

Arveja

(*Pisum sativum* L.)

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



Julio Ricardo Galindo Pacheco

Arveja
(*Pisum sativum* L.)

Arveja

(*Pisum sativum* L.)

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

Julio Ricardo Galindo Pacheco



Arveja (*Pisum sativum* L.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca / Julio Ricardo Galindo Pacheco – Bogotá, D.C. : Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2, 2020.

90 páginas ; ilustraciones ; 24cm.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN-e: 978-958-794-391-8

ISBN obra impresa: 978-958-794-390-0

PALABRAS CLAVE: Arveja, Producción de Arveja, Manejo eficiente de la producción de Arveja

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: Galindo-Pacheco, J. (2020). Arveja (*Pisum sativum* 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

Introducción	13
Diagnóstico del sistema productivo	15
Zonas de influencia del Subproyecto Hortalizas	15
Caracterización de beneficiarios	16
Formalización de Parcelas de Investigación Participativas Agropecuarias	18
Generalidades del cultivo	19
Producción	19
Mercados	20
Variedades	21
Edafoclimatología	29
Temperatura y altitud	29
Precipitación	29
Requerimientos nutricionales	30

Manejo agronómico	31
Manejo integrado de suelos	31
Manejo integrado de fertilización	40
Riego	41
Manejo integrado de enfermedades	44
Manejo integrado de plagas	50
Manejo de arvenses	60
Recomendaciones de Buenas Prácticas Agrícolas	62
Cosecha y poscosecha	65
Maduración y punto de cosecha	65
Manejo de la cosecha	66
Seguridad y salud en el trabajo	68
Costos de producción	73
Referencias bibliográficas	81

Introducción

La arveja es una de las hortalizas más importantes que se siembran en Colombia, entre las 32 especies que se registran según las estadísticas nacionales. En el año 2015, según la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), las hortalizas predominantes en el país fueron: arveja, tomate, cebolla de bulbo, cebolla rama, zanahoria y haba, las cuales concentraron el 75 % del área total sembrada en hortalizas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016).

Por otra parte, Cundinamarca es uno de los departamentos que se destaca por su producción de arveja. En el 2015, participaron en la producción de arveja veinte departamentos de Colombia, entre los cuales Cundinamarca obtuvo el segundo lugar en área sembrada y en producción, con 6748 ha y 22 465 t respectivamente, y un rendimiento promedio de 4 t/ha; la participación del departamento representó el 16,36 % del área sembrada y el 20,47 % de la producción nacional. El primer puesto lo ocupó Nariño.

La tecnología y la agricultura son aspectos clave para incluir en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) según la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (Corporación Colombia Digital, 2017). La tecnología es un eje y una herramienta para lograr el desarrollo de los países (Molano, 2015), y cuando se aplica en la producción agrícola debe conducir al uso eficiente de los recursos con la mejora en las labores culturales, en aspectos como el material vegetal utilizado, la densidad de siembra, los sistemas de riego, los sistemas antiheladas y el uso de coberturas naturales, entre otras (Oliva, 2009).

La problemática tecnológica que se presenta en el cultivo de arveja en el país limita las posibilidades de desarrollo y reduce la capacidad para enfrentar los retos actuales, como la variabilidad y el cambio climático, y la reducción de áreas para la producción agrícola (Huq, Müller, Tauli-Corpuz y Manubhai, 2008). Un desafío actual en la producción agrícola es lograr que los productores implementen las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y obtengan la certificación que otorga el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Para este propósito, el ICA verifica que desde la planeación del cultivo hasta la cosecha se realicen prácticas encaminadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social, que a la vez garanticen un producto inocuo para el consumidor (Galindo, Español, Vargas y Herrera, 2011).

En este contexto, en el marco del proyecto del Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2 y 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,” se evaluó el estado actual de la tecnología para el cultivo de arveja en una muestra de municipios de Cundinamarca y localidades de Bogotá. Se propusieron soluciones a las principales limitantes con base en las ofertas tecnológicas disponibles, las cuales se implementaron en Parcelas de Investigación Participativas Agropecuarias (PIPA), para ajustarlas y evaluarlas con los agricultores como un método de transferencia de tecnología que comprende, además, la aplicación de los principios de las BPA en busca de garantizar inocuidad, conservación del medio ambiente y seguridad del trabajador.

Con los resultados de la experiencia del Subproyecto Hortalizas se elaboró el presente documento, que pretende ser una guía para los productores de arveja, en especial de Cundinamarca y Bogotá, interesados en probar nuevas tecnologías. Esto no implica que las recomendaciones de manejo incluidas no puedan llegar a ser validadas y adaptadas a otras zonas agroecológicas donde se cultiva arveja.

Diagnóstico del sistema productivo

Zonas de influencia del Subproyecto Hortalizas

La producción de hortalizas en Colombia satisface las demandas regionales y se establece en economías campesinas utilizando métodos tradicionales y de baja tecnificación, con el objetivo de satisfacer los mercados regionales (Delegatura de Protección de la Competencia, 2012). Actualmente la producción de arveja aumenta gracias al respectivo aumento en el área cultivada: en 2016 se incrementó la producción y el área sembrada en el país con respecto al año anterior, en un 22,59 % y 21,97 %, respectivamente (DANE, 2017).

Sin embargo, los bajos rendimientos observados en los cultivos colombianos permiten concluir que el aumento en la producción puede lograrse, en primera instancia, a través de la aplicación de una mejor tecnología de manejo agronómico (Galindo et ál., 2011). Según la ENA del año 2011 (DANE, 2012), para el cultivo de arveja, la mecanización como expresión del nivel tecnológico está limitada exclusivamente a la preparación del terreno; mientras que, para el caso del establecimiento, el uso de semilla certificada o mejorada no es corriente, especialmente debido a la baja disponibilidad de dicha semilla. El manejo fitosanitario está apoyado en el uso de agroquímicos a costa de un escaso manejo cultural, biológico u orgánico. Estos aspectos pueden mejorarse con prácticas adecuadas, y su promoción fue el objetivo de este proyecto.

Caracterización de beneficiarios

El Subproyecto Hortalizas adelantó inicialmente un diagnóstico de la tecnología utilizada actualmente para el cultivo de arveja en los municipios de Nemocón, Chía, Cáqueza y Fusagasugá (Cundinamarca), y en la localidad bogotana de Usme, con el fin de identificar problemas agronómicos en el manejo del sistema productivo que tuvieran solución con una adecuada transferencia de tecnología.

Un aspecto importante para implementar algunas tecnologías —especialmente aquellas que implican manejo y adecuación de infraestructura, como algunos sistemas de riego y drenaje—, es que el propietario del predio sea el mismo agricultor. Con base en una encuesta a los agricultores vinculados al Subproyecto Hortalizas se observó que, en algunos casos, el porcentaje de productores de arveja propietarios del predio cultivado era alto: fue el caso de Fusagasugá, Cáqueza y la localidad de Usme (con un promedio del 80 %). En Chía la propiedad era de tipo familiar (82 %), lo cual también puede ser favorable para el aspecto citado.

Otro aspecto importante en la condición del terreno es que la pendiente no sea tan alta para que la mecanización sea posible. Según la encuesta, los agricultores cultivan arveja en terrenos a plena exposición con pendientes de 0 a 10 °C, a excepción del municipio de Cáqueza, donde hay pendientes superiores a 11 °C. Por lo tanto, en Cáqueza se requieren tecnologías apropiadas que ayuden a reducir el laboreo del suelo.

A nivel de semilla o material de siembra, los productores emplean predominantemente la variedad Santa Isabel, que además ha sido usada por mucho tiempo debido a la alta disponibilidad de la semilla en el mercado. No obstante, la concentración de los productores en un solo material favorece la prevalencia de algunas plagas y enfermedades, como por ejemplo la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lisi*. Por lo tanto, se hace evidente la conveniencia de introducir nuevos materiales de siembra adaptados a las zonas productoras y que sean resistentes a los problemas fitosanitarios prevalentes.

En cuanto al manejo de plagas y enfermedades, se considera que el agricultor debe realizar tres prácticas fundamentales: identificar la causa del problema,

evaluar el estado para decidir la acción conveniente, y en caso de ser necesario, aplicar técnicas de manejo integrado.

El diagnóstico realizado indica que los agricultores visitan el cultivo para determinar si está presente algún problema fitosanitario antes de aplicar este manejo, pero en la práctica se observaron problemas al momento de identificar la causa del problema, lo cual puede invalidar las medidas de control. Además, se observó que los agricultores en Fusagasugá prefieren, en vez de inspeccionar el cultivo, la aplicación periódica que puede estar mediada por la evaluación del clima, lo cual puede ser aconsejable cuando se trate de enfermedades epidémicas de rápido desarrollo. Sin embargo, no existe un criterio técnico (como lo es un umbral de manejo) para decidir la acción a seguir según la evaluación de la magnitud del problema.

Para todos los productores en general, a excepción de algunos grupos orgánicos, el manejo se centra en las aplicaciones químicas, por lo cual no se utiliza el manejo integrado. Esta situación puede mejorarse con capacitación y prácticas adecuadas para el reconocimiento de problemas fitosanitarios y el manejo de las condiciones que los favorecen, con el fin de establecer medidas de control integrado.

Adicionalmente, se evidenció la ausencia de fincas con certificación en BPA, y tampoco se observó la aplicación de las prácticas recomendadas por las BPA como son, por ejemplo, los registros de trazabilidad del producto, el manejo de cuentas de egresos e ingresos, o el registro de los procesos de mantenimiento, limpieza y desinfección de herramientas. Esto significa que no hay control de riesgos, tanto para los trabajadores como para los alimentos producidos, y tampoco se puede garantizar la inocuidad de la producción.

Finalmente, los productores desconocen temas como la higiene postural, el manejo de cargas y la salud ocupacional en las labores realizadas en campo. Así, las labores repetitivas sin las medidas preventivas adecuadas se tornan en un riesgo para la salud de los trabajadores, aumentan el riesgo de accidentes en el campo y favorecen el ausentismo laboral. En estos aspectos también se puede realizar la capacitación y transferencia adecuada.

Formalización de Parcelas de Investigación Participativas Agropecuarias

Una vez desarrollado el diagnóstico, se revisaron las opciones tecnológicas disponibles para resolver los puntos clave en los sistemas de producción hortícolas y proponérselas a los agricultores para aplicarlas y evaluarlas en Parcelas de Investigación Participativas Agropecuarias (PIPA). Por lo tanto, en el marco del Subproyecto Hortalizas se formalizaron convenios con cinco productores para la instalación de cinco PIPA en las siguientes veredas: La Estrella (Cáqueza), Bojacá (Chía), Santa Lucía (Fusagasugá), Perico (Nemocón) y el barrio Usme Centro (localidad de Usme, Bogotá).

Para la postulación de los posibles candidatos en donde se establecería cada PIPA se fijaron algunas condiciones de inclusión, como por ejemplo las condiciones agroclimáticas adecuadas para el desarrollo del cultivo, la cercanía o fácil acceso para los 24 agricultores asociados a la PIPA, el tener infraestructura adecuada para la producción agrícola y las facilidades para recibir visitas de grupos de agricultores, entre otros. La selección final del agricultor se hizo aplicando un puntaje a cada condición, y el ganador se sometió a la aprobación por parte del grupo de agricultores asociados a la zona de la PIPA. En el convenio se estableció la responsabilidad del productor escogido para acoger las recomendaciones técnicas derivadas del Subproyecto Hortalizas sobre la mejora del cultivo, las cuales, a su vez, eran acordadas participativamente. Además, quedó el compromiso de permitir la visita de los agricultores al lote demostrativo y permitir la realización de eventos de transferencia de tecnología en el mismo.

El conjunto de las propuestas tecnológicas evaluadas en las PIPA constituye el paquete tecnológico que trata este manual. Por razones de financiación, las recomendaciones se centran en la problemática encontrada en Cundinamarca y Bogotá, pero con una adecuada validación pueden aplicar a otras zonas productoras del país.

Generalidades del cultivo

Producción

El cultivo de arveja tiene importancia a nivel mundial, como se puede deducir de las estadísticas internacionales. Según FAOSTAT (2016), Colombia ocupó el puesto 19 entre 20 países productores de arveja en el mundo con 56 868 t en producción de arveja en fresco. A nivel mundial, en los primeros cinco lugares se encuentran: China con 12 204 410 t, India con 4 814 000 t, Estados Unidos con 311 870 t, Francia con 233 103 t y Egipto con 194 061 t. El primer productor de 2016 en América latina, y noveno a nivel mundial, fue Perú con 120 125 t, seguido de México en el décimo octavo lugar, con una producción de 60 863 t. La producción en seco a nivel mundial la lideran Canadá, Rusia, China, India y Estados Unidos, mientras que las exportaciones en el 2013 estuvieron encabezadas por Francia, Canadá, Guatemala, Países Bajos y Marruecos (FAOSTAT, 2016).

A nivel nacional, el departamento de Cundinamarca juega un papel importante en la producción de arveja. Según la ENA (DANE, 2016), en 2015 se cosecharon en Colombia 24 481 ha de arveja, de las cuales se obtuvieron 100 548 t de arveja en vaina verde. El departamento de Nariño fue el principal productor con 58 401 t, seguido por los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. En Cundinamarca, con el segundo lugar, se sembraron en ese mismo año 6 748 ha y se produjeron 22 465 t con un rendimiento promedio de 4 t/ha, lo cual representa

una participación en el país del 16,36 % del área sembrada y un 20,47 % en producción (DANE, 2016).

A nivel municipal en Cundinamarca, según las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA) de 2015 (Agronet, 2005-2016), el cultivo de arveja se sembró en 63 municipios, de los cuales los municipios de Madrid y Facatativá lideraron la producción de arveja en vaina con 950 t y 831 t, respectivamente. En las zonas de impacto del Subproyecto Hortalizas, el municipio de Cáqueza tuvo la mayor producción (165 t), seguido por Fusagasugá (134,75 t), Chía (26,25 t) y Nemocón (26,08 t). Sin embargo, en el año 2007 la producción en la localidad de Usme fue de 1216 t de arveja (Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007).

Es importante aclarar que los municipios de Madrid y Facatativá, a pesar de su importancia, no se incluyeron en el Subproyecto Hortalizas por no cumplir con los requisitos para conformar las PIPA con el número mínimo de agricultores (25). La razón principal es que en estos municipios la producción de arveja se lleva a cabo principalmente por medianos y grandes productores con buenos niveles de rendimiento, que difícilmente pueden reunirse en un grupo lo suficientemente grande interesado en transferencia de tecnología.

Mercados

Dependiendo del material o variedad, la arveja es un producto que se comercializa en fresco o en seco. Si es fresco, puede venderse en vaina o grano; mientras que en seco se comercializa solo el grano o semilla. En 2016, Bélgica, Estados Unidos, el Reino Unido y los Países Bajos fueron registrados como los países con mayor importación de arveja verde en el mundo con 112 346 t, 41 337 t, 14 347 t y 13 433 t, respectivamente (FAOSTAT, 2018).

Uno de los grandes mercados es Estados Unidos, donde la arveja se vende en gran parte en ensaladas empacadas. Para el mercado internacional, la arveja se procesa principalmente como harina de legumbres, arvejas congeladas y arvejas enlatadas; otros productos industriales son las conservas, el producto deshidratado y las sopas (Bernardi, 2017). Con respecto a las conservas, se pueden elaborar a partir de arveja en grano seco previamente remojado o arveja en

grano verde o inmaduro, entero, sano y limpio [Bernardi, 2017] (Tabla 1). A nivel del país, los consumidores prefieren el producto fresco, pero ya se observa la introducción de productos congelados, arvejas enlatadas e incluso mezclas de verduras cortadas frescas. Según la variedad utilizada, la comercialización como grano fresco o seco puede variar, como indica la Tabla 1.

Tabla 1 Uso de variedades de arveja cultivadas en Colombia.

Material vegetal	Producto
Santa Isabel	En fresco
Guatecana	En fresco
Indamanoy	En fresco y grano seco
Obonuco San Isidro	En fresco y grano seco
Obonuco Andina	En fresco y grano seco
ICA-Tominé	En fresco y grano seco
Alcalá	En fresco
Sureña	En fresco y grano seco

Fuente: Buitrago, Duarte y Sarmiento (2006).

Variedades

La arveja (*Pisum sativum* L.), es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas (Falguenbaum y Mouat, s. f.) y es originaria de Asia Central, desde donde se extendió a todo el mundo (Ligarreto, 2012). Es conocida con diferentes nombres comunes dependiendo de la región; entre los más conocidos se encuentran: arveja, guisante, chícharo, pésol, arveja de campo, alverja de huerta, tito, bisalto, poas, arvejos, galbana, pitipúa y tacón.

El rendimiento de los diferentes materiales de arveja depende de su genotipo y la plasticidad del fenotipo, y esta última responde a las condiciones ambientales (Bradshaw, citado en Urrea, 2011). El fenotipo de una planta comprende todos sus rasgos observables, entre los cuales están los propios de la morfología de la planta de arveja; además esta morfología cambia con el desarrollo de la planta, de acuerdo con los estados de desarrollo, desde la siembra hasta su madurez (Falguenbaum y Mouat, s. f.). A continuación se describen los principales rasgos morfológicos de los órganos de una planta de arveja.

Semilla: posee dos cotiledones con un eje embrionario, este último formado por el hipocótilo y el epicótilo y dos brácteas trífidas. El grano es globoso con un diámetro entre 3 a 5 mm, su testa es delgada con superficie variable según el material: lisa o rugosa, incolora verde o gris, café o violeta (Puga, 1992).

Raíz: desarrolla una raíz principal que alcanza hasta los 50 cm, de ella se desprenden numerosas raíces secundarias y de estas, a su vez, raíces terciarias. La raíces le permiten a la planta el anclaje al suelo, pero además los pelos absorbentes que cubren las raíces jóvenes realizan la absorción de nutrientes y agua, y pueden presentar nódulos por la asociación simbiótica natural con la bacteria del género *Rhizobium*, los cuales permiten la fijación de nitrógeno atmosférico que, de este modo, puede ser aprovechado por la planta (Puga, 1992).

Tallo: la planta posee un tallo principal hueco con entrenudos que lo hacen formar un patrón en zigzag. De este tallo principal se pueden desarrollar o no tallos secundarios, a partir del nudo cotiledonal o nudos superiores. El tallo en un inicio es erecto y poco después de la floración se postra, por el aumento de masa fresca de la planta (Ligarreto, 2012).

Hoja: constituida por dos estípulas que abrazan al tallo en la parte basal, de cuatro a seis folíolos opuestos lanceolados o alternos y, en la parte terminal, los zarcillos, que varían de tres a cinco y de los que se vale la planta para treparse. Las estípulas son de mayor tamaño que los folíolos; en cultivares que producen granos de mayor tamaño, habitualmente los folíolos y las estípulas son más bien grandes (Puga, 1992). Existen algunos materiales que desarrollan únicamente zarcillos ramificados y prensiles en vez de folíolos (Ligarreto, 2012); sin embargo, se conservan las estípulas.

Flores: aparecen solitarias, en pares o en racimos axilares, generalmente aisladas, de color blanco, púrpura o violáceo, según el material. Cada punto donde se observa una inflorescencia se denomina nudo reproductivo. El número de nudos reproductivos que producen las plantas está muy influenciado, tanto por condiciones ambientales como por el manejo del cultivo; los cultivares semiáridos son los que producen un mayor número de nudos reproductivos a diferencia de los cultivares precoces (Puga, 1992).

Fruto: es una vaina o legumbre de ápice agudo o truncado y un pedicelo corto que puede ser recto o curvo. Puede contener entre 3 y 10 semillas; su longitud

puede variar entre 4 y 12 cm y su ancho entre 1 y 2 cm. Estas vainas inicialmente manifiestan crecimiento en longitud y ancho, y posteriormente incrementan su volumen con el llenado de los granos, para lo cual comienza a aumentar el tamaño de su cavidad, aproximadamente 10 días después de la antesis o florescencia (Puga, 1992).

Las labores de mantenimiento del cultivo, como son el riego, la fertilización, el manejo de enfermedades y plagas, deben ser programadas según las etapas fenológicas del cultivo, que pueden variar en su duración según el material. Cuando aparecen nuevas estructuras en la planta, como resultado del crecimiento y la interacción con su medio ambiente, se marcan las diferentes etapas fenológicas. En la Tabla 2 se describen las diferentes etapas fenológicas correspondientes al desarrollo del cultivo de arveja (Buitrago et ál., 2006).

Tabla 2 Descripción de las etapas fenológicas del cultivo de arveja.

Etapas o fase	Descripción
Germinación y/o emergencia	Comienza con la imbibición (absorción de agua) de la semilla, la cual aumenta su volumen. Posterior a esto disminuye la toma de agua y aumenta la actividad enzimática que da paso al desarrollo de la radícula, dos o tres días después de la siembra (dds). La emergencia se da con el crecimiento de la plúmula que, una vez ha salido del suelo, produce el primer par de hojas llamadas cotiledonales.
Desarrollo vegetativo	Se da con la formación de las primeras hojas verdaderas, y del desarrollo de las brácteas trifidas a partir de las cuales se desarrollan los nudos, de donde la planta comenzará a ramificar. La raíz comienza a desarrollarse con buen crecimiento a partir de la emergencia, y forma una raíz pivotante que no profundiza más de 50 cm, con desarrollo de raíces secundarias y terciarias.
Floración	Las primeras flores aparecen a partir del nudo diez de la planta; se producen de dos a tres flores por racimo.
Formación de vainas y llenado	Inicia una vez se ha producido la fecundación, tras lo cual los pétalos se marchitan y caen, y dejan al descubierto una vaina pequeña, que primero se extiende en longitud y ancho, e inicia su llenado antes de alcanzar su longitud completa; finalmente, alcanza su madurez comercial cuando aparece un ligero arrugamiento y un cambio en la coloración de verde a amarillo.

Fuente: Adaptado de Buitrago et ál. (2006) por los autores.

Las variedades San Isidro, Obonuco Andina, Sindamanoy e Santa Isabel predominan en el departamento de Nariño; mientras que la variedad Santa Isabel es la que predomina en Cundinamarca, especialmente en los municipios de Nemocón, Cáqueza, Fusagasugá, Chía y la localidad de Usme en Bogotá.

La variedad Santa Isabel se caracteriza por su adaptación a alturas entre los 2200 y los 3000 msnm, un porte alto, una duración del ciclo productivo de 120 días, y un rendimiento por hectárea de 4 a 5,6 t/ha (Buitrago et ál., 2006). Es susceptible a la marchitez vascular (*Fusarium* spp.), ascochyta (*Ascochyta* spp.), botrytis (*Botrytis* sp.), mildew polvoso (*Oidium* sp.) y mildew veloso (*Peronospora* sp.).

Para el altiplano cundiboyacense se encuentran disponibles las variedades de porte alto Alcalá y Vizcaya, las cuales presentan tolerancia a *Fusarium* sp., así como la variedad de porte bajo Alejandrita (estas tres desarrolladas por la Universidad Nacional de Colombia), y la variedad importada Horeb, también comercializada en el departamento (Tabla 3).

Tabla 3 Ficha técnica de las variedades disponibles para la zona de Bogotá y Cundinamarca.

Característica	Descripción		
	Porte bajo	Porte alto	
	Horeb*	Alcalá**	Vizcaya**
Días a floración	60-75 dds	40-60 dds	38-58 dds
Flores por racimo	-	2	2
Cosecha	110-120 días	95-120 días	95-120 días
Longitud de vainas	8-9 cm	6,5-7 cm	6,5-7,3 cm
Peso de 100 granos verdes	45-50 g	40 g	55 g
Granos por vaina	-	Promedio 6	Promedio 7
Zonas de adaptación (msnm)	2000-2700	2100-2800	2100-2750
Rendimiento	3,5-4,5 t/ha	6,8 t/ha	8,6 t/ha
Densidad de siembra	80000/100000 plantas/ha	1-1,3 m (surco) 0,2 m (planta)	1-1,3 m (surco) 0,2 m (planta)

Fuente: *Saenz Fety (s. f.), **Agrointegral Andina (s. f.-a y s. f.-d).

Una nueva variedad de arveja de porte bajo se denomina Síe (Figura 1). Está adaptada a altitudes mayores a 2200 msnm, como ocurre en algunas zonas de Cundinamarca y Boyacá, y su rendimiento promedio ronda las 8,5 t de vaina

verde/ha; presenta resistencia a enfermedades causadas por *Ascochyta* sp. y *Fusarium oxysporum* f. sp. Pisi. (Agrointegral Andina, s. f.-c). De la misma forma, Alejandrita es una variedad de arveja de porte bajo que presenta adaptabilidad a altitudes mayores a 2200 msnm, ofrece un rendimiento de 7,5 t/ha y una precocidad de 20 a 30 días con respecto a las variedades comerciales sembradas en Colombia (Agrointegral Andina, s. f.-b)



Figura 1 Cultivo de arveja variedad Síe en el municipio de Fusagasugá.

Fuente: Mónica Castro, M. V. (2017).

Con base en la experiencia del Subproyecto Hortalizas y la codificación BBCH para arveja planteada por Enz y Dachler (1998), se estableció la duración de los diferentes estadios fenológicos de las variedades Vizcaya (Tabla 4) y Alcalá (Tabla 6), así como su descripción fenológica (Tabla 5 y Tabla 7).

Tabla 4 Duración de los estadios fenológicos de la variedad Vizcaya.

Estadio	Cáqueza	Fusagasugá	Nemocón	Usme
Germinación	0-5	0-5	0-20	0-10
Desarrollo vegetativo	6-49	14-44	13-43	10-53
Floración	49-77	50-58	70-74	53-69
Formación del fruto	63-91	58-80	74-115	69-114
Cosecha	92-112	80-94	102-115	114-123

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

Tabla 5 Caracterización de los estadios fenológicos de la variedad Vizcaya.

Estadio	Descripción	Fotografía	(dds)
Germinación	Comienzo de la imbibición de la semilla.		Hasta 13-20
Germinación	Emergencia: el brote sale a través de la superficie del suelo.		Hasta 13-20
Desarrollo de hojas	Dos hojas desplegadas.		20-43
Crecimiento longitudinal	Tercer entrenudo visiblemente alargado.		50-59
Aparición del órgano floral	Primeros pétalos visibles.		66-74
Floración	Primeras flores abiertas.		66-91
Formación del fruto	Las vainas alcanzan el tamaño típico (madurez verde); guisantes/arvejas, completamente formadas		74-115

Fuente: Leidy Castro (2017).

Tabla 6 Duración de los estadios fenológicos de la variedad Alcalá.

Estadio	Cáqueza	Fusagasugá	Nemocón	Usme
Germinación	0-5	0-10	0-20	0-5
Desarrollo vegetativo	20-49	10-53	25-59	6-44
Floración	63-77	53-84	60-91	50-58
Formación del fruto	77-91	69-114	74-111	60-80
Cosecha	92-112	114-123	102-115	80-94

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

Tabla 7 Caracterización de los estadios Fenológicos de la variedad Alcalá.

Estadio	Descripción	Fotografía	(dds)
Germinación	Comienzo de la imbibición de la semilla.		Hasta 13-20
Germinación	Brote creciendo hacia la superficie del suelo.		Hasta 13-20
Desarrollo de hojas	Cuatro hojas desplegadas.		25-43
Crecimiento longitudinal	Quinto entrenudo visiblemente alargado.		50-59
Aparición del órgano floral	Primeros botones florales visibles fuera de las hojas.		59-67
Aparición del órgano floral	Primeros botones florales individuales, visibles fuera de las hojas, pero cerrados todavía.		59-67
Floración	Primeras flores abiertas.		67-74
Formación del fruto	Las vainas alcanzan el tamaño típico (madurez verde); guisantes/arvejas, completamente formadas.		74-111

Fuente: Leidy Castro (2017).

Edafoclimatología

Temperatura y altitud

La altitud recomendada para la siembra de arveja en Colombia está entre los 1700 y los 2800 msnm (Ligarreto, 2002). Las temperaturas óptimas para el cultivo en Colombia están entre los 13 y los 20 °C (Espinosa y Ligarreto, citados en Ligarreto, 2012). Es importante resaltar que la planta de arveja sufre daño por heladas con temperaturas de -3 °C o menores, y detiene su crecimiento a temperaturas inferiores a los 5 o 7 °C (según el material), o superiores a los 35 °C (Serrano, citado en Ligarreto, 2012). Por otro lado, si las temperaturas son superiores a los 24 °C en la etapa vegetativa, las plantas tienden a florecer prematuramente sin haber alcanzado el crecimiento y acumulación de materia seca adecuada para lograr una buena producción (Puga, 1992).

Precipitación

En el cultivo de arveja es importante garantizar la disponibilidad continua del agua en el suelo, para evitar el estrés por exceso o escasez. Frente al déficit hídrico severo la planta no crece y si sobrevive produce tan solo una o dos vainas por planta. Cuando se presenta exceso de agua persistente en el suelo (encharcamiento), las plantas presentan amarillamiento y llegan a morir si el encharcamiento se prolonga demasiado. El cultivo requiere entre 150 y 380 mm

de agua/ciclo, según el material genético. Las etapas más críticas de exigencia hídrica son la fase de crecimiento vegetativo y el inicio de la floración (Almansa, Ramírez, Rodríguez y Burgos, 1999). Para la variedad de arveja Santa Isabel se cuenta con estimaciones de las necesidades hídricas del cultivo en Colombia según el desarrollo y la duración del ciclo de cultivo (Tabla 8).

Tabla 8 Requerimientos hídricos del cultivo de arveja para cuatro etapas de desarrollo.

Duración del ciclo	Inicial	Desarrollo	Media	Final	Total Requerimiento hídrico
102 días	0-21 días	21-51 días	51-87 días	87-102 días	295-305
	30 mm	75-80 mm	110-115 mm	75-85 mm	
140 días	0-28 días	28-70	70-120 días	120-140 días	310-380
	30-40 mm	80-105 mm	115-145 mm	85-90 mm	

Fuente: Almansa et ál. (1999).

Requerimientos nutricionales

En las condiciones del municipio de Nemocón se obtuvo una aproximación a la extracción nutricional de las variedades de arveja Santa Isabel, Vizcaya, Alcalá y Horeb (Tabla 9). Según los resultados, para producir una tonelada de arveja verde de la variedad Santa Isabel requiere mayor cantidad de macro y micronutrientes, excepto para el manganeso (Mn), el cual es requerido en mayor cantidad por la variedad Horeb (Tabla 9). Cabe resaltar que esta información no constituye una recomendación de fertilización por sí sola, más bien se trata de información básica que debe complementarse con el análisis químico de fertilidad de suelos y los datos de eficiencia de la fertilización, para establecer con mayores bases técnicas un plan de fertilización en el sistema productivo de arveja según una condición local.

Tabla 9 Extracción de nutrientes en kilogramo por tonelada producida en cuatro variedades de arveja en el municipio de Nemocón (Cundinamarca).

Variedad	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Hierro (Fe)	Manganeso (Mn)	Zinc (Zn)	Boro (B)
	kg/t					g/t			
Santa Isabel	8,38	0,46	3,26	1,19	0,44	15,32	6,12	9,78	3,63
Alcalá	6,87	0,33	2,86	1,09	0,39	10,11	6,17	7,67	3,43
Horeb	7,03	0,39	3,06	1,10	0,37	10,28	6,94	7,94	3,23
Vizcaya	5,43	0,32	2,26	1,20	0,38	10,51	5,15	7,52	3,24

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

Manejo agronómico

Manejo integrado de suelos

Antes de la siembra se debe realizar un análisis de fertilidad química del suelo para saber la concentración de elementos minerales. Con base en esta información, se debe plantear el plan de fertilización que proporcione de forma balanceada los nutrientes requeridos durante el ciclo del cultivo de arveja y determine si es conveniente la aplicación de enmiendas de acuerdo con el pH del suelo.

Adicionalmente, se debe realizar un análisis físico del suelo para establecer la textura, densidad aparente y compactación de este, y conocer la resistencia que puedan encontrar las raíces de las plantas cuando inicien su crecimiento; la preparación del terreno debe contribuir a reducir o resolver problemas de compactación del suelo.

En suelos pesados, arcillosos o mal drenados, se recomienda hacer zanjas de drenaje, mantenerlas limpias y sembrar sobre surcos altos para evitar que la semilla se pudra, o que, si germina, las plantas crezcan débiles, se amarillen prematuramente y produzcan muy poco (DANE, 2016). Para anticiparse a problemas de patógenos en la rizósfera del suelo, es recomendable realizar un análisis microbiológico con el cual se puedan identificar microorganismos tanto patógenos como benéficos.

Otro aspecto para tener en cuenta es la pendiente del terreno, porque a partir de esta se determina el método de preparación del suelo, el tipo de siembra a utilizar y la dirección de los surcos; en pendientes mayores al 25 % el proceso de mecanización se dificulta y no resulta conveniente (Flórez, 1990).

Métodos de corrección del suelo

Con base en los resultados y recomendaciones del análisis químico de fertilidad se determina si conviene la aplicación de correctivos al suelo, que pueden enfocarse en mejorar sus propiedades físicas, químicas o biológicas, como se detalla a continuación.

Propiedades físicas: existen diferentes técnicas para la recuperación de los componentes físicos del suelo; generalmente requieren de bastante tiempo para actuar, pero son un aporte importante. Entre estos métodos se encuentran la incorporación de materia orgánica al suelo para mejorar su estructura y aportar microorganismos, así como la siembra de cultivos de plantas con raíces gruesas para soltar el suelo y mejorar su porosidad, sobre todo cuando el suelo ha tenido uso prolongado en ganadería.

Respecto a la materia orgánica (MO), una sugerencia es incorporar 250 kg de MO/ha; la MO estable es mineralizada entre 1 y 2 % al año por la actividad de los microorganismos en el suelo (Julca, Meneses, Blas y Bello, 2006), por lo que se debe aportar como mínimo esta cantidad al año; para ello se debe calcular el porcentaje de MO disponible en el suelo (Agrológica, 2012). De acuerdo con esto, los porcentajes de MO ideales para suelos arcillosos son de 2 %, mientras que para suelos arenosos son de 2,5 % (Navarro, citado en Julca et ál., 2006).

Propiedades químicas: en el caso de las propiedades químicas del suelo, es necesario aplicar los correctivos con un tiempo prudente de antelación a la siembra del cultivo de arveja, para que las moléculas del correctivo interactúen con el suelo y la aplicación sea efectiva; por esa razón, el análisis químico del suelo debe realizarse por lo menos dos meses antes de la siembra.

Para mejorar el pH del suelo, se recomienda incorporar cal cuando el pH es bajo y hay presencia de aluminio intercambiable. La cal reacciona con el agua presente en el suelo y por tal motivo se debe aplicar cuando el suelo se encuentre

húmedo; además, se recomienda aplicarla 30 días previos a la siembra con el fin de que las partículas de cal interactúen con el suelo y neutralicen la acidez del mismo.

Análisis microbiológico: aunque genera un gasto adicional, es importante realizar el análisis microbiológico de suelos, especialmente si se quieren implementar las BPA. Problemas fitosanitarios del suelo, como los hongos del género *Fusarium*, pueden ser limitantes para el cultivo de arveja (Figura 2); en este caso, una de las alternativas para manejar la enfermedad que causan dichos hongos es el uso de materiales mejorados como Vizcaya y Alcalá, dado que la variedad Santa Isabel, que se siembra extensamente en Cundinamarca, presenta susceptibilidad.



Figura 2 Coloración amarilla en plantas del cultivo de arveja, causada por *Fusarium* spp., en la localidad de Usme.

Fuente: David Castro (2017).

Para la interpretación del análisis de microorganismos benéficos es importante tener en cuenta los valores de referencia (Tabla 10), los cuales se expresan como concentración en unidades formadoras de colonias (UFC) por mililitro (UFC/ml) o por gramos (UFC/g), según corresponda al tipo de medio utilizado (líquido o sólido). Dicha concentración se expresa comúnmente en potencia con base 10, por ejemplo, si el valor es $1,0 \times 10^6$ significa que en la muestra hay 1 000 000 de UFC del microorganismo. En el caso de los fitopatógenos, el resultado reporta si hay presencia o ausencia de estos microorganismos y cuál patógeno está presente.

Tabla 10 Valores de referencia de UFC/g de suelo.

Valores	Bacterias totales	Hongos	Actinomicetos	Fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fósforo (P)	Microorganismos fitopatógenos
Valor normal mínimo	Mayor de $1,0 \times 10^8$	Mayor de $1,0 \times 10^6$	Mayor de $1,0 \times 10^7$	Mayor de $1,0 \times 10^7$	Ausencia

Fuente: Greencol (s. f.).

Recomendaciones de manejo: Para evitar que *Fusarium* se incremente en el suelo, es conveniente realizar algunas prácticas culturales como es la destrucción de los residuos de cosecha. Cuando el grado de infección es muy grande, se puede realizar el manejo químico para la desinfección del suelo usando ingredientes activos como Dazomet y peróxido de hidrógeno, con los cuales se logra la disminución del hongo. La desinfección es una medida extrema en cuanto afecta no solo a los microorganismos patógenos, sino también a la microfauna y microflora benéficas del suelo.

Por lo tanto, conviene asegurarse de la conveniencia de la desinfección del suelo y revisar, además, si el lote tiene antecedentes de pérdidas importantes de plantas por *Fusarium* sp. Si finalmente se realiza la desinfección, se recomienda hacer aplicaciones de materia orgánica, humus y microorganismos benéficos que aporten a la recuperación del suelo. Algunos hongos benéficos, como *Trichoderma* spp., se pueden aplicar al suelo directamente.

Preparación del terreno

La preparación del terreno para el establecimiento de un cultivo incluye la aplicación de enmiendas, labranza y adecuación del área, labores que pueden variar dependiendo de la historia y condición del terreno. Cuando el suelo ha sido utilizado previamente en pastoreo, los primeros 15 cm de superficie presentan una mayor compactación por el pisoteo animal, por lo cual es recomendable labrar el terreno. La labranza mecanizada es recomendable en topografías planas u onduladas, a poca profundidad y con arado de cincel para generar el menor impacto en el suelo. En zonas de ladera no es recomendable labrar el terreno debido a que se favorece la erosión, por lo que la labranza cero se convierte en una alternativa que evita la pérdida de suelo.

No se aconseja utilizar el arado de discos para la mecanización, ya que dicho implemento realiza el volteo del suelo y facilita la erosión, lo que genera a la vez compactación por debajo de la profundidad de trabajo de los discos y dificulta la movilidad del agua. Después del arado se requiere una labranza secundaria con otro implemento (rastra), lo que incrementa las horas de tractor y los costos de laboreo. Finalmente, la conformación de surcos se realiza de la siguiente manera:

Mecanizada: se usa una surcadora operada con tractor y ajustada a la distancia entre surcos, con lo cual se agiliza la operación (Figura 3).

Manual: se utiliza un azadón como herramienta (Figura 4).

Sin surcos o siembra directa: interviene únicamente el sitio de siembra. Recomendado para zonas de ladera con el fin de evitar la erosión del suelo (Figura 5).



Figura 3 Formación de surcos utilizando surcadora.

Fuente: Leidy Castro (2017).



Figura 4 Formación manual de surcos, municipio de Fusagasugá.

Fuente: Mónica Castro (2017).

La preparación del terreno recomendada en suelos compactados consiste en subsolar el suelo a una profundidad de 40 cm. Para suelos con problemas de encharcamiento, se deben construir zanjas de drenaje cada 15 o 20 m. También se recomienda incorporar al suelo los residuos presentes de material vegetal utilizando una arada superficial. Seguido a esto, se realiza una primera arada utilizando un cincel vibratorio, con el fin de aflojar el suelo para favorecer el crecimiento de las raíces, mejorar el drenaje y permitir la aireación del suelo. Finalmente, se desmenuza el suelo sin pulverizarlo para mantener la estructura y favorecer la retención de humedad (Buitrago et ál., 2006).

Por otra parte, el método de labranza mínima y siembra directa es recomendado para hacer un uso eficiente de los recursos de suelo y agua, especialmente en regiones con dos periodos de lluvia y precipitaciones entre 700 y 1000 mm/año. Se han obtenido experiencias favorables en este sentido, con dos cosechas al año e incremento de un 20 % en el rendimiento del cultivo (Buitrago et ál., 2006).



Figura 5 Elaboración de surcos y hoyos para la siembra de arveja en el municipio de Cáqueza.
Fuente: Mónica Castro (2017).

Siembra

Para la siembra del cultivo existen varios sistemas como se describen a continuación:

Voleo: se utiliza principalmente cuando se siembra para forraje, en cuyo caso se cosecha cuando el grano está inmaduro; es un sistema no recomendado para la producción comercial del grano, debido a que favorece la presencia de enfermedades por la alta humedad que genera el follaje (Ligarreto, 2012).

Surcos: en este sistema de siembra la densidad de plantas por hectárea se maneja con la distancia entre surcos y entre plantas, así como por el número de semillas por sitio. Comúnmente, la distancia entre plantas varía entre 10 y 30 cm, y la distancia entre surcos está entre 60 y 130 cm; las distancias son mayores si la zona de siembra es de clima húmedo, con el fin de mejorar la aireación y evitar la proliferación de patógenos. Además, también afecta si el material vegetal es de porte alto o bajo: si es de porte alto, se requiere menor densidad respecto al porte bajo (Ligarreto, 2012). El número de semillas por sitio varía de una a tres, lo cual depende del porcentaje de germinación.

Tutorado: cuando se trabaja con materiales volubles es conveniente colocar un tutorado al cultivo, con el fin de mejorar el desempeño del mismo y evitar el contacto de las hojas y vainas con el suelo. Consiste en colocar guías en el terreno para orientar y favorecer el crecimiento de la planta. Se utilizan como materiales de soporte madera, guadua o cañabrava, alambre o cuerdas e hilaza (Ligarreto, 2012). Para su instalación, se colocan primero postes de un diámetro de 10 cm en el extremo de los surcos; sobre los surcos se colocan varas cada seis metros. Posteriormente, se coloca una hilada de alambre de calibre 10 a 16, fijándolo con grapas y pasando por los postes y varas a una altura uniforme, según el porte máximo de la planta. Finalmente, del alambre se amarran tiras de hilaza que ayudarán a levantar y sujetar una a una las plantas (Figura 6).



Ahoyado y ubicación de las varas sobre los surcos cada 6 m



Ubicación de postes al inicio y final de los surcos



Tensado de alambre



Colgado de arveja

Figura 6 Labores de tutorado en el cultivo de arveja.

Fuente: Leidy Castro (2017).

Densidades de siembra

Es aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de dos años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado, la facultad germinativa es menor que en las de grano liso (Puga, 1992). La temperatura ideal para la germinación está entre los 10 y los 18 °C (Ligarreto, 2012). La forma de siembra del cultivo de arveja depende del tipo de material vegetal que se va a establecer, tal como se ilustra en la Tabla 11.

Tabla 11 Características del sistema de siembra utilizado con los materiales vegetales comerciales de arveja.

Material vegetal	Características
Santa Isabel	Tradicionalmente se siembra manualmente, a una profundidad de 2 a 4 cm, colocando máximo dos semillas por sitio; de este modo se evita la proliferación de hongos. También es conveniente considerar el porcentaje de germinación de la semilla según la ficha técnica del material. La distancia de siembra es de 35 cm entre plantas y de 100 a 120 cm entre surcos. Para el tutorado se requiere alambre, hilaza, varas de 7 cm de diámetro y postes de 10 cm de diámetro; estos últimos se utilizan en los extremos para ofrecer mayor resistencia al volcamiento de las plantas.
Alcalá	Siembra manual a una profundidad de 2 a 4 cm, colocando una semilla por sitio, distancia de siembra de 35 cm entre plantas y 100 cm entre surcos. Tutorado con varas de 7 cm de diámetro, postes de 10 cm de diámetro para los extremos donde se requiere mayor resistencia, alambre e hilaza.
Vizcaya	Siembra manual a una profundidad de 2 a 4 cm, colocando 2 a 3 semillas por sitio, distancia de siembra de 35 cm entre plantas y 100 cm entre surcos. Tutorado con varas de 7 cm de diámetro y postes de 10 cm de diámetro, guaya, alambre e hilaza.
Horeb	Siembra manual a una profundidad de 3 cm, colocando dos semillas por sitio, distancia de siembra de 15 cm entre plantas y 100 cm entre surcos. Tutorado con varas delgadas, alambre e hilaza. De menor altura que el convencional, ya que este material es de un porte bajo, pero aun así iguala en producción a los materiales de porte alto.

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

Manejo integrado de fertilización

Fertilización edáfica

Para elaborar un plan de manejo nutricional del cultivo de arveja, conviene realizar un análisis químico de suelos que permita calcular la cantidad disponible de elementos nutritivos en el suelo, y junto con la información de absorción de nutrientes de la especie vegetal, establecer la cantidad de nutrientes que se deben aplicar en forma de fertilizantes según la eficiencia de cada material fertilizante. Para tal fin, la Tabla 12 muestra los criterios usados para la interpretación de los contenidos de nutrientes en suelo mediante la metodología de “semáforo,” la cual consiste en asignar un color al elemento de acuerdo con su concentración en el suelo y la conveniencia de hacer ajustes.

Tabla 12 Criterios de interpretación del análisis de fertilidad química del suelo con la metodología del semáforo.

Semáforo	pH	Interpretación
Rojo	0-5,5	Acidez, aplicar enmiendas.
Amarillo	5,6-6,0	Enmienda baja.
Verde	6,1-7,3	Ideal para la disponibilidad de los elementos.
Rojo	7,4-14	Salinidad, aplicar enmiendas y labores culturales.

Semáforo	Interpretación
Rojo	El elemento se encuentra en déficit, se debe aportar al suelo según requerimiento del cultivo.
Amarillo	El elemento se encuentra moderadamente, se debe aportar al suelo en dosis de mantenimiento.
Verde	El elemento se encuentra en alto nivel, NO se debe aportar al suelo.

Semáforo	Materia Orgánica	Fósforo	Calcio	Magnesio	Potasio	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro
Rojo	< 2,9	< 15	< 3	< 1,5	< 0,2	< 20	< 10	< 2	< 0,3
Amarillo	3-5,7	15-25	3-5	1,5-2,5	0,2-0,3	20-50	10-15	2-3	0,3-0,4
Verde	5,8-7	25-40	5-10	2,5-3	0,3-0,4	50-100	15-20	3-4	0,4-0,6

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

Rangos de interpretación tomados de Microfertisa (s. f.).

Una vez interpretados los análisis de suelo según los criterios presentados, se debe aplicar el fertilizante edáfico requerido de acuerdo con la extracción de

nutrientes de los materiales vegetales, preferiblemente fraccionando la dosis para aplicar una parte a la siembra y otra parte en el reabone, el cual se realiza entre los 45 y los 60 días después de la emergencia del cultivo.

Fertilización foliar

La técnica de nutrición foliar, o aplicación de una solución nutritiva a través de las hojas, ha adquirido connotaciones importantes en el manejo agronómico de los cultivos (Microfertisa, s. f.). En este sentido, la fertilización foliar es considerada como una técnica empleada para suplementar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante períodos de máxima demanda (Alltech, 2014).

Para el cultivo de arveja se recomienda la aplicación foliar de nitrógeno (N), magnesio (Mg) y boro (B) antes de la floración, y de zinc (Zn), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) en floración y llenado de vainas (Microfertisa, s. f.), de acuerdo con el estudio de suelos. Para evitar aborto floral y permitir mayor cuajado de vainas se recomienda, al iniciar la floración, aplicar elementos mayores como fósforo (P) y potasio (K) (DANE, 2015; Microfertisa, s. f.).

El fósforo se debe aplicar durante el llenado del fruto donde es almacenado como ácido fítico, constituyente de semillas de cereales y leguminosas (Navarro y Navarro, 2013). El potasio promueve la acumulación y rápida translocación de los carbohidratos elaborados recientemente en las hojas (Favela, Preciado y Benavides, 2006), por lo que es clave en el llenado del fruto al transportar carbohidratos a los granos y vainas. No obstante, los planes de fertilización foliar deben partir de los resultados del análisis de suelo, teniendo en cuenta la variedad.

Riego

Cuando se cuenta con un sistema de riego el suministro de agua debe seguir un plan que considere diferentes aspectos, desde la disponibilidad de agua en la fuente, hasta los requerimientos hídricos del cultivo conforme a su desarrollo.

Por tratarse de cultivos al aire libre, el aporte de agua lluvia debe descontarse de las necesidades de riego.

La calidad del agua de riego resulta muy importante según su uso (aplicaciones agrícolas, riego, lavado, poscosecha, consumo humano) y es necesario controlar los posibles riesgos de contaminación. Por este motivo, cada unidad productiva debe realizar el análisis de calidad físico, químico y microbiológico del agua que utiliza para las diferentes actividades agrícolas.

El agua para uso agrícola y pecuario debe estar libre de peligros microbiológicos (*Escherichia coli*, *Shigella* sp.) y químicos. Para esto debe cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes microbiológicos y químicos establecidos en la legislación nacional vigente (Decreto 1594 de 1984). En el caso de que los resultados de los análisis sobrepasen los límites permisibles, el uso del agua queda condicionado al establecimiento de las medidas correctivas necesarias que garanticen su calidad química y microbiológica.

Riego por aspersión

En el cultivo de arveja, de ser posible económicamente, se recomienda la instalación de un sistema de riego con aspersores de bajo impacto, los cuales no rotan sino que se balancean en todas las direcciones, por lo cual no requieren tanta presión de operación. El sistema consiste en la aplicación de agua en forma de lluvia uniforme sobre la parcela, con el objetivo de que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae (Tarjuelo, 1995). Otra de las ventajas del sistema en mención es la fácil recolección y transporte de los diferentes accesorios de un punto a otro; adicionalmente, tiene menos problemas de obstrucción de las salidas del agua que el riego por goteo, lo cual prolonga su vida útil y facilita su mantenimiento. Finalmente, es un sistema cómodo para aplicar en diferentes cultivos, incluso desde la preparación del terreno.

Este sistema comprende un sistema de bombeo, un filtro, una tubería principal, una tubería lateral y sus respectivos emisores. En la PIPA del municipio de Nemocón dicho sistema se empleó para cubrir un área de 2500 m²; se usó el agua disponible de un reservorio ubicado en la finca, bombeándola hasta la parcela con ayuda de una motobomba (Figura 7). Un aspecto muy importante de este

sistema es que dispone de tres laterales para su funcionamiento y posee seis tee de derivación, lo que permite irrigar la mitad del área y posteriormente la otra mitad, movilizandolos laterales.

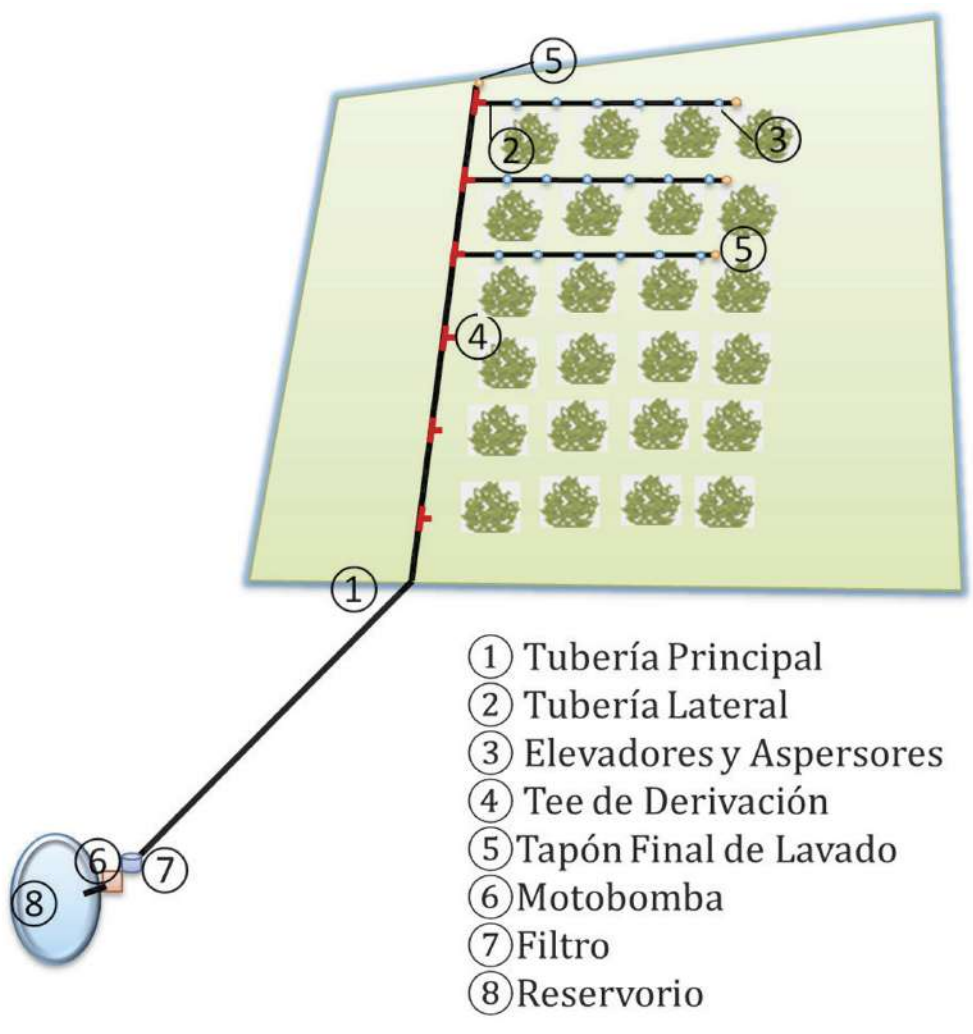


Figura 7 Diseño del sistema de riego por aspersión establecido en la PIPA de Nemocón.

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

Manejo integrado de enfermedades

Para el manejo de enfermedades en el cultivo de arveja 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 y, según el nivel de incidencia, aplicar las medidas correspondientes, según los criterios de BPA. En este sentido, a continuación se describen las principales enfermedades identificadas en los municipios de Cáqueza, Chía, Fusagasugá, Nemocón y la localidad de Usme, así como las recomendaciones de manejo para ellas.

Ascoquita o peca

Síntomas: esta enfermedad es causada por un complejo de hongos pertenecientes al género *Ascochyta*, y recientemente se relaciona también con *Phoma medicaginis* var. *pinodella* (Trivoli y Banniza, 2007). Los síntomas pueden ser observados en hojas, tallos y vainas; el hongo *Ascochyta* spp. genera lesiones delineadas con bordes claros y necrosis progresiva del tallo (Figura 8). El hongo *P. medicaginis* var. *pinodella* causa una podredumbre en la base de la planta, las vainas se necrosan y la infección puede pasar a la semilla, que al utilizarse puede funcionar como inóculo para dispersar la enfermedad (Trivoli y Banniza, 2007).

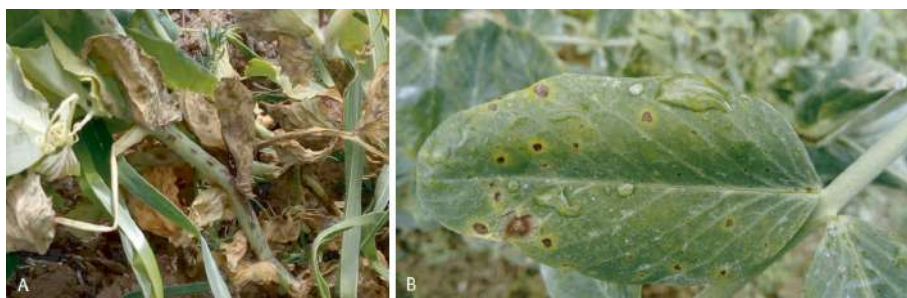


Figura 8 Síntomas de *Ascochyta* en el tallo (a) y hoja (b) de la planta de arveja.

Fuente: a) Leidy Castro (2017). b) Sebastián Rosero (2017).

Recomendaciones de manejo: la aplicación de fungicidas foliares (como Benomyl) del grupo de los benzimidazoles, ofrece buenos resultados para el control del patógeno debido a su acción sistémica. Tratamientos biológicos con *Trichoderma* spp. han tenido buenos resultados. Se recomienda la recolección de desechos de cosecha y la siembra de materiales tolerantes. Según los resultados del Subproyecto Hortalizas, las variedades Alcalá y Vizcaya presentan mayor tolerancia que la variedad Santa Isabel.

Mildeo vellosito

Síntomas: enfermedad causada por el hongo *Peronospora viciae*, del cual se han reportado formas especiales en el cultivo de arveja, tales como *P. viciae* f. sp. *pisi* Boerema y Verh (Páez y Vega, 2011). Inicia en las hojas bajas de la planta, generando zonas amarillentas en el haz y un crecimiento algodonoso en el envés. Las hojas afectadas crecen menos, se doblan y se secan, mientras que los tallos jóvenes detienen su crecimiento y se deforman [Buitrago et ál., 2006] (Figura 9).



Figura 9 Síntomas de mildew vellosito en el haz de la hoja de arveja.
Fuente: Leidy Castro (2017).

Recomendaciones de manejo: establecer densidades de siembra que permitan la circulación de aire y recurrir a la aplicación de productos biológicos o químicos de forma oportuna siguiendo las recomendaciones de un ingeniero agrónomo. Por otro lado, según resultados obtenidos en el Subproyecto Hortalizas, se observó que la variedad Horeb demostró tolerancia a dicha enfermedad.

Mildeo polvoso

Síntomas: enfermedad causada por el hongo *Erysiphe pisi*, un patógeno que afecta todas las partes aéreas de la planta de arveja (Singh, 2000). Genera lesiones rectangulares oscuras en el tallo, afectando principalmente el tercio inferior de la planta. En las hojas se observan manchas circulares de color blanco en el haz que, en condiciones de verano, pueden extenderse a la totalidad del tejido generando una apariencia espolvoreada en la planta (Buitrago et ál., 2006). Por otro lado, la alternancia de días lluviosos y soleados favorece la aparición de un polvillo blanco sobre el órgano afectado (Figura 10).



Figura 10 Síntoma de mildew polvoso en el haz de la hoja (a) y tercio inferior (b) de la planta de arveja. Fuente: a) Leidy Castro (2017). b) Sebastián Rosero (2017).

Recomendaciones de manejo: eliminar los restos de la cosecha, utilizar cultivares tolerantes y semilla certificada, y realizar tratamientos químicos con fungicidas sistémicos de acuerdo con las recomendaciones de un ingeniero agrónomo.

Botrytis o moho gris

Síntomas: enfermedad causada por el hongo *Botrytis cinerea* (Buriticá, 1999), que afecta la flor, las vainas, las hojas y el tallo. En el tallo de arveja el hongo genera lesiones de color café claro, similares a una quemazón; posterior a esto las lesiones se presentan en el margen de las hojas, inicialmente de color café claro y,

con el tiempo, cambian a café oscuro, lo cual está acompañado del enrollamiento de las hojas (Figura 11). A su vez, los botones florales se cubren de una masa de conidióforos que persisten cuando se forman las vainas, desde las cuales se propaga la enfermedad (Buitrago et ál., 2006).

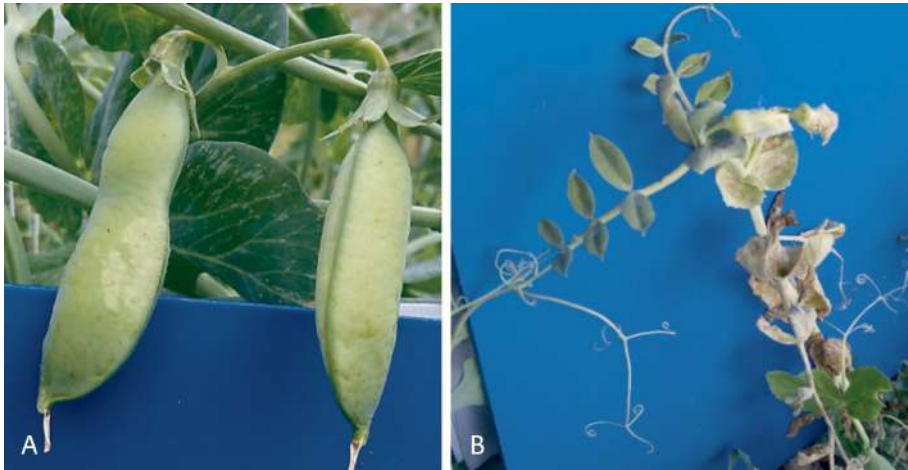


Figura 11 Síntoma de Botrytis en la vaina (a) y en una rama secundaria (b) de arveja.
Fuente: Leidy Castro (2017).

Recomendaciones de manejo: utilizar semilla certificada, eliminar los residuos de la cosecha, evitar el exceso de humedad en el cultivo, establecer densidades de siembra adecuadas y recurrir a la aplicación de productos biológicos o químicos, según recomendaciones de un ingeniero agrónomo.

Fusarium

Síntomas: también conocida como fusariosis, es la enfermedad causada por el hongo *Fusarium oxysporum* (Buriticá, 1999). Otros nombres son alusivos a sus síntomas: amarillamiento, marchitez vascular y/o pudrición radical de la arveja. Las plantas afectadas suelen presentar otros síntomas, como la muerte prematura de la semilla, la presencia de lesiones acuosas en la base del tallo y la pudrición de las raíces (Figura 12). El avance de la severidad de la enfermedad conduce a la muerte de las plantas. Las pérdidas económicas en un cultivo pueden oscilar

entre el 50 y el 100 % cuando no se toman medidas de manejo; se considera como una enfermedad endémica que debe ser manejada de manera integrada.



Figura 12 a) Foco de *Fusarium* sp. en un cultivo de arveja. b) Haces vasculares en planta afectados.
Fuente: a) David Castro (2017). b) Leidy Castro (2017).

Recomendaciones de manejo: inoculación al suelo del hongo *Trichoderma* spp., el cual es un excelente controlador biológico. Sin embargo, su efectividad mejora con un manejo integrado de la enfermedad que contemple el establecimiento de nuevos materiales vegetales tolerantes, como lo son Vizcaya y Alcalá, con lo que se reducen significativamente las pérdidas económicas.

Antracnosis

Síntomas: enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum pisi* (Buritica, 1999), la cual afecta hojas y vainas, pero también ataca a los tallos en la zona basal y causa la muerte de la planta, situación que puede llegar a reducir en un 30 % los rendimientos del cultivo. En condiciones de alta precipitación y temperaturas

entre los 12 y los 18 °C se acelera la germinación de las esporas del hongo, con la consecuente proliferación de infecciones. Los síntomas son lesiones de 2 a 8 mm de diámetro, de color ladrillo, que se observan con mayor frecuencia en el tercio superior de la planta (Figura 13). Comienza por los nudos, que se doblan y secan por el ataque de la enfermedad (Buitrago et ál., 2006).



Figura 13 Antracnosis en hojas bajas (a) y vaina (b) de la arveja.

Fuente: a) Mónica Castro (2017). b) Sebastián Rosero (2017).

Recomendaciones de manejo: se deben tener en cuenta las condiciones climáticas predominantes de la zona e implementar un plan de manejo, que puede incluir productos químicos. En este caso conviene seguir las recomendaciones de un ingeniero agrónomo para hacer la adecuada rotación de ingredientes activos y modos de acción, con lo cual se evita que las poblaciones del patógeno generen resistencia a un producto particular.

Manejo integrado de plagas

Para el manejo de las poblaciones de insectos perjudiciales para el cultivo debe hacerse un seguimiento que incluya visitas periódicas al lote cultivado, con las cuales se evalúen los riesgos posibles y se tomen decisiones sobre las medidas de control o manejo. De esta forma se pueden evitar las aplicaciones “calendario” que se realizan periódicamente, sin fundamento en una evaluación cuidadosa de la situación del cultivo, por lo cual no se garantiza la eficacia ni la eficiencia de dichas aplicaciones (Larral y Ripa, 2008). Si bien el control químico resulta ser una poderosa herramienta para mantener a las plagas por debajo del nivel de daño, el uso inadecuado de plaguicidas ha introducido cantidades excesivas de sustancias químicas al ecosistema, alterando su equilibrio, generando resistencia a los agentes blancos y reduciendo el número de enemigos naturales, lo que, a la larga, permitirá el surgimiento de nuevas plagas (Cid, 2014).

El monitoreo de plagas se considera como aquella labor destinada a estimar la abundancia y distribución de las plagas y sus enemigos naturales en los cultivos, a través de muestreos periódicos (Larral y Ripa, 2008). Se recomienda realizar muestreos semanalmente recorriendo el cultivo y seleccionando puntos de evaluación al azar. Una alternativa es utilizar el muestreo sistemático siguiendo los siguientes principios:

- Establecer una estrategia de recorrido del lote que permita, en principio, ubicar y evaluar cualquier punto del lote a muestrear; de no ser así, el muestreo estaría excluyendo puntos o áreas donde no se puede conocer el estado del cultivo, lo que constituye un riesgo para la toma de decisiones acertadas.
- Definir un número de puntos a muestrear considerando el tiempo disponible para realizar el recorrido de muestreo y la precisión deseada (entre más puntos, más preciso el resultado).

En el muestreo sistemático se admite que el recorrido tenga una forma definida: zigzag, ‘W,’ ‘M’ o ‘Z.’ Sin embargo, para evitar que cada vez el recorrido sea exactamente el mismo, el punto de arranque debe decidirse al azar, de tal forma que cumplamos con el primer principio indicado arriba: que todo punto dentro del lote tenga la posibilidad de ser muestreado (Figura 14).

Es importante ajustarse a las condiciones de cada cultivo para que el recorrido sea completo y efectivo; por ejemplo, las variedades de porte alto pueden requerir más tiempo de evaluación que las de porte bajo. Para la identificación de plagas es importante contar con alguna guía. Estas pueden ser las fichas técnicas de plagas elaboradas con base en la revisión de literatura, para que incluyan información de las condiciones favorables a su presencia, los daños ocasionados en la planta y las características de la especie. En este sentido, en la presente sección se describen las principales plagas encontradas en el sistema productivo de arveja trabajado en el Subproyecto Hortalizas, así como su manejo integrado.

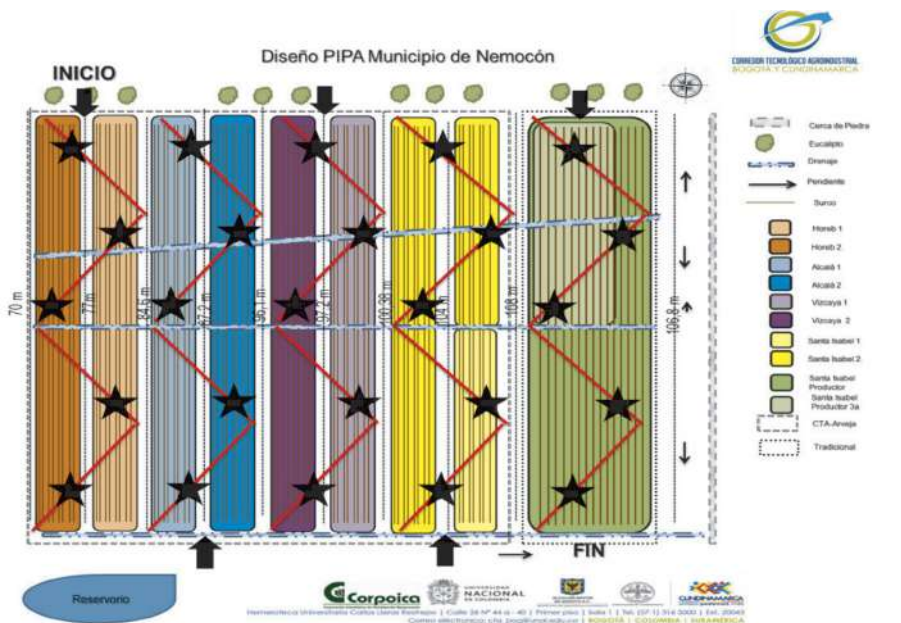


Figura 14 Recorrido para monitorear plagas y enfermedades.

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

Minador de hoja

Características del insecto y daño: el adulto del minador de la arveja (*Liriomyza* spp.) es una mosca de color negro con alas de tonalidad amarilla. La hembra oviposita sus huevos individualmente en la epidermis del haz de la hoja (De la

Cruz, Cardona y Cruz, 1989). Los huevos miden 0,25 mm de longitud y 0,10 mm de ancho; inicialmente son de color blanco opaco y cambian a un color muy claro, que puede llegar a ser transparente con la superficie lisa y brillante (Burgos, 2013). Del huevo, que difícilmente se aprecia a simple vista, emerge la larva de color amarillento, que llega a medir entre 4 y 6 mm de longitud. Las larvas se alimentan del tejido de parénquima interno en las hojas y dejan la huella de su paso en forma de galerías (Figura 15).



Figura 15 Daño causado por minador en el haz y envés de hojas bajas del cultivo de arveja.
Fuente: Leidy Castro (2017).

Monitoreo y umbral de daño (UD): se recomienda revisar el cultivo en busca de adultos del insecto, huevos en el envés de las hojas o larvas sobre la hoja. Para determinar la presencia de los insectos adultos está la opción de instalar en el cultivo trampas pegajosas de color blanco. Conviene hacer un seguimiento y registrar el número de adultos capturados por trampa o de adultos presentes en el órgano de la planta evaluada.

El umbral de daño (UD) para decidir las medidas de manejo del minador se basa en el conteo de individuos adultos en el cultivo y varía según el estado de desarrollo del cultivo (Sandoval, citado en Acuña, 2004). En el desarrollo vegetativo el UD es de 10 adultos por metro lineal; en floración y fructificación es de 15 adultos por metro lineal. En las trampas, el umbral de aviso es de más de 130 adultos por trampa al día (Larrain, 2002).

Recomendaciones de manejo

- Realizar el control de malezas hospederas.
- Eliminar de la planta las hojas afectadas y llevarlas fuera del cultivo.
- Utilizar trampas para control y monitoreo.
- Uso de insecticidas cuando se considere que sobrepasa los límites del umbral de daño.

Trips

Características del insecto y daño: las hembras adultas de trips (*Frankliniella occidentalis*) varían en su color dependiendo de la época del año. En invierno son oscuras y en verano son pardo-anaranjadas. Los insectos adultos producen daños a la planta cuando se alimentan succionando savia, lo cual genera, a la larga, la caída de flores y frutos (Figura 16). El ciclo del insecto, como describen Cárdenas y Corredor (1989), está compuesto por las fases de huevo, ninfa, prepupa, pupa y adulto. La hembra oviposita en la epidermis de los diferentes tejidos de la planta; los huevos son de color blanquecino, miden en promedio 0,11 mm de ancho y 0,27 mm de largo. Las ninfas emergen de los huevos y son de color amarillo claro. Posteriormente, se forman la prepupa y la pupa, que pueden ser encontradas en el suelo o en las hojas secas (Flórez y Numpaqué, 1996). La pupa es amarilla, de baja movilidad y presenta rudimentarios alares que llegan hasta el séptimo segmento abdominal. Finalmente, de la pupa emerge el adulto que, si es hembra, mide entre 1,2 y 1,6 mm y tiene un color amarillo oscuro en la cabeza y el protórax, anaranjado en el pterotórax, y amarillo claro en el abdomen, con manchas café oscuras sobre la parte posterior. Si el adulto es macho mide entre 0,8 y 0,9 mm y es de color amarillo.

Monitoreo y umbral de daño (UD): se debe revisar la presencia de adultos en flores, follaje y frutos, principalmente al inicio de la floración y en época de verano. Para facilitar el conteo de individuos se debe agitar la flor sobre un objeto blanco; sin embargo, la instalación de trampas de color azul en campo facilita la



Figura 16 Adultos de trips (a) y daño producido por trips (b) en la flor de arveja.

Fuente: a) Mónica Castro (2017). b) Leidy Castro (2017).

captura de adultos y su conteo. El UD equivale al número de adultos por trampa, planta o flor monitoreada. Es recomendado tomar medidas de acción cuando se encuentren más de cinco adultos por planta o trampa.

Recomendaciones de manejo

- Realizar control con productos entomopatógenos a base de microorganismos como los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y la bacteria *Bacillus thuringiensis*, o con un insecticida químico que puede ser a base de malathion (ingrediente activo), esto bajo la supervisión de un ingeniero agrónomo.
- Aplicación del insecticida natural producido por la fermentación de la bacteria actinomiceto *Saccharopolyspora spinosa*.

Barrenador de tallo

Características del insecto y daño: el adulto del barrenador de tallo (*Melanogromyza* sp.) es una mosca pequeña que mide entre 2,8 y 3,5 mm de longitud. El adulto oviposita, y entre los dos y tres días siguientes eclosiona el huevo y emerge la larva. El estado de larva dura entre nueve a once días y es el que causa mayor daño al hacer galerías en los tejidos. Las larvas son de color blanco-amariello. No obstante, cuando el huevo se ubica en la base del tallo, la larva emergente

genera galerías a lo largo del tallo y un amarillamiento generalizado de la planta. En arveja, es frecuente que el orificio de entrada del insecto se encuentre en la base del tallo, en cuyo caso se observa una deshidratación de toda la planta; en el tallo las áreas afectadas parecen cubiertas de “aserrín” (Figura 17). Aunque el insecto puede atacar en diferentes estadios fenológicos del cultivo, el daño se intensifica al iniciar el periodo de fructificación, llegándose a confundir con el ataque de *Fusarium* spp.



Figura 17 a) Larva de barrenador del tallo de arveja. Daño ocasionado por el barrenador del tallo en planta de arveja.

Fuente: Leidy Castro (2017).

Monitoreo y umbral de daño (UD): se recomienda revisar las heridas en la base del tallo y verificar la presencia de larvas; una vez la larva ha ingresado en la planta se puede presentar pérdida total. El monitoreo se realiza registrando el número de larvas por tallo y el porcentaje del lote afectado por la plaga; el umbral de daño equivale a más del 5 % de plantas afectadas (umbral nominal).

Recomendaciones de manejo

- Rotación de cultivos.
- Eliminar residuos de cosecha.
- Evitar el uso de materia orgánica fresca y utilizar material bien compostado.

- Realizar monitoreo constante.
- Utilizar insecticidas de liberación lenta aplicados al momento de la siembra según recomendaciones de un ingeniero agrónomo (García, citado por Ligarreto, 2012).

Trozador o tierrero

Características del insecto y daño: la larva puede desarrollar su actividad durante la noche mientras que en el día se mantiene inactiva y adopta una forma de 'C,' resguardándose en el suelo (Federación Nacional de Algodoneros [Federalgodón], 1990). Los huevos de *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) son de forma globosa, la hembra los oviposita en grupos de mil en el suelo, en las hojas de la planta o en los residuos de cosecha. Los huevos eclosionan entre los cinco y seis días, y del huevo emerge una larva de color gris-verdoso que llega a medir entre 30 y 40 mm de largo y 7 mm de diámetro (Figura 18); este estado tiene una duración de 24 a 30 días. Posteriormente, en el suelo forma una cámara pupal donde se transforma en pupa, la cual es de color café brillante; en este estado permanece entre 15 y 20 días. El adulto que emerge de la pupa es una mariposa de color entre gris y gris marrón, que mide 25 mm de largo y de 45 a 50 mm de ancho, y cuyas alas posteriores son blancas; en este estado dura entre 6 y 8 días (Federalgodón, 1990). El daño que genera el trozador al inicio del cultivo causa pérdida total de la planta, ya que la larva corta el tallo por la base. En plantas desarrolladas, la larva también puede alimentarse de raíces, tejidos jóvenes y follaje en general.

Monitoreo y umbral de daño (UD): para el monitoreo de larvas revisar al azar diferentes puntos en el suelo, cerca a la base de la planta; también se recomienda utilizar trampas de luz para atrapar adultos. El monitoreo se realiza registrando el número de larvas por planta y de adultos colectados por trampa. Las medidas de control deben ser aplicadas cuando se registre mínimo una larva por tallo (UD) o cuando se tenga más del 5 % de incidencia.



Figura 18 Larva de trozador [*Agrotis* sp.] (a) y daño generado en la base de la planta de arveja (b).
Fuente: Leidy Castro (2017).

Recomendaciones de manejo

- Eliminar los residuos de cosecha y las malezas.
- Realizar monitoreo frecuente.
- Realizar control biológico con parasitoides, depredadores o entomopatógenos, debidamente registrados.
- Utilizar el control químico según el umbral de acción y recomendaciones de un profesional conocedor del tema.
- Realizar rotación de i.a. para evitar el desarrollo de resistencia por parte de la plaga.

Áfidos o pulgones

Características del insecto y daño: los áfidos (*Aphis* sp.) poseen una forma globosa y miden entre 1 y 4 mm de longitud; se pueden encontrar formas aladas y sin alas (ápteras) que se reproducen de forma sexual o asexual [partenogénesis] (Valencia y Trillos, 1986). Los individuos tienen el hábito de ubicarse en focos agrupándose en el envés de la hoja y en el tallo (Figura 19), donde se alimentan

de savia generando clorosis y muerte de la hoja. Por otro lado, son vectores de enfermedades virales y por la producción de secreciones azucaradas favorecen la aparición de hongos en la hoja [fumagina] (Figura 19).



Figura 19 Áfidos en el envés de hojas (a) y tallo (b) de arveja.

Fuente: Leidy Castro (2017).

Monitoreo y umbral de daño (UD): el monitoreo se realiza contando el número de individuos por órgano y/o el porcentaje de daño generado por la plaga. No se ha establecido un umbral de acción pero se recomienda realizar el control cuando el daño supere el 3 % (Benavides y Mora, 2012).

Recomendaciones de manejo

- El monitoreo frecuente ayuda a identificar infecciones tempranas.
- Evitar el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados.
- Proporcionar hábitats para insectos depredadores benéficos como las mariquitas (*Coccinellidae* sp.), avispas parasitarias y crisopas (Figura 20).
- Evitar el uso de insecticidas de amplio espectro.

Cogollero de la arveja

Características del insecto y daño: Los huevos de las diferentes especies de cogollero de la arveja (*Spodoptera* sp.), presentan características similares, por



Figura 20 a) Coccinélido depredador de áfidos. b) Áfidos parasitados por enemigos naturales.

Fuente: a) Leidy Castro (2017). b) Mónica Castro (2017).

lo que su diferenciación en campo es difícil (Federalgodón, 1990). Los huevos miden entre 0,4 y 0,5 mm, en un inicio son de color blanco-verdoso y a medida que va ocurriendo la incubación se oscurecen. La hembra ovípara deposita masas de alrededor de 200 huevos, los cuales coloca formando hileras unos sobre otros hasta constituir tres o cuatro capas; posteriormente, la hembra los cubre con escamas (Delgado, 1954). Las larvas que emergen de los huevos son de color verde y presentan dos líneas laterales rosa-verdosas que recorren todos sus segmentos (Figura 21 a); después de empupar emerge el adulto que es de color pardo (Figura 21 b) y en este estado vive entre uno y ocho días. La plaga afecta cualquier estadio fenológico del cultivo de arveja consumiendo el meristemo apical, o punto de crecimiento; también se alimenta de los órganos florales y de las hojas aledañas a estos, y deja el rastro de heces sobre los sitios donde se alimentó.

Monitoreo y umbral de daño (UD): se recomienda realizar recorridos al azar por el lote para buscar huevos en el envés de las hojas, así como larvas en el ápice de la planta; se deben contar y registrar como número de larvas por planta, porcentaje de daño y/o afectación en el lote. Se recomienda ejercer un control cuando el porcentaje de daño sea igual o superior al 5 % (Federalgodón, 1990).



Figura 21 a) Larva de *Spodoptera* sp. causando daño en el ápice de una planta de arveja. b) Adulto de *Spodoptera* sp.

Fuente: Leidy Castro (2018).

Recomendaciones de manejo







- Realizar el control de malezas.
- Realizar rotación de cultivos con especies que no sean hospedantes alternos.
- Control biológico con *Bacillus thuringiensis*.
- Favorecer la presencia de enemigos naturales como *Calosoma granulatum* Perty, depredadores del orden *Neuroptera* y avispas de los géneros *Polystas* spp. y *Polybia* spp.

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, guascas y kikuyo. La presencia de esta última en los cultivos de arveja se explica por la utilización previa de los terrenos para pastoreo (Tabla 13).

En los cultivos, las plantas arvenses pueden competir por nutrientes del suelo, agua y la luz. En algunos casos 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 (FAO, s. f.). Las arvenses más

Tabla 13 Principales arvenses en el cultivo de arveja.

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.	Guascas	

Fuente: Carlos Guerrero (2017).

difíciles de controlar son aquellas que tienen un ciclo de desarrollo más corto que el cultivo y producen gran cantidad de semillas. El manejo integrado se concibe como un sistema sostenible que incluye diversas estrategias de control para reducir el impacto de las arvenses a un nivel económicamente aceptable, mediante el empleo de diversos modos de control preventivo pre-siembra o post-siembra (FAO, s. f.), entre los cuales se pueden mencionar algunos:

- Uso de semillas libres de malezas.
- Rotación de cultivos, densidades de siembra óptimas, uso de cultivos intercalados y uso de coberturas nobles.
- Control físico manual o mecánico.

- Control químico (Figura 22).

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 post siembra se debe tener en cuenta el periodo de carencia del producto siguiendo las recomendaciones de un ingeniero agrónomo experto.



Figura 22 a) Aplicación de herbicida post-siembra. b) Control manual de arvenses.

Fuente: a) Leidy Castro (2017). b) Rosero H. S. (2017).

Recomendaciones de Buenas Prácticas Agrícolas

Registro de condiciones climáticas

Las normas BPA recomiendan llevar una serie de documentación y registro de aquellos procedimientos y condiciones que permiten conocer el histórico de un producto, o de un lote de productos, junto con su ubicación y trayectoria a lo largo de la cadena de suministro, hasta llegar al comprador (ICA, 2009). Entre la información relevante para explicar y manejar la producción de un cultivo agrícola están las características y recursos de la zona utilizados y las condiciones ambientales. La información climática resulta relevante para tomar decisiones de manejo agronómico, desde la selección de un material de siembra por su adaptación al ambiente, el momento de la siembra con la valoración de riesgos ambientales, la planeación del riego según la precipitación local y la toma de

medidas de manejo integrado de plagas y enfermedades considerando el clima favorable o desfavorable.

Se sugiere que el productor tome datos climáticos directamente en su finca, registrando como mínimo la precipitación y la temperatura, las cuales deben ser registradas a través del tiempo para entender mejor las tendencias climáticas presentes en la zona. Para conocer la cantidad de lluvia que se ha precipitado en un lote de cultivo se puede hacer un pluviómetro casero y elaborar una tabla de conversión de unidades que facilite la lectura, interpretación y registro de los datos (Figura 23). Por ejemplo, si el volumen de lluvia recolectado en un pluviómetro artesanal 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 (Anexo 1). De acuerdo con esto, cada milímetro de lluvia equivale a aplicar un litro de agua por metro cuadrado o diez metros cúbicos por hectárea. Para el ejemplo, equivale a haber aplicado $10,4 \text{ m}^3/\text{ha}$ de agua en el lote o finca.

Análisis de suelo

Los análisis químicos, microbiológicos y físicos de suelo deben realizarse en un laboratorio acreditado, que demuestre su competencia en procedimientos y personal. Deben actualizarse con una periodicidad no mayor a dos años y los resultados deben estar disponibles dentro de los registros de BPA de la unidad productiva (FAO, 2013b); todo esto con el fin de establecer un sistema de información que sirva de base para tomar decisiones de manejo de la fertilidad y/o la aplicación de correctivos. Hay que tener en cuenta que la corrección de 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 físico-químicos y microbiológicos del agua para verificar su calidad según las condiciones del clima (época seca y lluviosa), con el fin de establecer un sistema de información que sirva de base para tomar decisiones de manejo del riego y/o la aplicación de correctivos de pH o dureza al agua de riego (ICA, 2009).



Figura 23 Pluviómetro artesanal para registrar precipitaciones.
Fuente: Castellanos (2017).

Cosecha y poscosecha

Maduración y punto de cosecha

La cosecha de arveja para consumo en verde se realiza cuando los granos han llenado las vainas pero estas aún están tiernas, sanas, verdes, lisas y no tienen rugosidades de madurez extrema. En tal momento los granos son dulces (Rodríguez, 2015). Las primeras vainas formadas corresponden al tallo principal de la planta. Las vainas que se forman de las ramas de la planta vienen después pero muchas de ellas serán pequeñas, dado el autosombreamiento de la planta.

En el cultivo de arveja se pueden realizar varios pases de cosecha (de dos a cuatro), con intervalos de tiempo entre los ocho y los diez días (Ligarreto, 2012), según la variedad. Con base en la experiencia lograda por el Subproyecto Hortalizas con la variedad Alcalá, es recomendable realizar un mínimo de tres pases de cosecha. Con la variedad Vizcaya, considerando que las vainas tardan un poco más en madurar (Figura 24), se pueden realizar entre dos y cuatro pases de cosecha.

La selección de las vainas en verde debe garantizar que estén libres de plagas o enfermedades, que tengan consistencia firme y coloración verde brillante; además, el cáliz y pedúnculo deben estar verdes, con aspecto fresco, sin humedad exterior y sin ningún tipo de material extraño [tallos, pedúnculos, hojas, etc.] (FAO, citado por Ligarreto, 2012).



Figura 24 Punto de cosecha adecuado para la variedad Vizcaya.

Fuente: Leidy Castro (2017).

La calidad se reduce si las vainas continúan madurándose excesivamente en la planta, lo cual afecta los procesos de comercialización y produce un grano que requiere más cocción. De acuerdo a resultados del Subproyecto Hortalizas en cuanto a la evaluación de las características de las vainas en el punto de cosecha de las variedades Alcalá y Vizcaya, en condiciones productivas del municipio de Nemocón (Figura 25), se pudo observar que el peso de 100 granos verdes es superior al de la variedad Santa Isabel (que es de 52,3 g en promedio), mientras que la longitud promedio de la vaina de Alcalá y Vizcaya superan a la de Santa Isabel (que es 5,71 cm en promedio) (Tabla 14).

Manejo de la cosecha

Con el fin de evitar el deterioro del producto durante la poscosecha y según las recomendaciones generadas por Buitrago et ál. (2006), en el cultivo de arveja

Tabla 14 Características de cosecha en las variedades Alcalá y Vizcaya, en el municipio de Nemocón (Cundinamarca).

Variable	Variedad	
	Alcalá	Vizcaya
Número de vainas	5,23	5,35
Granos por vaina (promedio)	5,35	5,9
Longitud de la vaina (cm)	8,75	8,6
Peso de la vaina (g)	7,6	7,07
Peso de 100 granos verdes	63	63,5

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



Figura 25 Vainas de las variedades Santa Isabel (a), Vizcaya (b) y Alcalá (c).

Fuente: Leidy Castro (2017).

se recomienda tomar las siguientes medidas:

Secado del producto húmedo: extender las vainas en un sitio cubierto, aireado y seco para evaporar la humedad sobrante en la superficie de las vainas (Figura 26).

Selección: durante la recolección y al finalizar la cosecha se hace una selección de las vainas para descartar las “zarazas,” que son vainas que presentan daños mecánicos o biológicos (por el ataque de plagas y/o enfermedades) y no cumplen con las exigencias comerciales, así como vainas pequeñas secas que no han madurado (Figura 27). Para el embalaje del producto cosechado se debe tener en cuenta que la arveja se selecciona de acuerdo con su apariencia, uniformidad, longitud de la vaina, color, turgencia, rugosidad, número de granos por vaina, espesor de la vaina, el tamaño del grano y el color del hilum. La calidad de arveja en vaina está muy relacionada con el número del pase de cosecha, de modo que hay calidades primera, segunda, tercera y extra.

Empaque: la arveja en fresco se comercializa al por mayor en bultos de 50 kg para los mercados locales y la Corporación de Abastos de Bogotá (Corabastos). Los productores utilizan costales elaborados en fique o en polipropileno, que es una fibra sintética de menor costo que el primero, una larga vida útil y con la facilidad de ser reutilizable, y resistente a la humedad y al peso. El empaque en polipropileno que se utiliza para arveja en las diferentes zonas productoras viene tejido en forma de red, lo que permite el intercambio de gases del producto con el ambiente y facilita el pesaje en campo (Figura 28). En el caso de comercialización de arveja fresca desgranada, esta deberá ser empacada en bolsas plásticas o bandejas de polímero espumado y vinipel de grado alimentario.

Desgranado: cuando las vainas presentan daños en la superficie sin afectar la calidad del grano se recomienda realizar el desgranado, con lo que se evita el castigo al precio por daño cosmético.

Transporte: este debería realizarse preferiblemente en vehículos refrigerados para prolongar la vida en poscosecha; sin embargo, comúnmente se utilizan vehículos carrozados que no protegen debidamente el producto.

Almacenamiento: por tratarse de un producto altamente perecedero, la arveja, en condiciones ambientales, no supera los ocho días de vida útil. Por el contrario, cuando es almacenada a temperaturas cercanas a los 0 °C, su vida útil puede llegar a los 15 o 20 días.

Seguridad y salud en el trabajo

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) se define como “una actividad multidisciplinaria dirigida a proteger y promover la salud de los servidores previniendo y controlando las enfermedades laborales, accidentes de trabajo, y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo” (Organización Mundial de la Salud [OMS], citada en Muñoz, 2011).

Dentro de las actividades realizadas en las prácticas de cosecha y poscosecha, se recomienda ejecutar ejercicios de ergonomía e higiene postural que ayuden a prevenir lesiones y eviten incapacidades laborales; dichos ejercicios deben ser realizados por los operarios antes de iniciar sus jornadas laborales, durante



Figura 26 Ventilación de arveja cosechada.
Fuente: Mónica Castro (2017).



Figura 27 Arveja “zaraza” seleccionada en procesos poscosecha.
Fuente: Leidy Castro (2017).



Figura 28 Empaque y embalaje de bulto de arveja de 50 kg en empaque de polipropileno.
Fuente: Leidy Castro (2017).

las pausas activas y al finalizar las labores (Figura 29). Por otro lado, es necesario el uso de elementos de protección personal (EPP) como guantes, botas de caucho, tapabocas o caretas y overoles, entre otros, los cuales protegen a los productores u operarios durante la aplicación de productos químicos como los insecticidas, fungicidas y herbicidas.

Otra opción de SST es la utilización de una mesa para la selección y clasificación de las vainas verdes cosechadas. Con esta herramienta la persona encargada de clasificar, seleccionar y/o embalar los bultos de arveja cosechada, puede mantener una posición adecuada durante las actividades y evitar el surgimiento de problemas de salud en las articulaciones (Figura 30).



Figura 29 Ejercicios de ergonomía e higiene postural.

Fuente: Leidy Castro (2017).

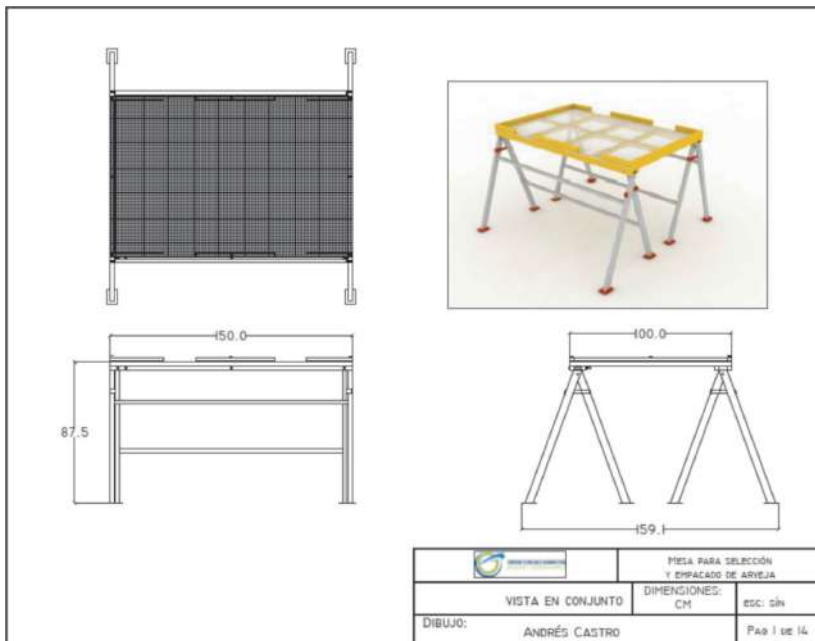


Figura 30 Mesa para la selección y clasificación de la arveja en campo.

Fuente: Andrés Castro (2017).

Costos de producción

Con base en el boletín del DANE (2017) referido a los costos de insumos y mano de obra, el precio de venta de arveja según Corabastos (2017) para el mismo año (Figura 31), y la lista de labores que se realizan en un cultivo de arveja, según se pudo validar en las PIPA, se elaboraron los costos de producción del cultivo de arveja en los municipios de Cáqueza (Tabla 15) y Fusagasugá (Tabla 16). Para el caso del municipio de Nemocón, la Secretaría Agropecuaria y Ambiental del Municipio de Nemocón (2017) construyó los costos de producción (Tabla 17).

En cada una de las estructuras de costos se proyecta una producción mínima para generar rentabilidad positiva. En este sentido, en el municipio de Fusagasugá se deben producir 3,1 t/ha, mientras que en Cáqueza la producción mínima debe ser de 3,0 t/ha, producciones que deben ser comercializadas con un precio de venta por kilogramo de COP \$ 3000. Por lo tanto, si la producción o el precio son menores a los referenciados anteriormente, la utilidad será negativa y se generarán pérdidas.

Una inversión a largo plazo para el cultivo de arveja es la compra del alambre y las varas, ya que son elementos reutilizables en varios ciclos del cultivo y tienen un costo aproximado en los tres municipios de COP \$ 2 000 000, con posibilidad de reembolso en varias cosechas. En el municipio de Nemocón el costo de producción supera en COP \$ 785 200 a Cáqueza y en COP \$ 202 757 a Fusagasugá.

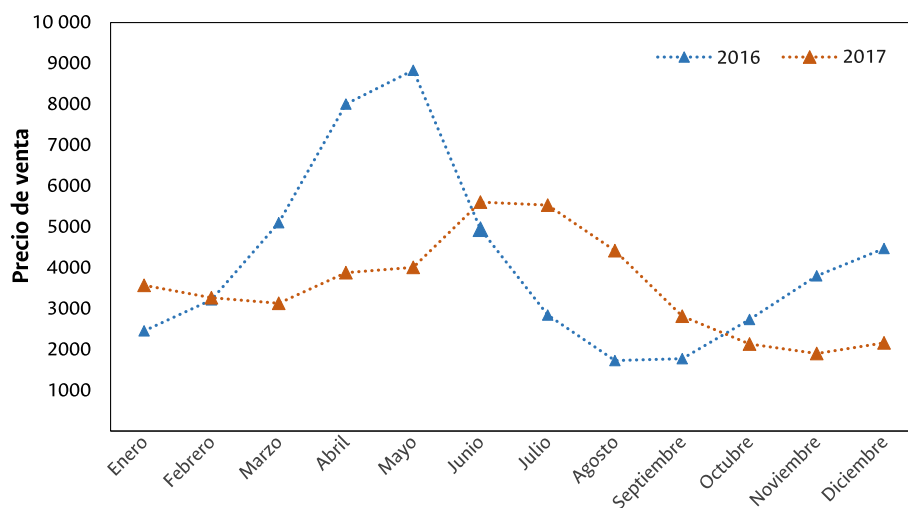


Figura 31 Precio promedio mensual de venta por kilogramo de arveja en los años 2016 y 2017.

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

Fuente: Corabastos (2017).

Entre las causas que disminuyeron la productividad en el cultivo de arveja estuvieron la afectación de plagas y enfermedades y la baja disponibilidad de nutrientes o agua. Además, la rentabilidad del cultivo no es estable debido a la fluctuación anual del precio del kg de arveja que depende de la oferta y la demanda del producto; el principal centro de compra de la producción de los cuatro municipios y la localidad de Usme es Corabastos, que diariamente reporta el precio de venta observado, junto con el de los diferentes productos comercializados (Figura 31).

Tabla 15a Costos de producción por hectárea de arveja para el municipio de Cáqueza (2017).

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	Total
PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Aplicación de herbicidas	jornal	1,0	32 000	32 000
Arada	hora/maquinaria	5,0	47 000	235 000
Rastrillada	hora/maquinaria	4,0	47 000	188 000
Formación de surcos	hora/maquinaria	3,0	47 000	141 000
Fertilización	jornal	1,0	32 000	32 000

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

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

Tabla 15b Costos de producción por hectárea de arveja para el municipio de Cáqueza (2017).

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Subtotal				\$ 628 000
SIEMBRA				
Siembra y tapada/abonada	jornal	12,0	32 000	384 000
Aplicación de herbicidas preemergentes	jornal	2,0	32 000	64 000
Envarada/alambrada	jornal	15,0	32 000	480 000
Subtotal				\$ 928 000
LABORES CULTURALES				
Aporque y control de malezas	jornal	12,0	32 000	384 000
Amarre/colgada	jornal	7,0	32 000	224 000
Aplicación de fungicidas	jornal	6,0	32 000	192 000
Control biológico				-
Aplicación de insecticidas	jornal	5,0	32 000	160 000
Aplicación de herbicidas	jornal	1,0	32 000	32 000
Fertilización	jornal	4,0	32 000	128 000
Fertilización foliar	jornal	9,0	32 000	288 000
Subtotal				\$ 1 408 000
COSECHA Y BENEFICIO				
Recolección	jornal	18,0	32 000	576 000
Clasificación y empaque	jornal	3,0	32 000	96 000
Transporte	jornal/carga	30,0	14 000	420 000
Subtotal				\$ 1 092 000
Total costo 1				\$ 4 056 000
INSUMOS				
Semillas	kg	37,0	9 000	333 000
Abono orgánico	kg	200,0	1 000	200 000
Fertilizante 1 (DAP)	bulto	4,0	85 000	340 000
Fertilizante 2 (Urea)	bulto	3,0	60 600	181 800
Fertilizante 3	bulto	2,0	67 000	134 000
Fertilizante 4	kg	20,0	3 800	76 000
Foliar 1	kg	2,0	8 200	16 400
Foliar 2	litro	1,0	14 000	14 000
Foliar 3	litro	1,0	30 000	30 000

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

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

Tabla 15c Costos de producción por hectárea de arveja para el municipio de Cáqueza (2017).

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Herbicidas 1	litro	1,0	97 000	97 000
Herbicidas 2	litro	1,0	79 000	79 000
Insecticida 1	litro	6,0	90 000	540 000
Insecticida 2	cc	250,0	220	55 000
Insecticida 3	litro	1,0	28 000	28 000
Fungicida 1	litro	4,0	22 000	88 000
Fungicida 2	litro	1,0	150 000	150 000
Empaques	costal	100,0	800	80 000
Cabuya/hilazas	cono	10,0	8 000	80 000
Varas	vara	1600,0	1 200	1 920 000
Alambre liso	kg	13,0	5 200	67 600
Total costo 2				\$ 4 509 800
TOTAL COSTO (COP)				\$ 8 565 800
Producción (t)				3,0
Precio de venta (COP)				\$ 9 000 000
Rentabilidad (COP)				\$ 434 200

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

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

Tabla 16a Costos de producción por hectárea de arveja para el municipio de Fusagasugá (2017).

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	Total
PREPARACION DEL TERRENO				
Aplicación de herbicidas	jornal	1,0	35 000	35 000
Arada	hora/maquinaria	5,0	80 000	400 000
Rastrillada	hora/maquinaria	4,0	80 000	320 000
Formación de surcos	hora/maquinaria	3,0	80 000	240 000
Fertilización	jornal	1,0	35 000	35 000
Subtotal				\$ 1 030 000
SIEMBRA				
Siembra y tapada/abonada	jornal	12,0	35 000	420 000
Aplicación de herbicidas preemergentes	jornal	2,0	35 000	70 000
Envarada/alambrada	jornal	15,0	35 000	525 000

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

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

Tabla 16b Costos de producción por hectárea de arveja para el municipio de Fusagasugá (2017).

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Subtotal				\$ 1 015 000
LABORES CULTURALES				
Aporque y control de malezas	jornal	12,0	35 000	420 000
Amarre/colgada	jornal	7,0	35 000	245 000
Aplicación de fungicidas	jornal	6,0	35 000	210 000
Control biológico				-
Aplicación de insecticidas	jornal	5,0	35 000	175 000
Aplicación de herbicidas	jornal	1,0	35 000	35 000
Fertilización	jornal	4,0	35 000	140 000
Fertilización foliar	jornal	9,0	35 000	315 000
Subtotal				\$ 1 540 000
COSECHA Y BENEFICIO				
Recolección	jornal	18,0	35 000	630 000
Clasificación y empaque	jornal	3,0	35 000	105 000
Transporte	jornal/carga	30,0	14 000	420 000
Subtotal				\$ 1 155 000
Total costo 1				\$ 4 740 000
INSUMOS				
Semillas	kg	37,0	9 000	333 000
Abono orgánico	kg	200,0	1 000	200 000
Fertilizante 1 (30-10-10)	bulto	5,0	68 000	340 000
Fertilizante 2 (15-15-15)	bulto	2,0	69 500	139 000
Fertilizante 3 (menores)	bulto	2,0	81 333	162 666
Fertilizante 4	kg	20,0	3 800	76 000
Foliar 1	kg	2,0	7 317	14 634
Foliar 2	litro	1,0	14 292	14 292
Herbicidas 1	litro	1,0	30 000	30 000
Insecticida 1	litro	6,0	30 914	185 484
Insecticida 2	250 cc	1,0	44 300	44 300
Insecticida 3	litro	1,0	27 267	27 267
Fungicida 1	litro	4,0	22 000	88 000
Fungicida 2	100 cc	2,0	18 000	36 000

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

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

Tabla 16c Costos de producción por hectárea de arveja para el municipio de Fusagasugá (2017).

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Empaques	unidad	100,0	800	80 000
Cabuya/hilazas	cono	10,0	1 000	10 000
Varas	vara	1600,0	1 600	2 560 000
Alambre liso	kg	13,0	5 200	67 600
Total costo 2				\$ 4 408 243
TOTAL COSTO (COP)				\$ 9 148 243
Producción (t)				3,1
Precio de venta (COP)				\$ 9 300 000
Rentabilidad (COP)				\$ 151 757

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

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

Tabla 17a Costos de producción por hectárea de arveja para Nemocón (2017).

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	Total
PREPARACION DEL TERRENO				
Arada	hora/maquinaria	5,0	40 000	200 000
Rastrillada	hora/maquinaria	5,0	40 000	200 000
Nivelada	hora/maquinaria	5,0	40 000	200 000
Formación de surcos	hora/maquinaria	3,0	40 000	120000
Fertilización	jornal	1,0	40 000	40000
Subtotal				\$ 760 000
SIEMBRA				
Siembra y tapada/abonada	jornal	12,0	40 000	480 000
Aplicación de preemergentes	jornal	6,0	40 000	240 000
Subtotal				\$ 720 000
LABORES CULTURALES				
Aporques	jornal	12,0	40 000	480 000
Amarres/colgada	jornal	25,0	40 000	1 000 000
Aplicación de fungicidas	jornal	12,0	40 000	480 000
Aplicación de insecticidas	jornal	12,0	40 000	480 000
Aplicación de herbicidas	jornal	6,0	40 000	240 000

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

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

Tabla 17b Costos de producción por hectárea de arveja para Nemocón (2017).

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Subtotal				\$ 2 680 000
Recolección	jornal	18,0	40 000	720 000
Transporte	jornal/carga	30,0	14 000	420 000
Subtotal				\$ 1 140 000
SUBTOTAL 1				\$ 5 300 000
INSUMOS				
Semillas	kg	37,0	9 000	333 000
Fertilizante orgánico	bulto	6,0	22 000	132 000
Fertilizantes simples	bulto	5,0	80 000	400 000
Fertilizantes compuestos	bulto	5,0	71 000	355 000
Control sanitario				-
Herbicidas 1	litro	3,0	97 000	291 000
Insecticida 1	litro	6,0	90 000	540 000
Fungicida 1	litro	4,0	90 000	360 000
Empaques	unidad	100,0	800	80 000
Cabuya/hilazas	cono	10,0	12 000	120 000
Estacas/varas	vara	1 600,0	900	1 440 000
Alambre liso	kg	13,0	5 200	67 600
SUBTOTAL 2				\$ 4 051 000
TOTAL COSTOS (ha)				\$ 9 351 000
Producción (t)				3,5
Precio de venta (COP)				\$ 10 500 000
Rentabilidad (COP)				\$ 1 149 000

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

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

Referencias bibliográficas

- Acuña, G. S. (2004). *Utilización de programas fitosanitarios compatibles con el ambiente en arveja Pisum sativum como cultivo no tradicional de exportación en la empresa Frutas Tropicales de Guatemala, S. A. FRUTESA* [Tesis de pregrado]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Agrointegral Andina (s. f.-a). *Ficha técnica Alcalá, variedad mejorada de arveja voluble*. Bogotá, Colombia.
- Agrointegral Andina (s. f.-b). *Ficha técnica de manejo agronómico Alejandrita: nueva variedad mejorada de arveja de porte bajo para áreas de clima frío en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá*. Bogotá, Colombia.
- Agrointegral Andina (s. f.-c). *Ficha técnica de manejo agronómico Síe: variedad de arveja de porte bajo para áreas de clima frío en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá*. Bogotá, Colombia.
- Agrointegral Andina (s. f.-d). *Ficha técnica Semilla Vizcaya, variedad mejorada para la zona andina Colombiana*. Bogotá, Colombia.
- Agrológica (6 de diciembre de 2012). *Cálculo práctico de la cantidad de materia orgánica a aportar a un suelo*. Agrológica Servicios Agrícolas, S. L. Recuperado de <http://blog.agrolologica.es/calculo-ejemplo-practico-de-la-cantidad-de-materia-organica-aportar-suelo-plan-abonado-abono/>.
- AgroNet (2005-2018). *Estadísticas agrícolas. Área producción y rendimiento*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.
- Alltech (2014). *La Importancia del fertilizante foliar para las plantas*. Nicholasville, Kentucky, Estados Unidos: Alltech Crop Science. Recuperado de <http://ag.alltech.com/crop/es/news/la-importancia-del-fertilizante-foliar-para-las-plantas>.
- Almansa, E. F., Ramírez, J. J., Rodríguez, M. L. y Burgos, J. E. (1999). *Manual de asistencia técnica n.º 5, Manejo de cultivos bajo riego en distritos de pequeña escala*. Bogotá, Colombia: CORPOICA-INAT.

- Benavides, M. A. y Mora, H. R. (2012). Plagas de importancia económica en los cultivos de hortalizas. En H. Pinzón (Ed.), *Manual para el cultivo de hortalizas* (pp. 160-171). Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Bernardi, L. (2017). *Perfil de las arvejas* (*Pisum sativum*). Subsecretaría de Mercados Agropecuarios. Recuperado de http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000040_Legumbres/000012_Perfil%20de%20las%20Arvejas%20-%202017.pdf.
- Buitrago, J., Duarte, C. y Sarmiento, A. (2006). *El cultivo de la arveja en Colombia*. Bogotá, Colombia: Fenalce, Fondo Nacional de Leguminosas.
- Burgos, A. R. (2013). *Efecto de la temperatura en la biología y comportamiento de Diglyphus websteri (crawford) (hymenoptera: eulophidae)* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Buriticá, P. (1999). *Directorio de patógenos y enfermedades de las plantas de importancia económica en Colombia*. Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Cárdenas, E. y Corredor, D. (1989). Biología del trips *Frankiniella occidentalis* (Pegande) (Thysanoptera Thripidae) sobre crisantemo *Chrysanthemum morifolium* L. bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía colombiana*, (6), pp. 71-77. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20999/21923>.
- Cid, R. (2014). Capítulo 3, Monitoreo de Plagas. En Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Ed.), *Aplicación eficiente de fitosanitarios* (pp. 1-16). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: INTA.
- Corporación de Abastos de Bogotá [Corabastos] (2017). *Nuestra Historia. Corporación de Abastos de Bogotá S. A.* Recuperado de http://www.corabastos.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid.
- Corporación Colombia Digital (junio 22 de 2017). *Impacto tecnológico en el agro para el desarrollo productivo de los países*. Recuperado de <https://colombiadigital.net/quienes-somos/soluciones-tic/item/9798-impacto-tecnologico-en-el-agro-para-el-desarrollo-productivo-de-los-paises.html>.
- Decreto 1594 de 1984 [Ministerio de Agricultura]. Colombia. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI –Parte III– Libro II y el Título III de la Parte III –Libro I– del Decreto Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. Junio 26 de 1984.
- De la Cruz, A. M., Cardona, C. y Cruz, J. (1989). Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Lyriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), minador del frijol. *Acta agronómica*, 39(3), pp. 133-141. Recuperado de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/15423.

- Delegatura de Protección de la Competencia (2012). *Estudios de mercado*. Recuperado de http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/publicaciones/pdf/Hortalizas2012.pdf.
- Delgado, M. (1954). *Notas preliminares sobre "La oruga del maíz y de las gramas" Laphygma frugiperda (Smith y Abbot 1797)* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] (2012). *Resultados Encuesta Nacional Agropecuaria*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] (2015). *El cultivo de arveja en Colombia*. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_31_mar_2015.pdf.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] (2016). *El cultivo de la arveja (Pisum sativum L.) durante la temporada de lluvias*. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_nov_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.
- Enz, M. y Dachler, Ch. (1998). *Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas, escala BBCH extendida*. Limburgerhof, Alemania: BBA-BSA-IGZ-IVA-AgrEvo-BASF-Bayer-Novartis.
- Falguenbaum, H. y Mouat, P. (s. f.). *Biología de cultivos anuales, leguminosas, arveja*. Chile: Universidad Católica de Chile. Recuperado de http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/index3.htm.
- FAOSTAT (1961-2016). *Clasificación, países por producto*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. Recuperado de http://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity_exports.
- FAOSTAT (2018). *Crops*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Favela, E., Preciado, P. y Benavides, A. (2006). *Manual para la preparación de soluciones nutritivas*. Torreón, Coahuila, México: Universidad Autónoma Antonio Narro.
- Federación Nacional de Algodoneros [Federalgodón] (1990). *Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia*. Bogotá, Colombia: Editora Guadalupe Ltda.
- Flórez, A. (1990). Manejo mecanizado de suelos en zonas de ladera. En IICA-BID-PROCIANDINO (Ed.), *Investigación sobre mecanización agrícola para el pequeño productor de leguminosas comestibles en la subregión andina* (pp. 1-5). Pasto, Colombia.

- Flórez, E. y Numpaque, P. (1996). *Determinación del patrón de disposición espacial y evaluación de diferentes sistemas de muestreo para Frankliniella panamensis en el cultivo del ciruelo Prunus salicina* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Galindo, J., Español, J., Vargas, R., Sánchez, G., Espitia, E., Flórez, R. y Herrera, C. (2011). *Experiencias de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de hortalizas en la Sabana Occidente de Bogotá*. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Greencol (s. f.). *Resultados de análisis microbiológicos* [Informes 65, 75-82, 90, 100-105]. Bogotá, Colombia.
- Huq, S., Müller, A., Tauli-Corpuz, V. y Manubhai, A. (febrero de 2008). *El cambio climático y el futuro de las pequeñas explotaciones agrícolas. ¿Cómo puede contribuir la población rural pobre a resolver el problema del cambio climático?* En P. Cento (Presidencia), Consejos de Gobernadores del FIDA. Debate realizado en el 31° periodo de sesiones. Consejo de Gobernadores, Roma, Italia.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2009). *Mis Buenas Prácticas Agrícolas, "Guía para agroempresarios"* [Cartilla]. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/Areas/Agricola/Servicios/InocuidadAgricola/Capacitacion/cartillaBPA.aspx>.
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R. y Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *Idesia*, 24(1), pp. 49 -61. Recuperado de <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Julca-et-al-2006.pdf>.
- Larrain, P. (2002). *Mosca minadora de las chacras y su manejo*. Informativo n.º 3 (pp. 1-4). Recuperado de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/Informativos/INIAIntihuasi/NR29097.pdf>.
- Larral, P. y Ripa, R. (2008). Capítulo 3, Manejo Integrado de Plagas. En R. Ripa y P. Larral (Eds.), *Manejo de plagas en paltos y cítricos* (pp. 51-60). Santiago de Chile, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA].
- Ligarreto, G. A. (2002). El cultivo de arveja: manejo agronómico. En *Primer seminario talles del cultivo de la arveja* [Boletín divulgativo] (pp. 13-20). Bogotá, Colombia: Bayer Cropscience.
- Ligarreto, G. A. (2012). Arveja y guisante (*Pisum sativum* L.). En H. Pinzón. (Ed.), *Manual para el cultivo de hortalizas* (pp. 420-437). Bogotá, Colombia: Produmedios.
- Microfertisa (s. f.). *Guía técnica para el manejo nutricional de los cultivos*.
- Molano, A. (2015). *¿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>.
- Muñoz, D. (2011). Sistema de seguridad y salud ocupacional en las Instituciones Prestadoras de Servicios (IPS) en la ciudad de Riohacha, empleando la Oshas 18000, enfocado a funcionarios y contratistas de IPS, CEDES Y RENAC. *Escenarios*, 9(1), pp. 24-37. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3874595.pdf>.

- Navarro, G. y Navarro, S. (2013). *Química agrícola, química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- 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.). *Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible. Manejo integrado de malezas*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Ministerio de Salud y Protección Social (2013a). *Perfil nacional de consumo de frutas y verduras*. Recuperado de http://www.osancolombia.gov.co/doc/Perfil_Nacional_Consumo_FyV_Colombia_2012.pdf.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2013b). *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>.
- Páez, J. I. y Vega, J. M. (2011). *Peronospora viciae* (Berk.) de Bary, Mildiu. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Andalucía, España. Recuperado de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/plataforma_conocimiento/fichas/pdf/fd_373.pdf.
- Puga, J. (1992). *Manual de las arvejas*. Quito. Ecuador.
- Rodríguez, G. (2015). *Evaluación de 12 cultivares de arveja (Pisum sativum L.) de tipo industrial para cosecha en verde en condiciones de tarma* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Centro del Perú, Mantaro, Perú.
- Saenz Fety (s. f.). *Ficha técnica arveja Horeb*. Bogotá, Colombia.
- Secretaría Agropecuaria y Ambiental de Nemocón [SAA] (2017). *Evaluación definitiva de costos de producción 2017. Semestre A*. Nemocón, Colombia.
- Singh, U. (2000). Pea-Powdery Mildew. An Ideal Pathosystem. *Indian Phytopathology*, 53(1), pp. 1-9.
- Tarjuelo, J. (1995). *El riego por aspersión y su tecnología*. España: Ediciones Mundi Prensa.
- Trivoli, B. y Banniza, S. (2007). Comparison of the Epidemiology of Ascochyta Blights on Grain Legumes. *European Journal of Plant Pathology*, 119(1), pp. 59-76. DOI 10.1007/s10658-007-9117-9.
- Urrea, L. M. (2011). *Plasticidad fenotípica en caracteres fisiológicos de una especie con potencial invasor Tithonia diversifolia (helms.) A. Gray., en diferentes condiciones de nutrientes y humedad* [Tesis de pregrado]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Valencia, L. y Trillos, O. (1989). Áfidos de papa: identificación, biología, descripción de daños y métodos de seguimiento. En A. Valencia (Ed.), *Curso integrado de plagas de papa* (pp. 36-47). Bogotá, Colombia: CIP-ICA.

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).

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