plantas durante emergencia en campo	15%
% de plantas perdidas en proceso de selección final antes del trasplante	15%
Nº plantas seleccionadas para trasplante/g de semilla sembrado	180
Kilogramos de semilla para plantar 1 ha de cebollas	2,0 - 2,2 kg
Necesidades de almácigo	
Surcado para canchas	cada 1,5 metros
Ancho efectivo de cancha	1 metro
Largo de cancha promedio	40 metros
Superficie sembrada por cancha	40 m ²
Nº de líneas a lo ancho de la cancha	8
Separación entre líneas de siembra	12,5 cm
Nº de semillas sembradas por cada metro lineal de hilera	180 = 0,62 g
Dosis de siembra para 1 m ²	5 g
Nº de semillas sembradas / m ² de cancha	1.500
Nº plantas seleccionadas trasplante (55%)/m ² de cancha	830
Nº de metros de cancha/ha a trasplantar	480 m ²
Nº canchas 40 m ² c/u (1 m ancho x 40 m largo)/ha trasplantada	12

Cuadro 2.1. Recomendación práctica para la confección y manejo de almacigueras de cebollas (valores promedios).

2.10. Arranca y preparación de plantas

Para realizar una buena labor se deben considerar los siguientes factores:

- Una humedad adecuada.
- Regar tres a cinco días antes de iniciar la labor.
- Selección de plantas antes del trasplante.
- Eliminar plantas con indicios de enfermedad, daño físico o con un desarrollo insuficiente y con algún sobre desarrollo o deformidad.
- Tamaño más adecuado 6,0 mm. A nivel de falso cuello.

Antes de trasplante:

- Sumergir las plantas en una solución desinfectante durante diez minutos (fungicidas más un insecticida).
- No exponer el almacigo cortado a periodos prolongados de espera para la plantación, ideal ir plantando de inmediato o bien conservarlos en lugar fresco como máximos 2 a 3 días.

Los siguientes parámetros de crecimiento, representan una planta de cebolla con las características de crecimiento aceptable para iniciar la labor de trasplante (Figura 2.5.):

- 4 - 5 hojas verdaderas.
- 15 - 20 cm de altura.
- Sobre 6,0 mm de diámetro en falso cuello.
- 7,0 mm de diámetro de bulbillo.



a) Selección de plántulas.

b) Poda de hojas.



c) Poda de raíces.

d) Plántula para trasplante.

Figura 2.5. Etapas de arranque y preparación de almácigos de cebollas.

2.11. La calidad y el calibre (grosor) de los almácigos

Si en la actualidad se analizara cualquier plantación promedio chilena de cebollas, se concluiría que aproximadamente el 20% de las plantas trasplantadas no posee el mínimo estándar de calidad (calibre bajo 6,0 mm de diámetro a nivel del cuello). Esto representa una gran desventaja para alcanzar un rápido y vigoroso restablecimiento después del trasplante.

En estudios realizados por el INIA en 2001, se describe que desgraciadamente una "mala partida", producto de plantas delgadas y poco vigorosas, se mantiene durante todo el ciclo vegetativo, conduciendo a una débil bulbificación de este 20% del cultivo. Los efectos finalmente se traducen en una pérdida directa de rendimientos, que bordea un mínimo del 17% del potencial productivo que se lograría con plantas de 6,0 mm de grosor en los cuellos, según datos entregados en la Figura 2.6.

Estas investigaciones del INIA consistieron en la evaluación de ocho calibres de almácigos de la variedad Dorada INIA y su efecto en el rendimiento total: 3,0 - 4,0 - 5,0 - 6,0 - 7,0 - 8,0 y 9,0 mm de grosor a nivel del cuello de las plantas.

Evidentemente todos estos grupos diferentes de plantas, pero de idéntico origen y variedad.

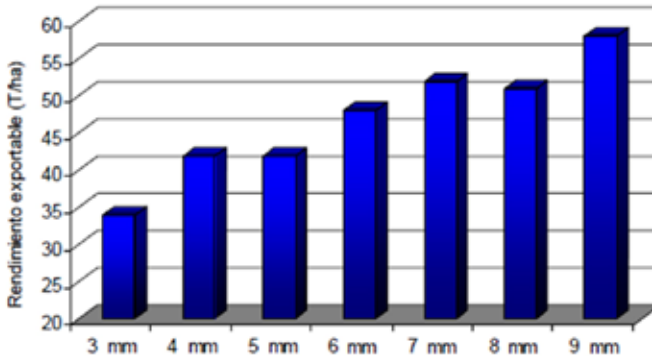


Figura 2.6. Efecto del calibre de almácigos de cebolla (diámetro cuello).

Los resultados de producción se detallan en el Cuadro 2.2. De ellos se deduce el directo efecto del calibre del almácigo utilizado, influyendo favorablemente el mayor calibre sobre el número total y comercial, mayor de 45 mm de diámetro y, sobre el peso o toneladas de este calibre de cebollas obtenido a las cosechas.

Calibre almácigo (mm a nivel de diámetro cuello)	Nº de Bulbos comerciales cosechados / ha (> 45 mm) (x 1.000)	Peso promedio de bulbo comercial cosechado (g / un > 45 mm)
3 mm	128	272
4 mm	138	304
5 mm	148	284
6 mm	165	291
7 mm	160	325
8 mm	156	327
9 mm	162	358

Cuadro 2.2. Almácigos de calibres o diámetros de cuellos diferentes y su efecto en cosecha (INIA, 2001).

En el Cuadro 2.3. se presenta un resumen de los posibles orígenes de problemas que pudieran visualizarse en plantas de cebollas durante la etapa de almácigos.

Síntomas	Causas posibles	Guía de control
Plantas con tallos finos y largos.	<p>Demasiada sombra.</p> <p>Riegos excesivos.</p> <p>Exceso de fertilizantes: estos no deben agregarse en el momento de sembrar, sino con anterioridad. En caso contrario las plantas crecerán rápidamente, ahilándose.</p> <p>Alta densidad de siembra</p>	<p>Exponerlas al sol todo lo posible. La chapoda del follaje muy alto, en este caso, resultará oportuna si va acompañada de un tratamiento preventivo fitosanitario.</p> <p>Regar con menor frecuencia y, cuando sea necesario, para mantener el suelo húmedo, pero nunca empapado.</p> <p>Aplicar las cantidades adecuadas de fertilizantes, según las pautas entregadas en el capítulo respectivo.</p> <p>Dejar entre plantas el espacio suficiente para permitir un desarrollo vigoroso. Usar sistema de siembra en línea. No usar dosis mayores a 8 g/m², a no ser que la semilla posea baja germinación.</p>
Plantas pequeñas	<p>Baja fertilidad: casos severos serán acompañados con síntomas de deficiencias de nutrientes.</p>	<p>Dosificar adecuada y oportunamente los elementos N-P-K (ver capítulo correspondiente).</p>

Plantas pequeñas y pérdida de color en la hoja	<p>Deficiencia de fósforo: plantas de poco crecimiento en las primeras etapas de desarrollo. Las hojas toman un color púrpura o violáceo, quedando pequeñas al igual que las raíces que presentarán escaso desarrollo.</p> <p>Deficiencia de nitrógeno: crecimiento lento con color verde pálido de tallos y hojas. Si el suelo es pobre en nitrógeno, los síntomas aparecen temprano en el almácigo. Si solo hay suficiente nitrógeno para mantener la plantita durante la primera etapa de su desarrollo, los síntomas de deficiencia pueden presentarse más tarde.</p> <p>Baja temperatura: crecimiento lento.</p>	<p>Agregar una solución de un fertilizante con alto contenido de fósforo; por ejemplo, preparando una solución de 1 kg de Fosfato monoamónico en 100 L de agua y regando con 2 L de esta solución por m² de cancha.</p> <p>Preparar una solución de 1 kg de urea en 100 L de agua. Regar con esta solución, a razón de 2 L/ m² de cancha (ver capítulo pertinente).</p> <p>Mantener temperaturas adecuadas día y noche (uso de túnel polietileno).</p>
Crecimiento lento de raíz	<p>Mezcla de suelo pobre: mala aireación del suelo. Drenaje deficiente. Falta de fertilidad.</p>	<p>El desarrollo de las raíces y la formación de las nuevas dependen del suministro de nutrientes de la capa superior del suelo, buena aireación y humedad adecuadas.</p>

Cuadro 2.3. Síntomas y guía para el control de los principales desórdenes que afectan a las plantas en almácigos.

CAPÍTULO 3.

FERTILIZACIÓN EN CEBOLLA

Fabio Corradini S.

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 con 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 pretende seguir 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: (1) existen entradas al suelo que se producen ya sea por la incorporación de residuos, enmiendas orgánicas o fertilizantes; (2) existe una incorporación de los nutrientes entrantes a distintos sitios de acumulación en el suelo; (3) existe una fracción de nutrientes en solución que puede ser absorbida por las plantas, y; (4) 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 a los requerimientos de los cultivos.

3.1. Fertilización basal

Para corregir la estructura del suelo conviene incorporar abundante materia orgánica. Esto puede hacerse bajo la forma de estiércol descompuesto, con anticipación a la plantación o antes el cultivo precedente. Para obtener una buena

respuesta, será necesario que no se aplique menos de 20 toneladas por hectárea. Para la incorporación de fertilizantes minerales, recordar que la cebolla es de arraigamiento superficial, de manera que los nutrientes han de concentrarse en la capa superior del suelo; además deben quedar a disposición de las plantas con miras a lograr el mayor desarrollo del tallo antes de la formación del bulbo.

Para realizar una fertilización balanceada y económicamente óptima, se debe recurrir a un análisis de suelo antes de la plantación; por lo que este se realiza con anticipación (+/- 1 mes) antes del establecimiento del cultivo y época adecuada.

De acuerdo con parámetros óptimos de nutrición para el cultivo, el análisis de suelo debería demostrar los siguientes resultados:

- Nitrógeno (NO_3), pre-plantación: mayor o igual 25 ppm.
- Fosforo (P), método-Olsen: mayor o igual 12 ppm.
- Potasio (K) disponible: mayor o igual 80 ppm.

En caso de obtener valores más bajos a los óptimos, será necesario realizar aplicaciones de fertilizantes de manera de cubrir la demanda del cultivo.

3.2. 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.

3.3. 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 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 cebolla varía entre un 1.6 y un 2.6%, siendo el IC de un 75% y la humedad de cosecha igual a un 91%.

3.4. Aporte de nitrógeno al 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 cebolla, 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:

$$N_{\text{suelo}} = N_{\text{disp}} \times xDa \times xprof \times 10$$

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 sólo una referencia.

3.5. 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. Tradicionalmente los fertilizantes

nitrogenados inorgánicos presentan una liberación más o menos inmediata del nutriente a la solución suelo. 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.

Por otra parte, las enmiendas orgánicas, las cuales 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, de esta forma 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:

$$N_{\text{guano}} = N_g \times xDa \times xprof \times 10$$

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 (%), G_a es la cantidad de guano que se aplicará (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 t/ha, siendo necesarios los valores más altos en suelos de texturas gruesas.

3.6. 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.

Cálculo de dosis fertilizante: con la información presentada es posible establecer la siguiente relación para obtener el cálculo de dosis de fertilizantes nitrogenados por aplicar:

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

Como ejemplo, si consideramos un cultivo de cebolla de guarda, en el cual se proyecta una producción de 90 t/ha, la dosis de N que se aplicará 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.

Aporte del suelo:

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

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

Demanda del cultivo:

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

$$170 \text{ kgN/ha} = \frac{90.000 \text{ kg} \times (1 - 0,91) \times 0,016}{0,75}$$

Dosis de fertilizante:

$$\text{Dosis (N en kg/ha)} = \frac{\text{Next} - \text{Nsuelo}}{\text{Eficiencia}}$$

$$190 \text{ kgN/ha} = \frac{170 - 45}{0.65}$$

Formas de aplicación: es importante parcializar la dosis de N para evitar pérdidas que generen pasivos ambientales y que aumenten el costo económico, por disminución de la eficiencia de fertilización. El cultivo presenta absorción de N desde el establecimiento (plantación), por lo que es recomendable aplicar parte de la dosis de N al momento de la plantación, pudiendo aplicarse la fracción restante antes de bulbificación. Aplicaciones realizadas después del mes y medio desde la fecha de plantación provocan un detrimento en la producción, ya que estimulan el crecimiento vegetativo, por tanto deben evitarse.

Productores que cuenten con riego localizado de alta frecuencia pueden establecer prácticas de fertirriego, considerando un aporte de entre 15 y 20 mg de N por planta por día. Por otra parte, cuando no se cuente 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.

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. Si bien realizar correcciones durante la temporada productiva es difícil para el productor, al finalizar la temporada productiva, muestras de suelo y del cultivo pueden ser analizadas para determinar N disponible (suelo) y N total (cultivo). Los valores de ambos análisis debieran estar, el primero por debajo de los 25% mg/kg para suelos con contenidos de materia orgánica bajo el 3% y el segundo en torno a los 1,6-2,6%. Estos análisis permitirán calibrar programas de fertilización futuros, corrigiendo excesos y deficiencias.

3.7. Algunas consideraciones para el nitrógeno

Se debe considerar que la cebolla es una especie de arraigamiento superficial y por tanto su capacidad exploratoria de raíces es baja en términos de profundidad. En este sentido, las aplicaciones de nitrógeno en altas dosis a la preparación de suelo incorporadas con el último rastraje no suelen ser aprovechadas en la totalidad por la planta. En cultivo bajo sistema tradicional de almácigo-trasplante, la práctica de chapoda elimina todas las raíces del almácigo y este debe estimular la brotación desde el tallo basal de las nuevas raíces, proceso que dependiendo de las temperaturas de suelo puede variar entre 15 a 20 días post-trasplante. Cantidades importantes de nitrógeno en forma de nitrato se tienden a lixiviar, debido a la abundante agua que se aplica en riegos post-trasplante, proceso que se acentúa aún más en suelos livianos o arenosos, zonas con altas pluviometría, suelos con alta pendiente y mal manejo del riego, considerando riegos muy largos y profundos. En suelos con altos contenidos de materia orgánica (>3 a 4%) y más pesados o arcillosos este nitrógeno puede ser retenido o adsorbido dejándolo poco disponible para la planta. En este sentido las aplicaciones de nitrógeno al cultivo deben analizarse de acuerdo con las condiciones particulares de cada agricultor y suelen ser más eficientes si se parcializan en el cultivo a partir de los 30-45 y 60 días post-trasplante. El almácigo en las etapas iniciales post-trasplante debe ser capaz de alimentarse del nitrógeno residual que hay en el suelo y la enmienda orgánica aplicada como estiércol o guano; por tanto, es muy importante considerar un manejo sostenible del nutriente en el tiempo y suelo, por medio de incorporaciones de rastrojo, aplicaciones de guano y fertilizantes.

Por último, señalar que aplicaciones tardías de nitrógeno, cuando los bulbos están en formación, pueden interferir el buen desarrollo de estos y dar lugar a un mayor porcentaje de bulbos inmaduros o cebollones, que cuando aquellas se hacen en la primera fase del cultivo.

3.8. 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 (>15 ppm) sea aconsejable 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.

La cebolla presenta un contenido de P en el tejido de 0,25 - 0,35% (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 30 kg P/ha.

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

$$30 \text{ kgP/ha} \approx \frac{90.000 \text{ kg} \times (1 - 0,91) \times 0,016}{0,75}$$

$$\frac{30 \text{ kg-P}}{\text{ha}} \times \frac{2,29 \text{ kg } P_2O_5}{1 \text{ kg-P}} \approx 70 \text{ kg } P_2O_5$$

Como indicación general para la fertilización con P pueden establecerse los siguientes criterios: (1) si el contenido de P-Olsen es menor a 15 ppm, aplicaciones localizadas de 100 kg P2O5/ha (en hilera de cultivo o en camellón) deben ser realizadas antes o en el momento del trasplante; (2) si el contenido de P-Olsen está entre 15 y 25 ppm, aplicaciones al voleo y posterior incorporación de 80 kg P2O5/ha serán suficientes, y; (3) con valores superiores a las 25 ppm de P-Olsen pueden ser realizadas aplicaciones de 50 - 80 kg P2O5/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 N. El P presenta un efecto residual importante que puede durar hasta dos - 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).

3.9. Algunas consideraciones para el fósforo

El fósforo se incorpora al suelo junto con el último rastraje. Las dosis que requiere el cultivo para todo su ciclo son de 90 kg./P₂O₅/ha (150 kg./SPT/ha). Es importante realizar un análisis de suelo previo a la plantación para conocer el nivel del nutriente residual en el suelo. El fósforo es un elemento nutricional que tiene muy poca movilidad y solubilidad en el suelo; por lo tanto, es importante su incorporación lo más cercana a la zona radicular. Hay varios factores que limitan la disponibilidad de fósforo, entre los más importante podemos mencionar:

- Presencia de carbonatos: existe presencia de carbonatos libres en la zona central y centro norte de Chile. Estos son capaces de precipitar, interactúan fijando el fósforo y, por lo tanto, este elemento no permanece disponible para la planta.
- Aireación: el oxígeno es esencial para la descomposición microbiológica de la materia orgánica del suelo, unas de las fuentes de fósforo.
- Compactación: reduce en forma significativa la aireación y espacio poroso de la zona radicular, influyendo en la absorción de fósforo y el crecimiento de la raíces.
- Humedad: exceso de humedad disminuye la disponibilidad de oxígeno, limitando el desarrollo radicular y reduciendo la absorción de fósforo.
- Temperatura: si son muy bajas pueden limitar la absorción de fósforo por parte de las plantas.
- pH del suelo: la mayor disponibilidad del fósforo en el suelo se encuentra en un pH 6-7, suelos ácidos en los cuales hay fijación por fosfatos de hierro, manganeso y aluminio, y en pH más alcalinos hay fijación por Ca, Mg y Na.

Como medida correctiva durante el desarrollo del cultivo, si existen niveles deficientes de fósforo en el suelo reflejados en un contenido de P-Olsen (fósforo disponible en el suelo) inferior a 12 ppm, aplicaciones de Fosfato Mono Amónico (MAP) (100 kg/ha) incorporado con un riego puede corregir la deficiencia del nutriente. El MAP es un fertilizante fosforado con una solubilidad mayor al Fosfato Diamónico (DMP) y de buen comportamiento en pH alcalino, siendo en esto superior al Super fosfato triple (SPT), pudiendo ser aplicado indistintamente del pH en el suelo.

3.10. 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 generalmente se encuentra en torno al 1,9%. Con esto, la extracción calculada de este nutriente por el cultivo es:

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

$$200 \text{ kgK/ha} \approx \frac{90.000 \text{ kg} \times (1 - 0,91) \times 0,019}{0,75}$$

$$\frac{200 \text{ kg-K}}{\text{ha}} \times \frac{1,2 \text{ kg } K_2O}{1 \text{ kg-K}} \approx 240 \text{ kg } K_2O$$

Como la fijación de K por el suelo generalmente es baja, aplicaciones de 150 - 200 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.

Se considera que niveles de K disponible entre 100 y 150 ppm son suficientes para el cultivo, siendo necesario aplicar dosis de 50-100 kg K_2O /ha para mantener la fertilidad del suelo o realizar aplicaciones de mantención cada dos - tres años. 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.

3.11. Algunas consideraciones para el potasio

El potasio es el elemento nutricional importante en la formación del bulbo y conservación en post-cosecha. La demanda de este nutriente es del orden de 100 kg K₂O /ha (166 kg muriato de K/ha). Sin embargo, los niveles de potasio residuales en los suelos suelen ser altos en la zona central del país.

Al igual que en los elementos anteriores, los resultados del análisis de suelo nos permiten conocer la disponibilidad de este nutriente. En el caso que los niveles sean inferior a 80 ppm de K disponible, es recomendable suplementar con unos 100-150 kg/ha de muriato o sulfato de potasio. La elección de cualquier de estas dos fuentes de potasio va estar determinada por la conductividad eléctrica (CE) del suelo que también se refleja en el análisis de suelo y determina la concentración de sales en este. Si la CE es superior a 2 dS/m es recomendable aplicar sulfato de potasio y si es inferior se puede aplicar muriato. Se debe tener presente que la aplicación de muriato además de entregar un K₂O tiene del orden de un 30% de ion cloruro lo que aumenta la concentración de sales en el suelo.

3.12. Otras consideraciones generales

Fórmulas completas de fertilizantes, con cierto predominio de potasio, dan en general buenos resultados; este nutriente refuerza el grado de conservación de los bulbos. El nitrógeno puede ser aplicado en dosis relativamente altas, si se equilibra con otros fertilizantes, sin deteriorar la aptitud para la guarda. La escasez de potasio inhibe la formación de los bulbos; el fósforo tiende a acentuar el color de estos y a engrosar su epidermis.

En cuanto a los microelementos, interesan en particular las deficiencias del boro. Cuando hay deficiencia de boro el follaje se abre y tiende a tomar una posición horizontal; el crecimiento se detiene y la planta queda achaparrada. Las hojas se enroscan o encrespan y sus bordes toman color blanco o pardo. Los tallos se tornan quebradizos y el tamaño de los bulbos se reduce. Como referencia, los valores de boro debieran estar entre 0.5 y 1.5 ppm.

CAPÍTULO 4.

PLAGAS DE LA CEBOLLA

Patricia Estay P.

Ing. Agrónoma, M. Sc.
INIA La Platina

Virginia Aguilar G.

Ing. Ejecución Alimentos
INIA La Platina

Tres especies de moscas y dos de trips, son las plagas que más dañan los cultivos de cebolla, incluyendo la etapa de almacigueras. El conocimiento de estos insectos permite realizar un manejo eficiente de control, estableciendo programas de control integrado; es decir, utilizando sistemas de monitoreo, prácticas culturales, control biológico y control químico.

En Chile se han descrito muy pocas especies-plagas que colonizan la cebolla. De estas, un complejo de moscas-gusano o mosca de la cebolla, *Delia antiqua*; mosca de la semilla, *Delia platura*; y, ahora último, la mosca de los bulbos, *Eumerus strigatus*, que es la de mayor importancia en el cultivo, porque daña los almácigos, bulbos y plantas después del trasplante, provocando pérdidas de hasta un 45% de las plantas.

En las regiones del Biobío, de La Araucanía y de Los Lagos habría un predominio de *E. strigatus* por sobre las otras especies.

También se ha observado la presencia de dos especies de trips que causan severo plateado en hojas. Se trata del trips de la cebolla (*Trips tabaci*) y actualmente el trips de California (*Frankliniella occidentalis*). El ataque de estos insectos es crítico durante la etapa de formación de bulbos, porque produce pérdidas significativas de rendimiento. Las infestaciones por trips pueden persistir en los bulbos de cebolla después de la cosecha, con consecuentes problemas cuarentenarios en la exportación.

En ocasiones se presentan ataques severos de gusanos cortadores (*Agrotis* spp.) y cuncunilla de la vid (*Copitarsia turbata*), correspondientes a larvas de mariposas, pero rara vez revisten importancia económica en el cultivo, salvo que la última permanezca en el producto final, puesto que es plaga cuarentenaria en países libres de ella.

En la Región Metropolitana, durante algunas temporadas, se ha detectado tanto en plantaciones como en productos almacenados, la presencia del ácaro de los bulbos (*Rhizoglyphus echinopus*), provocando bulbos partidos porque dañan el plato basal y el tejido, tanto en cebollas como en ajos. Su control solo se logra haciendo rotaciones de cultivos, ya que no hay programas de control químico ni biológico para este ácaro.

4.1. Mosca de la cebolla (*Delia antiqua*)

Hospederos: ataca solo a Alliaceas (cebolla, ajo, chalota).

Distribución: se encuentra desde la región de Valparaíso hasta la de Magallanes.

Características biológicas:

Adultos: muy parecidos a la mosca común, de 8 a 9 mm de largo, pero más pequeños. Se puede identificar solo a nivel taxonómico, de la mosca de la semilla y de la mosca común, por una banda oscura bajo la línea media del abdomen, además de cuatro estrías café en el tórax. La hembra adulta puede ser identificada por el largo de la quinta cerda pre alar del tórax, la cual es cerca de 1/3 del largo de las otras cerdas, bandas en el abdomen y largo de cerdas (Figura 4.1.).

Huevos: elongados y blancos, de 1,2 mm con dibujos en la superficie. La hembra deposita un número de 30 huevos en el suelo, en la base de la planta, prefiriendo suelos sueltos, con alto contenido de guano, con plantaciones en alta densidad y en los bordes.



Figura 4.1. Adulto, huevos y larvas de la mosca de la cebolla (*Delia antiqua*).

Ciclo biológico: en Chile este insecto presenta cuatro generaciones en el año, con vuelo de adultos en julio, septiembre, noviembre y abril. La generación de septiembre en la zona central es la más crítica, porque coincide con la presencia de la mayoría de las variedades de cebolla en almácigo o recién trasplantadas, cuando las plantas son más susceptibles.

Aproximadamente una semana después de la emergencia, las hembras se aparean y luego comienzan a depositar huevos cercanos a la base de las plántulas. Con temperaturas sobre los 18°C los huevos eclosionan en 7 días y la larvita rompe con sus ganchos el cuello de la planta y asciende por el interior del tallo, bajo estas condiciones pueden permanecer hasta cuatro semanas desarrollándose la larva, luego pupa en el suelo. Entre los meses de enero y marzo se presenta un receso de la plaga, porque no se observa vuelo de adultos.

4.2. Mosca de la semilla (*Delia platura*)

Hospederos: ataca a cebollas, espárragos, porotos, habas, maíz, melones, sandías.

Distribución: es cosmopolita.

Características biológicas:

Adultos: 5 mm de largo, gris verdoso. Semejante a la mosca común pero un poco más pequeña y también más pequeño que *D. antiqua* (Figura 4.2.).

Huevos: blancos de 1 mm. Son depositados en las axilas foliares o directamente en el suelo, prefiriendo suelos sueltos y con materia orgánica, cerca de los tallos o de las semillas.

Larvas: color blanco cremoso de hasta 6 a 8 mm, sin patas visibles. Presenta ganchos bucales que le permiten barrenar las semillas o plántulas recién emergidas.



Figura 4.2. Adulto y pupa de mosca de la semilla (*Delia platura*).

Pupas: color pardo, con forma de grano de arroz, midiendo entre 3 a 5 mm de largo, ubicándose cerca de las plantas hospederas en el suelo.

Ciclo biológico: en climas templados este insecto inverna en estado de pupa en la tierra, produciéndose emergencia de adultos escalonado desde mediados de agosto. Luego de pupa pasa por los estados de adulto, huevo y larva. La primera generación emerge temprano, a fines de invierno y comienzos de primavera, pudiéndose presentar, al igual que en mosca de la cebolla, cuatro generaciones en el año.

4.3. Mosca de los bulbos de la cebolla (*Eumerus strigatus*)

Hospedero: cebolla, ajo, zanahoria, papa, lillium, narciso y jacinto.

Distribución: en Chile se encuentra desde la Región Metropolitana hasta la de Los Lagos. Se reporta su presencia en Italia, Rumania, Inglaterra, Hungría, Japón, Nueva Zelanda, Rusia y Norteamérica.

Ciclo biológico: los adultos aparecen a inicios de primavera, depositando grupos de huevos en plantas que presenten algún tipo de daño por especies de *Delia* o

patógenos como el causante de enfermedades fungosas. Las larvas emergen pocos días después y entran a los bulbos en formación, alimentándose en grupos de 5 a 6 larvas, en promedio (Figura 4.3.). La pupación tiene lugar en el cuello de la planta en diciembre. Los adultos emergen dos semanas después. Las larvas de segunda generación atacan los bulbos y con ellos pueden ser trasladadas al almacenaje. En los restos de bulbos que quedan en el suelo pueden invernar las larvas, las que pupan en primavera para aparecer luego transformadas en adultos. El control principal debe hacerse mediante la destrucción de bulbos infestados, a través de rotaciones de cultivos e identificando el problema principal que predispone para el ataque de este insecto.



Figura 4.3. Larva de mosca de los bulbos (*Eumerus strigatus*).

4.4. Manejo general de las tres especies de moscas

Tipo de monitoreo:

- Monitoreo de adultos con trampas de color blanco.
- Predicción sobre la base de acumulación térmica.

Época de monitoreo:

- Previo al establecimiento del almácigo y /o siembra directa, continuar al trasplante.
- Desde el vuelo de adultos del mes de julio, se inicia la acumulación de grados días sobre 5°C, alcanzando la primera generación una acumulación de 378°C.

Estructuras dónde monitorear:

- Tablillas blancas de 10*20 cm cubiertas con un pegamento conocido como stikem, sirve para atrapar adultos (Figura 4.4.).
- Registro de temperaturas máxima y mínima.

Tamaño y ubicación de la muestra:

- Tablillas blancas de 10*20 cm ubicadas a 30 cm del nivel del suelo. 10 trampas por predio, equidistantes y ubicadas en diagonal.

Cómo monitorear:

- Contar adultos capturados en trampas.

Frecuencia del monitoreo:

- 2 veces por semana.

Indicadores cuantitativos del monitoreo:

- Número de adultos por trampa día.

Decisión de control:

- 5 adultos por trampa día.



Figura 4.4. Trampas blancas utilizadas para monitoreo de moscas en cebollas.

4.5. Trips de California (*Franfliniella occidentalis*) y trips de la cebolla (*Thrips tabaci*)

Hospederos: para el trips de California está la uva, el nectarín, ciruelos, almendras, limón, kiwi, peras, damasco, durazno, higo, manzana, crisantemo, lechuga, pimiento, tomate, clavel y más de 80 otras especies, incluyendo la cebolla. El trips de la cebolla tiene los mismos hospederos, de los cuales destacan, entre las hortalizas, cebolla, ajo, tomate, berenjena, arveja, poroto, melón y zapallo.

Distribución: el trips de California se encuentra entre las regiones de Coquimbo y El Maule y el de la cebolla en todo el país, hasta en invernaderos de Magallanes.

Características biológicas: las hembras adultas de trips de California miden entre 1,2 y 1,45 mm y los machos, entre 0,9 y 1,2 mm. Tanto los machos como las hembras son alados y, en el caso de las hembras, el color del cuerpo depende de la época del año, siendo más oscuras en invierno y pardo anaranjadas en verano. Los huevos son de colores blanco hialino, siendo este estado de difícil diferenciación de otras especies (Figura 4.5.). Es una especie ovípara y en la zona central de Chile hiberna como hembra adulta en malezas y plantas cultivadas. Su ciclo depende de las temperaturas.

El trips de la cebolla, aunque semejante al de California, es de menor tamaño. También presenta gran variedad de colores, destacándose los colores oscuros en invierno y los claros en verano. La característica más fija que diferencia a las dos especies son las antenas y la presencia de setas en la cabeza y el pronoto. Los del trips de la cebolla poseen siete segmentos en las antenas; el primero o basal, más claro que los restantes, las del trips de California presentan ocho segmentos en las antenas.

Es importante destacar que muchos de los daños en cebollas atribuidos, hasta hace poco, al trips de la cebolla, deben reevaluarse, debido a que en las últimas temporadas se ha observado más al trips de California, especie más agresiva en términos de población y daño.



Figura 4.5. *Trips tabaci* en la axila de las hojas en cebolla, huevo incipiente de trips insertado en tejido y huevo de mayor desarrollo previa eclosión de la larva.

En cebolla, tanto el trips de California como el trips de la cebolla, oviponen en hojas (Figura 4.6.), donde producen el plateado, pero también en las partes florales (yemas de cada umbela, pedicelos florales y en la flor).



Figura 4.6. Izquierda: *Trips tabaci*, denominado trips de la cebolla. Centro: *Frankliniella occidentalis*, denominado trips de California. Derecha: daño por ovipostura.

Control:

Monitoreo: se pueden utilizar trampas amarillas o azules con pegamento para detectar el inicio del vuelo y bajar poblaciones adultas al comienzo de la temporada. Se ha observado que los umbrales de daño económico en cebolla son 20 trips por planta al inicio del cultivo y 150 trips por planta en pleno desarrollo.

Labores culturales: por ser especies tan polífagas, para disminuir sus poblaciones es importante controlar las malezas y rastrear los terrenos de hortalizas inmediatamente después de la cosecha.

Control biológico: en el ámbito mundial, en el control de trips se destacan depredadores del orden Hemiptera, del género *Anthocoris* y *Orius*. En Chile se está evaluando la especie *Orius laevigatus*, introducida y liberada por el Centro Experimental de Entomología La Cruz. También está en estudio el nemátodo *Thripinema nicklewoodii*, que parasita los huevos de trips, impidiendo su desarrollo, pero aún no es posible recomendar este método de control.

Control químico: se recomienda aplicar productos químicos para el control del trips de ambas especies de trips, solo si se supera los umbrales de infestación antes indicados, de 20 trips por plantas al inicio del cultivo y 150 ejemplares por planta en pleno desarrollo.

Tanto el trips de la cebolla como el trips de California, producen plateado en hojas por remoción de la clorofila, lo que en la etapa de formación de bulbos puede incidir significativamente en los rendimientos.

El trips de California puede tener gran significancia en la producción de semilla de cebolla, porque daña las partes florales, en especial las umbelas inmaduras.

La estrategia del control químico de ambas especies de trips, si se justifica en el cultivo, debe hacerse considerando las regulaciones de ingredientes activos y límites máximos de residuos de los mercados que importan la cebolla.

Para mejorar la penetración de cualquiera de los productos recomendados para el control de trips de cebolla, debe agregarse a la solución algún tipo de coadyuvante, como por ejemplo el uso de Silwet, Extravon y Citowett. También debe cuidarse de tener un buen cubrimiento, en especial con los productos de contacto, porque los trips se caracterizan por habitar en lugares protegidos de la planta. Otro aspecto importante es que las aplicaciones deben ser dirigidas a los focos de infestación utilizando rotaciones de insecticidas para evitar la resistencia por parte del insecto.

4.6. Acaro de los bulbos (*Rhizoglyphus echinopus*)

Hospederos: cebolla, ajo, gladiolo, lirio, productos almacenados.

Distribución: es cosmopolita y presente en Chile entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos.

Características biológicas:

Adultos: ácaro de 0,8- 1 mm de largo, de cuerpo oval, blanco traslúcido con setas largas en el abdomen y patas cortas (Figura 4.7.).



Figura 4.7. Adulto de *Rhizoglyphus echinopus* en plántula de cebolla.

Descripción del daño:

Atacan en especial a los almácigos de las plantas que presentan daño en raíces, ya sea por agentes causales de enfermedades, como daños mecánicos. También las plántulas sanas pueden verse afectadas cuando los niveles poblacionales son altos, pudiendo provocar daños directos, cortando raicillas antes de que la planta se establezca.

Las plántulas están más expuestas a estos ataques en suelos sin rotaciones, acompañado de un crecimiento lento de la planta por temperatura baja y alta humedad en los suelos.

También pueden presentarse en cebollas almacenadas.

Aspectos específicos para el monitoreo:

Tipo de monitoreo: muestreo de bulbos y de almaciguera.

Época de monitoreo: en almaciguera, antes del trasplante para producción de bulbos. Para producción de semillas, revisar bulbos almacenados.

Estructuras dónde monitorear: en las raíces de las plántulas y también en los bulbos en almacenaje.

Tamaño y ubicación de la muestra: revisar plantas y bulbos con daños.

Cómo monitorear: sacar los bulbos con raíces y llevar al laboratorio y contar el número de ácaros en las raíces cercanas al plato basal, utilizando lupa electrónica, registrando el número de ácaros encontrados por bulbo.

Frecuencia del monitoreo: semanal.

Indicadores cuantitativos del monitoreo: número promedio de ácaros por bulbo.

Decisión de control: el manejo de este ácaro debe ser preventivo y debe tenerse en cuenta en especial en los suelos donde han tenido cultivos de cebolla o ajos anteriores y, también, donde se ha presentado previamente este problema. Lo más importante es la rotación de cultivos, evitando especies de la familia Alliaceas.

Se sugiere evaluar las desinfecciones con acaricidas previo al trasplante, determinando mortalidad de ácaros y fitotoxicidad.

CAPÍTULO 5.

ENFERMEDADES DE LA CEBOLLA

Paulina Sepúlveda R.

Ing. Agrónoma, M. Sc.
INIA La Platina

5.1. Manejo de enfermedades en cebolla

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 los **hongos, bacterias, virus y nemátodos**, todos ellos pueden provocar pérdidas importantes en rendimiento, como también en la calidad comercial de las cebollas. Además pueden afectar a las plantas en diferentes estados de desarrollo y disminuir su vida útil. 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 cebollas.

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 cebollas es afectado por 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 anteriormente. El presente documento será una ayuda para realizar una correcta identificación de las enfermedades más frecuentes que ocurren en el cultivo de cebollas y, así, poder elegir el método de control más adecuado.

En general, las enfermedades que afectan al cultivo de cebollas 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, con el fin 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 y ser capaz de identificar el 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 que, 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, cuando se utilicen, estos deben utilizarse en las dosis mínimas recomendadas por el fabricante, siempre respetando las precauciones que se indican en la etiqueta en cuanto a los períodos de carencia, al efecto residual del pro-

ducto, 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.

- **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 pesticidas, por ejemplo, las normas regulan la aplicación de los productos fitosanitarios 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.buenaspracticass.cl/>

A continuación se señalan las principales enfermedades causadas por hongos y virus en el cultivo de cebollas.

5.2. Fusariosis

Esta enfermedad puede ser causada por uno de estos tres patógenos: *Fusarium oxysporum* f.sp.cepae, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, que son capaces de infectar a las plantas en cualquier estado de desarrollo del cultivo, es decir desde almaciguera a cosecha. El patógeno es favorecido por condiciones de alta humedad y temperaturas cercanas a los 20°C.

Síntomas: plantas más pequeñas en campo, falta de desarrollo radicular, raíces con necrosis, asociado a problemas de riego en el campo por exceso de agua o apozamiento. También se puede presentar en almacenaje pudrición de bulbos (Figura 5.1.).



Figura 5.1. Síntomas de Fusariosis en raíces de plantas de cebolla y pudrición en bulbos.

Diseminación: *fusarium* se disemina por el agua de riego y por las labores culturales. Otro factor muy importante son las plantas infectadas desde la almácuera.

Sobrevivencia: puede sobrevivir como esporas de resistencia (clamidosporas) durante muchos años en suelo o también asociado a bulbos enfermos.

Medidas de control: para establecer un adecuado control de la enfermedad se debe considerar el concepto de *manejo integrado*, donde se aplique monitoreo para establecer la estrategia más adecuada. Para ello se debe tener presente los siguientes factores:

- Plantar plantas sanas en el campo.
- Se recomienda la total eliminación de los bulbos enfermos.
- Permitir una total maduración del bulbo antes de cosechar.
- Realizar un curado completo de los bulbos al sol o con aire caliente.
- Almacenar bulbos en bodegas secas y con aireación.
- Rotación de cultivos.
- Manejo adecuado del riego, de modo de evitar exceso de humedad en el suelo.

5.3. Mildiu

Esta enfermedad es causada por el hongo ***Peronospora destructor*** y se presenta con más frecuencia en cultivos de otoño-invierno, donde la humedad y temperatura son más favorables para el desarrollo del patógeno.

Síntomas: la enfermedad se puede presentar en cualquier estado de desarrollo de las plantas, si las condiciones de alta humedad y temperatura (11 a 13°C) están presentes. La enfermedad se caracteriza por presentar manchas blanquecinas redondas u ovaladas en hojas y tallos. Luego las manchas aumentan de tamaño y se desarrolla en ellas abundante micelio y esporulación grisácea a violácea en los tejidos, los que finalmente se secan y mueren (Figura 5.2.).

Es una enfermedad muy importante en semilleros, ya que produce tendecura del tallo floral, lo que dificulta la cosecha. El hongo también puede invadir las partes florales e infectar a las semillas.

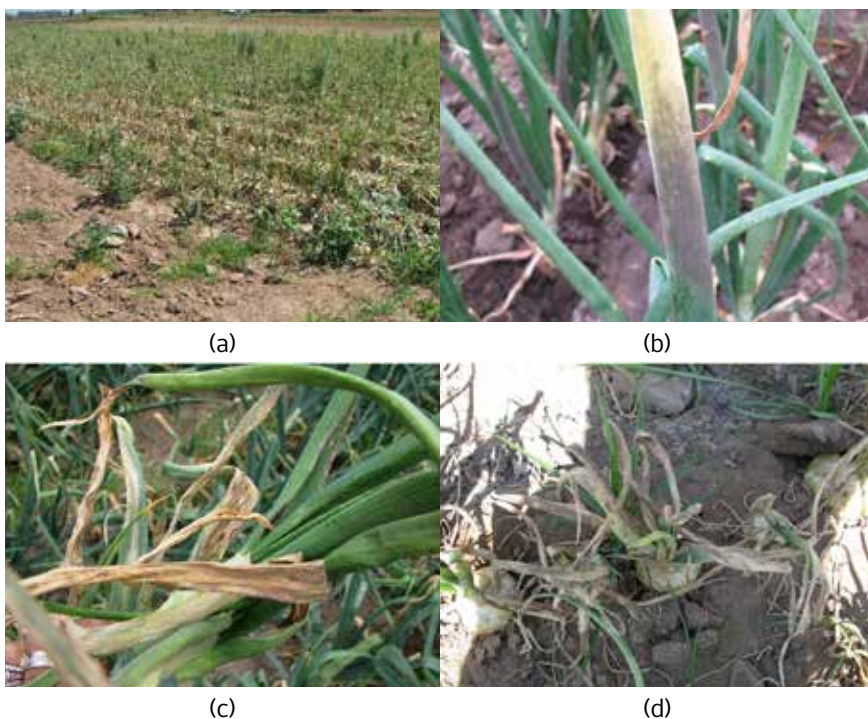


Figura 5.2. Síntomas de mildiu en distintas etapas del cultivo de cebolla: (a) muerte de plantas por mildiu; (b) micelio color gris en tallo floral; (c) hojas secas con daño de mildiu y (d) mildiu en cebollas, tallos severamente dañados.

Diseminación: los esporangios del hongo son dispersados por vientos húmedos, pero a medida que se alejan mueren, al quedar expuestos a la luz del sol.

Sobrevivencia: el agente causal de mildiu es un parásito obligado y sobrevive como micelio en bulbos de cebollas y como oosporas en restos de cosecha. También el micelio puede invadir las semillas y constituir una fuente de inóculo.

Medidas de control: realizar monitoreo permanente para establecer oportunamente las medidas de control.

Control cultural: se deben eliminar los restos de cultivos afectados tan pronto como se observen para bajar carga de inóculo. Otros puntos que deben ser considerados son el uso de semilla sana y la rotación de cultivos.

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

5.4. Pudrición del cuello o moho gris

Esta enfermedad puede ser causada por uno de estos tres agentes causales, *Botrytis allii*, *Botrytis cinerea*, *Botrytis squamosa*, y se presenta con más frecuencia bajo condiciones húmedas y frías. Estos hongos también pueden afectar a las flores, contaminar las semillas y afectar a plantas pequeñas, iniciando una pudrición en el cuello.

Síntomas: *Botrytis allii* es la más frecuente de las especies de que afecta a la cebolla. Sus síntomas se presentan comúnmente en el almacenaje; sin embargo, también se observan en campo y se manifiestan en bulbos maduros próximos a la cosecha, y se caracterizan por el desarrollo de una pudrición blanda y acuosa del bulbo, más el desarrollo de un moho grisáceo y de esclerocios sobre los tejidos parasitados (Figura 5.3.).



(a)

(b)

Figura 5.3. Pudrición de bulbos de cebolla y expresión de micelio de *Botrytis cinerea* en bulbos de cebolla con presencia de esclerocios negros.

Diseminación: las esporas presentes en tejidos afectados son llevadas por el viento. Aparentemente *Botrytis allii* se transmite internamente en la semilla.

Sobrevivencia: puede sobrevivir como esclerocios en restos de tejidos enfermos, también en residuos de plantas enfermas en estados de semi descomposición o por semilla.

Medidas de control: se recomienda la total eliminación de los bulbos enfermos, permitir una total maduración del bulbo antes de cosechar, realizar un curado completo de los bulbos al sol o con aire caliente, almacenarlos en bodegas secas y con aireación, evitar altas densidades de plantas, realizar rotación de cultivos, evitar exceso de fertilización nitrogenada y la aplicación de fungicidas apenas se presenten condiciones favorables y de acuerdo con el listado de fungicidas autorizados por SAG para el cultivo.

5.5. Roya

Esta enfermedad es causada por el hongo *Puccinia porri* G. Wint (*sin. Puccinia allii* F. Rudolphi), siendo la enfermedad de menor importancia económica para el cultivo de la cebolla.

Síntomas: se caracteriza por la presencia de pústulas ovaladas de color anaranjado, que corresponden a uredosporas, las que afectan a hojas y tallos florales. Posteriormente, hacia el final de la temporada de cultivo, aparecen pústulas de color café oscuro, que corresponden a las teleutosporas de *P. porri*. Las hojas se desecan prematuramente, lo que acelera la maduración de los bulbos (Figura 5.4.).



Figura 5.4. Pústulas de roya en bunching (*Allium fistulosum*).

Diseminación: las uredosporas y pueden ser diseminadas por el viento a grandes distancias.

Sobrevivencia: el hongo inverna como uredosporas o teleutosporas en restos de tejidos infectados.

Medidas de control: se sugiere establecer monitoreo para determinar el momento oportuno de control, establecer una rotación de cultivos hospederos que no pertenezcan al grupo de las aliáceas, eliminar restos de cultivos enfermos y realizar tratamientos con fungicidas al aparecer las primeras pústulas, esto de acuerdo con el listado de productos autorizados para el cultivo según SAG.

CAPÍTULO 6.

RIEGO EN CULTIVO DE CEBOLLA

Alejandro Antúnez B.

Ing. Agrónomo, Ph. D.
INIA La Platina

Sofía Felmer E.

Ing. Agrónoma
INIA Rayentué

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 cebollas en las interrogantes básicas que determinarán el manejo y programación del riego en esta especie, para lograr adecuados niveles de producción y calidad.

6.1. Disponibilidad de agua

La disponibilidad de agua determinará la superficie donde se establecerán las cebollas. 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 cebollas. Como en todas las hortalizas, la escasez de agua de riego afectará fuertemente al rendimiento y la 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 por goteo adecuadamente una superficie de 3 hectáreas de hortalizas. 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.

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 profundas o subsuperficiales 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 extraerá 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.

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 cobran 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 series 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. 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 C expresado en g/L y la conductividad eléctrica (CE) en dS/m ($C = 0,64 \times CE$). A partir de estos parámetros se evalúa el riesgo de salinización de un suelo regado, siguiendo las recomendaciones de FAO (Ayers y colaboradores, 1987) incluidas en el Cuadro 6.1.

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.

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

Cuadro 6.1. Niveles de riesgo de salinización a partir del contenido salino y la conductividad eléctrica del agua de riego (Ayers y colaboradores, 1976).

Por otra parte, la presencia de sales de sodio, boro y cloro, pueden causar problemas en las cebollas. En relación con el boro, la cebolla es una especie catalogada

como sensible a la presencia de este elemento en concentraciones de 0,5 a 2,0 mg/L. Respecto de los cloruros en general, aguas con un contenido de cloruros inferior a 140 mg/L no presentan problemas. Estos valores son orientativos y el problema se puede controlar impidiendo la acumulación de cloruros en el suelo, manteniendo una fracción de lavado adecuada.

La fitotoxicidad se acentúa en condiciones climáticas de elevada temperatura, aunque también influye la técnica de riego utilizada. La fitotoxicidad del sodio y de los cloruros se manifiesta a concentraciones inferiores, si el riego es por aspersión y en riegos nocturnos. Si el problema es ocasionado por sodios y cloruros, los problemas se solucionan por medio del lavado de sales o enmiendas de calcio. En el caso del boro, el problema es de difícil solución y se aconseja evaluar el cambio de la fuente de agua.

Para evitar problemas de infiltración causados por el uso de aguas de riego con contenido salino, debe evaluarse la relación que existe entre el Na^+ , que tiene efecto desagregante del suelo, y los cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} , que contribuyen a la estructuración del suelo. De esta forma se define la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), que evalúa la proporción entre el Na^+ y el Ca^{2+} más Mg^{2+} en el agua, realizado en laboratorios especializados de forma rutinaria. A partir de la Relación de Adsorción de Sodio y de la Conductividad Eléctrica, es posible determinar el grado de reducción de la infiltración de agua en el suelo, con lo que se puede prevenir su ocurrencia con una adecuada y oportuna detección.

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 6.2.

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
Ácido Sulfhídrico (mg/L)	< 0,5	0,5 - 2,0	> 2,0
pH	< 7,0	7,0 - 8,0	> 2,0

Cuadro 6.2. Riesgo de obstrucción de emisores de riego, de acuerdo con las características físico-químicas del agua de riego (Ayers y colaboradores, 1987).

Además del criterio físico-químico, la calidad microbiológica del agua es de gran importancia, tanto para el mercado nacional como para el internacional. La Norma Chilena (NCh 1333) clasifica como apta para riego al agua con concentraciones menores a 1.000 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 colaboradores, 2000). Este criterio se ajusta al de la Organización Mundial de la Salud (OMS), aunque difiere de la legislación 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.

6.2. Demanda de agua en el cultivo de la cebolla

Básicamente, la cantidad de agua que necesita un cultivo de cebollas dependerá de la capacidad del 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 capacidad de campo (CC) y 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, sometiéndolo 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 sometiéndolo 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, 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 cebollas 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. 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 cebolla 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 frecuentes (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 a la raíz de la cebolla. También se ha reportado que cebollas que han recibido un sobre riego, pueden sufrir descomposición rápida en almacenamiento, particularmente si han ocurrido lluvias durante la estación de cultivo.

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_o). Al respecto, existen publicaciones nacionales que entregan valores medios mensuales de ET_o 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. Cuan-

do se decide implementar una estación meteorológica para el cómputo de la ETo, se requiere registrar radiación solar, temperatura, presión de vapor o humedad relativa y velocidad del viento (Figura 6.1.). Estos datos se integran generalmente en la ecuación FAO 56 Penman-Monteith. En Chile existe una amplia red de estaciones meteorológicas que pueden revisarse en el sitio www.agromet.cl.



Figura 6.1. 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 6.2.).

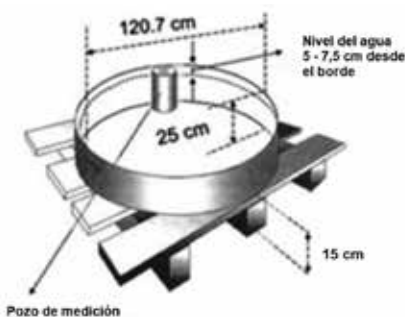


Figura 6.2. Evaporímetro de bandeja Clase A.

Coeficientes de cultivo: para determinar la demanda del cultivo (E_{Tc}) es necesario multiplicar el término E_{To} por el valor del coeficiente de cultivo (K_c) para

el tipo, variedad y densidad de plantación de la cebolla. Existen varias fuentes que reportan coeficientes de cultivo, aunque el propio productor puede validar y ajustar sus propios Kc de acuerdo con su experiencia y manejo específicos.

El coeficiente de cultivo FAO para cebollas verdes en rama es 0,70 para la etapa inicial y 1,00 para las etapas media y final. Para el tipo de guarda, en cambio, el Kc es de 0,7 para la etapa inicial, 1,05 para la etapa media y 0,75 para la final (Allen y colaboradores, 1998).

En el Cuadro 6.3. se presenta un resumen de la duración de las etapas fenológicas publicadas en FAO 56 para cebolla (Allen y colaboradores, 1998), con diferente propósito, en dos áreas agroecológicas.

Zona	Tipo Cebolla	Inicial	Desarrollo	Media	Senescencia	Total
Tipo Mediterránea	Verde en rama	25 días	30 días	10 días	5	70
	Seca de guarda	15 días	25	70	40	150
Tipo Árida	Verde en rama	20 días	45	20	10	95
	Seca de guarda	20 días	35	110	45	210

Cuadro 6.3. Duración de la etapa fenológica para cebolla (Allen y colaboradores, 1998).

En términos generales, para optimizar el manejo del riego en cebollas, es conveniente realizar una programación preliminar basada en la mejor estimación que se tenga disponible de la ET_c , obtenida de la EB o ETo, 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. La necesidades netas (NN) de riego estimadas para la zona central fluctúan, en general, entre 2.500 y 5.500 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 5.000 m³/

ha, si se riega por goteo (eficiencia del 90%) se requerirán 5.555 m³/ha de agua de riego. En la misma zona de cultivo y variedad, regando por surcos, se requerirán 11.111 m³/ha (eficiencia del 45%).

Está demostrado que la tecnificación del riego mejora la eficiencia del uso del agua en forma considerable. Tradicionalmente, la cebolla 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%.

6.3. Tecnificación del riego en el cultivo de la cebolla

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 cebollas (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, de manera 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 cebollas 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 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, 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 este sistema, puede acoplarse un sistema de control de pulsos de riego que puede permitir aumentar la eficiencia de riego hasta 65% (Figura 6.3.).



Figura 6.3. Riego por pulsos en maíz grano.

En las últimas décadas el cultivo de cebollas incluye el riego por goteo, con eficiencias potenciales del orden de 90%. Esta tecnología permite al agricultor prácticamente doblar la superficie que cultivaba regada 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. La incidencia de malezas, el control de plagas y enfermedades se ven favorecidos al poder controlar el agua aplicada o dirigirla hacia la zona de raíces.

6.4. 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 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 6.4.), bloques de yeso (Figura 6.5.) 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 6.4. Tensiómetros.



Figura 6.5. Bloques de yeso (a) y sensores de capacitancia (b).

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 6.6.), 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 cebolla, 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 6.6. Monitoreo de humedad de suelo mediante barreno (a) y calicatas (b).

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 por 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 cebollas. Una estación de monitoreo puede constar de una, dos o tres sondas, que registran el contenido de agua en el suelo a diferentes profundidades.

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.

6.5. Períodos fenológicos críticos de riego

Como se revisó anteriormente, el cultivo de la cebolla 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.

Trasplante: debe mantenerse el suelo cercano a capacidad de campo (5 a 10 cb de tensión) en los primeros 10 cm de profundidad de suelo. Para ello se recomienda regar durante el trasplante o inmediatamente realizado este.

Formación de bulbo: se recomienda reponer el agua en el suelo a capacidad de campo, sin permitir que el suelo se seque demasiado (máximo 15 a 20 cb de tensión), en los primeros 20 cm de profundidad. En términos generales, se recomienda regar frecuentemente (cada 6 a 8 días en surcos, diariamente en goteo) durante toda la etapa de formación de bulbo.

Cercano a cosecha, con inicio de hojas senescentes: se recomienda suspender el riego apenas iniciado el desecamiento de las hojas, evitando pudriciones de la cebolla para cosecha.

6.6. Lista de chequeo

Etapa del cultivo	Verificador	Rango o umbral óptimo	Medidas correctivas
Trasplante	Tacto, tensiómetro u otro sensor de agua en el suelo.	Suelo cercano a capacidad de campo (5 a 10 cb de tensión), en los primeros 10 cm de profundidad de suelo.	Regar durante el trasplante o inmediatamente realizado éste.
Formación de bulbo	Tacto, tensiómetro u otro sensor de agua en el suelo.	Reponer el agua en el suelo a capacidad de campo, sin permitir que el suelo se seque demasiado (máximo 15 a 20 cb de tensión), en los primeros 20 cm de profundidad.	Regar frecuentemente (cada 6 a 8 días en surcos, diariamente en goteo) durante toda la etapa de formación de bulbo.

Cercano a cosecha, con inicio de hojas senescentes	Tacto, tensiómetro u otro sensor de agua en el suelo.	Suspender el riego apenas iniciado el desecamiento de las hojas, evitando pudriciones de la cebolla para cosecha.	No regar.
--	---	---	-----------

Cuadro 6.4. Lista de chequeo.

CAPÍTULO 7.

COSECHA DE LA CEBOLLA

Carlos Blanco M.

Ing. Agrónomo, Mg. Sc.
INIA La Platina

7.1. Consideraciones fisiológicas de los bulbos en almacenamiento

En la cebolla, el órgano de consumo generalmente es el bulbo que, a diferencia de otras especies hortícolas, tiene algunas características que favorecen la conservación por un tiempo relativamente prolongado.

Bajo condiciones de fotoperiodo adecuado para la formación de bulbos, la planta inicia la acumulación de reservas en la base de las hojas, forma catáfilas sin lámina y termina con la iniciación de primordios foliares antes de entrar en un período de dormancia. Durante este período, los bulbos poseen un metabolismo reducido y carecen de la capacidad de emitir hojas y raíces, lo cual facilita la conservación. Dependiendo del cultivar, el crecimiento se reinicia después de un número variable de días.

Las catáfilas internas son gruesas y firmes. Las externas, constituidas por células muertas, permiten una barrera al intercambio gaseoso y un elemento de protección contra los daños mecánicos y el ataque de hongos.

Además, los bulbos poseen tasas respiratorias bajas, de $3 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ a 0°C y $28 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ a 25°C , que pueden considerarse, en términos generales, indicativos de escasa actividad metabólica, característica también favorable para la conservación.

El componente que se encuentra en mayor cantidad en los bulbos es el agua, con variaciones que oscilan entre 80% en las variedades destinadas a la industria del deshidratado, y 94% en las de consumo en fresco. Pese a eso, poseen una tasa de deshidratación reducida, por la baja relación superficie/volumen y la presencia de las catáfilas externas muertas, que actúan como barreras a la difusión de vapor de agua, produciéndose las mayores pérdidas a través del cuello del bulbo. Las pérdidas de peso en bulbos sanos se deben principalmente a pérdidas de agua por transpiración, y dependen de características propias del

producto y de las condiciones de temperatura y humedad relativa del lugar de almacenamiento. La máxima pérdida de peso fresco aceptable comercialmente es, aproximadamente, el 10% del peso fresco inicial.

Los principales componentes de la materia seca son los carbohidratos estructurales, algunos oligosacáridos, sacarosa y azúcares reductores. Otros componentes, como proteínas, lípidos y vitaminas, alcanzan porcentajes o fracciones menores, siendo destacable la presencia de compuestos orgánicos azufrados responsables del olor característico de las aliáceas.

7.2. Índice de madurez para los distintos tipos de cebollas

La fecha de cosecha está determinada por el tipo de cebolla y la finalidad del cultivo.

En los **cultivares tempranos**, se realiza cuando el bulbo ha alcanzado su mayor desarrollo, pero sin llegar a su madurez fisiológica (cebollas en ramas), aunque en ocasiones también suelen cosecharse cuando han completado su madurez (Figura 7.1.).



Figura 7.1. Cosecha de cebolla en ramas.

Los **cultivares de media estación** generalmente se cosechan cuando los bulbos están totalmente maduros, en forma similar a la cebolla tardía.

En la **cosecha de cebollas tardías**, destinadas a la producción de bulbos secos, el índice de madurez más utilizado es el debilitamiento y curvatura de las hojas en la zona del falso cuello, que se tornan amarillentas y se doblan a la altura del cuello, para luego secarse totalmente. Cuando entre el 50 y el 80% de las plantas están curvadas se puede cosechar (Figura 7.2.)



Figura 7.2. Cebollas de guarda con estado de madurez adecuada, donde se visualiza el curvamiento de las hojas a nivel de falso cuello.

7.3. Labores de pre-cosecha

Para favorecer la maduración de los bulbos, es aconsejable suspender los riegos aproximadamente 15 días antes de la fecha probable de cosecha, o en el momento que entre el 1% y el 10% de las plantas estén curvadas. El uso de rodillos, herbicidas o el corte de raíces para secar el follaje generalmente no ayudan a la maduración del bulbo y, por el contrario, muchas veces acortan el período de vida comercial.

Deben evitarse las cosechas muy tempranas o muy tardías.

Consideraciones relevantes durante el proceso de cosecha:

- Si los bulbos son cosechados anticipadamente puede continuar el crecimiento de las hojas, debido a que durante la maduración se produce una síntesis de inhibidores de brotación que son trasladados al bulbo y una disminución del contenido de hormonas de crecimiento del tipo de las auxinas y giberelinas.
- Los bulbos cosechados con anticipación demoran más en secarse, son de menor peso y pueden resultar con cuello abierto, arrugados y blandos, afectándose en definitiva la sanidad y el rendimiento final.

- Cosechas tardías (con un porcentaje de plantas curvadas cercano al 100%), el peso de los bulbos es mayor, pero puede haber daños por insolación, pérdida de catáfilas externas y una menor capacidad de conservación por ataque de microorganismos.

7.4. Labor de cosecha

Consiste en la extracción de las plantas enteras. Se debe procurar que el suelo esté lo más seco posible, puesto que la presencia de humedad favorece el manchado de los bulbos y el deterioro de su calidad.

La cosecha puede realizarse en forma manual o mecanizada. En grandes extensiones se suele utilizar una cuchilla de corte horizontal, de tracción mecánica, para cortar el sistema radicular y descalzar las plantas. En muchos casos la misma máquina permite separar la tierra, haciendo deslizar las plantas sobre una cadena sin fin. Finalmente las acordona en el terreno.

En forma previa a la formación de los lotes resulta indispensable la eliminación de malezas y restos de suelo adherido que se encuentren mezcladas entre los bulbos, dado que su presencia produce zonas de mayor humedad que pueden facilitar el desarrollo de podredumbres, brotación y enraizamiento.

7.5. Curado

Proceso de secado de las capas externas del bulbo, lo cual le da una mayor protección contra los daños físicos, la penetración de patógenos y las pérdidas de agua.

Durante este período se debe lograr una pérdida entre el 3 y el 5% del peso inicial de los bulbos.

Cuando las cebollas se destinan al consumo inmediato el curado no es necesario, aunque sí resulta conveniente realizar, por lo menos, un corto secado a campo; para lo cual, inmediatamente después de la recolección, se realiza el oreado, que consiste en eliminar el exceso de humedad de los bulbos.

Las plantas se acordonan en el campo de tal manera que el follaje de unas tape los bulbos de otras, con el fin de evitar el escaldado de los mismos (Figura 7.3).

Esta práctica es muy importante para evitar enfermedades que aparecen durante la conservación, como el carboncillo provocado por *Aspergillus niger*.



Figura 7.3. Curado de cebolla de guarda en campo, bajo sistema de acordonado y curado el pie en cebollas bajo riego por cinta.

Las condiciones requeridas para lograr un buen curado son temperaturas cercanas a 30°C y humedad relativa inferior al 60%. Valores mayores al 70% provocan el manchado de la piel. Si las condiciones ambientales no permiten efectuar el curado a campo, es necesario recurrir al secado artificial.

En el curado artificial, uno de los sistemas más utilizados, consiste en una serie de conductos ubicados en el piso y conectados a un ventilador y una fuente de calor. Los bulbos apilados en alturas no superiores a los 4 m deben recibir una corriente de aire de aproximadamente 1,5 a 2 m³ por minuto por cada m³ de cebollas.

El período de secado oscila entre 1 y 7 días, dependiendo de la madurez del bulbo a las temperaturas empleadas, siendo las óptimas entre 35 y 38°C. Temperaturas de 46°C acortan a la mitad el tiempo de secado, pero no se aconsejan por más de 24 horas, ya que incrementan los riesgos de daños fisiológicos. Una temperatura de 55°C causa una rápida descomposición interna y excesivas pérdidas de peso.

Un buen curado debe resultar en un producto sin olores extraños ni manchas sobre el follaje, que debe permanecer flexible y de color pajizo. El falso tallo, a la altura del cuello, debe presentar un diámetro reducido.

Un sobrecurado implica mayores e innecesarias pérdidas de peso y el desprendimiento de las catáfilas más externas, que se vuelven quebradizas.

7.6. Faenado

Después de terminado el proceso de curado, las cebollas son retiradas temprano en la mañana, si van a ser almacenadas colgadas para el mercado interno o son desmochadas, eliminando raíces y las hojas secas sobre 2 cm del cuello, apiladas y cubiertas con hojas (Figura 7.4.).

Nuevamente, hasta su calibrado y envasado definitivo por cuadrillas especializadas.

Estas prácticas pueden tener consecuencias importantes para el comportamiento del producto en postcosecha (generación de daño mecánico, infección por patógenos, calentamiento, condensación de humedad, etc.), por lo que deben ser realizadas con celeridad, cuidado y, en lo posible, en un lugar de empaque apropiado, teniendo en consideración los principios de postcosecha.



Figura 7.4. Faenado de cebolla de guarda en campo.

7.7. Acondicionamiento y empaque

El primer acondicionamiento se inicia en el campo, antes del curado y se denomina descolado. En esta operación se eliminan las raíces, los restos de las partes aéreas, las cutículas sueltas y parte de la tierra adherida. Este proceso puede realizarse en forma manual o mecánica.

Después del curado se realiza el corte del follaje, con lo que se evitan mayores pérdidas de peso y pudriciones por respiración y transpiración. El corte generalmente se efectúa en forma manual, con tijera o cuchillo, evitando dañar el bulbo. Si se lo realiza incorrectamente, se acorta la vida comercial del bulbo, dado que quedan heridas y el cuello no termina de cerrarse adecuadamente, hecho que aumenta la susceptibilidad a los ataques y daños por hongos y bacterias. Además, las heridas y golpes producen ruptura de tejidos, que ocasionan mayor deshidratación.

Las cebollas, para ser almacenadas en cámara, se clasifican (además del corte del follaje), eligiéndose aquellas libres de daños mecánicos o fitopatológicos visibles y las de diámetro superior a 3 cm. Dirigiéndose el resto al consumo inmediato.

La selección de bulbos para conservar, aunque sea por tiempo más o menos breve, debe ser muy rigurosa, ya que aquellos con problemas iniciales no solo serán inaprovechables comercialmente, sino que afectarán la capacidad de conservación del resto.

Los bulbos deben presentar la forma, color, firmeza y tamaño típicos de la variedad, debiendo excluirse aquellos fuera de tipo, dobles, cebollones, apitonados, brotados o dañados.

CAPÍTULO 8.

REGULACIÓN DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE BARRA UTILIZADOS EN HORTALIZAS Y CULTIVOS BAJOS

Patricio Abarca R.

Ing. Agrónomo M. Sc.

INIA Rayentué

8.1. Introducción

El uso de plaguicidas es una de las prácticas más habituales en la agricultura convencional, el no uso de ellos en muchos cultivos perjudicaría considerablemente la productividad y calidad de los alimentos provenientes de ellos, principalmente por daños ocasionados por plagas (insectos y ácaros), enfermedades (hongos, bacterias y virus) y también por el no control de malezas en los huertos.

La labor de pulverización es una tarea compleja y, generalmente, carece de eficiencia pese a ser una práctica habitual y periódica en los huertos agrícolas, principalmente por el desconocimiento de la estrecha relación entre el equipo pulverizador, el cultivo, el plaguicida, las condiciones climáticas y el organismo que se pretende controlar.

La eficiencia y eficacia de las aplicaciones de plaguicidas a través de pulverizadores en diversos cultivos contempla un conjunto de factores. La despreocupación de uno de ellos provocará que el control sea deficiente, se produzca una alta contaminación ambiental y posibles intoxicaciones para el aplicador u otros trabajadores agrícolas.

Todos los plaguicidas entregados a través de pulverización requieren de un equipo de aplicación. Sin embargo, en un gran porcentaje de los huertos agrícolas no se realiza un programa de mantención y mucho menos de regulación de pulverizadores; lo anterior conlleva a que se generen importantes pérdidas de producto a través de fugas, deriva y uso de volúmenes sobre dimensionados. Todos estos problemas son el reflejo del desconocimiento de quienes utilizan los plaguicidas y de la ausencia de aspectos legales que ayuden a la eficiencia del uso de estas

sustancias, como el mejoramiento de la información de etiquetas de plaguicidas, incorporación de inspecciones obligatorias de equipos de aplicación, entre otros.

8.2. Mejoramiento de la eficacia del uso de plaguicidas

Como se describió anteriormente, la eficacia de las aplicaciones consta de una serie de factores que se deben contemplar a la hora de realizar una pulverización, entre ellos se mencionan:

Condiciones ambientales: se recomienda que las pulverizaciones agrícolas al aire libre **nunca** se realicen cuando el viento sobrepase los 6,5 km/h, la humedad relativa sea inferior al 40% y la temperatura sea mayor a 25 °C. Condiciones desfavorables aumentan la deriva y una evidente contaminación ambiental.

Oportunidad de aplicación: realizar las aplicaciones en momentos específicos de acuerdo con el organismo y etapa fenológica del cultivo. El monitoreo es una herramienta clave en determinar el momento más apropiado. Para el caso de la malezas, cuando estas presenten un tamaño adecuado para su control (<10 cm).

Plaguicida y dosificación: el uso del plaguicida debe dar cumplimiento a las Buenas Prácticas Agrícolas y contar con la autorización legal vigente para el cultivo y organismo que se desea controlar. Las dosis deben ser respetadas de acuerdo con las indicaciones de la etiqueta.

Condición del cultivo y diseño del huerto: cuando se realiza la aplicación al cultivo, los volúmenes deben ser estimados de acuerdo con el tamaño de las plantas, densidad foliar, tipo de maquinaria y tipo de tratamiento. Cuando se aplica al suelo mullido o para el control de malezas, respetar volúmenes indicados en las etiquetas y comprobar el cubrimiento con papeles hidrosensibles.

Inspección y regulación de los pulverizadores: la inspección y regulación debe realizarse al menos una vez al año, ello garantiza que todos los elementos y parámetros operativos de la maquinaria estén regulados para mejorar la eficacia de aplicación, disminuir la contaminación ambiental y reducir el índice de accidentalidad e intoxicación hacia los operadores agrícolas.

Capacitación: la capacitación no solo recae en los aplicadores, el conocimiento debe estar en toda la cadena involucrada en el uso de plaguicidas.

8.3. Regulación de pulverizadores hidráulicos de barra

La regulación de pulverizadores busca principalmente que los parámetros de la maquinaria, tanto del tractor como del pulverizador, se encuentren regulados para ajustar el volumen de aplicación correcto y se aplique el plaguicida uniformemente y con buen cubrimiento en todo el huerto.

Para la aplicación de plaguicidas en hortalizas (incluyendo a las cebollas), lo recomendable desde el punto de vista de la eficacia en la aplicación, es la utilización de pulverizadores hidráulicos de barra con asistencia de aire (Figura 8.1.). Sin embargo, solo una pequeña minoría lo utiliza, principalmente por costo (equipos de mayor valor respecto de uno sin asistencia de aire), por desconocimiento de la calidad de aplicación y por considerar que son equipos de mayor complejidad de manejo.



Figura 8.1. Pulverizador hidráulico de barra con asistencia de aire (Fuente: Agrimec, 2017).

En nuestro país, por la condiciones mencionadas anteriormente, mayoritariamente los agricultores utiliza el pulverizador de hidráulico de barra (sin el aditamento de asistencia de aire, Figura 8.2.), esto conlleva a tener deficiencia en la calidad de pulverización, mayores pérdidas por deriva y a la utilización de volúmenes de aplicación mayores que los requeridos por el cultivo, más aun cuando se utilizan boquillas no apropiadas para el tipo de cultivo.



Figura 8.2. Pulverizador hidráulico de barra para cultivos bajos (Fuente: Hardi, 2016).

El procedimiento para determinar el volumen de mezcla aplicado por hectárea no difiere entre los equipos mencionados anteriormente; por lo tanto, para ambos se deben considerar los siguientes parámetros para su regulación:

I) Velocidad de avance

Dependerá de forma exclusiva de la marcha elegida y de las r.p.m. del motor. Para pulverizadores hidráulicos de barra (sin asistencia de aire), se recomienda usar al menos 450 r.p.m. a la Toma de Fuerza del tractor y hasta las 540 r.p.m. en equipos con asistencia de aire. Las velocidades, dependiendo del tipo de tratamiento, varían entre los 4 y los 6 km/h.

II) Ancho de aplicación

Dependerá del número y separación de boquillas en la barra. Tanto para boquillas de cono vacío, como de abanico plano y abanico plano antideriva, la separación entre boquillas es de 0,5 m.

III) Caudal promedio de boquillas

Dependerá del tamaño de boquillas y presión de trabajo. En una barra de aplicación, todas las boquillas deben ser del mismo tipo, tamaño y ángulo de aplicación.

Para aplicaciones de insecticidas, acaricidas y fertilizantes foliares al cultivo se recomienda el uso de boquillas de cono vacío (Figura 8.3.) con caudales entre

0,7 a 1,4 L/min a una presión de 5 bar, pudiéndose utilizar presiones hasta 14 bar. Para herbicidas se recomienda el uso de boquillas de abanico plano (Figura 8.4.) o abanico plano antideriva, en herbicidas pre emergentes boquillas entre 1 a 1,6 L/min y para herbicidas post emergentes boquillas entre 0,6 a 1 L/min, a una presión de 3 bar.



Figura 8.3. Boquilla de cono vacío para aplicación de acaricidas, fungicidas e insecticidas.



Figura 8.4. Boquilla de abanico plano para aplicación de herbicidas.

Ejemplo de regulación de un pulverizador hidráulico de barra

Se desea aplicar un herbicida residual pre emergente para el control de malezas en el cultivo de cebolla (previo a la siembra o trasplante), la etiqueta del plaguicida indica aplicar una dosis de **2 L/ha** y un volumen de aplicación de **250 L/ha**. El tractor demora **16 segundos en recorrer 25 metros** y se utilizará boquillas de abanico plano, las cuales tienen un ancho de trabajo efectivo de 0,5 metros (a presiones entre 1,5 y 3 bar).

Con los datos anteriormente señalados, se debe determinar qué caudal de boquilla es el más conveniente, considerando que las de abanico plano son las más eficientes para la aplicación de herbicidas en un pulverizador de barra. Para ello, se utiliza la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Q \times v \times a}{600}$$

Donde:

q : Caudal promedio de boquillas (L/min).

Q : Volumen de aplicación (L/ha).

v : Velocidad de avance (km/h).

a : Separación entre boquillas (m).

600 : Factor de conversión de unidades.

Para determinar la velocidad de trabajo, se debe marcar una distancia mínima de 25 metros y medir el tiempo que tarda el equipo en recorrer dicha longitud en condiciones reales de trabajo. Para obtener la velocidad de trabajo en km/h, se utiliza la siguiente ecuación:

$$v = \frac{d \times 3,6}{t}$$

Donde:

v : Velocidad de avance (km/h).

d : Distancia marcada (m).

t : Tiempo que demora el equipo (s).

Por lo tanto:

$$v = \frac{25 \text{ (m)} \times 3,6}{16 \text{ (s)}} = 5,6 \text{ (km/h)}$$

$$q = \frac{250 \text{ (L/ha)} \times 5,6 \text{ (km/h)} \times 0,5 \text{ (m)}}{600} = 1,17 \text{ (L/min)}$$

Con los datos entregados en el ejemplo, se determina que la boquilla de abanico más apropiada es una de color azul a 3 bar de presión, con un caudal teórico de 1,18 L/min (**Ver Anexo**).

Una vez seleccionada la boquilla adecuada, se ajusta la presión en el pulverizador y se comprueba el caudal descrito en el catálogo, generalmente siempre habrá diferencias entre el caudal teórico y real (Figura 8.5.).



Figura 8.5. Medición real del caudal individual de las boquillas en un pulverizador hidráulico de barra.

Como se observa en la Figura 8.5., se debe medir individualmente el caudal de todas las boquillas y luego determinar el promedio. Si el caudal promedio real no se ajusta a lo requerido, se debe regular la presión de trabajo hasta el obtener los 1,17 L/min. Para poder ajustar la presión de forma óptima, se debe contar con un manómetro con buen rango de visibilidad; para ello, la máxima graduación debe ser el doble de la presión máxima de trabajo. Por ejemplo, si la presión

máxima que se utilizará será de 3,5 bar, el manómetro deberá tener un rango de 0 a 7 bar (Figura 8.6.)



Figura 8.6. Manómetro adecuado para trabajar a presiones máximas de 3,5 a 4 bar.

Una vez regulado el pulverizador con el volumen requerido, se debe determinar la cantidad adecuada de plaguicida que se agregará al estanque, para ello, se utiliza la siguiente ecuación:

$$CPE = \frac{CE \times D}{Q}$$

Donde:

- CPE : Cantidad de plaguicida al estanque (L).
- CE : Capacidad del estanque del pulverizador (L).
- D : Dosis recomendada del plaguicida (L/ha).
- Q : Volumen de aplicación (L/ha).

Si el estanque del pulverizador tiene una capacidad máxima de 400 L, se determina:

$$CPE = \frac{400 \text{ (L)} \times 2,5 \text{ (L/ha)}}{250 \text{ (L/ha)}} = 3,83 \text{ L}$$

Para un estanque de 400 litros de capacidad se debe agregar un total de 3,83 L (3 litros y 830 ml) de producto cuando la dosis por hectárea es de 2,5 L.

Una vez regulado el pulverizador, y en condición para realizar la aplicación, se debe revisar y ajustar la posición de la barra; es decir, horizontal respecto del suelo. Así también se debe ajustar la altura de acuerdo con el ángulo de aspersión de la boquilla (para boquillas de abanico de 110° su altura adecuada es de 50 cm, para boquillas de 80° la altura será de 75 cm).

Finalmente se debe determinar la calidad de la aplicación, y esta tiene estrecha relación con el tamaño y número de gotas aplicadas uniformemente en toda la superficie; esto efectivamente es denominado “cubrimiento”. Para determinar el cubrimiento de una aplicación se debe utilizar papeles hidrosensibles, los cuales son de color amarillo y se tiñen de azul al contacto con las gotas de la pulverización (Figura 8.7.). La cantidad de gotas y su tamaño obedecen exclusivamente al tipo de tratamiento, ya sean fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares, herbicidas, etc. (Ver Cuadro 8.1.).

Tratamiento	Tamaño (micras)	Cantidad (Nº/cm²)
Fungicidas	150 - 250	50 - 70
Insecticidas	200 - 350	20 - 30
Herbicidas de Contacto	200 - 400	30 - 40
Herbicidas de Preemergencia	400 - 600	20 - 30
Abonos Líquidos	500 - 1.000	5 - 15

Cuadro 8.1. Tamaño de las gotas y cantidad mínima por unidad de superficie de acuerdo con el tipo de tratamiento (Fuente: Ortiz - Cañavate y Hernanz, 1989).



Figura 8.7. Papeles hidrosensibles. Izquierda, antes de la pulverización. Derecha, cubrimiento ideal obtenido posterior a la aplicación.

Anexo: Tabla de boquillas

TABLA PARA BOQUILLAS ALBUZ ATR 80°		Frutales y hortalizas (L/min)				$VDA = \frac{CTB \times 600}{DEH \times VA}$		VDA : Volumen de Aplicación (L/ha) CTB : Caudal Total de Boquillas (L/min) DEH : Distancia Entre Hileras (m) VA : Velocidad de Avance (km/h) 600 : Factor conversión de unidades		
Bar	Blanco	Lila	Marrón	Amarillo	Naranja	Rojo	Gris	Verde	Negro	Azul
5	0,27	0,36	0,48	0,73	0,99	1,38	1,50	1,78	2,0	2,45
6	0,29	0,39	0,52	0,80	1,08	1,51	1,63	1,94	2,18	2,67
7	0,32	0,42	0,56	0,86	1,17	1,62	1,76	2,09	2,35	2,87
8	0,34	0,45	0,60	0,92	1,24	1,73	1,87	2,22	2,50	3,06
9	0,36	0,48	0,64	0,97	1,32	1,83	1,98	2,35	2,64	3,24
10	0,38	0,50	0,67	1,03	1,39	1,92	2,08	2,47	2,78	3,40
11	0,39	0,52	0,70	1,07	1,45	2,01	2,17	2,58	2,90	3,56
12	0,41	0,55	0,73	1,12	1,51	2,09	2,26	2,69	3,03	3,71
13	0,43	0,57	0,76	1,17	1,57	2,17	2,35	2,79	3,14	3,85
14	0,44	0,59	0,79	1,21	1,63	2,25	2,43	2,89	3,26	3,99


TABLA PARA BOQUILLAS ALBUZ TVI 80°		Frutales y Hortalizas (L/min)		 Norma ISO Colores				
Bar	Morado 80-0050	Rosa 80-0075	Naranja 80-01	Verde 80-015	Amarillo 80-02	Lila 80-025	Azul 80-03	Rojo 80-04
5	-	0,39	0,52	0,77	1,03	1,29	1,55	2,07
6	-	0,42	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	2,26
7	0,31	0,46	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,44
8	0,33	0,49	0,65	0,98	1,31	1,63	1,96	2,61
9	0,35	0,52	0,69	1,04	1,39	1,73	2,08	2,77
10	0,37	0,55	0,73	1,10	1,46	1,83	2,19	2,92
11	0,38	0,57	0,77	1,15	1,53	1,91	2,30	3,06
12	0,40	0,60	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40	3,20
13	0,42	0,62	0,83	1,25	1,67	2,08	2,50	3,33
14	0,43	0,65	0,86	1,30	1,73	2,16	2,59	3,46


TABLA BOQUILLAS ARANICO Herbicidas Barra		 (L/min)	
Color	Presión Bar	Caudal	
Naranja 80-01	1	0,23	
110-01	2	0,32	
(100)	3	0,39	
	4	0,45	
Verde 80-015	1	0,34	
110-015	2	0,48	
(100)	3	0,59	
	4	0,68	
Amarillo 80-02	1	0,46	
110-02	2	0,65	
(50)	3	0,79	
	4	0,91	
Lila 80-025	1	0,57	
110-025	2	0,81	
(50)	3	0,99	
	4	1,14	
Azul 80-03	1	0,68	
110-03	2	0,96	
(50)	3	1,18	
	4	1,36	
Rojo 80-04	1	0,91	
110-04	2	1,29	
(50)	3	1,58	
	4	1,82	

TABLA BOQUILLAS DEFLECTORAS O TIPO ESPEJO		Bar		Ama		Nar		Roja		Ver		Azul		Gris		Neg	
APM ALBUZ Herbicidas mochila		0,5	0,39	0,64	0,97	1,30	1,62	2,30	3,00								
		1,0	0,55	0,91	1,37	1,84	2,29	3,25	4,24								
		1,5	0,67	1,12	1,68	2,25	2,80	3,98	5,19								
		2,0	0,78	1,29	1,94	2,60	3,23	4,60	6,00								
		2,5	0,87	1,44	2,17	2,90	3,61	5,14	6,70								
		3,0	0,95	1,58	2,38	3,18	3,96	5,63	7,35								
		3,5	1,03	1,71	2,57	3,43	4,28	6,08	7,93								
		4,0	1,10	1,82	2,74	3,68	4,58	6,50	8,48								

Bibliografía consultada

Agrimec (2017). Hardi Master Twin Stream. (En línea). Disponible en: <http://agrimec-ledbury.co.uk/wp/index.php/product/hardi-master-twin-stream-11/>. Consultado en Noviembre de 2017.

Aljaro, A. (1992). Semilla. Germinación, almácigos y trasplante. En: INIA Est. Experimental La Platina. Primer Curso Taller de Cebollas. Serie La Platina N° 37 Santiago, Chile. Pp: 2.26-2.38.

Aljaro, A. (2001). Almácigos, producción y selección de plantas y sistemas de plantación. En: INIA Est. Experimental La Platina. Segundo Curso Taller de Cebollas. Serie Actas N°11. Santiago, Chile. Pp. 31-42.

Aljaro, A., Monardes, H., Urbina, C. et al. (2009). Manual de cultivo del Ajo (*Allium sativum* L.) y Cebolla (*Allium cepa* L.) Título, Universidad de Chile; INNOVA Corfo.

http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual_Cultivo_cebolla_ajo.pdf

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 56. Food and Agriculture Organization, Rome.

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

Ayers, R. S. y Westcot, D. (1976). Water Quality for Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome.

Brewster, J. (2001). Las cebollas y otros Alliums. Zaragoza, España: Editorial ACRI-BIA, S.A.

Carrasco, J. y Lorca, G. (1992). Manejo del suelo para cultivo de cebolla. En: INIA Est. Experimental La Platina. Primer Curso Taller de Cebollas. Serie La Platina N° 37 Santiago, Chile. Pp. 3.3-3.28.

Carrasco, J., García-Huidobro, J. y Peralta, J.M. (1993). Selección de equipos de labranza. Investigación y Progreso Agropecuario (IPA) La Platina. Marzo-abril, N° 75. Pp. 3-17.

Carrasco, J. y García Huidobro, J. (1998). Los problemas de la labranza y los equipos. Revista Tierra Adentro N° 28. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago de Chile. Pp. 24-28.

Del Monte, R. (1997). Preparación de suelo para el establecimiento del cultivo. En: INTA Centro Regional de Cuyo. Manual del cultivo de cebolla. Mendoza, Argentina. Pp. 35-49.

Estay, P. (2001). Plagas principales y el manejo para su control. En: INIA Est. Experimental La Platina. Segundo Curso Taller de Cebollas. Serie Actas N°11. Santiago de Chile. Pp. 43-50.

Estay, P. (2001). Plagas principales de la cebolla. Tierra Adentro N° 40.

Furlani, M. y Rivero, M. Manejo postcosecha y control de calidad. En: INTA Centro Regional de Cuyo. Manual del cultivo de cebolla. Mendoza, Argentina.

Galmarini, C. (1997). Manual del cultivo de la cebolla. INTA Centro Regional Cuyo, Argentina.

Giaconi V. y Escaff M. (2004). Cultivo de hortalizas. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Hardi (2016). Catálogo de pulverizadores NK. (En línea) Disponible en: <http://www.hardi-international.com/files/9113/1281/2802/A100318.jpg>. Consultado en diciembre de 2016.

Ibañez, M. y E. Hetz (1980). Arados de vertederas. Boletín Técnico N° 9. Chillán, Chile: Universidad de Concepción, Departamento de Ingeniería Agrícola.

Ibañez, M. (1985). Curso internacional de mecanización agrícola para extensionistas. Preparación de suelos para la siembra. Universidad de Concepción. Departamento de Ingeniería Agrícola. Chillán, Chile.

Krarpup, C. (1992). Manejo postcosecha en cebolla. En: INIA Est. Experimental La Platina. Primer Curso Taller de Cebollas. Serie La Platina N° 37. Santiago de Chile.

Latorre, B. (2004). Enfermedades de las plantas cultivadas (6ª edición). Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Norma Chilena Oficial N° 1.333/78. Aprobada por D.S. MOP N° 867/78 (D.O. 22.05.78).

Rabinowitch, H. y Currah, L. (2002). Allium Crop Science: Recent Advances. Nueva York, EE.UU.: Editorial CABI Publishing.

Ormeño, J. y Carrasco, J. (1999). El laboreo del suelo y su efecto sobre las malezas. Tierra Adentro n° 29. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Noviembre-diciembre. Pp. 40-43.

Ortiz-Cañavate, J., Hernanz, J.L. y Ruiz, M. (1989). Técnica de la Mecanización Agraria (3ª Edición). Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.

Ortiz-Cañavate, J., Hernanz, J.L. y Ruiz, M. (1989). Las máquinas agrícolas y su aplicación (3ª edición). Cornell University, Nueva York, EE.UU.: Ediciones Mundi Prensa.

Riquelme, J. y Carrasco, J. (1991). El arado cincel como conservador de suelos. Revista IPA La Platina N° 60. Pp. 16-18.



Boletín INIA / N° 15
www.inia.cl

