

Cebolla de bulbo

(*Allium cepa* L.)

Manual de recomendaciones técnicas para su
cultivo en el departamento de Cundinamarca



Julio Ricardo Galindo Pacheco

Cebolla de bulbo

(*Allium cepa* L)

Cebolla de bulbo

(*Allium cepa* L)

Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca

Diego Alejandro Salinas Velandia

Karen Andrea Alarcón

Mauricio Guevara Acosta

Julio Ricardo Galindo Pacheco

Cebolla de bulbo (*Allium cepa* L): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca / Diego Alejandro Salinas Velandia, Karen Andrea Alarcón, Mauricio Guevara Acosta y Julio Ricardo Galindo Pacheco – Bogotá, D. C. : Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2, 2020.

104 páginas ; ilustraciones ; 24cm.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN-e: 978-958-794-380-1

ISBN obra impresa: 978-958-794-379-5

PALABRAS CLAVE: Manejo y conservación de suelos, Selección de semilla de cebolla, Manejo eficiente de la fertilización integrada en cebolla, Manejo agronómico del cultivo de cebolla, Cosecha y poscosecha del cultivo de cebolla, Costos de producción del cultivo de cebolla

CORREDOR TECNOLÓGICO AGROINDUSTRIAL CTA-2
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ
Calle 44 N.º 45-67
Unidad Camilo Torres
Edificio 826 Bloque A-1
Oficina 101
Teléfono (57-1) 316 5000 Extensión 10248
Bogotá, D. C. Colombia
Código postal: 111321

Impreso en Bogotá, D.C., Colombia
Printed in Bogota, D. C., Colombia

PREPARACIÓN EDITORIAL
Mesa Editorial
Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

GESTOR DE CONTENIDOS:
Luis Gabriel Bautista Montealegre

DISEÑO Y DESARROLLO CONTXT:
Andrés Conrado Montoya Acosta

CITACIÓN SUGERIDA: Salinas-Velandia, D., Alarcón, K., Guevara-Acosta, M. y Galindo-Pacheco, J. (2020). Cebolla de bulbo (*Allium cepa* L): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Bogotá, D. C.: Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2.

CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD: CTA-2 no es responsable de las opiniones e información contenidas en el presente documento. Los autores se adjudican exclusiva y plenamente la responsabilidad sobre su contenido, ya sea propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la autorización de terceros para su publicación; adicionalmente, los autores declaran que no existe conflicto de interés con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



Esta obra se distribuye con una licencia *Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International* (CC-BY-SA 4.0)
Se puede consultar en la dirección <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

*Dedicado a todas las personas
que trabajan la tierra*

Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Entidad Ejecutora:

Gobernación de Cundinamarca

Nicolás García Bustos

Gobernador

Comité Directivo

Gobernación de Cundinamarca

Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación

Nelly Yolanda Russi Quiroga

Secretaria de Ciencia, Tecnología e Innovación

Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

César Augusto Carrillo Vega

Director de Economía Rural y Abastecimiento Alimentario

Universidad Nacional de Colombia

Vicerrectoría de Investigación

Hernando Guillermo Gaitán Duarte

Director de Investigación y Extensión Sede Bogotá

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Centro Tibaitatá

Juan Diego Palacio Mejía

Director

Comité Técnico Científico
Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Gobernación de Cundinamarca

Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación

John Jairo González Rodríguez

Alcaldía Mayor de Bogotá, D. C.

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

Andrea Campuzano Becerra

Universidad Nacional de Colombia

Dirección de Investigación y Extensión – Sede Bogotá

Bethsy Támara Cárdenas Riaño

Jefe de la División de Investigación

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Centro Tibaitatá

Carlos Alberto Herrera Heredia

Coordinación de Innovación Regional

Directora de proyecto

Ingritts Marcela García Niño

Supervisor

Diego Mauricio Salas Ramírez

El Corredor Tecnológico Agroindustrial (CTA) es una estrategia de cooperación entre Estado, sector productivo y academia, en la cual participan actores directivos del sector agropecuario y agroindustrial de Cundinamarca y Bogotá, D. C., con el fin de aunar esfuerzos en actividades de desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación. Sus capacidades están orientadas a la formulación y ejecución de proyectos de carácter investigativo, que permitan la transferencia tecnológica al sector agropecuario y agroindustrial.

El presente documento es resultado del Subproyecto “Tecnologías en los sistemas de producción de hortalizas (cebolla cabezona, cebolla larga, arveja verde y zanahoria) en la zona rural de Bogotá y Cundinamarca”, desarrollado en el marco del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, Proyecto “Investigación, desarrollo y transferencia tecnológica en el sector agropecuario y agroindustrial con el fin de mejorar todo el departamento, Cundinamarca, Centro Oriente”, suscrito por la Gobernación de Cundinamarca, a través de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación; la Alcaldía de Bogotá, a través de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico; la Universidad Nacional de Colombia, y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA, antes Corpoica). El Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 es financiado con recursos del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías.

Contenido

Agradecimientos	13
Introducción	15
Aspectos básicos	19
Diagnóstico del sistema productivo	19
Generalidades del cultivo	22
Edafoclimatología para el cultivo	27
Manejo agronómico	31
Instalación del cultivo	31
Manejo integrado de fertilización	40
Requerimientos nutricionales del cultivo de cebolla	45
Manejo integrado fitosanitario	45
Cosecha y poscosecha	69
Secado de la cebolla de bulbo	70
Recomendaciones para el secado	72
Empacado de los bulbos	75

Costos de producción y rentabilidad de la propuesta	77
Análisis de precios	77
Estimación de los costos de producción	79
Calidad de la producción	80
Análisis de rentabilidad	82
Referencias bibliográficas	85
Anexos	89
Anexo 1	90
Anexo 2	91

Agradecimientos

Este trabajo no se habría podido realizar sin la colaboración de muchas personas que ayudaron brindando sus conocimientos y apoyo. Se agradece a todos ellos, en cuanto apoyaron el proyecto para que saliera adelante de la mejor manera posible.

Un agradecimiento especial por el apoyo fundamental del Dr. Carlos Alberto Herrera Heredia, el Dr. Jhon Fabio Acuña y la asistente Lizeth Castro, quienes aportaron valiosas sugerencias, direccionaron algunas actividades y contribuyeron a solucionar los percances que el proyecto tuvo en su desarrollo.

Además, y de manera especial, se agradece a todo el apoyo, la paciencia y la colaboración de Benicio Mora, Ana Graciela Rodríguez, Alejandro Hernández y su familia, Jorge Cáqueza y todos los productores de Une y Chipaque que participaron en este proyecto.

Introducción

Las hortalizas forman parte de la alimentación humana. En particular, la cebolla de bulbo —tema de este manual—, es un alimento que aporta a la dieta humana potasio, vitamina B6 y vitamina C, especialmente. En Colombia, el consumo de cebolla de bulbo por persona al año es de 10,3 kg, mayor que el promedio mundial de 8,3 kg (Pinzón, Ospina, Baez y Flórez, 2006), lo cual la convierte en la segunda hortaliza más consumida en el país.

Las hortalizas se conocen como cultivos transitorios en Colombia, para distinguirlos de los cultivos permanentes (como los frutales, la palma, etc.). En las estadísticas se reportan 32 especies sembradas en diferentes zonas; las de mayor participación son arveja, tomate, cebolla de bulbo, cebolla de rama, zanahoria y haba, las cuales concentran el 75 % del área sembrada de hortalizas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016).

El cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) es un importante generador de ingresos y fuente de trabajo para los pequeños cultivadores en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca (Sanabria, Puentes y Cleves, 2014), ya que en estos departamentos se concentran las mayores áreas sembradas. La cebolla de bulbo, en el grupo de hortalizas, verduras y legumbres establecido por el DANE, fue el cuarto sistema productivo con mayor área sembrada en Colombia en 2016, con una participación de 13 443 ha (DANE, 2016).

Para el caso de Cundinamarca, y según datos del DANE (2017), el sector agropecuario ha venido contrayéndose, y ha pasado de una participación en el Producto Interno Bruto (PIB) departamental del 18 % en 2002 a 13 % en 2016. La

vulnerabilidad del sistema productivo se debe, en parte, a que la producción de hortalizas en el país satisface demandas regionales y se establece en economías campesinas utilizando métodos tradicionales y de baja tecnificación (Delegatura de Protección de la Competencia, 2011).

Por ello los avances tecnológicos son de gran importancia. En la producción de cultivos han ayudado a la seguridad alimentaria y serán cruciales para el desarrollo sostenible a largo plazo (Lozano y Restrepo, 2015). La tecnología en la agricultura es clave en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) declarados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015 (Molano, 2015). En particular para el cultivo de cebolla de bulbo, la tecnología comprende productos y habilidades que determinan el uso eficiente de los recursos, como por ejemplo las semillas mejoradas, las técnicas de cultivo, los sistemas y técnicas de riego, el sistema antiheladas, las coberturas artificiales y naturales, entre otras (Oliva, 2009).

Otro desafío en la producción agrícola del país es lograr la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) por parte de los productores. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) es el encargado de otorgar la respectiva certificación en BPA, mediante la verificación de que, desde la planeación del cultivo hasta la cosecha, se realicen prácticas encaminadas a una sostenibilidad ambiental, económica y social con el fin de garantizar un producto inocuo para el consumidor (Galindo, Español, Vargas, Flórez y Herrera, 2011).

En este escenario, el Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, con el Subproyecto “Tecnologías en los sistemas de producción de hortalizas (cebolla cabezona, cebolla larga, arveja verde y zanahoria) en la zona rural de Bogotá y Cundinamarca” (que en adelante se denominará Subproyecto Hortalizas), buscó aumentar la productividad, sostenibilidad y capital social para el sistema productivo de cebolla de bulbo en la región oriental de Cundinamarca.

En el Subproyecto Hortalizas se realizó una evaluación de la línea de base de la tecnología local de producción, y se propusieron mejoras tecnológicas por medio de su implementación y puesta a prueba en las Parcelas de Investigación Participativas Agropecuarias (PIPA), desarrolladas en las fincas de los agricultores. Paralelamente, el desarrollo de los cultivos se orientó de acuerdo con

los principios de las BPA, en busca de garantizar la inocuidad del producto, la conservación del medio ambiente y la seguridad del trabajador.

Finalmente, con la experiencia del Subproyecto Hortalizas se elaboró el presente documento, recomendado para las condiciones productivas del departamento de Cundinamarca. Sin embargo, las recomendaciones de manejo incluidas pueden llegar a ser validadas y adaptadas a otras zonas agroecológicas donde se cultive la cebolla de bulbo. Se hizo énfasis especial en la propuesta de utilizar acolchado plástico y riego por goteo, tecnologías con las cuales se logró una mejora significativa en el rendimiento del cultivo y la calidad de la cosecha.

Aspectos básicos

Diagnóstico del sistema productivo

Zonas de influencia del Subproyecto Hortalizas

Según información presentada por Agronet (2015-2018), la producción de cebolla de bulbo se concentra en la zona oriental del departamento de Cundinamarca, e incluye los municipios de Une, Ubaque, La Calera, Cáqueza, Fosca, Machetá, Pasca, Chipaque y Choachí. Como resultado de la selección que hizo el Subproyecto Hortalizas, resultaron favorecidos para participar en él los municipios de Une, Chipaque y Pasca. Los dos primeros tienen zonas cebolleras continuas que presentan una cantidad importante de productores, mientras que en el tercero un 63 % de sus veredas incluye cultivos donde la cebolla constituye el principal factor generador de empleo y se observa una gran variedad de condiciones agroecológicas (Delgado, 2009).

Caracterización del sistema productivo

El Subproyecto Hortalizas adelantó un diagnóstico del estado actual del cultivo de cebolla de bulbo en los municipios de Une, Chipaque y Pasca, con el fin de identificar la problemática tecnológica que se presenta en el sistema productivo,

y establecer así una línea de base para proponer soluciones participativas a los agricultores de dicho sistema.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los municipios abordados por el proyecto, los productores utilizan para la siembra diferentes híbridos de cebolla. Entre los más usados están los híbridos de las casas comerciales Takii Seeds, Enza Zaden, Nunhems y Seminis, aunque los productores continuamente prueban nuevos materiales buscando mayor productividad, siempre que satisfagan las condiciones de comercialización. Por otro lado, se presenta el uso generalizado de productos de síntesis química con categorías toxicológicas altas que ponen en riesgo la inocuidad del producto así como la salud de los operarios de campo, quienes no utilizan apropiadamente los elementos de protección personal recomendados por las BPA.

En la Tabla ?? se presenta la problemática percibida por los agricultores para el manejo del sistema productivo de cebolla de bulbo, y la propuesta planteada por el Subproyecto Hortalizas para enfrentar los problemas prioritarios. Frente al alto costo de la tierra, se debe aumentar la rentabilidad a través de una mayor tecnología que permita aumentar la eficiencia en el uso del terreno. Concretamente, la propuesta se refiere al uso del acolchado y el riego por goteo, que se describen y evalúan a lo largo de este manual. El problema de la cenicilla, una enfermedad asociada con la alta humedad en el cultivo, se puede reducir con la propuesta de aplicar riego por goteo en vez de riego por aspersión.

Tabla 1 Problemática del sistema productivo de cebolla de bulbo según los agricultores encuestados de los municipios de Une, Chipaque y Pasca.

Etapas	Problemática	Prioridad	Propuesta
General	Alto costo de la tierra y su administración	1	Mejorar la rentabilidad con el aumento de la tecnología
Semillero	Bajo porcentaje de germinación	4	Mejorar las condiciones de manejo en semillero
Trasplante	Alta incidencia de cenicilla (<i>Peronospora destructor</i>)	2	Utilizar riego por goteo en vez de aspersión
Cosecha	Mano de obra insuficiente	3	Mejorar las condiciones para aumentar la eficiencia del trabajo en la cosecha

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Los productores expresaron la necesidad de capacitarse en temas como las nuevas variedades de cebolla de bulbo, la fertilización integrada y el uso racional del recurso hídrico basado en los requerimientos del cultivo. Con la propuesta del Subproyecto Hortalizas estos temas resultan muy relevantes. En cuanto al bienestar del trabajador, los temas más urgentes de capacitación hicieron referencia a la higiene postural, el manejo de cargas y la seguridad industrial. También hay una propuesta para mejorar la salud del operario con el uso de instalaciones adecuadas para el manejo del secado de la cebolla.

Formalización de las Parcelas de Investigación Participativas Agropecuarias

Una vez desarrollado el diagnóstico, con el fin de validar las opciones tecnológicas que permitieran mejorar las condiciones productivas de los cultivos, en el marco del Subproyecto Hortalizas se formalizaron convenios con tres productores para la instalación de tres PIPA en las veredas El Munar (municipio de Chipaque), Sabaneta (municipio de Pasca) y Timasita (municipio de Une).

Para la elección de los posibles candidatos para el establecimiento de cada PIPA, y previa postulación por parte de los productores vinculados al proyecto, se escogieron aquellas parcelas con condiciones agroclimáticas adecuadas para el desarrollo del cultivo, que estuvieran equidistantes con respecto a los demás predios de productores vinculados al subproyecto, y preferiblemente con vías de acceso adecuadas para la movilización del personal y los materiales. Por otro lado, el productor escogido debió manifestar completa disponibilidad para implementar las tecnologías, ser receptivo y estar dispuesto a realizar las labores asignadas en el desarrollo de la PIPA e, igualmente, permitir en ella la realización de eventos de transferencia de tecnología.

Generalidades del cultivo

Producción departamental

Según las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA) de 2015 (Agronet, 2015-2018) el cultivo de cebolla de bulbo se sembró en veinte municipios de Cundinamarca. Los municipios de Machetá y Une lideraron la producción con 360 t y 257 t respectivamente, mientras que en las zonas de impacto del Subproyecto Hortalizas el municipio de Une tuvo la mayor producción, seguido por Chipaque y Pasca.

El mercado principal de cebolla de bulbo para la zona de influencia del Subproyecto Hortalizas es Corabastos donde este producto se comercializa en bultos de 50 kg.

Descripción

La cebolla de bulbo es una planta que pertenece a la familia botánica Amaryllidaceae. Es originaria de Asia (particularmente Irán, Afganistán y Pakistán) y fue introducida a América por los españoles (Bruzón, 1988).

A continuación, se describen los principales rasgos morfológicos de los órganos de una planta de cebolla de bulbo (Figura ??).

Raíces: son fasciculadas (raíces delgadas de tamaño similar) y poco profundas, por lo cual es una planta que requiere buena disponibilidad de agua. Además, no se requiere que la preparación del terreno profundice más allá de 30 cm.

Tallo: tiene un tallo verdadero que se sitúa en la base de los bulbos, de donde brotan las yemas, las hojas y las raíces; también se conoce con el nombre de disco basal. Hay otro tallo que corresponde al escapeo floral (Medina, 2008). En las condiciones colombianas, la planta se mantiene en estado vegetativo y la aparición del escapeo floral no ocurre.

Hoja: comprende la vaina y el filodio. La vaina es gruesa y ayuda a conformar el bulbo; el filodio es la parte verde, fotosintética, de la hoja, cuyas márgenes se

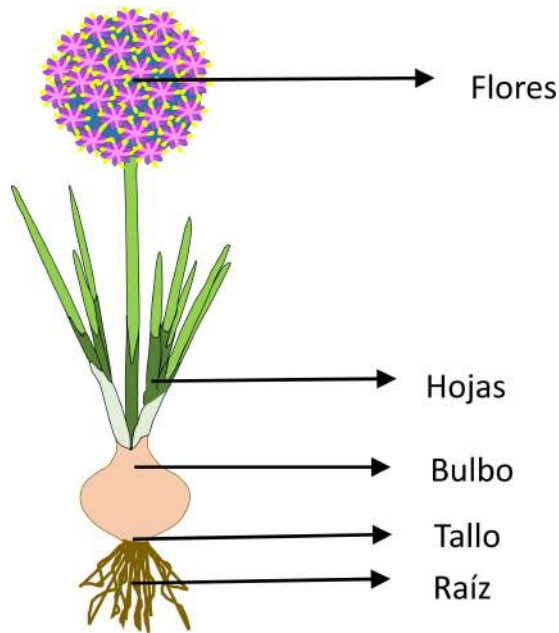


Figura 1 Partes de la cebolla de bulbo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

encuentran soldadas dando la apariencia de una hoja cilíndrica hueca terminada en punta (Medina, 2008).

Bulbo: está formado en el interior por capas gruesas y carnosas, recubiertas de membranas secas, delgadas y transparentes. Como se mencionó antes, estas capas son la base de las hojas (Pinzón, 2004), y en el bulbo se denominan túnicas o catáfilas. Las catáfilas carnosas tienen la función de almacenamiento de nutrientes, mientras que las catáfilas membranosas (también llamadas *escamas*) sirven para proteger el bulbo y darle el color característico. Además de ser el producto comercial, el bulbo también sirve como material reproductivo de la planta, ya que en su base se encuentra el disco basal de donde emergen nuevos bulbos.

Flores: son hermafroditas, pequeñas, verdosas, blancas o violáceas, que se agrupan en umbelas (los tallos florales o pedúnculos arrancan de un mismo punto y terminan a la misma altura, formando una estructura similar a un paraguas).

Fruto: es una cápsula con tres caras, de ángulos redondeados, que contiene las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, aplastadas y de superficie rugosa.

El ciclo fenológico de las plantas de cebolla cuenta con cuatro fases (Figura ??):

1. Desarrollo de la planta: esta fase comprende desde el trasplante hasta el inicio de la bulbificación. En su transcurso se desarrollan la mayoría de las hojas que conforman la planta adulta.
2. Formación del bulbo: se forman las catáfilas del bulbo mediante el engrosamiento de la base de las hojas. El filodio de las hojas (parte verde) incrementa su tamaño en longitud y diámetro.
3. Maduración inicial del bulbo: con el llenado del bulbo, las hojas detienen su crecimiento, se envejecen y mueren.
4. Maduración final del bulbo: el bulbo logra su límite de crecimiento y las hojas se doblan, ya secas.

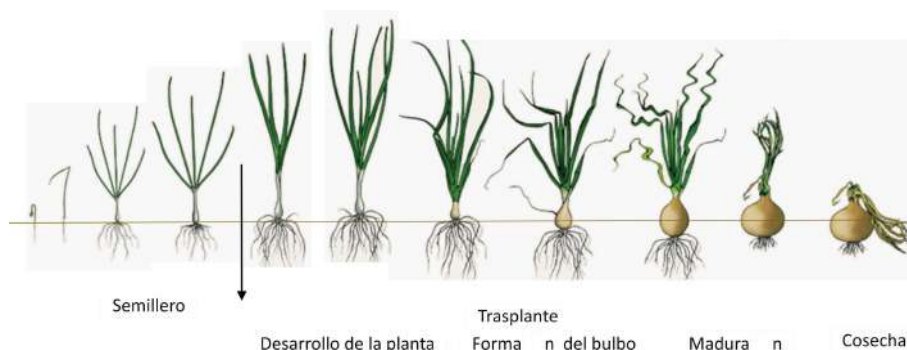


Figura 2 Descripción de los principales estados fenológicos de la cebolla de bulbo.

Fuente: Modificado de Bayer (2017).

Materiales de siembra

En el mercado existe una extensa oferta de materiales de propagación sexual, de los cuales los productores distinguen las cebollas amarillas como son la Rachelle

F1, la Sirius, la Aquarius, la Takii Osaka F1, la Okinawa F1, la Okazaki F1, la Yellow Granex PRR, la Seminis 3585, la Hornet y la Duster, y las cebollas rojas como la Burguesa y la Red Coach F1. En el desarrollo del Subproyecto Hortalizas se implementó el material Sirius, el cual es un híbrido precoz, de alto vigor, con bulbo de forma esférica; sin embargo, si se pasa el tiempo de secado, la cebolla se verdea y es castigada en el mercado (se le reduce el precio), por lo cual requiere de un manejo riguroso en su fase de poscosecha.

Las Buenas Prácticas Agrícolas

A lo largo de este documento se hará alusión a las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), que se refieren a todas aquellas prácticas que permiten la obtención de un producto saludable (inocuo), libre de residuos peligrosos (como metales pesados, plaguicidas) y de agentes patógenos. Este concepto surgió a raíz de la problemática causada por las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), y se maneja en todo el mundo. Se aplica con mayor rigor en algunos países donde no se producen alimentos que no cumplan con las BPA, ni se permite su importación.

La inocuidad no sólo debe estar presente en el producto final, sino que debe reflejarse en la salud y bienestar de los trabajadores de campo, así como en la protección y conservación del medio ambiente productivo. Como las prácticas de un cultivo a otro pueden variar notablemente por diversos motivos y circunstancias, debe hacerse énfasis en algunos lineamientos de las BPA, entre los cuales se pueden resaltar los siguientes:

- **Guardar trazabilidad del producto:** esto quiere decir que debe llevarse registro de cada paso en el proceso productivo, de modo que frente a cualquier inconveniente sea posible indagar la causa que lo produce y los responsables (ICA, 2009).
- **Manejar el cultivo con criterios técnicos:** se deben establecer planes documentados para las labores de campo, como la preparación del terreno, la fertilización del suelo, la siembra, el riego, las prácticas culturales, la protección del cultivo, la cosecha y poscosecha en finca.

- **Generar ambientes seguros e higiénicos:** se deben tener instalaciones adecuadas para el manejo de equipos, herramientas, agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes), puntos de mezcla de productos, empaques utilizados, manejo de residuos de productos químicos. También se deben incluir instalaciones para los trabajadores, como baños con ducha, comedor, vestier y bicicletero, entre otros.
- **Gestionar los riesgos y peligros del proceso productivo:** esto incluye la señalización de los sitios, el uso de carteleras e instructivos, el botiquín y los protocolos para el manejo de accidentes y emergencias.

En el Subproyecto Hortalizas se les dio especial atención a dos temas actuales y relevantes, en los cuales se hicieron propuestas concretas, como lo son el seguimiento a las condiciones climáticas y el uso de servicios de laboratorio para el diagnóstico del estado del cultivo. A continuación, se describe brevemente cada punto.

Registro de condiciones climáticas: la información climática resulta relevante para tomar decisiones en la siembra y manejo de un cultivo. Algunos ejemplos de la aplicación de esta información son la valoración de la adaptación de un material vegetal a una zona, los riesgos de sequía o inundación, los requerimientos de riego y las condiciones favorables o desfavorables a la presencia de plagas y enfermedades.

Se sugiere que el productor tome datos climáticos directamente en su finca, registrando como mínimo la precipitación y temperatura a lo largo del tiempo, de forma permanente. El análisis de estos datos le permitirá entender mejor la tendencia climática presente en la zona de influencia de su finca. El aporte de agua lluvia le permitirá calcular objetivamente la cantidad de agua a aplicar como riego, descontando la que el cultivo recibe naturalmente. Cuando se presentan lluvias fuertes algunas plagas pueden disminuir su población por lavado. Igualmente, en días húmedos consecutivos el riesgo de ocurrencia de algunas enfermedades aumenta y puede ser conveniente la toma de medidas preventivas.

Para conocer la cantidad de lluvia que se ha precipitado en un lote de cultivo, se puede hacer con un pluviómetro casero (Figura ??) y elaborar una tabla de

conversión de unidades que facilite la lectura, interpretación y registro de los datos (Anexo 1). Por ejemplo, si el volumen de lluvia recolectado es de 15 ml y el embudo tiene un diámetro de boca de captación de 12,5 cm, entonces la precipitación equivalente es de 1,04 mm. De acuerdo con a esto, cada milímetro de lluvia equivaldría a aplicar un litro de agua por metro cuadrado o diez metros cúbicos por hectárea.

Análisis de laboratorio: es conveniente que el agricultor utilice algunos servicios de laboratorio para un manejo más preciso de los problemas en el cultivo. Algunos ejemplos son: el análisis de suelos para los planes de fertilización, el análisis de aguas para determinar su dureza y sanidad, y los análisis de identificación de plagas y enfermedades, entre otros. Para tal fin es bueno recurrir a laboratorios acreditados, que demuestren su competencia en procedimientos y personal.

El análisis de suelos debe actualizarse con una periodicidad no mayor de dos años y los resultados deben estar disponibles dentro de los registros de BPA de la unidad productiva (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013). Hay que tener en cuenta que la corrección de algunas propiedades del suelo implica procesos lentos que requieren bastante tiempo antes de utilizar el terreno para cultivar.

Así mismo, se recomienda realizar mínimo dos veces al año los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua para verificar su calidad, según las condiciones del clima (en época seca y lluviosa); esto con el fin de establecer un sistema de información que sirva de base para tomar las decisiones de manejo del riego y/o la aplicación de correctivos del pH o la dureza al agua de riego (ICA, 2009).

Edafoclimatología para el cultivo

A continuación, se presentan las condiciones básicas de suelo y de clima que deben cumplirse para que el cultivo de cebolla de bulbo se desempeñe adecuadamente. Las características aquí descritas deben servir de guía para la selección de los sitios de producción.



Figura 3 Pluviómetro artesanal para registrar las precipitaciones.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Temperatura y altitud

El sistema productivo de cebolla de bulbo se adapta a un amplio rango altitudinal que va desde los 0 hasta los 2800 msnm, con temperaturas entre los 12 y los 28 °C. Las temperaturas óptimas están entre los 12 y los 23 °C (DANE, 2016). Sin embargo, con el uso de acolchados plásticos se puede ampliar el rango altitudinal hasta los 3200 msnm con buenos resultados, si se cuenta con el material adecuado, como puede ser, en especial, alguno de los híbridos precoces.

Precipitación

El rango de precipitación óptimo para la cebolla de bulbo está entre los 400 y los 1500 mm de agua, distribuidos durante el ciclo de cultivo (DANE, 2016). El cultivo requiere de riegos frecuentes, según la capacidad de campo, cada 2 o 3 días a la semana (o según los estudios de suelos), especialmente en los periodos críticos de trasplante y sobre todo en el llenado del bulbo. La Tabla ?? muestra, a manera de referencia, los rangos de las necesidades hídricas por etapa del cultivo para la cebolla Yellow Granex, en diferentes suelos de Boyacá.

Tabla 2 Requerimientos hídricos para el cultivo de cebolla de bulbo

Etapas del cultivo	Necesidades diarias (mm)	Necesidades por etapa (mm)
Desarrollo de la planta	0,95-1,65	46,7-104,9
Formación del bulbo	2,12-2,33	103,9-120,47
Maduración	1,48-1,88	51,72-61,65
Total		222,45-277,07

Fuente: Cely (2010).

Suelos

La cebolla de bulbo requiere una profundidad efectiva de 25 cm (DANE, 2016) y puede ser cultivada en diferentes tipos de suelo, preferiblemente de textura liviana, francoarcillosa (FAR) a francoarenosa (FA); que cuenten con una buena

retención de humedad, un buen drenaje y un pH entre ligeramente ácido y neutro (6 a 6,8) (DANE, 2016).

Según reporta el DANE (2016), se deben evitar las texturas arenosas porque no permiten un buen anclaje de las raíces. Por otro lado, los suelos con textura arcillosa o pesada pueden acumular humedad en exceso y reducir así el suministro de oxígeno que la raíz requiere. Si se presentan capas compactadas en el perfil del suelo, el mal drenaje interno también favorecerá los excesos de humedad. En estas condiciones la planta se desarrollará débilmente, estará más propensa al ataque de plagas y enfermedades, y la producción se reducirá proporcionalmente (ICA, 2012).

Cuando el problema consiste en un inadecuado pH del suelo, inferior al rango recomendado, la acidez impedirá que la planta tome algunos de los nutrientes que requiere, especialmente los elementos básicos. Sin embargo, mediante el uso de enmiendas puede lograrse una corrección adecuada. Se debe realizar el análisis químico en un laboratorio para detectar esta condición y definir las medidas correctivas, si es el caso.

Manejo agronómico

El manejo agronómico de un cultivo de cebolla de bulbo comprende todas las actividades requeridas para el desarrollo de las plantas, desde la siembra hasta la cosecha. Por tratarse de organismos vivos, las plantas deben ubicarse en un ambiente favorable a su crecimiento, hidratarse, nutrirse, y protegerse de las enfermedades y de otros organismos que las atacan. A continuación, se revisan cada una de estas actividades.

Instalación del cultivo

Una vez que se cuente con un terreno que cumpla con las condiciones descritas en cuanto a clima y suelo para la siembra del cultivo, el paso siguiente consiste en analizar la fertilidad del suelo en un laboratorio. Esto con el fin de establecer el plan de manejo de la fertilización, que puede incluir algunas prácticas que se realizan antes o durante la preparación del terreno. Por lo tanto, aunque los temas se tratan separadamente en este manual, en la práctica es importante que se realice una planeación de las actividades de manejo del cultivo antes de la siembra, para determinar cuáles de ellas se llevarán a cabo simultánea o secuencialmente.

Preparación del terreno

No se recomienda utilizar un suelo de barbecho para la siembra de la cebolla de bulbo. Preferiblemente, el lote debe haber sido cultivado previamente con

plantas de ciclo anual. De este modo, la preparación del terreno se hace más sencilla y la presencia de arvenses (plantas espontáneas que crecen dentro del cultivo) se reduce.

Bajo la premisa anterior, la preparación del terreno comprende la labranza secundaria con el paso del rastrillo, el cual ayudará también a incorporar enmiendas y abonos, de ser necesario (Polanco, 2007). Normalmente se utilizan dos pases de rastrillo, de modo que el segundo pase se haga cruzado al primero. Posteriormente se levantan las camas con ayuda de una surcadora.

Se denomina “cama” al terreno delimitado por dos surcos cuando permite sembrar a lo largo de esta más de dos hileras de plantas. Se utiliza especialmente en el cultivo de plantas de porte pequeño, como muchas hortalizas. Permite un mejor aprovechamiento del espacio del terreno, en cuanto se aumenta la densidad de siembra sin que se dificulte el manejo del cultivo.

En caso de aplicar riego por goteo y acolchado (que se describen más adelante), se trabajan camas de un metro de ancho por un máximo de 40 metros de largo (Figura ??). Con una distancia de 15 cm entre plantas, se logran seis hileras de plantas a lo largo de la cama.



Figura 4 Formación de los surcos para la siembra de cebolla de bulbo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Sistema de riego

Para suplir de agua al cultivo de cebolla de bulbo, es conveniente contar con un sistema de riego. De otro modo, en los periodos secos la planta sufrirá estrés y se afectará negativamente el rendimiento. Comúnmente se utiliza el sistema de riego por aspersión o por goteo, los cuales difieren en eficiencia y costo. El riego por aspersión consiste en aplicar agua en forma de lluvia sobre el terreno con la ayuda de aspersores, mientras que el riego por goteo aplica el agua directamente al suelo a muy bajo caudal (gota a gota), por medio de mangueras o cintas que distribuyen el líquido con la ayuda de los emisores (goteros). La tecnología propuesta en este manual requiere disponer del riego por goteo, puesto que el cubrimiento de las camas con el acolchado impide la eficacia del riego por aspersión. El diseño del sistema de riego por goteo debe ser hecho preferiblemente por un ingeniero, con el fin de garantizar un buen manejo del caudal y presiones en la tubería, lo cual es indispensable para un riego uniforme en la cantidad que requiere el cultivo.

El esquema del sistema de riego debe incluir, básicamente, una fuente de agua cercana al lote, instalación de filtros para evitar el taponamiento de los goteros, una tubería múltiple que lleva el agua a las camas, y unas cintas que distribuyen el agua a las plantas en las camas por medio de goteros en línea insertados sobre la manguera (Figura ??). Adicionalmente, se puede incluir un tanque de suministro de fertilizante líquido, que entra al sistema de tubería por medio de un dispositivo denominado inyector Venturi.

El cabezal de riego o la estructura para la toma y manejo de agua desde la fuente debe contar con un registro de funcionamiento independiente para suspender el paso de agua o de fertilizantes en determinado caso. Es importante tener en cuenta que la solución de fertilización debe pasar por un filtro de discos para evitar el taponamiento en la tubería, y que, en caso de requerir la aplicación de agua sin fertilizante, debe existir una derivación de la tubería que evite pasar por el inyector Venturi, con el fin de prevenir su desgaste innecesario.

El diseño y operación de este sistema rebasan la intención de este manual, ya que se deben contemplar detalles técnicos importantes. Sin embargo, se describe a continuación la instalación del acolchado.

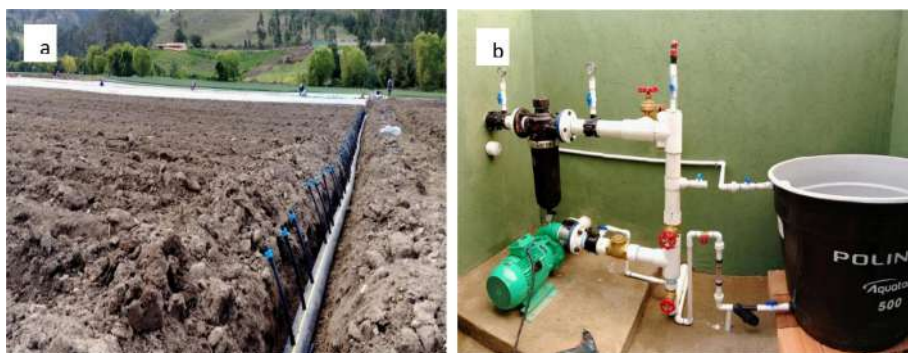


Figura 5 a) Conexión de las líneas de goteo a la tubería principal. b) Cabezal de riego.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Instalación del sistema de acolchado y riego

Cuando ya se cuenta con un diseño del sistema de acolchado y riego por goteo, se debe ubicar primero el recorrido de la tubería principal, desde donde se derivarán las cintas de riego en las camas. El número de cintas por cama depende del caudal de los goteros, pero en el ejemplo de la finca, se colocaron tres cintas por cama, de modo que entre ellas quedó una distancia aproximada de 25 a 30 cm. Por un extremo las cintas se unen a la tubería múltiple por medio de conectores (Figura ??). Por el otro, las cintas llegarán al extremo de la cama, sobrepasándola en por lo menos 50 cm.

Para realizar la conexión de las cintas a la tubería principal de riego (Figura ??), se marcan los puntos sobre la tubería donde va cada cinta, se abre un agujero en cada punto con ayuda de un taladro, y se le inserta un conector al cual se le ajusta la cinta correspondiente.

Las cintas vacías ubicadas sobre las camas se alargan fácilmente, pero cuando se llenan de agua se acortan un poco, lo cual debe tenerse en cuenta durante la instalación para evitar que las últimas plantas se queden sin agua. El extremo de la cinta a obturar se corta a 8 cm del borde, se dobla dos veces sobre sí mismo —aproximadamente por 10 cm en cada doblez—, y se amarra con el pedazo de cinta cortado. Finalmente, la cinta se fija al suelo con la ayuda de un gancho (Figura ??).



Figura 6 a) Instalación de cinta de riego. b) Tensado y obturación de cintas de goteo en el extremo de la cama.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Para la instalación del acolchado es necesario que el terreno se encuentre lo más homogéneo posible, de manera que el suelo quede en contacto directo con el plástico y no se generen espacios de calor que puedan quemar las plantas. En su colocación, un operario se ubica en un extremo de la cama con el rollo y otros dos operarios halan de sendas puntas del plástico para desenrollarlo a medida que avanzan, recorriendo los surcos aledaños a la cama que se va a cubrir, hasta llegar al otro extremo. Allí dejan aterrizar el plástico con una adecuada tensión. Finalmente, los bordes se aseguran a lo largo del surco con pequeños bloques de suelo, para evitar que el textil se levante y pueda causar daños a las plantas (Figura ??).



Figura 7 Instalación del acolchado para un cultivo de cebolla de bulbo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Tipos de semilla y siembra

Existen tres tipos de semilla utilizados para el cultivo de cebolla de bulbo, que un mismo agricultor puede aplicar alternadamente según se requiera para evitar

al máximo la pérdida de plantas y adaptarse a las condiciones variables del clima y la comercialización. Cada uno de estos tipos se describe a continuación.

Semilla por trasplante: con este método el productor debe utilizar semilla sexual¹ para sembrar un semillero y mantenerlo por alrededor de dos meses y medio. Posteriormente se realiza el trasplante al sitio de cultivo para que complete su desarrollo hasta la cosecha, la cual ocurre aproximadamente tres meses y medio después del trasplante.

La siembra de plántulas en el sitio de cultivo se realiza manual y directamente, mientras el terreno está húmedo y suelto. Se toma la plántula entre los dedos, se hunde el dedo índice en el suelo para que la planta penetre hasta el nivel del cuello, se suelta y se apisona para un buen contacto de las raíces con su medio. Si el terreno está seco y con bloques, se debe recurrir al uso de una estaca con un diámetro menor a un centímetro para abrir el hueco y luego sembrar la planta, para evitar el maltrato a las raíces (Figura ?? a). Luego de 15 días del trasplante del semillero emergen las nuevas hojas y la planta comienza el ciclo de desarrollo (Figura ?? b). Pasados 30 días más, aproximadamente, las cebollas se encuentran en etapa de formación de bulbo.

Semilla por recorte: este método utiliza como semilla las cebollas de menor tamaño colectadas en la última cosecha, que no tienen valor comercial para consumo. Con esto se ahorra la compra de semilla, pero los cultivos que se desarrollan de este modo producen una cosecha de menor calidad que la semilla sexual. La selección de los bulbos se hace tanto por tamaño —menor a 5 cm de diámetro—, como por su estado fitosanitario. Después de recolectados se dejan secar entre 15 y 30 días hasta el momento de la siembra, la cual se realiza directamente en el lote de cultivo.

Semilla por embole: se utiliza para las épocas secas. Se inicia con un semillero sembrado con semilla sexual, pero en vez de trasplantarlo a los dos meses y medio, o en el momento en el que aparecen y comienzan a engrosar los bulbos, se dejan crecer aún más, hasta que aparecen micro bulbos ya diferenciados, lo cual ocurre aproximadamente a los cuatro meses. Una vez que la mayoría

¹ La semilla sexual de cebolla de bulbo distribuida en la zona oriental de Cundinamarca es producida en su mayoría por empresas extranjeras y comercializada a través de empresas nacionales.



Figura 8 a) Siembra de plántulas de cebolla de bulbo. b) Cultivo a los 15 días del trasplante.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

de plantas del semillero llega a este estado se cosechan los microbulbos que servirán como semilla, se dejan secar y se almacenan por entre 15 y 30 días. Luego de esto están listos para ser sembrados en el sitio de cultivo, donde se obtendrá la cosecha comercial aproximadamente a los tres meses (Figura ??).



Figura 9 Cultivo de cebolla de bulbo usando semilla de embolo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Selección del sitio del semillero

Dado que en la zona oriental de Cundinamarca los semilleros aún se realizan en el suelo sembrando la semilla sexual al voleo, es necesario que se haga una adecuada selección del lugar para tal fin. Debe tener un suelo fértil, permeable, con alto contenido de materia orgánica, una textura franca y un buen drenaje, de manera que facilite el crecimiento de las plántulas y su arrancado para el posterior trasplante (Blanco, 2017).

El suelo no debe presentar malezas perennes y debe estar protegido de posibles adversidades, como las corrientes de vientos fuertes o las inundaciones. Es muy importante considerar una fuente segura de agua de riego, ya sea un pozo o un canal superficial, así como evitar que haya árboles o cortavientos muy cerca del lugar pues pueden producir exceso de sombra, alta humedad y baja temperatura (Blanco, 2017).

Manejo integrado de fertilización

Para crecer y desarrollarse, la planta requiere una variedad de nutrientes que puede tomar del suelo, el agua o el aire. Normalmente es el suelo el medio que provee algunos de dichos nutrientes, los cuales pueden escasear y hacerse limitantes. Para garantizar que el cultivo cuente con el alimento suficiente se debe hacer un balance entre lo requerido para lograr una meta de rendimiento y lo que está disponible, especialmente en forma de nutrientes aprovechables del suelo. Si este balance es negativo, significa que debe suministrarse alimento adicional a través de la fertilización.

Las labores de fertilización están encaminadas a suplir las necesidades nutricionales del cultivo y compensar la extracción de nutrientes que se genera en el suelo por razón de la cosecha. Además, con una adecuada fertilización se busca que el cultivo sea más resistente a los ataques de plagas y enfermedades, aumente su producción y mejore la calidad de la cosecha.

La planta puede tomar los nutrientes, siempre y cuando se presenten de forma balanceada y debidamente acondicionados. Es decir, el alimento para la planta también debe ser fácilmente asimilable; de lo contrario el resultado puede ser contraproducente: se pueden formar compuestos insolubles no aptos para el consumo de la planta e, incluso, la concentración de sales impedirá que la planta pueda tomar el agua que necesita.

Tratándose del suelo como medio de suministro de nutrientes, es importante que este tenga una aireación adecuada, un buen contenido de agua sin llegar a saturación, una buena retención de elementos químicos y un grado de acidez tolerable por la planta. En el caso de una solución fertilizante debe considerarse el pH, la concentración de sales, la conductividad eléctrica y la compatibilidad de los nutrientes.

Adicionalmente, el suelo es un medio donde se desarrolla una gran variedad de organismos vivos que lo habitan, algunos de los cuales pueden hacer aportes importantes a la nutrición del cultivo, e incluso estimular el crecimiento de las plantas. La evolución ha llevado a que algunos microorganismos desarrollen relaciones con las plantas que favorecen a ambas partes, como ocurre con las micorrizas u hongos asociados a las raíces. Estos ayudan a la toma de fósforo

por la planta y mejoran su capacidad para soportar el estrés por sequía, mientras que los hongos se alimentan del azúcar vegetal.

Por lo tanto, el manejo integrado de la fertilización no sólo comprende el aporte de nutrientes a la planta, sino también el acondicionamiento físico, químico y biológico del suelo para que la planta pueda aprovechar al máximo la alimentación que se le provee.

Para profundizar este tema, a continuación se relacionan las funciones e importancia de cada nutriente y la forma como puede proveerse la alimentación a la planta por medio de la fertilización, ya sea en la etapa de semillero o en la de cultivo final.

Función de los nutrientes

Descartando algunos elementos que la planta adquiere a través del aire y el agua, hay por lo menos doce elementos minerales que todas las plantas toman principalmente a través de sus raíces. Seis de ellos se requieren en mayor cantidad y se denominan “elementos mayores”: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). Los demás elementos, aunque igualmente importantes, se requieren en una mínima cantidad y se denominan “elementos menores”: hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), boro (B) y molibdeno (Mo). También hay más elementos nutritivos que normalmente no se mencionan como fertilizantes, como el cloro (Cl), entre otros.

Las funciones asociadas a los nutrientes se presentan en la Tabla ??, junto con los síntomas que presenta la planta cuando hay deficiencia. Es importante aclarar que normalmente un elemento puede tener diferentes funciones según el tejido en el que se encuentre. Además, la planta trabaja como un sistema, de modo que se requiere la participación de todo el conjunto de elementos para lograr el crecimiento y desarrollo vegetal. Por lo tanto, la deficiencia de uno o más elementos no permitirá que la planta exprese su potencial productivo y, en caso extremo, impedirá que complete su ciclo de vida.

Tabla 3 Función de nutrientes y síntomas de deficiencias en las plantas de cebolla de bulbo

Nutriente	Función	Síntoma por deficiencia
Nitrógeno	Crecimiento vegetal, rendimiento y tamaño del bulbo.	- Poco desarrollo. - Amarillamiento en las hojas viejas. - Maduración precoz del bulbo. - Bulbo pequeño. - Baja calidad del bulbo. - Disminución de vida en poscosecha.
Fósforo	Rendimiento, calidad, crecimiento de las raíces.	- Retraso en el desarrollo del cultivo. - Aumento en el grosor del tallo en la cosecha. - Bajo crecimiento y pobre maduración. - Hojas moteadas entre verde, marrón y amarillo.
Potasio	Mayor resistencia a lesiones por frío, sequía y enfermedades. Mayor rendimiento.	- Puntas de las hojas color marrón. - Secamiento y muerte de las puntas de las hojas. - Ligero amarillamiento en las hojas viejas. - Muerte de las hojas viejas. - Piel del bulbo delgada. - Reducción de rendimiento y calidad.
Calcio	Establecimiento y alargamiento de la raíz, aumento de altura y vigor. Firmeza en el bulbo. Mejor calidad del bulbo.	- Muerte de las puntas de las hojas sin tener amarillamiento. - Muerte y caída de la parte superior de la hoja. - Bulbos pequeños y de baja calidad.
Magnesio	Producción de clorofila. Crecimiento vigoroso de las hojas.	- Crecimiento lento de la planta. - Muerte en plantas débiles. - Amarillamiento total de las hojas viejas. - Encorvamiento de las puntas de las hojas y necrosis. - Disminución del tamaño del bulbo.
Azufre	Sabor característico de la cebolla. Aumento de la producción. Formación de clorofila. Mayor tolerancia al ataque de plagas.	- Producción de menos hojas en la planta. - Amarillamiento de las hojas jóvenes. - Menor tolerancia a enfermedades.
Hierro	Síntesis de clorofila y fotosíntesis. Crecimiento foliar.	Clorosis y emblanquecimiento de las hojas.
Cobre	Formación de lignina. Mejoramiento del color en las catáfilas (capas externas del bulbo).	Emblanquecimiento de las puntas de las hojas.
Zinc	Desarrollo de los reguladores de crecimiento. Desarrollo de los cloroplastos. Mejoramiento en la germinación de semillas.	- Hojas retorcidas dobladas al exterior. - Coloración anaranjada moteada en las hojas viejas. - Clorosis y rayas amarillas en las hojas jóvenes.
Manganeso	Producción de clorofila. Metabolismo y síntesis de proteínas.	- Crecimiento lento de las plantas. - Clorosis intervenal. - Retraso en la formación de bulbo. - Cuello de tallo grueso.
Boro	Movimiento de calcio en la planta. Síntesis de proteínas.	- Moteados de amarillo y verde en las hojas jóvenes. - Amarillamiento y muerte de las hojas viejas. - Grietas transversales en las hojas viejas. - Retraso en el crecimiento.
Molibdeno	Metabolismo del nitrógeno. Síntesis de pigmentos y clorofila.	- Muerte de las plántulas. - Descomposición de la punta de la hoja.

Fuente: Pacheco (2013).

Formas de fertilización

El fertilizante que requiere el cultivo se puede aplicar directamente al suelo en forma sólida, en cuyo caso se denomina “edáfico” (Figura 10). Cuando se aplica en forma de solución asperjada sobre el follaje se denomina “foliar”. Si la fertilización se hace con el sistema de riego, se denomina “fertirriego”. Estas formas se pueden combinar en un mismo cultivo. Por ejemplo, se puede hacer una aplicación edáfica antes de la siembra, un fertirriego con el desarrollo del cultivo, y una aplicación foliar cuando el cultivo está desarrollado y se requiere reforzar la nutrición. Pero es especialmente en la aplicación edáfica que se pueden aplicar los conceptos de fertilización integrada.

La fertilización integrada puede incluir el uso de microorganismos benéficos, lo que se denomina “biofertilización”. Esto permite el aporte de nutrientes como el nitrógeno y favorece la disponibilidad de fósforo y potasio, especialmente. Las bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter* sp.), las micorrizas (*Glomus* sp.) y las bacterias solubilizadoras de fósforo (*Azospirillum* sp.) se consiguen en el mercado, y debe buscarse que sean aptas para el suelo y el cultivo donde se van a aplicar. También debe incluirse la aplicación de materia orgánica, que favorece las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Dado que los suelos de cultivo pueden ser muy diferentes, el análisis del suelo permite una aproximación a su condición de fertilidad para determinar las prácticas más adecuadas en cada caso. Para esto es conveniente el apoyo de un ingeniero agrónomo.

En general, en la etapa de semillero la planta requiere buena disponibilidad de fósforo, un nutriente que se encuentra en mayor concentración en productos como en el fertilizante compuesto NPK 12-24-12 utilizado por los agricultores. Aunque el fósforo contribuye al desarrollo de las raíces y el crecimiento de las plantas, el exceso de fósforo puede ser contraproducente cuando el suelo se satura, lo cual se observa en suelos que han sido sobre-fertilizados sin una supervisión adecuada. Por otra parte, el uso excesivo de cal con el fin de ajustar la acidez del suelo también resulta perjudicial, ya que el calcio compite con el potasio y puede presentarse deficiencia de este último (Rojas, 2005). Esto se menciona para enfatizar la conveniencia de la asistencia técnica.



Figura 10 Fertilización en un semillero de cebolla de bulbo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

En el sistema de producción de cebolla de bulbo con acolchado y riego por goteo, el fertirriego representa una ventaja importante para el mejor desarrollo de las plantas, aunque inicialmente se requiere asesoría profesional con el fin de establecer los planes adecuados de fertilización. En este sistema se utilizan fuentes minerales solubles en agua, lo cual hace que la planta las aproveche al máximo. Además, se aplican en la cantidad requerida según el estado de crecimiento de la planta, de modo que se minimizan las pérdidas. La respuesta del cultivo se refleja en la buena calidad de los bulbos y en el aumento del rendimiento. El acolchado también impide que las plantas competidoras (arvenses) se favorezcan con el fertirriego; además, el aumento de la temperatura que resulta de la cobertura favorece una mayor actividad de los microorganismos del suelo y las raíces de la planta.

Requerimientos nutricionales del cultivo de cebolla

En la Tabla ?? se presenta la extracción de nutrientes por el cultivo de cebolla de bulbo, según diferentes autores. Las diferencias pueden deberse, en parte, a las condiciones variables de clima, suelo y manejo.

Tabla 4 Requerimientos de fertilización para el cultivo de cebolla de bulbo en kg/ha, según el rendimiento esperado en t/ha

Autores	Absorción total (kg/t)						Extracción (kg/t)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
Gómez (2010)	3,9	0,6	4	4,4	0,7	0,8	2,5	0,4	2,4	0,8	0,3	0,2
Pacheco (2013)	3,1	0,3	3,8	1,2	0,5	0,4						

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Para el caso de las zonas de Chipaque y Une, donde se trabajó con el Subproyecto Hortalizas, se tomaron como referencia los datos de Pacheco (2013), dado que esta es la referencia más actualizada que incluye una de las variedades de cebolla de bulbo más utilizadas en el oriente de Cundinamarca. Con tales datos se estableció la propuesta para el plan de fertilización presentado en el presente manual.

Manejo integrado fitosanitario

Las plagas y enfermedades de las plantas hacen parte de las relaciones que tiene un cultivo con su medio ambiente natural. Pero también existen organismos benéficos, que se desarrollan sin afectar negativamente a la planta y más bien le contribuyen, ya sea porque atacan a los organismos perjudiciales o porque crean condiciones favorables para el cultivo. Entonces el primer paso en el manejo fitosanitario del cultivo consiste en cuidar y garantizar que exista algún grado de control natural de los organismos perjudiciales al cultivo y preservar aquellas especies que pueden favorecer el cultivo.

Otro aspecto importante consiste en reconocer que las condiciones ambientales como aireación, humedad y temperatura deben ser favorables al cultivo, porque de otro modo la planta estresada estará en desventaja frente a los organismos patógenos y las plagas. En este principio se basa el manejo cultural de las enfermedades, que incluye aspectos como la adecuada preparación del terreno, la densidad de siembra, la nutrición balanceada del cultivo, el riego ajustado a los requerimientos, la supervisión y control adecuado de plantas arvenses que puedan ser hospederas secundarias de enfermedades y plagas, entre otras acciones.

Finalmente, la aparición de plagas ocurre con el crecimiento desmedido o incontrolado de un organismo perjudicial al cultivo. Frente a esto es común que se recurra al uso de productos químicos tóxicos, que se clasifican en cuatro categorías: desde I (la más tóxica) hasta IV (la menos tóxica). El manejo de plaguicidas exige una gran responsabilidad ya que compromete la seguridad de los operarios, la inocuidad del producto y la salud de los consumidores. De acuerdo con las BPA se deberían seguir las siguientes recomendaciones:

- Utilizar productos debidamente registrados ante el ICA.
- Evitar en lo posible el uso de productos con categorías toxicológicas I y II.
- Seguir estrictamente las indicaciones de la etiqueta.
- Utilizar los elementos de protección personal durante la aplicación.
- Utilizar agua apta para riego para realizar las mezclas.
- Señalizar el lote para indicar que el acceso está restringido por un periodo. Seguir el procedimiento de dilución directa o predilución según el tipo de formulación del agroquímico (ICA, 2009).
- Respetar los periodos de carencia de los agroquímicos. Dicho periodo se refiere al tiempo mínimo que debe respetarse entre la última aplicación al cultivo y la cosecha, con el fin de evitar la presencia de residuos químicos en el producto cosechado que afecten la salud del consumidor.

El manejo integrado de plagas consiste en utilizar todos los recursos para evitar al máximo la aplicación de medidas de control. Para ello, los métodos culturales y biológicos tienen prioridad. Afortunadamente existen en el mercado productos alternativos a los agroquímicos que pueden ser igualmente eficientes. Además, la efectividad de un método de control depende en gran medida de las siguientes condiciones:

1. Reconocimiento adecuado del problema o agente causal.
2. Evaluación del estado actual de avance del problema en el cultivo (muestreo).
3. Decisión de manejo basada en un criterio de umbral, o mínimo de incidencia del problema por encima del cual la práctica de control es requerida.
4. Selección de métodos de control seguros y eficientes, que respeten en la mayor medida posible los organismos benéficos y neutros.
5. Valoración final del resultado y toma de medidas finales.

Para efectos de la evaluación del estado del problema fitosanitario, y especialmente si el cultivo es extenso, una revisión completa de las plantas resulta costosa e ineficiente. En tales casos se debe realizar un muestreo, es decir, la visita a algunos sitios del cultivo que sean representativos del conjunto. Para tal fin, es conveniente tener en cuenta algunas recomendaciones:

- Definir con antelación el recorrido a realizar, con base en un mapa del terreno. En la literatura es frecuente encontrar sugerencias de recorrido en forma de zigzag, similar a la forma de las letras 'Z', 'W' o 'M', o un recorrido cruzado en 'X' (Figura 11). Lo importante es que se contemple incluir cualquier parte del terreno cultivado (principio del azar) y que se considere el tiempo que tarda la evaluación, para que no resulte tedioso.

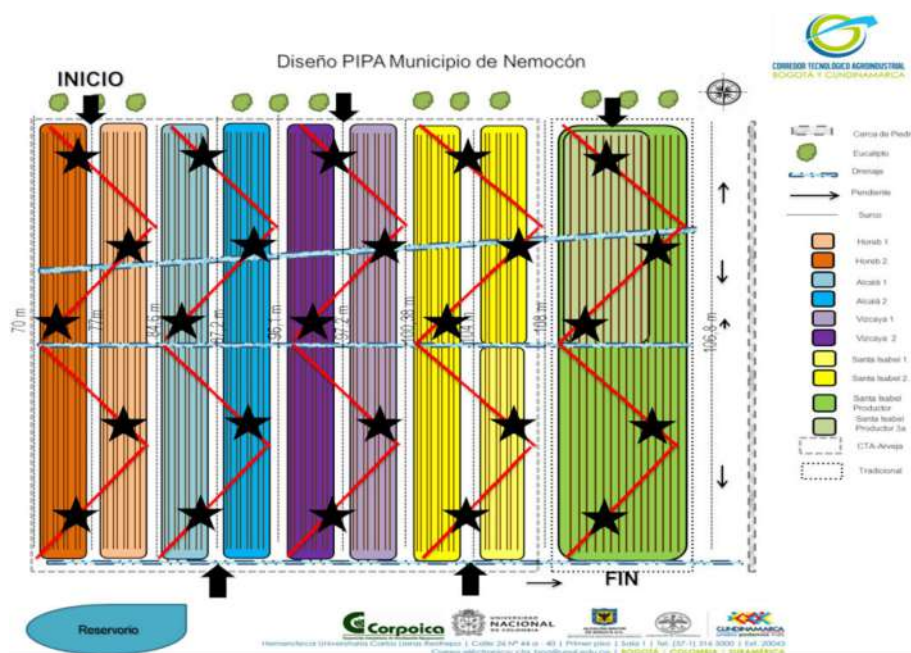


Figura 11 Recorrido para monitorear plagas y enfermedades.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

- También es importante identificar las áreas más susceptibles al ataque de plagas o enfermedades, considerando las condiciones favorables a su aparición, como pueden ser la alta humedad, el exceso de sombra, los bordes con cultivos susceptibles, etc. Es posible que estas áreas se puedan manejar independientemente, lo cual significa que el seguimiento también se debe hacer por separado del resto del lote.
- Hay que aprender a reconocer y ubicar los problemas fitosanitarios (insectos, enfermedades y otros) así como los organismos benéficos. En este manual se describen especialmente los primeros. En el caso de los insectos, a veces puede ser más fácil evaluar los daños, o hacer un conteo de los adultos más que de los estados larvarios, etc. Algunos insectos pueden tener hábitos nocturnos, por lo cual en el día no será fácil encontrarlos pues se esconden en el suelo. Entonces hay que aprender a buscarlos en la planta o sus alrededores.

A continuación se presentan los principales problemas fitosanitarios del cultivo de cebolla de bulbo, la descripción para su reconocimiento y algunas recomendaciones de manejo.

Manejo integrado de enfermedades

Las enfermedades en las plantas se presentan bajo las siguientes condiciones: un hospedero susceptible (la planta), un patógeno presente y virulento (inóculo), un ambiente favorable y un tiempo de desarrollo. A continuación, se describe cada punto:

- **Planta:** genéticamente, cada material vegetal es susceptible a determinadas enfermedades y resistente a otras. Este conocimiento lo tienen los productores de semilla, y también lo debe conocer el agricultor para seleccionar el material más adecuado para su finca. Se debe considerar que la planta se adapte al ambiente de la zona de cultivo para reducir al máximo el estrés, y que sea resistente a los problemas sanitarios más importantes.
- **Inóculo:** puede estar presente si la enfermedad se ha presentado en el mismo lote anteriormente, o si se presenta en lotes vecinos o en plantas arvenses. En ocasiones, los microorganismos causantes de las enfermedades habitan en el suelo, donde pueden sobrevivir por varios años. A este nivel, la prevención de enfermedades consiste en evitar los lotes infectados y las zonas de prevalencia, y utilizar semillas certificadas o plántulas sanas garantizadas.
- **Ambiente:** las enfermedades requieren ciertas condiciones favorables, que a la vez son desfavorables para las plantas. Según el microorganismo, puede tratarse de exceso de humedad, sequía prolongada, falta de oxígeno en el suelo, escasa aireación del cultivo, suelos pesados o suelos muy sueltos que no permiten un desarrollo adecuado de la raíz. Conocer estas condiciones y manejarlas es la base del control cultural. Además, el seguimiento al clima, y en especial a las lluvias, puede ayudar a tomar medidas preventivas para algunas enfermedades, como la aplicación de productos protectantes.

- **Tiempo:** una vez que el microorganismo encuentra la planta hospedera comienza el ciclo de la enfermedad, que tiene una duración determinada. Para que ocurra una epidemia, este ciclo se repite varias veces hasta cubrir gran parte del cultivo. El conocimiento de esta dinámica ayuda a determinar el umbral de control, para actuar antes de que la enfermedad se convierta en epidemia.

El patógeno entra en contacto con la planta, la infecta y se incuba. Luego de un tiempo de incubación, aparecen los síntomas en el órgano afectado, que se extienden en la medida del crecimiento del patógeno y la severidad del ataque. Finalmente, el patógeno termina su ciclo y busca propagarse a otras plantas, para lo cual puede formar estructuras de diseminación (a esto se le llama signos de la enfermedad), muchas veces distinguibles a simple vista. La cantidad de plantas afectadas sobre el total cultivado es lo que se conoce como “incidencia”.

Para el manejo de enfermedades en el cultivo de cebolla de bulbo se recomienda, en primer lugar, realizar un seguimiento al cultivo semanalmente, registrando en campo los problemas fitosanitarios de acuerdo con la sintomatología presentada por las plantas. Según el nivel de incidencia se deben aplicar las medidas correspondientes, considerando criterios de las BPA.

Mildeo velloso

Síntomas: el mildeo de la cebolla es causado por el hongo *Peronospora destructor*, el cual habita en el suelo. La enfermedad que produce se considera como la más importante del cultivo por su amplia distribución alrededor del mundo (Agrios, 1996; Brewster, 2001) y por las grandes pérdidas económicas que genera. Los síntomas iniciales en las hojas son manchas grandes ovaladas de color verde brillante en la dirección longitudinal de las hojas, las cuales al esporular (desarrollo de signos) presentan un color gris fácilmente observable en horas de la madrugada. Al avanzar la enfermedad, las hojas infectadas se tornan amarillentas y se pueden doblar y secar (García, 2003) (Figura 12). Este hongo desarrolla epidemias en los cultivos, especialmente en los que tienen el follaje muy desarrollado, que favorece una alta humedad entre las plantas. Los bulbos pueden

infectarse y degradarse, ya sea en el campo o en el almacenamiento. La cercanía entre bulbos sanos y afectados favorece la propagación del hongo. Es importante aclarar que las estructuras de resistencia del hongo pueden sobrevivir en el suelo por más de dos años, si las condiciones de humedad son favorables.



Figura 12 Daño inicial (a) y daño avanzado (b) en hojas de cebolla por mildew vellosa.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Recomendaciones de manejo: como medidas preventivas se recomienda emplear semillas certificadas o desinfectar el material vegetal para las especies de propagación asexual; utilizar densidades y distancias de siembra adecuadas para permitir la circulación de aire en el lote, especialmente para cuando el cultivo esté desarrollado; mantener un adecuado drenaje dentro del cultivo para reducir el exceso de humedad; realizar monitoreos permanentes del cultivo para detectar la enfermedad en las fases iniciales; evitar realizar heridas (que se convierten en sitios de entrada del hongo a la planta) durante las labores culturales

(especialmente la deshierba) y durante la cosecha; eliminar las plantas muertas y los residuos de la cosecha. De ser necesario, se recomienda aplicar productos químicos ligeramente tóxicos (IV) o medianamente tóxicos (III), rotando los ingredientes activos respetando los períodos de carencia.

Botrytis

Entre las enfermedades que causa este hongo están la pudrición del cuello del bulbo y el tizón o quemazón de la hoja, las cuales se describen a continuación.

Pudrición del cuello del bulbo: esta enfermedad puede ser causada por uno de tres agentes causales (*Botrytis allii*, *Botrytis cinérea* o *Botrytis squamosa*), aunque el primero es la más frecuente en el cultivo de la cebolla. Estos hongos se presentan en condiciones húmedas y frías. Afectan principalmente a los bulbos, por lo común durante el almacenaje; sin embargo, también se observan en campo y se manifiestan en los bulbos maduros próximos a la cosecha. El hongo penetra a través del disco basal o en los tejidos dañados, donde aparecerán los síntomas de la enfermedad. También puede afectar a las flores, contaminar las semillas y afectar a las plantas pequeñas, en las que causa una pudrición en el cuello (Bejo Zaden, 2011).

Síntomas de la pudrición del cuello del bulbo: se manifiestan inicialmente como lesiones pequeñas, marrones o grises, hundidas en el costado o cerca de la base del bulbo (Figura 13). Luego, en el tejido cercano al cuello del bulbo, se desarrolla una pudrición blanda y acuosa que progresa hasta afectar el bulbo entero (Bejo Zaden, 2011). En el tejido afectado por la enfermedad, entre las escamas, se distingue el crecimiento micelial (desarrollo de signos) de color blanco a gris (Rivera y Cabrera, 2012) (Figura 13). En ocasiones el micelio forma estructuras endurecidas, o esclerocios, que sirven para la supervivencia del hongo en el suelo (Bejo Zaden, 2011).

Tizón o quemazón de la hoja: la quemazón de la hoja, causada principalmente por el hongo *Botrytis squamosa*, es propiciada por periodos prolongados de frío y lluvia. Se presenta hacia el final del cultivo, cuando la humedad se aumenta por el follaje y hay mayor cantidad de hojas maduras o viejas, que normalmente presentan lesiones por donde puede entrar el hongo. En estas condiciones, este se



Figura 13 Pudrición del cuello del bulbo de cebolla causada por *Botrytis allii*.

Fuente: Bejo Zaden (2011) y Rivera y Cabrera (2012).

desarrolla rápidamente causando la quemazón de las hojas, que eventualmente se secan y mueren. También se propaga en el almacenaje de los bulbos si las condiciones son favorables.

El hongo forma estructuras reproductivas duras y secas, llamadas esclerocios, ya sea en el suelo o en las escamas del bulbo. Los esclerocios pueden ser blancos al principio, pero se vuelven negros con la edad. Así, el inóculo del hongo puede provenir del suelo, de otros bulbos afectados o de las esporas dispersadas por el viento (Bejo Zaden, 2011).

Síntomas del tizón o quemazón de la hoja: comienza como una lesión blanca pequeña de dos milímetros en la hoja, rodeada por un halo verde claro. Al madurar, las lesiones se tornan elípticas y el halo verde desaparece (Rivera y Cabrera, 2012). La hoja se raja en ángulo recto con respecto a la lesión cuando se presiona. La mancha se puede distinguir más fácilmente de los daños provocados por insectos, granizo o golpes cuando está en su fase inicial. Con el transcurso del tiempo las lesiones aumentan de tamaño, se fusionan entre sí y pueden provocar la pérdida de la hoja (Bejo Zaden, 2011) (Figura 14). La muerte prematura de las hojas en la planta ocasiona el desarrollo de bulbos pequeños.



Figura 14 Manchas en las hojas de la cebolla de bulbo causadas por algunos tipos de Botrytis
Fuente: Bejo Zaden (2011).

Recomendaciones de manejo: algunas prácticas culturales ayudan a prevenir la aparición de la pudrición del cuello del bulbo, como por ejemplo utilizar semilla limpia libre de patógenos, favorecer una buena ventilación del cultivo con una baja densidad de siembra, evitar la aplicación de fertilizantes después de nueve semanas de la siembra. También se puede acelerar el curado de los bulbos en el almacenaje —puede ser con aire caliente—, así como prevenir la condensación de humedad sobre ellos, mantener condiciones de temperatura entre 0 y 1 °C y una humedad relativa del 75 %.

Para la quemazón de la hoja, las prácticas culturales consisten en el manejo adecuado de los residuos de la cosecha, la rotación del cultivo, y mantener una densidad de siembra adecuada que permita una buena ventilación del cultivo. También realizar el seguimiento al cultivo desde la siembra y, cuando se alcance el umbral de una lesión por hoja o más, aplicar medidas de control con la asistencia de un ingeniero agrónomo.

Alternaria

El hongo *Alternaria porri* causa una enfermedad conocida como “mancha púrpura”, que afecta a las hojas y los bulbos. El hongo puede permanecer en los restos y rastros de los cultivos anteriores, como inóculo. Cuando se presenta una condición de humedad por más de 12 horas se forman conidios y esporas que, cuando se secan, pueden propagarse por el aire y alcanzar las plantas de cultivo. El periodo de incubación tarda de uno a cuatro días (Bejo Zaden, 2011). Las esporas también se propagan por el agua y por las herramientas infectadas (Mishra y Kumar, 2014). De este modo el hongo puede desarrollar epidemias.

Los bulbos también son vulnerables y se infectan en la cosecha o más tarde en el almacenamiento, a través del cuello o a través de heridas en las ampollas carnosas. La podredumbre es primero semi acuosa y de color amarillo intenso, pero gradualmente se vuelve de color rojo vino y, finalmente, entre marrón oscuro y negro (Mishra y Kumar, 2014).

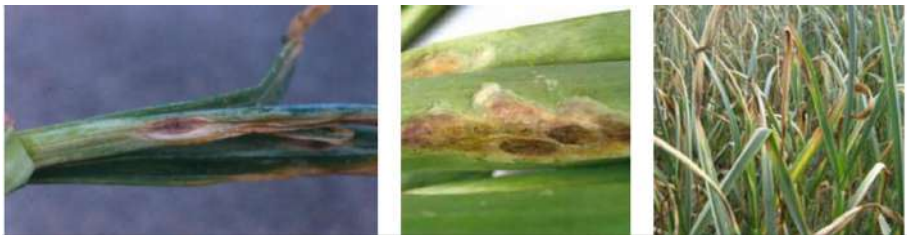


Figura 15 Mancha púrpura causada por *Alternaria porri*.

Fuente: Bejo Zaden (2011) y Walker, Goldberg y Cramer (2009).

Síntomas: inicialmente aparecen en las hojas unas pequeñas lesiones hundidas y acuosas con centro blanco (Figura 15). Con el tiempo, las manchas aumentan

de tamaño y el centro se torna de color púrpura rojizo, donde posteriormente se forman las esporas que dan una tonalidad negra. Las manchas se rodean de un halo amarillento y, si se funden entre sí, pueden atacar a toda la hoja, provocando que se marchite y se seque. Las hojas más viejas son las más vulnerables a esta enfermedad (Bejo Zaden, 2011). La enfermedad puede afectar a toda una hoja entre dos y cuatro semanas después de la infección inicial. En el bulbo el hongo secreta un pigmento rojo que mancha el tejido. El bulbo enfermo puede pudrirse completamente en condiciones húmedas.

Recomendaciones de manejo: algunas prácticas culturales son importantes en la prevención, como la rotación de cultivos, mantener un buen drenaje, utilizar densidades de siembra bajas para permitir una buena ventilación, evitar el exceso de riego y aplicar un plan de fertilización adecuado sin excesos de nitrógeno (Mishra y Kumar, 2014). Se puede realizar el seguimiento a las condiciones climáticas para determinar las condiciones favorables a la enfermedad según la humedad y, de ser necesario, aplicar fungicidas tan pronto como aparezcan los síntomas (Bejo Zaden, 2011, Walker et ál., 2009).

Fusariosis

Es una enfermedad causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. Causa daños significativos al cultivo de cebolla de bulbo en todo el mundo. Este hongo crece comúnmente en el suelo y tiene la capacidad de sobrevivir por largos periodos de tiempo mediante la producción de esporas de resistencia llamadas “clamidosporas”. El patógeno se propaga a través del agua o el suelo, o también se transporta por insectos y equipos. También puede venir en las plántulas para trasplante (Bejo Zaden, 2011).

Las plantas pueden infectarse en cualquier etapa del desarrollo. En el suelo el hongo ataca las raíces, el disco basal y el desarrollo de los bulbos, a menudo después de presentarse una lesión o moretones en el bulbo (Figura 16). La incidencia de la enfermedad aumenta con los daños causados por insectos (Rivera y Cabrera, 2012); por ejemplo, la presencia de larvas de la mosca de la cebolla que atacan las raíces o la base del bulbo aumentan la probabilidad de infección. Después de la cosecha, la enfermedad continúa en los bulbos y produce la podredumbre en el almacenamiento.

Las temperaturas óptimas para su desarrollo fluctúan entre los 25 y los 28 °C. Cuando la temperatura es inferior a los 15 °C se observan muy pocos síntomas. A los 30 °C los tejidos se descomponen y se secan rápidamente (Walker et ál., 2009).

Síntomas: los síntomas en la parte aérea de la planta no son evidentes hasta después de que las raíces y la placa del tallo ya están infectadas y se ha iniciado su descomposición. Se presenta un amarillamiento progresivo y la muerte regresiva de las puntas de las hojas. Los bulbos infectados tardíamente en el campo pueden desarrollar síntomas en el almacenamiento, donde se tornan de color blanco a rosado, aunque es común que terminen pudriéndose por infección bacteriana (Estay y Aguilar, 2017) (Figura 16).



Figura 16 a) Marchitez de las hojas inducida por Fusarium. b) Bulbos en estado avanzado de afectación.

Fuente: Bejo Zaden (2011) y Walker et ál. (2009).

Recomendaciones de manejo: un ciclo de rotación de cultivos de cuatro o más años puede reducir notablemente la posibilidad de infección. Deben preferirse materiales vegetales resistentes a la podredumbre basal. Las raíces de las plántulas para trasplante deben remojar en soluciones fungicidas. El material infectado no debe almacenarse durante largo tiempo. No obstante, en caso de

que esto sea necesario, la temperatura debe mantenerse por debajo de los 4 °C (Bejo Zaden, 2011).

Raíz rosada

La raíz rosada (*Pyrenochaeta terrestris*) es un problema importante en las cebollas. Esta enfermedad puede provocar disminuciones considerables del rendimiento del cultivo en los climas tropicales y subtropicales (Bejo Zaden, 2011). La podredumbre rosada es una de las pocas enfermedades fungosas de la cebolla que infectan solo las raíces y no invaden el tejido del bulbo (Walker et ál., 2009).

El hongo permanece en el terreno en forma de esporas latentes o microesclerocios que pueden sobrevivir por varios años. También se presenta en muchos cultivos como la cebada, el maíz, el sorgo, los tomates, los melones, los guisantes y las espinacas, desde donde se puede propagar a la cebolla (Walker et ál., 2009).

La infección ocurre cuando las raíces de las cebollas entran en contacto con el hongo. Dado que la raíz rosada no ataca la base del bulbo la planta continúa desarrollando nuevas raíces, que al final quedan igualmente infectadas. Cuando el hongo crece más rápido que las raíces la planta sufre de estrés, hay retraso en el crecimiento y disminución del rendimiento. Sin embargo, la comerciabilidad de los bulbos no se ve afectada, excepto por el tamaño. La enfermedad de la raíz rosada se interrumpe con el almacenamiento del producto ya cosechado (Bejo Zaden, 2011).

La temperatura óptima del suelo para la aparición de la raíz rosada es de aproximadamente 28 °C (82 °F), pero la infección puede producirse desde los 18 °C. Los efectos de la enfermedad se ven aumentados por la sequía o por los altos niveles de sales solubles en el suelo.

Síntomas: el principal síntoma es una decoloración entre rosada y púrpura de las raíces (Figura 17). Después de esto, las raíces se marchitan y mueren. A medida que se pierde la capacidad de la raíz, las plantas muestran síntomas de déficit de humedad, como quemaduras en las hojas y crecimiento lento. El hongo también puede causar una decoloración entre rosada y púrpura en las es-

camas secas externas, más notable en las variedades blancas (Bejo Zaden, 2011; Walker et ál., 2009).



Figura 17 Síntomas de raíz rosada (*Pyrenochaeta terrestris*).

Fuente: Bejo Zaden (2011).

Recomendaciones de manejo: la rotación de cultivos no es muy efectiva para controlar la raíz rosada, porque el hongo sobrevive en hospedadores alternativos y los microesclerocios tienen una supervivencia a largo plazo. El mejor control es la resistencia varietal, con plantas que tienen una mayor capacidad para formar raíces y se ven menos afectadas por la enfermedad (Bejo Zaden, 2011; Walker et ál., 2009). En caso de requerirse la aplicación de un producto químico, es conveniente contar con la asesoría de un asistente técnico.

Manejo integrado de insectos plaga

Un cultivo representa una gran concentración de plantas de una misma especie, lo cual resulta un medio favorable para la aparición de los insectos que las consumen; por lo tanto, la aparición de plagas es predecible. Un insecto es un organismo que crece y se multiplica mucho más rápidamente que una planta. Además, normalmente sufre metamorfosis, es decir, cambia su apariencia o estado con las fases de su ciclo de vida. Los estados típicos de los insectos son: huevo, estados larvarios (algunas veces ninfas), pupa y adulto. En cada estado

el insecto cambia, no sólo físicamente sino fisiológicamente, en su alimento, su actividad y su capacidad para enfrentar ambientes adversos. Los estados de huevo y pupa son inmóviles; el insecto no se alimenta, pero está sufriendo transformaciones internas para cambiar al nuevo estado subsiguiente.

No todos los insectos son perjudiciales. De hecho, algunos ayudan a controlar a otros, como por ejemplo las avispas y las mariquitas. Otros son benéficos porque ayudan a la polinización de las plantas, como las abejas y los abejorros. Los insectos también sirven de alimento a las aves y a otros seres vivos. Estos organismos benéficos merecen ser protegidos y por ello las medidas de control de plagas deben ser racionales.

Existe una enorme variedad de insectos que tienen diferentes hábitos alimenticios, incluso sobre una misma planta. Además, como se mencionó antes, el comportamiento puede variar según el estado del ciclo de vida. Por ejemplo, en la cebolla de bulbo se pueden encontrar chupadores que se alimentan de la savia de la planta, comedores de follaje que utilizan su aparato masticador, minadores que consumen el tejido por debajo de la epidermis de la hoja, etc.

En cuanto a la detección del insecto, algunas veces se distingue la larva y otras el estado adulto. También se pueden observar los residuos que dejan los insectos en las hojas, los cuales pueden ser exhubias (restos de la muda cuando el insecto cambia de estado), excrementos o secreciones (por ejemplo miel). Otras veces es más fácil evaluar el daño que la cantidad de insectos.

Para un manejo integrado de los insectos plaga, es conveniente tener las siguientes consideraciones:

- En general, se deben emplear muy poco las aplicaciones “preventivas” para el manejo de insectos, salvo por el uso de insecticidas para cubrir la semilla. Por lo tanto, verificar su presencia y estimar su población es un paso previo importante antes de tomar cualquier decisión de manejo. Las aplicaciones “calendario”, que se hacen de manera rutinaria, resultan ineficientes y perjudiciales para la población benéfica (Larral y Ripa, 2008).
- Es conveniente realizar un seguimiento a los insectos que representen un riesgo para el cultivo. Las evaluaciones deben aplicarse como mínimo se-

manalmente, cuantificando de alguna manera la presencia de la plaga o su actividad, y registrar los resultados.

- Con la serie de resultados obtenidos, es importante evaluar el avance de la plaga. Los aumentos drásticos de los daños o de la población son indicadores de que las condiciones son favorables al desarrollo de la plaga, por lo que conviene realizar un control. En general, una aplicación de control se justifica si el costo de realizarla es igual o menor que el costo del daño producido por la plaga en un intervalo de tiempo.
- Si la población del insecto y los daños que causa no justifican la toma de medidas de control es mejor no aplicarlas, pues puede ser contraproducente. Una aplicación química puede eliminar muchos controladores naturales más fácilmente que los mismos insectos plaga. De este modo, la primera aplicación dispara la necesidad de hacer nuevas aplicaciones. Hay que tener en cuenta que la planta tiene la capacidad de recuperarse de los ataques de insectos cuando son moderados. Además, reducir las aplicaciones favorecerá la obtención de una cosecha más sana [inocua] (Reveles-Hernández, Velásquez-Valle, Reveles-Torres y Cid-Ríos, 2014).

A continuación, se describen las principales plagas que afectan al cultivo de cebolla de bulbo y se ofrecen algunas recomendaciones para su manejo.

Thrips

Características del insecto y daño: la plaga que más destaca por su capacidad invasiva y su amplia distribución mundial es el thrips de la cebolla de bulbo, identificada como *Thrips tabaci* Lindeman (Reveles-Hernández et ál., 2014). Los thrips en su estado adulto son insectos muy pequeños (miden entre 0,4 y 15 mm); tienen cuerpos alargados y delgados, y patas cortas, con cabeza alargada en su vista lateral y grandes ojos compuestos (Solís, 2016). Algunos adultos tienen cuatro alas bien desarrolladas (Figura 18). Además de la reproducción sexual, tienen una forma de reproducción en la que no es necesario el macho para producir huevos fértiles, por lo cual su manejo se hace más complicado.

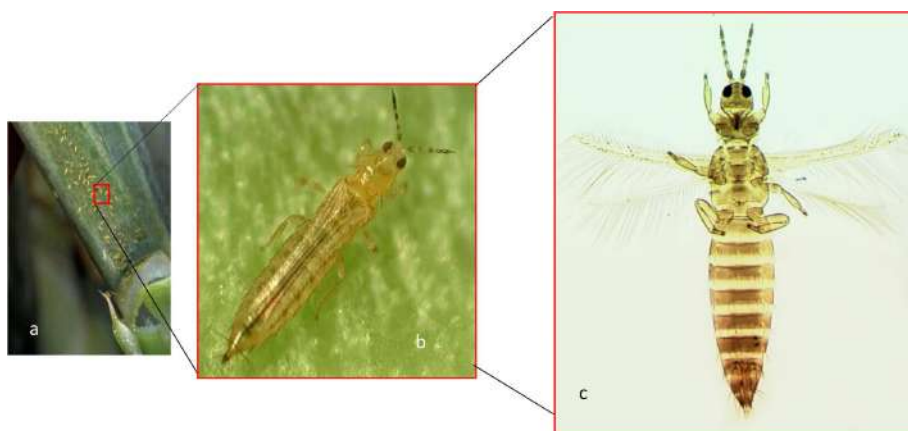


Figura 18 *Thrips tabaci* Lindeman sobre las hojas de cebolla (a y b). El estado adulto (c) muestra las alas desarrolladas.

Fuente: a) Mustaced (s. f.). b) Biocolor (s. f.). c) Universidad de California (2012).

Los daños causados por el thrips se clasifican en directos (por el consumo de la planta) e indirectos (por la transmisión de virus por parte del insecto). El thrips, ya sea en su estado de ninfa o de adulto, busca las hojas jóvenes de la planta y sobre ellas raspa la epidermis y chupa la savia. Como resultado, en las hojas aparece un punteado y líneas de raspado de color amarillo o plateado. Con el tiempo las hojas se deforman o encojen y finalmente se marchitan, desde la punta hacia abajo. En estas condiciones, el bulbo retarda su crecimiento y el tamaño final se reduce (Rueda y Shelton, 1996; Ruíz et ál., 2013) (Figura 19).



Figura 19 Daño producido por el *Thrips tabaci* Lindeman en hoja de cebolla de bulbo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Recomendaciones de manejo:

- Los thrips suelen tener un amplio rango de plantas hospederas, lo cual facilita su reproducción y dificulta su manejo. Por lo tanto, es conveniente evaluar su presencia en las plantas arvenses o malezas.
- De ser necesario se debe recurrir al uso de insecticidas, en cuyo caso es conveniente comenzar con productos de baja toxicidad (identificados con una banda azul o verde). El uso de insecticidas piretroides es eficiente para manejar rápidamente las poblaciones, pero estos deben usarse como mucha cautela para evitar que se genere resistencia por parte del insecto, lo cual haría más complejo su manejo.

Como el manejo químico del *Thrips tabaci* se realiza en conjunto con el manejo de enfermedades, en la zona oriental de Cundinamarca es frecuente la mezcla de productos agroquímicos. Por esto, teniendo en cuenta las BPA, se sugiere verificar antes de realizar las mezclas si estas son recomendadas por los fabricantes, ya que algunos productos son incompatibles entre sí. De igual manera se debe tener en cuenta que cuando los productos sean de distinta formulación se deben mezclar en el siguiente orden (según aplique):

1. Acondicionador de agua (regulador del pH y la dureza del agua).
2. Líquidos solubles.
3. Gránulos.
4. Dispersables.
5. Polvos.
6. Mojables.
7. Concentrados.
8. Emulsionables o floables.
9. Emulsiones.
10. Aceites o coadyuvantes (ICA, 2009).

Mosca de la cebolla (*Delia antiqua*)

Algunas especies de moscas, junto con los thrips, son las plagas que más dañan los cultivos de cebolla de bulbo, incluyendo la etapa de semillero, periodo en

que las plantas son más susceptibles. El conocimiento de estos insectos permite realizar un programa de control integrado.

Características del insecto y daño: los adultos son muy parecidos a la mosca común, pero más pequeños (de 8 a 9 mm de largo) y normalmente son indistinguibles a simple vista. Solo con ayuda de un estereoscopio se distingue la *Delia antiqua*, que tiene una banda oscura bajo la línea media del abdomen, además de cuatro estrías de color café en el tórax. La hembra deposita un número de 30 huevos en el suelo, en la base de la planta, con preferencia en suelos sueltos con alto contenido de guano (Estay y Aguilar, 2017). Los huevos son elongados y blancos, de 1,2 mm de longitud, con dibujos en la superficie (Figura 20).

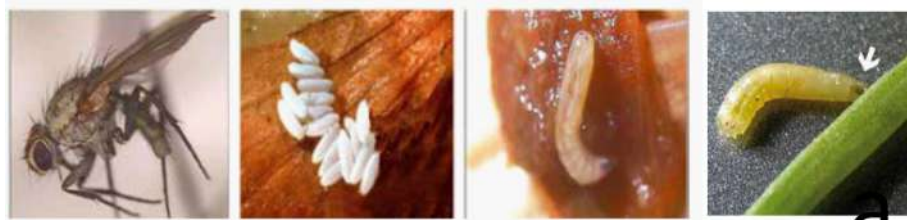


Figura 20 Adulto (a), huevos (b) y larvas (c y d) de la mosca de la cebolla (*Delia antiqua*).

Fuente: Estay y Aguilar (2017) y Bejo Zaden (2011).

Con temperaturas por encima de los 18 °C los huevos eclosionan en siete días y salen las larvas que buscan las plantas jóvenes para consumirlas, provocando su muerte. Las larvas pasan entonces a las plantas vecinas y, después de unas cuatro semanas, forman la ninfa, de color rojizo. Finalmente, la ninfa empupa en el suelo (Estay y Aguilar, 2017). De la pupa emergen los adultos y, aproximadamente una semana después, las hembras se aparean y depositan los huevos de una nueva generación. La mosca tiene de dos a cinco generaciones al año, según la zona climática. Si la planta está desarrollada, las larvas también atacan a los bulbos (Bejo Zaden, 2011).

Recomendaciones de manejo: como medidas preventivas, realizar rotación de cultivos y evitar sembrar en suelos con alto contenido de materia orgánica no descompuesta. Como control biológico, favorecer la presencia del escarabajo terrestre, que es un depredador del gusano de la cebolla (Mishra y Kumar, 2014). Para combatir la primera generación, utilizar semillas que hayan sido recubiertas con insecticida (Bejo Zaden, 2011).

Mosca de la semilla (*Delia platura*)

La distribución de esta mosca es cosmopolita, es decir que puede hallarse en cualquier lugar del mundo.

Características del insecto y daño: el adulto es semejante a la mosca común, pero más pequeño y todavía más que la *Delia antiqua*. Mide aproximadamente 5 mm de largo y es de color gris verdoso (Figura 21). Las hembras depositan huevos blancos, de alrededor de 1 mm de diámetro, en las axilas foliares (parte anterior donde la hoja se inserta al tallo) o directamente en el suelo, cerca del tallo o de la semilla. Prefieren los suelos sueltos y con materia orgánica. Del huevo emerge la larva, que es de color blanco cremoso, sin patas visibles, y se desarrolla hasta los 6 u 8 mm. Presenta ganchos bucales que le permiten barrenar las semillas o las plántulas recién emergidas. Finalmente la larva se ubica en el suelo, cerca de la planta hospedera, y se convierte en pupa, de color pardo, con forma de grano de arroz y una longitud de entre 3 y 5 mm (Estay y Aguilar, 2017). De la pupa emerge el adulto. En climas templados este insecto hiberna en estado de pupa.

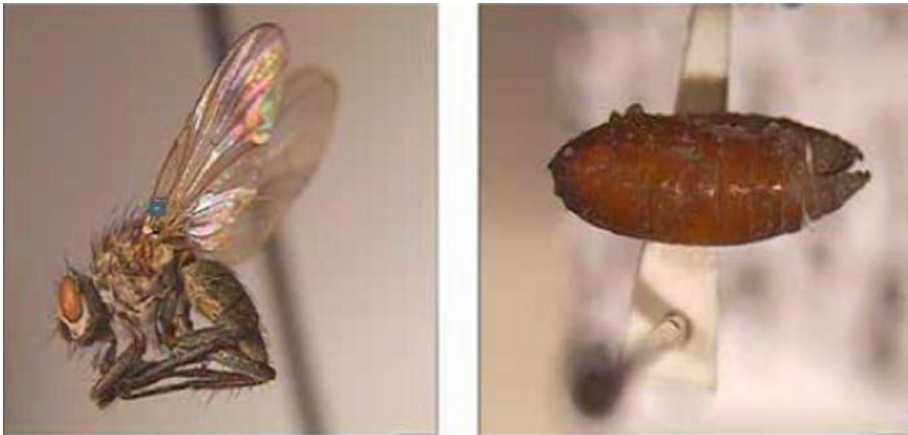


Figura 21 Adulto (a) y pupa (b) de la mosca de la semilla (*Delia platura*).

Fuente: Estay y Aguilar (2017).

Recomendaciones de manejo: el manejo es similar al de la *Delia antiqua* (p. 38), pero es importante combatir la primera generación con el uso de semillas recubiertas con insecticida (Bejo Zaden, 2011).

Minador de la cebolla (*Liriomyza cepae*)

Características del insecto y daño: la hembra adulta perfora la hoja y coloca sus huevos en el interior. Las larvas nacen después de pocos días, son de color gris ceniza y comienzan a alimentarse del interior de la hoja, formando galerías irregulares. Las larvas, a medida que crecen, adquieren un color blancuzco o verde claro y forman minas más anchas (Figura 22). El daño provocado por una única larva es relativamente insignificante, mientras que un gran número de ellas pueden debilitar considerablemente, o incluso destruir, las plantas jóvenes (Bejo Zaden, 2011). La larva finalmente abandona la hoja para convertirse en ninfa y de ahí pasará a formar el insecto adulto.



Figura 22 Minador de la cebolla (*Liriomyza cepae*).

Fuente: Bejo Zaden (2011).

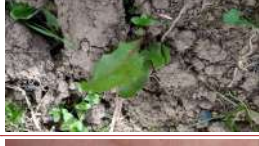
En un ciclo de cultivo pueden desarrollarse dos generaciones. Es en la segunda cuando el minador de la cebolla puede causar daños en el cuello y la cabeza de la cebolla (Bejo Zaden, 2011).

Recomendaciones de manejo: como medida preventiva, se deben retirar los residuos de cultivos anteriores y controlar las plantas hospederas (Bejo Zaden, 2011).

Manejo de arvenses

Las principales arvenses observadas en la zona de influencia del Subproyecto Hortalizas fueron: rábano, cola de caballo, corazón herido, lengua de vaca, guasca y kikuyo (Tabla ??). La presencia de esta última está muy relacionada con el uso de lotes dedicados al pastoreo con anterioridad.

Tabla 5 Principales arvenses en el cultivo de cebolla de bulbo

Familia	Nombre científico	Nombre común	Fotografía
Gramineae	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst	Kikuyo	
Cruciferae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Rábano	
Caryophyllaceae	<i>Spergula arvensis</i> (L.) Cambess	Cola de caballo	
Polygonaceae	<i>Polygonum nepalense</i>	Corazón herido	
	<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca	
Asteraceae	<i>Galinsoga</i> sp.	Guasca	

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Las plantas arvenses que no se manejan adecuadamente pueden competir con el cultivo por luz, agua y nutrientes del suelo. Algunas especies pueden ser hospedantes alternos de insectos y patógenos que afectan los cultivos, y en otros casos pueden producir sustancias que resultan tóxicas para las plantas cultivadas. Algunas especies se desarrollan mucho más rápidamente que el cultivo, y producen gran cantidad de semillas, por lo cual, de predominar, pueden ser más complejas de manejar (FAO, s. f). Sin embargo, otras especies pueden hacer aportes nutricionales al suelo, ayudar a la cobertura y protección del terreno, repeler algunas plagas que atacan el cultivo o ser hospedantes de organismos benéficos. Identificar y reconocer las especies es importante para hacer un manejo racional.

El manejo integrado se concibe como un sistema sostenible, que incluye diversas estrategias de control para reducir el impacto de las arvenses perjudiciales a un nivel económicamente aceptable. Para esto se emplean diversos modos de control preventivo, presembrado o postsembrado, como son:

- Rotación de cultivos.
- Uso de semilla libre de malezas.
- Densidades de siembra óptimas, que favorezcan el cultivo.
- Uso de cultivos intercalados.
- Uso de coberturas nobles (plantas benéficas).
- Control físico manual o mecánico.
- Control químico (FAO, s. f.).

Se recomienda que el control de arvenses en estado de floración se realice manualmente, ya que los herbicidas disminuyen su efectividad con el desarrollo de la planta. Para la aplicación de herbicidas en postsembrado se debe tener en cuenta el periodo de carencia del producto, según las indicaciones de la etiqueta.

Cosecha y poscosecha

Aproximadamente 120 días después del trasplante (tiempo variable según el material vegetal y las condiciones climáticas), el bulbo ya se ha formado en su totalidad, aunque la maduración no es un proceso homogéneo para todo un cultivo. Visualmente, el bulbo está maduro cuando el cuello se dobla, como se explica a continuación.

Con la formación y crecimiento del bulbo, la aparición de nuevas hojas se retrasa hasta suspenderse totalmente. Entonces las hojas ya formadas se envejecen y comienzan a secarse desde el extremo hacia la base. Finalmente, la base de las hojas —que en su conjunto forman lo que se conoce como el cuello de la planta— se dobla; este evento es el indicativo de la madurez comercial del bulbo. Cuando el 50 % de las plantas están listas para cosechar se realiza el primer pase de recolección.

Una práctica utilizada para acelerar la maduración del bulbo consiste en suspender el riego del cultivo 20 días antes del momento calculado para la cosecha, lo cual también ayuda a su secado. Si se utilizó el acolchado plástico, la cosecha se realiza de manera manual y cuidadosa con el fin de no dañar el plástico para una posible reutilización. Si no hay acolchado y el suelo está duro se puede utilizar el azadón, cuidando de no maltratar los bulbos. Las plantas se dejan sobre los surcos o la cama para cortar sus ramas desde el cuello y pasar los bulbos al proceso de secado.

Secado de la cebolla de bulbo

El secado o “curado” de la cebolla es el proceso utilizado para secar las dos o tres capas (catáfilas) más externas del bulbo, lo cual normalmente se hace exponiendo la cosecha al calor solar durante dos a cuatro días. De este modo también se “cierra” el cuello del bulbo. El resultado es que los bulbos se hacen más resistentes al ataque de enfermedades y se alarga la vida útil del producto en poscosecha por varias semanas, sin que se afecte su calidad (Pinzón et ál., 2006).

A continuación se describe la práctica de secado tal como se realiza en la zona visitada por el Subproyecto Hortalizas. Sin embargo, también se presentan más adelante las recomendaciones para que el secado sea un proceso más eficiente y seguro para los trabajadores. Las estructuras propuestas para tal fin fueron diseñadas por parte del equipo del Subproyecto Hortalizas y su construcción detallada se presenta en el Anexo 2 de este manual.



Figura 23 Cosecha sobre el acolchado.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Actualmente, en las zonas productoras del oriente de Cundinamarca, en caso de presentarse días soleados, los bulbos se dejan sobre el acolchado o sobre

el suelo para el secado (Figura 23). Se busca además que los bulbos logren un color dorado, de acuerdo con los requerimientos del mercado para un mejor precio por carga. Para días opacos o lluviosos, la cebolla se almacena debajo de un plástico en forma de carpa, sin contacto con el suelo para evitar la pudrición en los bulbos (Figura 24).



Figura 24 Estructura usada actualmente en las zonas productoras del oriente de Cundinamarca para el secado de cebolla de bulbo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

En el proceso de secado se debe realizar la práctica de volteo de los bulbos, para producir un secado uniforme. En el volteo hay mucha manipulación del producto, además de inconvenientes para los trabajadores al momento de realizar la actividad, por tener que apoyarse en el suelo sobre su rodillas para esparcir las cebollas y voltearlas, lo cual crea el riesgo de producir de heridas en su cuerpo por golpearse con los elementos que están por debajo del plástico, donde se ubican las cebollas (Figura 25).

Adicionalmente, el plástico utilizado provee una ventilación deficiente, lo que hace que el volteo sea una práctica exigente, pues se debe realizar frecuentemente para acelerar el secado y evitar pudriciones (Figura 26). Para subsanar estos inconvenientes, el Subproyecto Hortalizas elaboró una propuesta de secado utilizando una estructura móvil, que se detallará en el Anexo 2 de este manual.



Figura 25 Proceso actual para volteo de cebolla de bulbo en las zonas productoras del oriente de Cundinamarca.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

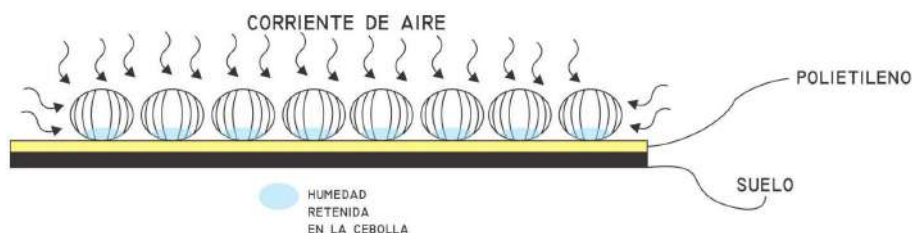


Figura 26 Estructura usada actualmente para secado de cebolla de bulbo en las zonas productoras del oriente de Cundinamarca.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Recomendaciones para el secado

Se sugiere el uso de estructuras elevadas del suelo para acelerar el proceso de secado de los bulbos, reducir la manipulación del producto, facilitar el trabajo de los operarios y obtener un producto más higiénico y de mejor calidad. El uso de una superficie porosa o una malla para soportar los bulbos dispuestos en una capa permitirá un flujo más homogéneo del aire y un secado más eficiente (Figura 27).

La estructura de secado se puede fabricar con varas de madera enterradas en el suelo para que soporten la malla plástica de polipropileno sobre la cual se colocan los bulbos, así como la cubierta plástica que se utiliza para proteger el material de la lluvia (Figura 28).

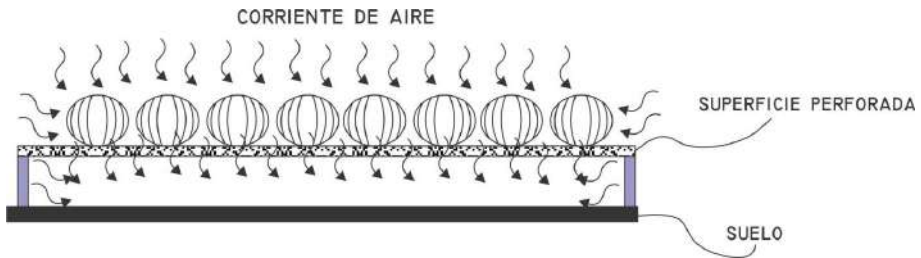


Figura 27 Esquema del aire fluyendo en las cebollas de bulbo sobre una estructura elevada durante el secado.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).



Figura 28 Estructura elevada para secado en terreno de cebolla de bulbo, con cubierta plástica a dos aguas.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Se puede incluir una estructura de secado más robusta con capacidad para tres toneladas de cebolla, de manera que sea desmontable para reubicarla en cualquier punto del cultivo donde se requiera (Figura 29).



Figura 29 Estructura móvil para secar cebolla de bulbo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Como herramienta complementaria para facilitar las labores de manipulación del producto, se aconseja el uso de un rastrillo diseñado específicamente para voltear las cebollas. Este debe ser fabricado en polietileno con un calibre 1,5 cm para reducir la reacción química del producto. Debe contar con un mango de madera maciza o un tubo de aluminio redondo de calibre 12, con un diámetro no mayor a 2,5 cm y un largo de 1,5 m. Debe tener agarre de caucho, para evitar que forme ampollas en las manos cuando se use. La utilización de esta herramienta permite una postura que implicará un menor riesgo para la salud de los trabajadores (Figura 30).

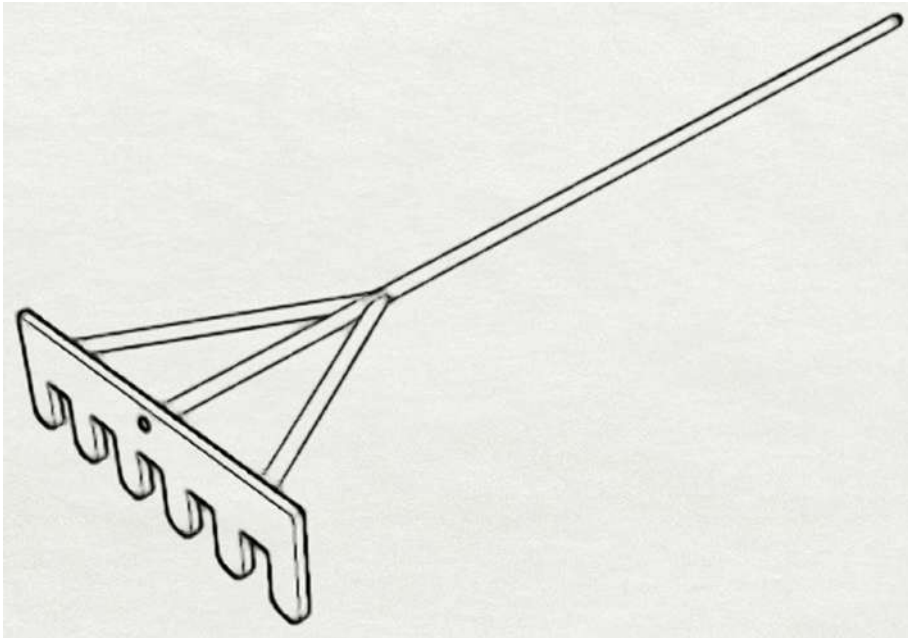


Figura 30 Ejemplo de rastrillo para volteo de cebolla de bulbo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

En el Anexo 2 de este manual se describe en detalle la construcción de la estructura de secado propuesta más atrás, al igual que la del rastrillo.

Empacado de los bulbos

Luego de dos a cuatro días de secado, dependiendo del clima, los bulbos son clasificados y empacados en bultos de acuerdo con las siguientes calidades:

- 0: Tamaño superior a 10 cm de diámetro.
- 1: Cebolla mediana de entre 6 y 10 cm de diámetro.
- 2: Diámetros menores a 6 cm, así como cebollas deformadas o enfermas, las cuales no son aceptadas en el mercado y se dejan para semilleros de recorte.

En su clasificación y empacado, la cebolla pasa por un proceso de limpiado, que consiste en zarandearla con ayuda de los costales la cebolla para eliminar el

exceso de catáfilas secas y limpiar los restos de suelo que todavía esté adherido a los bulbos. El peso de los bultos debe estar entre los 54 y los 55 kg, con el fin de evitar castigos en el mercado (rebajas en el precio pagado por el intermediario por fallas en calidad del producto) si los bultos tienen pesos inferiores a 50 kg (Figura 31).



Figura 31 Almacenamiento de la cebolla de bulbo.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Costos de producción y rentabilidad de la propuesta

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de costos de producción del cultivo de cebolla de bulbo y se calcula la rentabilidad de la propuesta de acolchado para la zona productora del oriente de Cundinamarca, con base en la experiencia del Subproyecto Hortalizas. Se comienza con el análisis de la fluctuación de precios en el mercado mayorista, que es el siguiente eslabón en la comercialización del producto una vez sale de la finca.

Análisis de precios

Se consolidaron los datos de precios de la cebolla de bulbo en el periodo 2012-2017, utilizando la información reportada en Agronet (2015-2018) para cuatro plazas de mercado principales en Bogotá, Villavicencio, Tunja y Duitama (Figura 32). Esto con el objetivo de conocer las fluctuaciones mensuales del precio de la cebolla de bulbo. Las plazas de mercado de Duitama y Tunja fueron seleccionadas como referente, dado que el departamento de Boyacá es el mayor productor. La plaza de Corabastos en Bogotá se seleccionó por ser el principal mercado destino de los productores de Une y Chipaque. También se incluyó la plaza de Villavicencio dado que, por su ubicación, tiene el potencial para ser mercado de estos mismos productores.

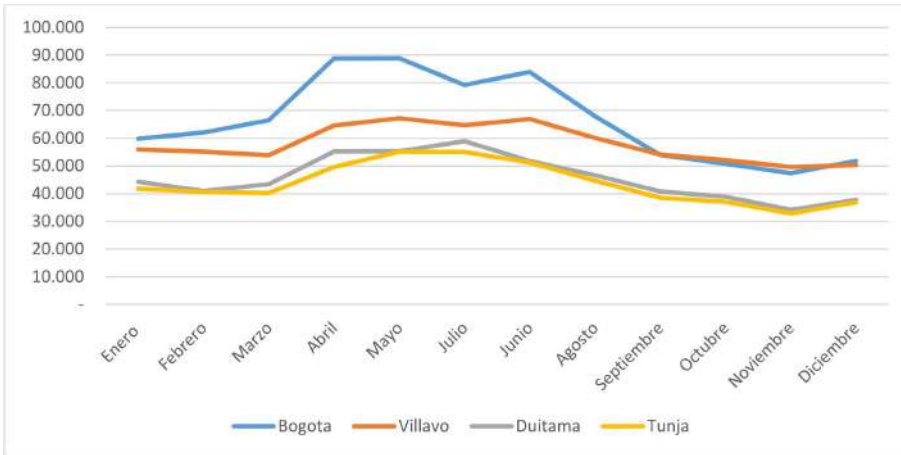


Figura 32 Fluctuación de los precios promedio mensuales para 50 kg de cebolla de bulbo en cuatro plazas de mercado, entre los años 2012 y 2016.

Nota: Los valores están dados en pesos colombianos (COP).

Fuente: Agronet (2015-2018).

Dado que los precios de la cebolla de bulbo son más altos en la central mayorista de Corabastos en Bogotá, la Tabla ?? muestra el precio promedio mensual en orden de menor a mayor para el periodo 2012-2017. Se observa una marcada estacionalidad de los precios, los cuales son especialmente favorables a final de año e inicio del nuevo año. Para lograr los mejores precios se pueden calcular las fechas recomendables de siembra correspondientes, considerando que la duración promedio del ciclo de cultivo de la cebolla de bulbo (desde la siembra hasta la cosecha) es de cinco meses y medio: estas fechas estarían entre mayo y julio, con pico en noviembre. Aparentemente, los buenos precios también fomentan el desarrollo de nuevos cultivos en los mismos meses, por lo cual el precio para la cosecha de estas siembras es el más bajo. Sin embargo, se trata de tendencias que no siempre ocurren de la misma manera.

Tabla 6 Fechas de siembra correspondientes para que la cosecha obtenga el promedio de precios mensuales del bulto de 50 kg de cebolla de bulbo en Corabastos (período 2012-2017)

Mes de cosecha	Precio promedio del bulto (50 kg)	Fecha de siembra
Noviembre	\$ 47 350	Junio
Octubre	\$ 50 800	Abril
Diciembre	\$ 51 750	Mayo
Septiembre	\$ 53 950	Marzo
Enero	\$ 59 800	Julio
Febrero	\$ 62 100	Agosto
Marzo	\$ 66 500	Septiembre
Agosto	\$ 67 900	Febrero
Julio	\$ 79 250	Enero
Junio	\$ 83 950	Diciembre
Abril	\$ 88 800	Octubre
Mayo	\$ 88 850	Noviembre

Nota: Se muestran los promedios mensuales del precio en orden de menor a mayor, para el período 2012-2017. Los valores están dados en pesos colombianos (COP).

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Estimación de los costos de producción

Para calcular los costos de producción de una hectárea de cebolla de bulbo se reunió a un grupo de productores de la vereda Timasita y se construyó de manera participativa la estructura de los costos generales para un ciclo de cultivo. A esta estructura se le agregó el valor de los costos administrativos y el interés del capital. Además se ajustó teniendo en cuenta los costos estimados por la empresa privada para producir una hectárea de cebolla de bulbo, así como el número de aplicaciones de agroinsumos y las labores llevadas a cabo (Tabla ??).

El costo total es la suma de los costos monetarios más los costos no monetarios. Estos últimos hacen referencia al valor de las actividades ejecutadas por la familia de productores que no se paga en dinero. Comúnmente, la inversión que los productores tienen en cuenta es la sumatoria de los costos monetarios, pero no la del costo total. La Tabla ?? muestra los costos de producción para el

manejo del cultivo propuesto por el Subproyecto Hortalizas. Estos se presentan por ciclo de cultivo para determinar cuándo se recupera la inversión.

La diferencia entre el costo total del primer ciclo con respecto al del segundo, con el manejo propuesto por el Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2, es de \$ 24 551 000, el cual es equivalente al valor de los equipos que, en su mayoría, deben comprarse una sola vez.

Tabla 7 Costos totales de producción para una hectárea de cebolla de bulbo con un sistema de producción tradicional

Concepto	Costo total	Costo monetario	Costo no monetario
Semilla y semillero	\$ 3 572 200	\$ 3 332 200	\$ 240 000
Preparación del terreno	\$ 790 500	\$ 710 500	\$ 80 000
Trasplante	\$ 3 834 000	\$ 3 714 000	\$ 120 000
Control fitosanitario	\$ 7 209 600	\$ 6 729 600	\$ 480 000
Cosecha	\$ 6 470 000	\$ 6 310 000	\$ 160 000
Otros	\$ 9 137 459	\$ 1 271 020	\$ 7 866 439
Total	\$ 31 013 759	\$ 22 067 320	\$ 8 946 439

Nota: Los valores están dados en pesos colombianos (COP) y fueron calculados para el año 2017. El costo no monetario hace referencia al valor de las actividades ejecutadas por la familia de productores que no se paga en dinero.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Calidad de la producción

El valor de los bulbos de cebolla en Corabastos depende de su calidad, especialmente en referencia a su peso y su diámetro. Se consideran tres categorías de calidad según el diámetro:

- Cero (mayor a 100 mm).
- Gruesa (entre 60 y 40 mm).
- Pareja (menor a 40 mm).

Tabla 8 Costos de producción para una hectárea de cebolla de bulbo durante dos ciclos con el sistema propuesto por el Subproyecto Hortalizas

Concepto primer ciclo	Costo total	Costo monetario	Costo no monetario
Semilla y semillero	\$ 4 087 200	\$ 3 687 200	\$ 360 000
Preparación del terreno	\$ 790 500	\$ 710 500	\$ 80 000
Trasplante	\$ 5 454 000	\$ 5 334 000	\$ 120 000
Control fitosanitario	\$ 7 772 000	\$ 7 292 000	\$ 480 000
Cosecha	\$ 13 652 000	\$ 13 492 000	\$ 160 000
Sistema de riego, acolchado e instalación	\$ 23 910 000	\$ 23 630 000	\$ 280 000
Otros	\$ 9 656 377	\$ 1 493 555	\$ 8 162 821
Total	\$ 65 322 077	\$ 55 639 255	\$ 9 642 821
Concepto segundo ciclo			
Semilla y semillero	\$ 4 087 200	\$ 3 687 200	\$ 360 000
Preparación del terreno	\$ 790 500	\$ 710 500	\$ 80 000
Trasplante	\$ 5 454 000	\$ 5 334 000	\$ 120 000
Control fitosanitario	\$ 7 772 000	\$ 7 292 000	\$ 480 000
Cosecha	\$ 8 001 000	\$ 9 327 000	\$ 160 000
Sistema de riego, acolchado e instalación	\$ 5 010 000	\$ 4 730 000	\$ 280 000
Otros	\$ 9 656 377	\$ 1 493 555	\$ 8 162 821
Total	\$ 40 771 077	\$ 32 574 255	\$ 9 642 821

Nota: Los valores están dados en pesos colombianos (COP) y fueron calculados para el año 2017. El costo no monetario hace referencia al valor de las actividades ejecutadas por la familia de productores que no se paga en dinero.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

En este sentido, según los resultados obtenidos por el Subproyecto Hortalizas, el manejo productivo de la cebolla de bulbo propuesto en el presente manual presenta una mayor proporción de cebollas de calidad gruesa y una menor proporción de calidad pareja.

El número de bultos alcanzado para cada calidad en los dos esquemas de producción (el tradicional y el propuesto por el Subproyecto Hortalizas) se muestra en la Tabla ??, donde se evidencia que con el manejo del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 se logran 36,5 toneladas más por hectárea, con 644 bultos de cebolla calidad cero y 93 bultos de cebolla calidad gruesa.

Tabla 9 Comparación de la calidad de la producción entre el esquema tradicional y el propuesto por el Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2

Forma de producción:	Tradicional			Sistema CTA-2		
Calidad:	Cero	Gruesa	Pareja	Cero	Gruesa	Pareja
Bultos por calidad	297	422	31	941	515	30
Bultos totales	749			1486		
Producción (t/ha)	37,5			74		

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Análisis de rentabilidad

Para el análisis de rentabilidad se consideró un periodo de trabajo correspondiente a dos ciclos de cultivo de cebolla de bulbo, comenzando en noviembre—para así lograr los mejores precios promedio mensuales— y continuando en seguida de la primera cosecha, lo cual implica una segunda cosecha en meses de muy bajos precios, según la tendencia observada en el mercado de Corabastos en Bogotá, principal destino de producción de los productores de Une y Chipaque.

Con la siembra del primer ciclo en noviembre se podrá cosechar en mayo, cuando el precio del bulto de cebolla será de \$88850 para la calidad cero y de \$80000 para la calidad gruesa. El resultado del ejercicio se presenta en Tabla , donde la inversión y la ganancia en efectivo corresponden al dinero que maneja el agricultor, y la inversión y la ganancia económica corresponden al análisis que incluye los aportes del trabajo familiar. Los datos se analizan por hectárea, pero el agricultor acostumbra a calcular el beneficio económico con base en las ganancias por libra cosechada de cebolla de bulbo.

Se evidencia que el costo de producción por kilo de cebolla es mayor con el manejo propuesto por el Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 con respecto al manejo tradicional, debido a la inversión realizada en la implementación de las tecnologías. Sin embargo, la rentabilidad resultó mayor con el manejo del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2.

Tabla 10 Gastos de inversión, ganancias y rentabilidad por el cultivo de cebolla de bulbo con dos formas de producción para el primer ciclo, en condiciones de precios altos

Forma de producción:	Tradicional		Sistema CTA-2 (ciclo 1)	
	Hectárea	Libra	Hectárea	Libra
Inversión económica	\$ 32 602 562	\$ 6 520 512	\$ 65 322 077	\$ 13 064 415
Inversión en efectivo	\$ 23 610 507	\$ 4 722 101	\$ 55 639 255	\$ 11 127 851
Ganancia económica	\$ 27 482 025	\$ 6 870 506	\$ 59 517 754	\$ 11 903 551
Ganancia en efectivo	\$ 36 474 079	\$ 9 118 520	\$ 69 200 575	\$ 13 840 115
Rentabilidad económica	84,29 %		91,11 %	
Costo por kg	\$ 870		\$ 879	

Nota: Los valores están dados en pesos colombianos (COP) y fueron calculados para el año 2017.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Según el esquema anteriormente planteado, para el segundo ciclo de siembra se obtiene la cosecha cuando el precio es de \$47 350 por bulto de calidad cero y de \$40 000 por bulto de calidad gruesa, que son de los más bajos del mercado. En la Tabla se evidencia que, bajo este régimen de precios, el manejo tradicional no lograría ganancia sino que, por el contrario, traería pérdida y su rentabilidad sería negativa. En contraste, el manejo propuesto por el Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 lograría una ganancia. Esto es debido a que luego del primer ciclo el costo de producción por kilo de cebolla bajaría a \$549 en el segundo ciclo, así que la rentabilidad calculada sigue siendo alta.

Este análisis es una primera aproximación, pero refleja la conveniencia de aumentar la inversión en tecnología para el cultivo con el fin de mejorar el rendimiento, hacer un uso eficiente del terreno y aumentar la rentabilidad.

Tabla 11 Gastos de inversión, ganancias y rentabilidad por el cultivo de cebolla de bulbo con dos formas de producción para el segundo ciclo, en condiciones de precios bajos

Forma de producción:	Tradicional		Sistema CTA-2 (ciclo 2)	
	Hectárea	Libra	Hectárea	Libra
Inversión económica	\$ 32 602 562	\$ 6 520 512	\$ 40 771 077	\$ 8 154 215
Inversión en efectivo	\$ 23 610 507	\$ 4 722 101	\$ 32 574 255	\$ 6 514 851
Ganancia económica	\$ - 1 692 526	\$ - 423 132	\$ 24 401 839	\$ 4 880 368
Ganancia en efectivo	\$ 7 299 528	\$ 1 824 882	\$ 32 598 660	\$ 6 519 732
Rentabilidad económica	-5,19%		59,85%	
Costo por kg	\$ 870		\$ 549	

Nota: Los valores están dados en pesos colombianos (COP) y fueron calculados para el año 2017.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Referencias bibliográficas

- Agrios, G. N. (1996). *Patología vegetal*. México: Limusa.
- Agronet (2015-2018). *Estadísticas agrícola Área producción y rendimiento*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>
- Bayer (2017). *Semillas y protección de cultivos*. Recuperado de http://cropscience.bayer.com.ar/sites/default/files/PROGRAMAS%20FITOSANITARIOS_CEBOLLAS_20170126.pdf
- Bejo Zaden (2011). *Enfermedades y plagas importantes en cebollas*. Recuperado de <http://static.plenummedia.com/40767/files/20130126104951-bejo-enfermedades-y-plagas-cebollas.pdf>
- Biocolor (s. f.). *Trips [Fotografía]*. Recuperada de <http://www.biocolor.es/control-biologico/eliminar-trips-control-biologico/>
- Blanco, C. (2017). Preparación de Almácigos de Cebolla. En C. Blanco y J. Lagos (Eds.), *Manual de producción de cebolla* (pp. 27-38). Santiago de Chile, Chile: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Brewster, J. (2001). *Las Cebollas y otros Allium*. Zaragoza, España: Editorial Acirbia S. A.
- Bruzón, S. (1988). *El cultivo de la cebolla cabeza Allium cepa en el Valle del Cauca*. Recuperado de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11654/27093_15001.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro, A. (2017). *Informe de ejecución, contrato n.º PS0704, entregable n.º 9*. No publicado, Corredor Tecnológico Agroindustrial, Bogotá, Colombia.

- Cely, G. (2010). *Determinación de parámetros de riego para el cultivo de cebolla de bulbo en el distrito de riego alto Chicamocha* [Tesis de maestría]. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Delegatura de Protección de la Competencia (2011). Estudios de mercado, cadena productiva de las hortalizas. En *Colombia, Diagnóstico de Libre Competencia (2009-2011)*. Recuperado de <https://www.sic.gov.co/documentos-2011-ee>
- Delgado, W. (2009). *Caracterización del proceso de transferencia y adopción tecnológica de pequeños y medianos productores de cebolla (Allium cepa L.) en el municipio de Pasca (Cund.)* [Trabajo de grado para Magister en Desarrollo Rural]. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] (2016). El cultivo de la cebolla cabezona (*Allium cepa* L.) frente a condiciones de alta humedad. *Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria* (49), pp. 1-9. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_jul_2016.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] (2017). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2016*. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2016/boletin_ena_2016.pdf
- Estay, P. y Aguilar, V. (2017). Plagas de la cebolla. En C. Blanco y J. Lagos (Eds.), *Manual de producción de cebolla* (15ª ed., pp. 51-60). Santiago, Chile: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Galindo, P. J., Español, A. J., Vargas, D. R., Flórez, F. R. y Herrera, H. C. (2011). *Experiencias de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de hortalizas en la Sabana Occidente de Bogotá*. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- García, M. (2003). *Plagas, enfermedades y fisiopatías del cultivo de la cebolla en la comunidad valenciana*. Valencia, España: Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2009). *Mis Buenas Prácticas Agrícolas, "Guía para agroempresarios"* [Cartilla]. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/inocuidad-agricola/capacitacion/cartillabpa.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Medidas para la temporada invernal*. Recuperado de <http://www.ica.gov.co/getattachment/e16a4b6e-d0fa-49da-a400-dc31e40fe643/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-dehortaliz.aspx>
- Larral, P. y Ripa, R. (2008). Manejo integrado de plagas. En R. Ripa y P. Larral (Eds.), *Manejo de plagas en paltos y cítricos* (Capítulo 3, pp. 51-60). Santiago de Chile, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

- Lozano, I. y Restrepo, J. C. (2015). El papel de la infraestructura rural en el desarrollo agrícola de Colombia. *Borradores de Economía*, (904). Bogotá, Colombia: Banco de la República. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/borrador-904>
- Medina, J. (2008). *Cebolla*. Santo Domingo, República Dominicana: Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).
- Mishra, R. K. y Kumar, D. (2014). Management of major diseases and insect pests of onion and garlic: A comprehensive review. *Journal of Plant Breeding and Crop Science* (noviembre de 2014), pp. 160-170. <https://doi.org/10.5897/JPBCS2014.0467>
- Molano, A. (2015, septiembre 14). ¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible? Corporación Colombia Digital. Recuperado de <https://colombiadigital.net/actualidad/item/8509-que-son-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.html>
- Mustaced (s. f.). *Trips de la cebolla, o it'a amarilla* [Fotografía]. Recuperada de <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/factsheetforfarmers/20137804437>
- Oliva, J. (2009). Niveles tecnológicos en las explotaciones vitivinícolas de los departamentos de Lavalle y Las Heras, provincia de Mendoza [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de General Sarmiento, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (s. f.). *Recomendaciones para el manejo de malezas*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a0884s/a0884s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con Buenas Prácticas Agrícolas* [Cartilla divulgativa]. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>
- Pacheco, I. (2013). *Curva de absorción de nutrimentos en cebolla Allium cepa cv. Aquarius y ajo Allium sativum cv. Criollo* [Tesis de pregrado]. Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Pinzón, H. (2004). *La cebolla de rama (Allium fistulosum) y su cultivo*. Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Pinzón, H., Ospina, J., Baez, A. y Flórez, R. (2006). *Curado y almacenamiento de cebolla en bulbo*. Bogotá, Colombia: Sena, Corpoica y Universidad Nacional de Colombia.
- Polanco, M. (2007). *Maquinaria y mecanización agrícola*. Recuperado de: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3535/1/maquinaria%20y%20mecanizacion%20agricola.pdf>
- Reveles-Hernández, M., Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres L. R. y Cid-Ríos, J. A. (2014). *Guía para producción de cebolla en Zacatecas* (Folleto Técnico n.º 62). Campo Experimental Zacatecas, Zacatecas, México.

- Rivera, V. L. y Cabrera, A. I. (2012). *Conjunto tecnológico para la producción de cebolla* (Publicación 156). Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.
- Rojas, C. (2005). *Disponibilidad de fósforo y su corrección*. Santiago de Chile, Chile: Centro de Investigación Regional La Platina (CRI La Platina).
- Rueda, A. y Shelton, A. (1996). *Trips de la cebolla*. Recuperado el 12 de abril de 2018 de la página web de la Universidad de Cornell: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/veg-insects-global/spanish/thrips.html>
- Ruíz, J., Bravo, E., Ramírez, G., Báez, A., Álvarez, M., Ramos, J., Nava, U. y Byerly, K. (2013). *Plagas de importancia económica en México: aspectos de su biología y ecología*. Jalisco, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Tepatitlán de Morelos.
- Sanabria, N., Puentes, G. y Cleves, J. (2014). Análisis de grupo y evaluación financiera de unidades productivas de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) en el Distrito de Riego del Alto Chicamocha. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(1), pp. 287-301.
- Solís, P. (2016). *Plan de manejo de trips en el cultivo de aguacate Hass*. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/B4226e/B4226e.pdf>
- Universidad de California (2012). *Thrips tabaci, Forewing* [Fotografía]. Recuperada de https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/identify-thrips/key/california-thysanoptera-2012/Media/Html/browse_species/Thrips_tabaci.htm
- Walker, S., Goldberg, N. y Cramer, C. (2009). *Onion Diseases in New Mexico* (Circular 538). New Mexico State University, College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, EE. UU. Recuperado de https://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/CR538.pdf

Anexos

Anexo 1

Tabla de interpretación de los resultados de la lectura de precipitación, pluviómetro casero.

Recolectado en probeta (ml)	Precipitación (mm)	Recolectado en probeta (ml)	Precipitación (mm)	Recolectado en probeta (ml)	Precipitación (mm)
2	0,1397245	35	2,44517882	68	4,75063314
3	0,20958676	36	2,51504108	69	4,8204954
4	0,27944901	37	2,58490333	70	4,89035765
5	0,34931126	38	2,65476558	71	4,9602199
6	0,41917351	39	2,72462783	72	5,03008215
7	0,48903576	40	2,79449008	73	5,0999444
8	0,55889802	41	2,86435234	74	5,16980666
9	0,62876027	42	2,93421459	75	5,23966891
10	0,69862252	43	3,00407684	76	5,30953116
11	0,76848477	44	3,07393909	77	5,37939341
12	0,83834703	45	3,14380135	78	5,44925566
13	0,90820928	46	3,2136636	79	5,51911792
14	0,97807153	47	3,28352585	80	5,58898017
15	1,04793378	48	3,3533881	81	5,65884242
16	1,11779603	49	3,42325035	82	5,72870467
17	1,18765829	50	3,49311261	83	5,79856693
18	1,25752054	51	3,56297486	84	5,86842918
19	1,32738279	52	3,63283711	85	5,93829143
20	1,39724504	53	3,70269936	86	6,00815368
21	1,46710729	54	3,77256161	87	6,07801593
22	1,53696955	55	3,84242387	88	6,14787819
23	1,6068318	56	3,91228612	89	6,21774044
24	1,67669405	57	3,98214837	90	6,28760269
25	1,7465563	58	4,05201062	91	6,35746494
26	1,81641855	59	4,12187287	92	6,42732719
27	1,88628081	60	4,19173513	93	6,49718945
28	1,95614306	61	4,26159738	94	6,5670517
29	2,02600531	62	4,33145963	95	6,63691395
30	2,09586756	63	4,40132188	96	6,7067762
31	2,16572982	64	4,47118414	97	6,77663845
32	2,23559207	65	4,54104639	98	6,84650071
33	2,30545432	66	4,61090864	99	6,91636296
34	2,37531657	67	4,68077089	100	6,98622521

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018). Basado en Castellanos y Castro (2017).

Anexo 2

Guía para la construcción, manejo y mantenimiento de una secadora de cebolla

Esta propuesta fue desarrollada por el diseñador industrial Andrés Castro (Castro, 2017), para el Subproyecto Hortalizas del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2. Las imágenes que se presentan corresponden a los planos de diseño, por lo cual incluyen los números de las piezas y las dimensiones de algunas de ellas (cm).

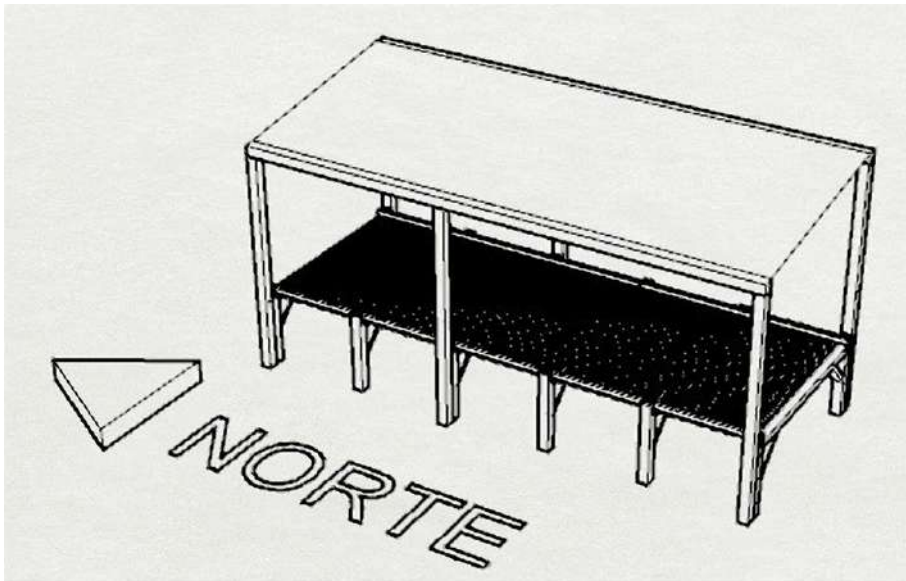


Figura 33 Posicionamiento del secador para aprovechar la radiación solar.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Instalación, montaje y ubicación del secador: el secador debe ubicarse alineando el lado más largo en dirección norte-sur, para aprovechar mejor la radiación solar (Figura 33). El ancho de la estructura es de aproximadamente 190 cm, determinado por la medida de la malla metálica que se va a usar.

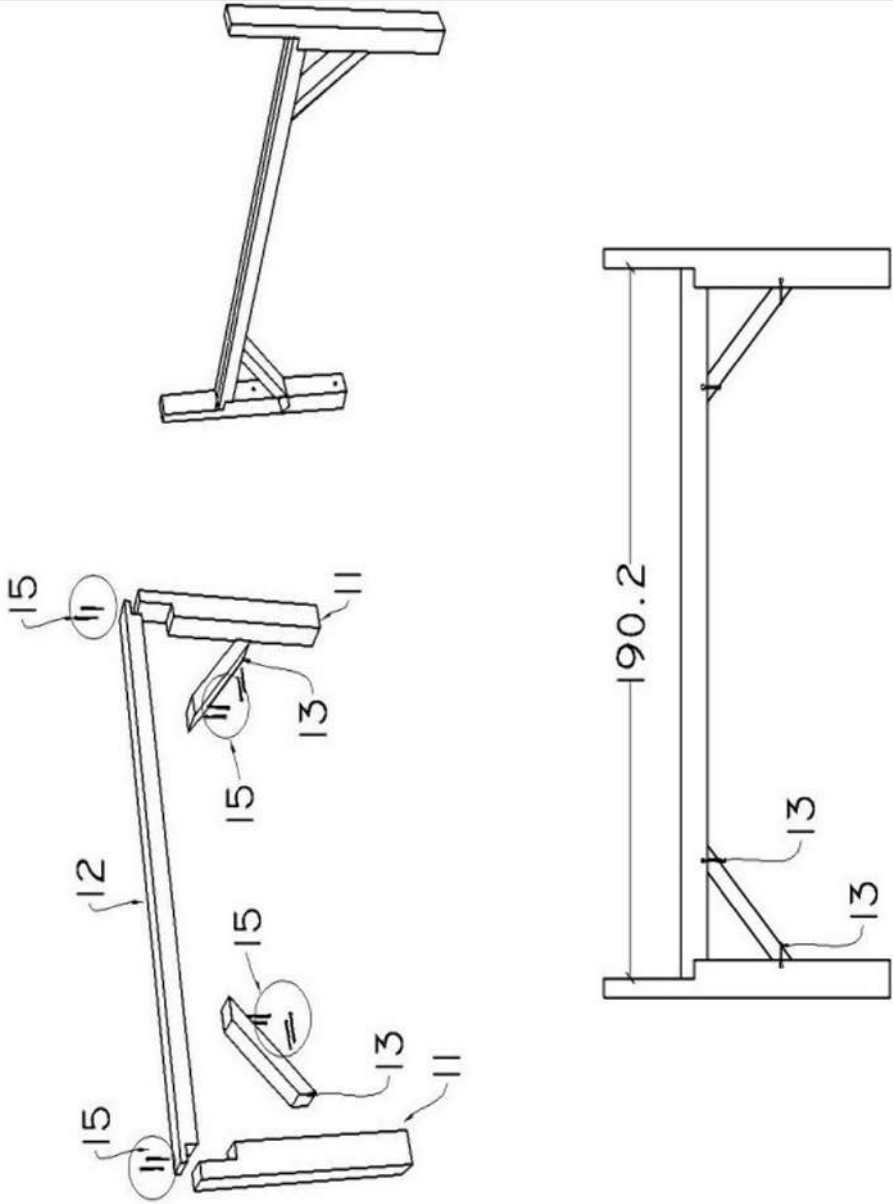


Figura 34 Construcción de las bases para el secador de cebolla de bulbo.
Nota: Las dimensiones están dadas en cm.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

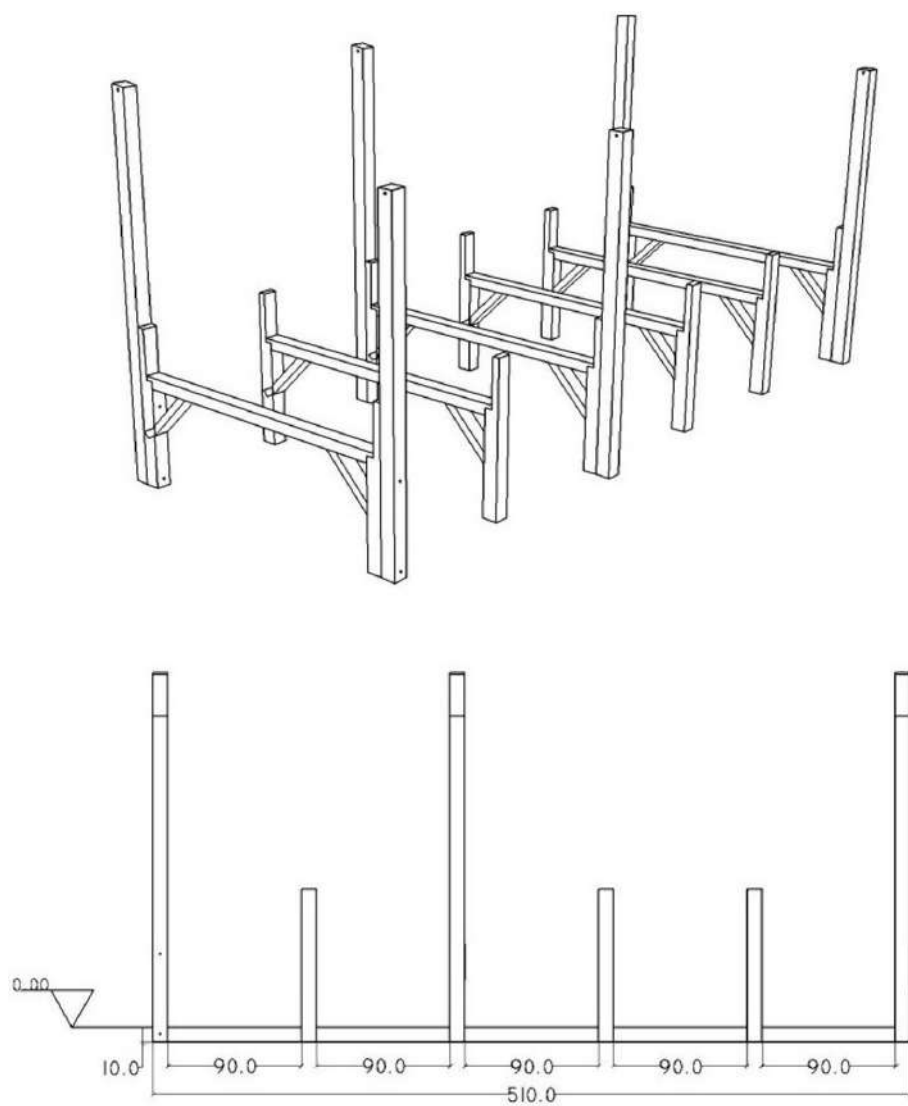


Figura 35 Distribución de las bases para el montaje del secador de cebolla de bulbo.

Nota: Las dimensiones están dadas en cm.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

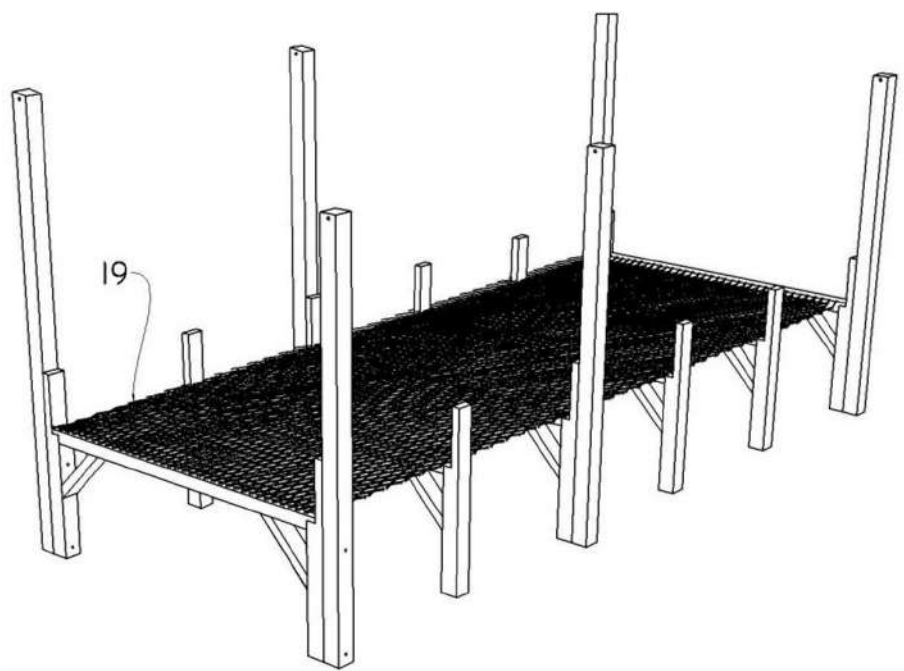


Figura 36 Malla extendida sobre las bases instaladas.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Construcción de las bases: una vez seleccionado el lugar donde se ubicará el secador se procede a construir sus bases. Cada base se compone de dos paraleles, un travesaño y dos pies de amigo (Figura 34). A los postes o paraleles se les deben realizar cajas para ensamblar el travesaño y atornillarlo. Una vez asegurado, se ubican los pies de amigo. Para armar un secador de 510 cm de largo se requieren 6 unidades de bases, espaciadas a 90 cm y enterradas en el suelo a 10 cm de profundidad (Figura 35).

Instalación de la malla: cuando las seis bases están enterradas y niveladas en el terreno, se procede a extender una malla eslabonada metálica zincada, recubierta de PVC (Figura 36). La malla debe ser tensada, sentada y asegurada a las bases con ayuda de tablas de madera que se ensamblan por todo el perímetro por encima de la malla, y se fijan con tornillos autoperforantes para madera n.º 8 (Figura 37 y Figura 38).

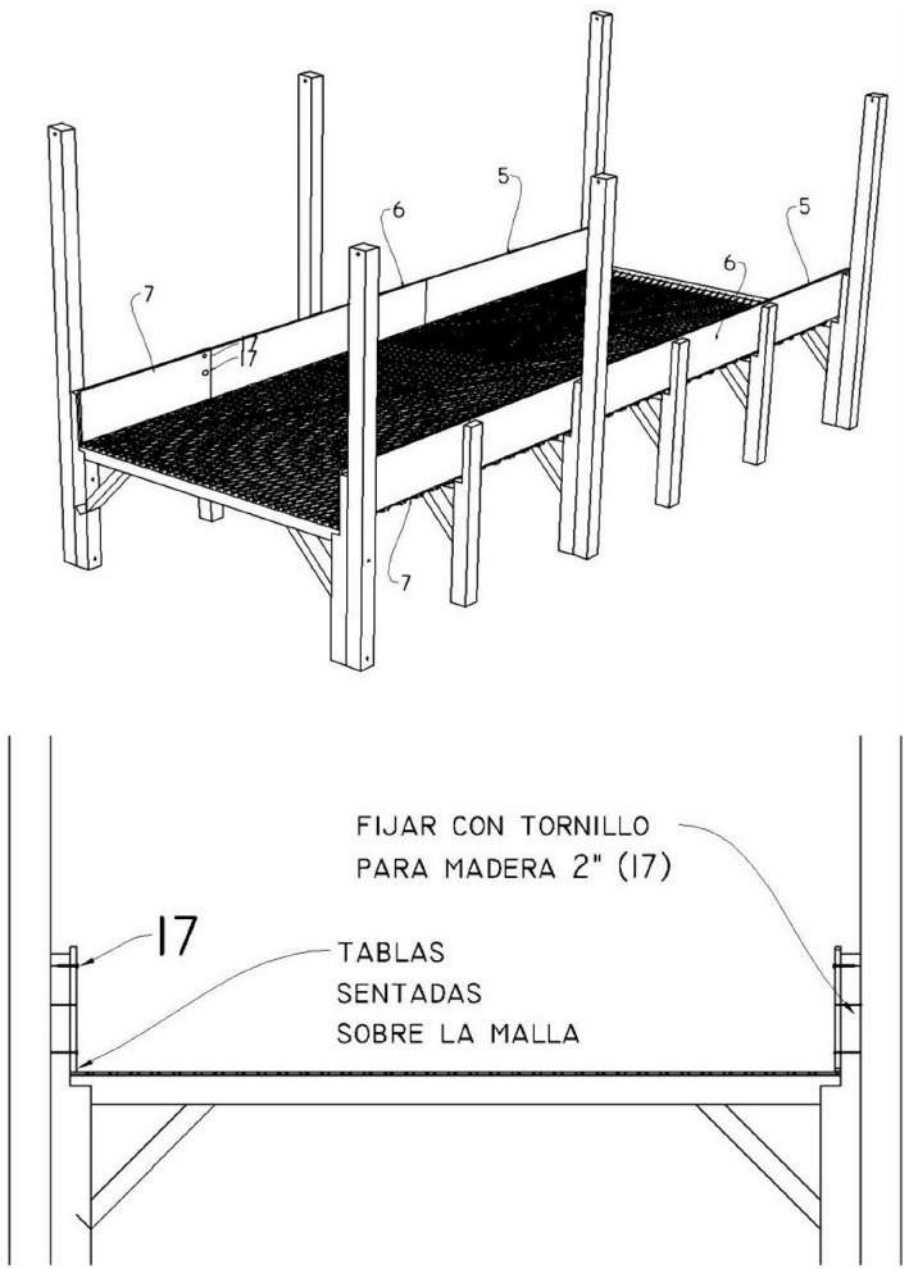


Figura 37 Ensamble de las tablas perimetrales para asegurar la malla.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

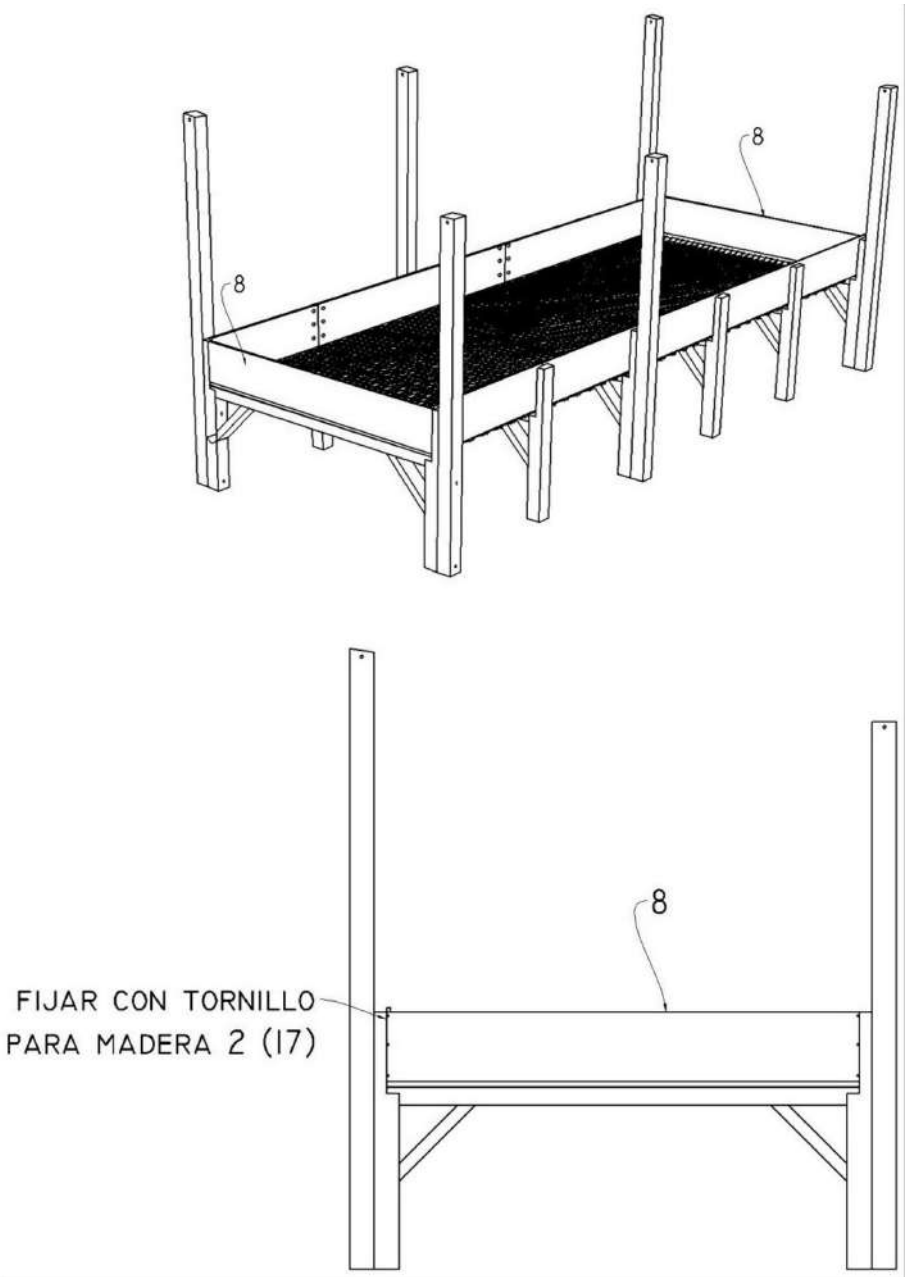


Figura 38 Detalle de ensamble para asegurar la malla (vista frontal).
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

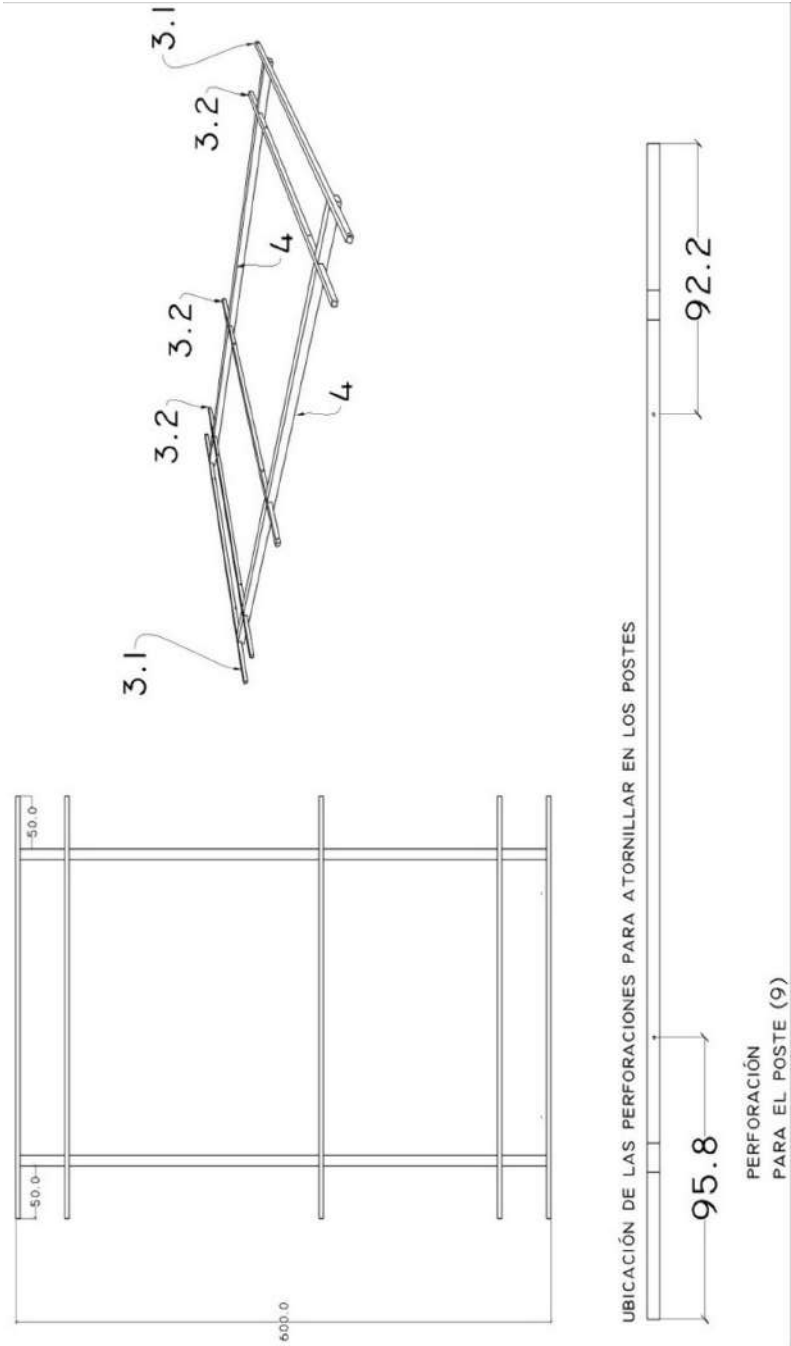


Figura 39 Estructura para el soporte de la cubierta del secador de cebolla de bulbo.
Nota: Las dimensiones están dadas en cm.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

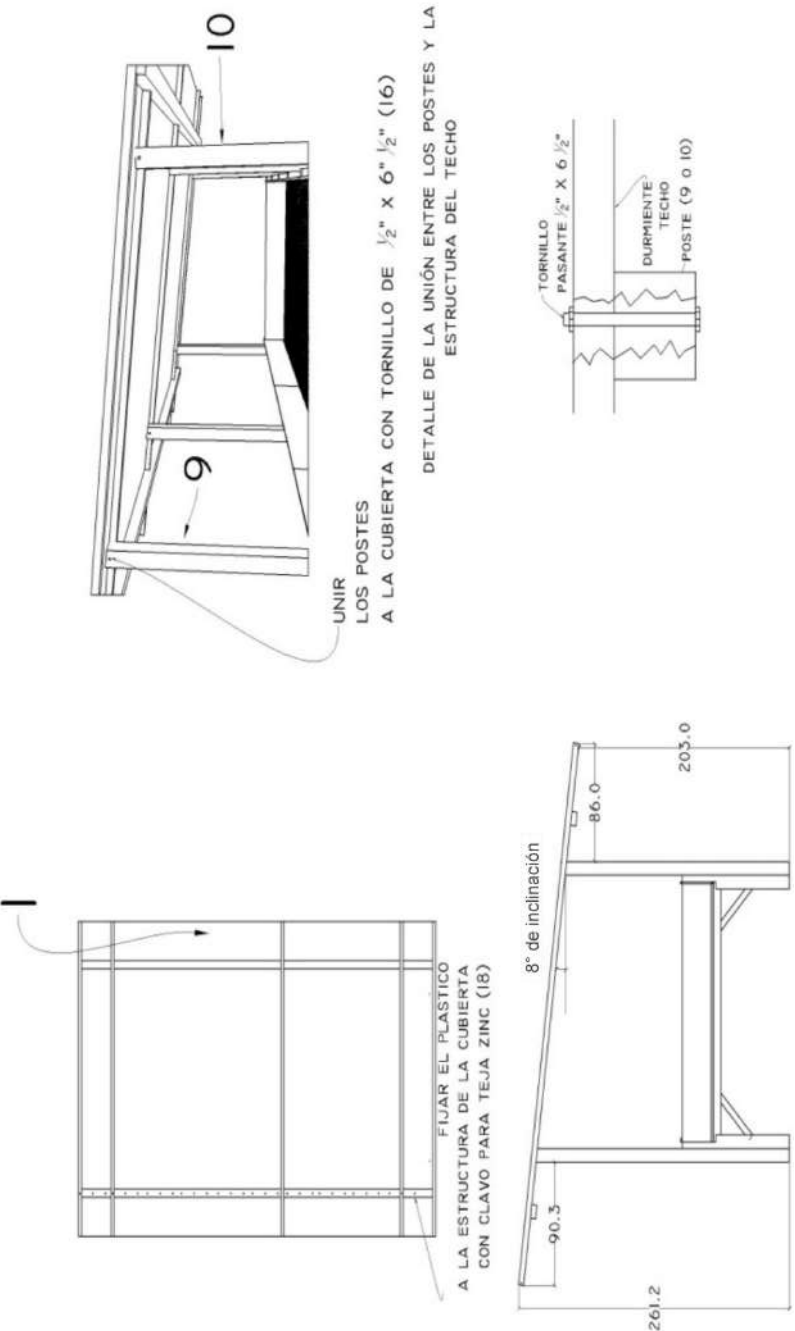


Figura 40 Ubicación de la estructura del techo ensamblado a los postes.

Nota: Las dimensiones están dadas en cm, con excepción de los tornillos en donde las dimensiones están en pulgadas y los ángulos en grados.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Instalación de los soportes para la cubierta: una vez instalada la malla, se procede al montaje de la cubierta plástica. Primero se arma separadamente la base donde se colocará el plástico, ubicando cada listón y ensamblándolo con tornillos autoperforantes (Figura 39). Una vez está armada la estructura de la cubierta, se procede a ensamblarla a los postes de las bases (Figura 40). Se utiliza un plástico para invernadero n.º 7 para cubrir la cubierta y hacer el cerramiento de la secadora, dejando las aberturas frontales para que pueda fluir el aire húmedo que sale de la cebolla de bulbo (Figura 41). Con esto el montaje está terminado.

Construcción de rastrillo: para la construcción del rastrillo para el volteo de la cebolla se debe tener en cuenta que el mango debe ser cilíndrico, en madera maciza —preferiblemente pino—, con un diámetro no mayor a 2,5 cm para facilitar el agarre de la herramienta, y así evitar ampollas o heridas durante su uso. Se recomienda recubrir el mango con una espuma de alta densidad que suavice la superficie de agarre. Respecto a la superficie que estará en contacto con la cebolla durante el volteo (los dientes del rastrillo), se recomienda que sea una lámina plástica de polipropileno de 1,5 cm de espesor, con los bordes chaflanados o redondeados, para evitar dañar la superficie de las cebollas cuando se estén empujando (Figura 42). Cabe anotar que la unión de todos los componentes de la herramienta se puede hacer con tornillos para madera autoperforantes o con puntillas para madera.

Condiciones de operación del secador

En la Tabla se presentan las condiciones de operación que tendría el secador en el municipio de acuerdo con la temperatura y la humedad promedio anuales.

Mantenimiento: para aumentar la vida útil de la madera se recomienda aplicarle aceite quemado; de esta manera se inmuniza a bajo costo. Además, se recomienda hacer revisiones semanales en la estructura mientras esté en uso, para determinar el estado en el que se encuentra, buscando rajaduras, piezas rotas, tornillos y tuercas sueltas o cualquier anomalía que impida el adecuado desempeño de la estructura.

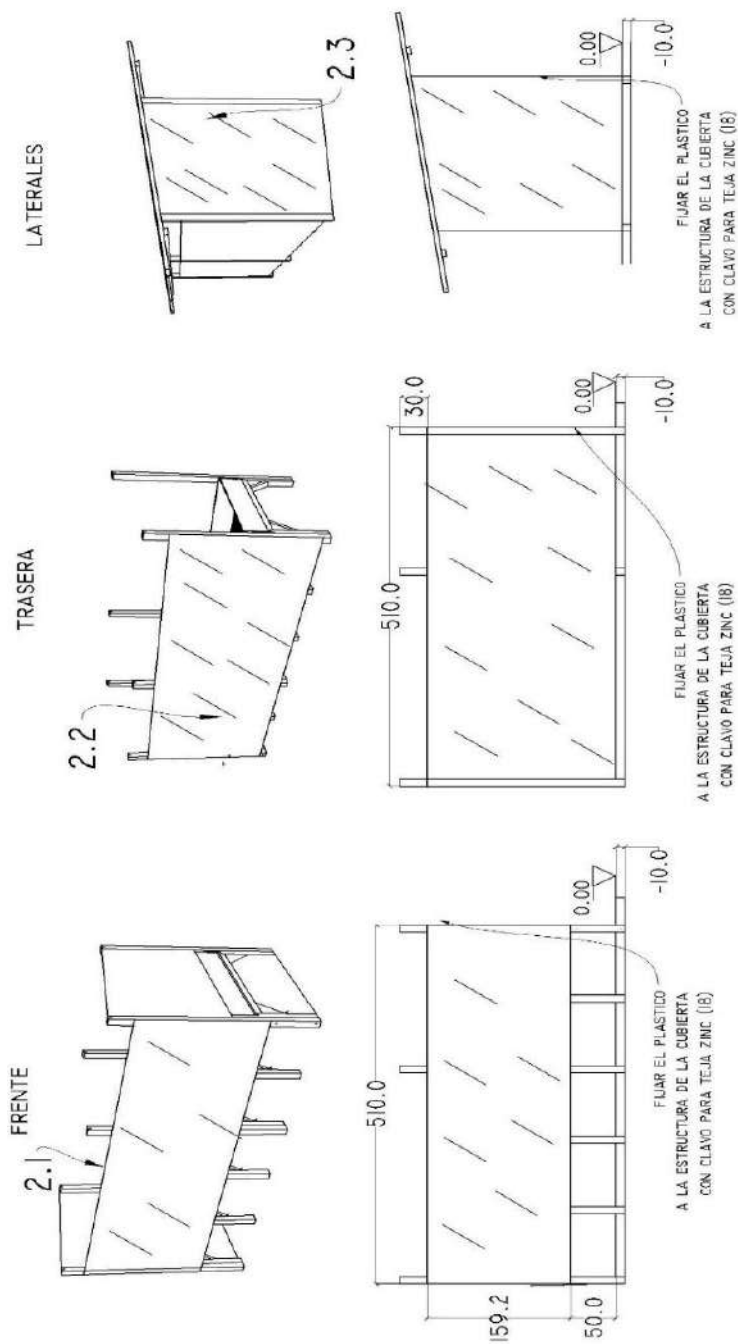


Figura 41 Medidas de las aberturas del secador.
Nota: Las dimensiones están dadas en cm.
Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

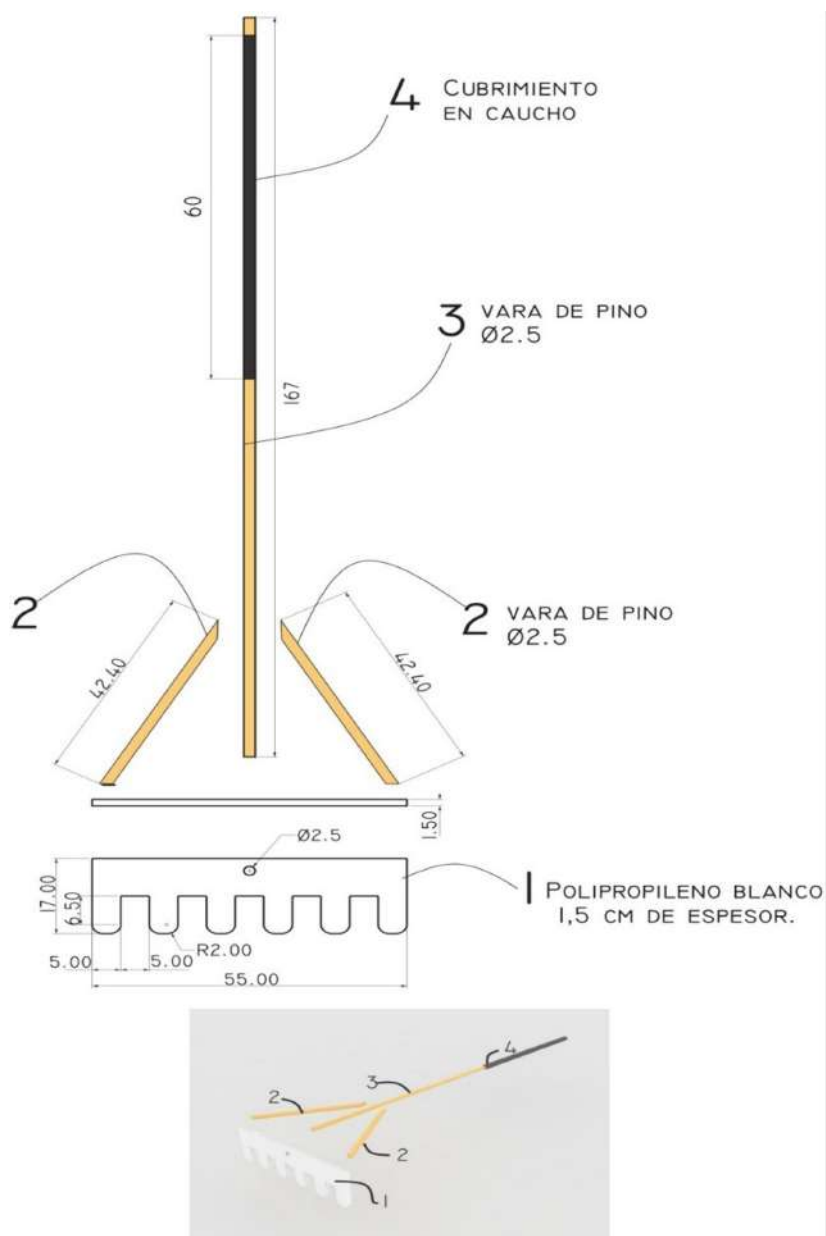


Figura 42 Dimensiones de los componentes del rastrillo para el volteo de la cebolla de bulbo.

Nota: Las dimensiones están dadas en cm.

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Tabla 12 Condiciones de operación del secador para cebolla de bulbo

		Humedad del aire (%)						
		30	40	50	60	70	80	90
Temperatura del aire (°C)	5	53	45	40	36	34	32	31
	6	52	44	39	36	34	32	30
	7	52	44	39	36	33	31	30
	8	51	43	38	35	33	31	30
	9	50	43	38	35	33	31	30
	10	49	29	37	35	32	31	30
	11	49	42	37	34	32	30	29
	12	48	41	37	34	32	30	29
	13	47	41	36	34	31	30	29
	14	47	40	36	33	31	30	29
	15	46	40	36	33	31	30	28
	16	45	39	35	33	31	29	28
	17	45	39	35	32	30	29	28
	18	44	38	34	32	30	29	28
	19	44	38	34	32	30	29	28
	20	43	37	34	31	30	28	28
	21	43	37	33	31	29	28	27
	22	42	36	33	31	29	28	27
	23	41	36	33	31	29	28	27
	24	41	36	32	30	29	28	27
	25	40	35	32	30	29	27	27
	26	40	35	32	30	28	27	27
	27	39	35	31	29	28	27	27
Horas de secado. Por día se asumen seis horas.								

Fuente: Equipo CTA-2, Subproyecto Hortalizas (2018).

Este libro se compuso
en Bogotá, D. C., en el año 2021,
usando tipos Ancízar
y el lenguaje
ConT_EXt