



Manual técnico para la producción artesanal de semilla de arveja

Máryory Maricela Cadena Guerrero
Dionicio Bayardo Yepes Chamorro
José Domingo Merchancano Rosero

AGROSAVA
EDITORIAL

Colectión Transformación del Agro

Manual técnico para la producción artesanal de semilla de arveja

Máryory Maricela Cadena Guerrero
Dionicio Bayardo Yepes Chamorro
José Domingo Merchancano Rosero

Mosquera, Colombia, 2020

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Cadena Guerrero, Máryory Maricela

Manual técnico para la producción artesanal de semilla de arveja / Máryory Maricela Cadena Guerrero [y otros dos] -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

80 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas, tablas, fotos

ISBN 978-958-740-344-2 (Tapa blanda)

ISBN 978-958-740-345-9 (Libro digital descargable - PDF)

1. *Pisum sativum* 2. Producción de semillas 3. Establecimiento de plantas 4. Gestión de lucha integrada 5. Manejo del cultivo 6. Aplicación de abonos I. Yepes Chamorro, Dionicio Bayardo II. Merchancano Rosero, José Domingo

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AGROSAVIA

Centro de Investigación Obonuco. Kilómetro 5, Vía Pasto-
Obonuco, Nariño. Código postal 520038, Colombia

Esta publicación es resultado del macroproyecto de AGROSAVIA Plan Nacional de Semillas: "Producción de semillas de calidad de variedades mejoradas y materiales regionales, para disponibilidad de los pequeños productores agrícolas".

Colección: Transformación del Agro

Fecha de recepción: 16 abril de 2019

Fecha de evaluación: 29 mayo de 2019

Fecha de aceptación: 31 julio de 2019

Primera edición: 2000 ejemplares

Impreso en Bogotá, Colombia, mayo de 2020

Printed in Bogota, Colombia

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Edición: Jorge Enrique Beltrán y Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Paola González Osorio

Diagramación: Javier Barbosa

Citación sugerida: Cadena Guerrero, M. M., Yepes Chamorro, D. B., & Merchancano Rosero, J. D. (2020). *Manual técnico para la producción artesanal de semilla de arveja*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403459>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación 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.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

<http://www.agrosavia.co/>



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Los autores	11
Agradecimientos	13
Presentación	15

Capítulo I

Consideraciones generales en la producción de semilla de arveja	19
¿Cuál es la diferencia entre grano comercial y semilla?	19
¿Qué características debe tener un productor de semillas de arveja?	20
¿Qué condiciones debe tener la parcela para la producción de semilla de arveja?	21
¿Qué se debe tener en cuenta en la selección de la variedad de arveja que se quiere sembrar?	22

Capítulo II

Establecimiento del cultivo de arveja para producción de semilla	27
Alistamiento de semilla para la siembra	30
Purificación de la variedad que se va a sembrar	30
Atributos de calidad de la semilla	31
Aislamiento de la parcela para producción de semilla	34
Preparación del terreno	35
Siembra	38

Capítulo III

Manejo integrado del cultivo (MIC)	41
Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE)	41
Manejo de arvenses	48
Fertilización	49

Tutorado	53
<i>Roguing</i> : descarte o selección negativa de plantas	55

Capítulo IV

Cosecha y poscosecha	57
Cosecha	57
Poscosecha	59
Secado de vainas o plantas completas	59
Desgrane de la semilla	59
Acondicionamiento de la semilla de arveja	61
Limpieza	61
Selección	63
Secado de semilla para el almacenamiento	64
Métodos para determinar la humedad de la semilla	64
Almacenamiento	66
Referencias	69
Glosario	75

Lista de figuras

Figura 1.	Semilla de arveja	20
Figura 2.	Productores de arveja del municipio de Gualmatán, Nariño	21
Figura 3.	Parcela ideal para producción de semilla de arveja	22
Figura 4.	Arveja variedad Obonuco Andina	23
Figura 5.	Proceso de producción artesanal de semilla de arveja	28
Figura 6.	Marcación de plantas no deseadas en la parcela	30
Figura 7.	Diagrama de flujo para prueba de germinación de semillas de arveja	32
Figura 8.	Pasos para el tratamiento de semilla de arveja	33
Figura 9.	Aislamiento del cultivo por distancia	34
Figura 10.	Aislamiento del cultivo por época de siembra	35
Figura 11.	Aislamiento del cultivo de arveja	35
Figura 12.	Preparación mecánica del terreno para la siembra	36
Figura 13.	Determinación de la resistencia del suelo por el método del balde	37
Figura 14.	Preparación del suelo con arado de chuzo	37
Figura 15.	Distancias de siembra de la semilla de arveja	38
Figura 16.	Esquema simplificado del manejo integrado de plagas y enfermedades	41
Figura 17.	Control químico de plagas y enfermedades	47
Figura 18.	Control de arvenses	49
Figura 19.	Tipos de recorrido para toma de submuestras de suelo	50
Figura 20.	Diagrama de flujo para tomar una muestra de suelo	51
Figura 21.	Fertilización edáfica del cultivo de arveja	53

Figura 22.	Instalación del tutorado en el cultivo de arveja	54
Figura 23.	Colgado de plantas	54
Figura 24.	Encanastillado	55
Figura 25.	Selección negativa de plantas	55
Figura 26.	Cosecha manual de vainas de arveja	58
Figura 27.	Arranque de plantas completas	58
Figura 28.	Secado de vainas de arveja	59
Figura 29.	Desgrane manual de vainas de arveja	60
Figura 30.	Aporreo de vainas de arveja	60
Figura 31.	Trilla mecánica de arveja	61
Figura 32.	Limpieza de semilla con zaranda	62
Figura 33.	Limpieza de semilla con ayuda del viento	62
Figura 34.	Selección manual de semilla de arveja	63
Figura 35.	Semillas descartadas por enfermedades, forma y color	63
Figura 36.	Secado de semillas de arveja	64
Figura 37.	Medidor digital de humedad de semillas	65
Figura 38.	Determinación de humedad de la semilla por el método de la uña	65
Figura 39.	Determinación de humedad de semilla de arveja (superior al 14 %) por el método de la sal	66
Figura 40.	Almacenamiento de semilla de arveja	67

Lista de tablas

Tabla 1.	Descripción de variedades de arveja sembradas en Colombia	23
Tabla 2.	Fungicidas biológicos para el control de enfermedades en arveja	42
Tabla 3.	Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de arveja en Nariño, Colombia	43
Tabla 4.	Fungicidas comunes para el control de enfermedades en el cultivo de arveja	48
Tabla 5.	Función de los nutrientes en el cultivo de arveja	49
Tabla 6.	Composición de fertilizantes foliares usados en el cultivo de arveja	52
Tabla 7.	Condiciones finales que debe reunir una semilla de arveja de calidad	67



Los autores

Máryory Maricela Cadena Guerrero

mmcadena@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0002-0610-2185>

Ingeniera agrónoma de la Universidad de Nariño. Máster en Ciencias Agrarias: Fito-mejoramiento, de la Universidad Nacional de Colombia. Ocho años de experiencia en proyectos de investigación y transferencia de tecnología en la Universidad de Nariño y en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Amplio conocimiento en la producción de semilla de arveja y autora de tres artículos relacionados con productividad y estabilidad fenotípica de genotipos de raigrás evaluados en la zona altoandina del departamento de Nariño.

Dionicio Bayardo Yepes Chamorro

byepes@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0003-3683-240X>

Ingeniero agrónomo. Máster en Ciencias Agrarias - Producción de Cultivos de la Universidad de Nariño (Pasto-Colombia). Especialista en investigación y transferencia de tecnología en cultivos en condiciones protegidas de —Cinadco (Shefayim, Israel)— y en cereales y leguminosas —INTA-CIMMYT (Pergamino, Argentina)—. Cuenta con 32 años de experiencia en proyectos de investigación y transferencia de tecnología con Malterías de Colombia, ICA y AGROSAVIA. Es docente grado seis del Escalafón Nacional y es coautor dos variedades de arveja y dos de papa criolla.

José Domingo Merchancano Rosero

jmerchancano@agrosavia.co

<https://orcid.org/0000-0001-5798-9663>

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Nariño (Colombia). Especializado en mejoramiento genético y producción de trigo en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT (México). Cuenta con 36 años de experiencia en mejoramiento genético, investigación y producción de cultivos de arveja, cereales menores, quinua y papa (en entidades como Fenalce, ICA y AGROSAVIA), así como en gestión de empresas asociativas agroecológicas. Es coautor de seis variedades de trigo y una de triticale. Es autor de ocho cartillas técnicas sobre el cultivo de trigo y dos manuales sobre producción orgánica y con buenas prácticas agrícolas de quinua.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al equipo coordinador de Plan Semilla: Diego Aristizábal Quintero, Sandra Liliana Tobar Sánchez, Julio Ramírez Durán y Luisa Fernanda Sarmiento Moreno, por su apoyo para el desarrollo y cumplimiento del proyecto *Conformación de núcleos de producción de semilla de variedades de arveja con asociaciones de pequeños productores del Departamento de Nariño*, que permitió la ejecución de actividades como la de Modelo para la producción de semilla de calidad, en sus diferentes fases, base para la elaboración del presente documento.

También agradecen a las asociaciones nariñenses Fuerza Campesina (municipio de Contadero), Yakupacha (municipio de Puerres) y Asocofradía (municipio de Gualmatán), vinculadas a Plan Semilla, quienes a partir de sus conocimientos y experiencias fortalecieron el proceso de producción de semilla.

Al personal técnico y administrativo del Centro de Investigación Obonuco por el apoyo durante la ejecución del proyecto y, por último, un especial agradecimiento a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) que, a través del Programa Nacional Semillas: “Producción de semillas de calidad de variedades mejoradas y materiales regionales para disponibilidad de los pequeños productores agrícolas”, contribuyó al fortalecimiento de los sistemas de producción de semillas.



Presentación

En Colombia, en las últimas dos décadas, el cultivo de arveja se ha extendido en área cultivada, pasando de 22.160 hectáreas en el año 1998 a 26.295 en el 2017 (Red de información y comunicación del sector Agropecuario Colombiano [Agronet], 2018). Este incremento en el área cultivada ha ocasionado una mayor demanda de semillas de calidad. Para satisfacer la demanda actual, los productores recurren a semillas producidas en sus fincas, las cuales en muchos casos generan incremento en la incidencia de enfermedades, dado que hay patógenos que pueden ser transmitidos por las semillas al nuevo cultivo, generando pérdidas en el rendimiento que oscilan entre 20 y 100 % (Tamayo, 2000; Melotto, Balardin, & Kelly, 2000; Checa & Alpala, 2016).

Cabe aclarar que, semilla de calidad es aquella que cumple con cuatro atributos: calidad física (libre de impurezas), fisiológica (germina y da origen a plantas vigorosas), genética (corresponde a la variedad de interés) y sanitaria (está libre de plagas y enfermedades) (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2015).

Las semillas son el factor más importante dentro de la producción agrícola, porque permiten expresar el potencial genético propio de la especie. Una variedad con un determinado potencial genético no logrará expresarse a plenitud si la semilla que contiene la información genética no reúne las condiciones mínimas de calidad física, fisiológica, genética y sanitaria (Porrás, 2015; Quirós & Carrillo, 2018; Terenti, 2004; Velázquez, 2014).

El mejoramiento en la calidad de las semillas es un factor fundamental para incrementar el potencial de rendimiento de los cultivos y un medio económico y eficiente

para mejorar la producción y productividad agrícola (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2006).

Por la importancia que representa el cultivo de arveja en el sistema de producción de economía campesina en el sur del departamento de Nariño, se requiere aunar esfuerzos para el mejoramiento del cultivo y de la calidad de vida de las familias de esta región del país. Para AGROSAVIA es muy grato presentar a los productores de arveja este manual, que tiene un enfoque integral y cuyas recomendaciones recogen las experiencias de agricultores e investigadores. Con esta publicación se pretende proporcionar a los productores herramientas para que puedan producir su propia semilla de calidad, reducir los costos de producción y aumentar sus rendimientos; a la vez, se espera dotar a los asistentes técnicos de un instrumento de apoyo para una adecuada orientación del sistema de producción de semilla de arveja. Se espera que los productores, comunidades y territorios se apropien y gestionen su propia tecnología orientada a producir semilla de arveja de calidad.

Objetivo, alcance y recomendaciones de uso

El propósito de este manual técnico es orientar a los productores de arveja en el proceso de producción de semillas de óptima calidad en sus fincas, mediante el mejoramiento del sistema productivo en la región. Las indicaciones técnicas descritas en este manual constituyen una herramienta para que los pequeños productores de arveja puedan producir su propia semilla, de manera práctica y sencilla. Así mismo, es un documento de referencia para que los asistentes técnicos particulares e institucionales contribuyan con recomendaciones sustentadas al mejoramiento de la producción de arveja en el suroccidente de Colombia. Los pequeños productores pueden basarse en las ilustraciones y textos para orientarse con claridad en los detalles del proceso de producción, de forma que los asistentes técnicos puedan complementar esta información con su experiencia y documentos relacionados.







Capítulo I

Consideraciones generales en la producción de semilla de arveja

Los agricultores interesados en producir semilla de arveja de calidad, con el fin de mejorar el rendimiento de sus cultivos, deben tener presente algunas consideraciones relacionadas con el significado de semilla y las características o condiciones que deben tener un productor de semilla, la parcela para producción de semilla y la variedad que se pretende sembrar.

¿Cuál es la diferencia entre grano comercial y semilla?

Es importante tener claro que el grano comercial y la semilla son dos términos diferentes. El primero es la parte de la vaina que se cultiva para el consumo humano o animal (Luna & Doña, 2010), mientras que, la semilla es el óvulo fecundado y maduro o cualquier otra parte vegetativa de la planta que se use para la siembra o propagación (figura 1) (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2015).



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 1. Semilla de arveja.

¿Qué características debe tener un productor de semillas de arveja?

Los agricultores que se dediquen a la producción de semillas de arveja deben tener las siguientes características:

- Experiencia en el manejo del cultivo de arveja (figura 2).
- Contar con semilla procedente de una fuente confiable, es decir, que se tenga la certeza de la variedad a utilizar y de su calidad, por lo que se recomienda que la semilla inicial se obtenga, preferiblemente, de un proveedor registrado ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) como productor y comercializador de

semilla de calidad, como es el caso de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce).

- Disponer de un lote de terreno, agua para riego y recursos económicos para el establecimiento y manejo del cultivo.
- Disponer de un espacio físico adecuado para el acondicionamiento y almacenamiento de las semillas.
- Conocer y aplicar las técnicas para la producción artesanal de semilla, descritas en el presente manual.



Foto: Maryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 2. Productores de arveja del municipio de Gualmatán, Nariño.

¿Qué condiciones debe tener la parcela para la producción de semilla de arveja?

La parcela para la producción de semilla de arveja debe reunir las siguientes condiciones:

- Disponibilidad de agua no contaminada con productos químicos, ni desechos orgánicos, para la aplicación de riego al cultivo.
- Pendiente de la parcela, preferiblemente hasta un 12 % (ligera o moderadamente inclinada), para reducir las pérdidas por erosión (figura 3); aunque también se puede trabajar en parcelas con pendiente máxima del 25 % (muy inclinada),

pero con estrategias que favorezcan la conservación del suelo como sembrar en contorno o realizar los surcos en contra de la pendiente (Ceballos, Hernández, & Vélez, 2010; Orihuela, 2015; Instituto Nacional Tecnológico [Inatec], 2016).

- Suelos con textura preferiblemente franca (igual proporción de arenas, limos y arcillas), bien drenados, para evitar encharcamiento, y con buen contenido de materia orgánica, mayor al 5 % (Inatec, 2016), y elementos nutricionales.
- No haber sembrado arveja en la parcela en los últimos 12 meses (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2015).
- La parcela debe estar aislada o separada, cinco metros, en todas las direcciones de cualquier parcela sembrada con la misma especie (ICA, 2015).



Foto: José Domingo Merchancano Rosero

Figura 3. Parcela ideal para producción de semilla de arveja.

¿Qué se debe tener en cuenta en la selección de la variedad de arveja que se quiere sembrar?

La variedad de arveja que se va a sembrar debe:

- Adaptarse a las condiciones de clima, topografía y suelo de la región donde se va a establecer el cultivo.
- Tener buen potencial de rendimiento (1800-3000 kg/ha).
- Tener resistencia o tolerancia a las plagas y enfermedades limitantes.

- Tener buena aceptación, del producto en fresco, en el mercado por: tamaño de vaina (5-9 cm), excelente calidad culinaria (sabor, cocción uniforme y rápida) y duración de al menos 10 días del grano verde sin oxidarse en mostrador (figura 4).




Foto: Dionicio Bayardo Yepes Chamorro

Figura 4. Arveja variedad Obonuco Andina. a. Vainas en fresco; b. Granos en fresco.

En Colombia, algunas de las variedades de arveja más cultivadas en zonas de trópico alto —caracterizadas por alturas entre 2000-2900 m s. n. m., precipitación media de 1018-1273 mm/año y temperatura media máxima de 21 °C y mínima de 9 °C (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2015; Climate-Data.org, 2018)— son Obonuco San Isidro, Obonuco Andina y Santa Isabel, las cuales se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de variedades de arveja sembradas en Colombia

Variedad	Descripción
<p data-bbox="203 1266 390 1288">Obonuco San Isidro</p> 	<p data-bbox="452 1326 731 1348"><i>Hábito de crecimiento:</i> voluble</p> <p data-bbox="452 1354 705 1375"><i>Grano:</i> redondo, liso y verde</p> <p data-bbox="452 1381 735 1403"><i>Días a cosecha en seco:</i> 140-147</p> <p data-bbox="452 1408 692 1430"><i>Longitud de vaina:</i> 7-9 cm</p> <p data-bbox="452 1435 847 1457"><i>Rango de adaptación:</i> 2400-2800 m s. n. m.</p> <p data-bbox="452 1463 1044 1512"><i>Rendimiento experimental en grano seco:</i> 1.120 kg/ha (Campuzano, Yepes, Benavides, Bolaños, Arcila, & López, 2001)</p>

Variedad	Descripción
<p data-bbox="216 262 378 287">Obonuco Andina</p> 	<p data-bbox="452 311 731 336"><i>Hábito de crecimiento:</i> voluble</p> <p data-bbox="452 338 713 364"><i>Grano:</i> redondo, liso y verde</p> <p data-bbox="452 365 696 391"><i>Días a cosecha en seco:</i> 155</p> <p data-bbox="452 393 729 418"><i>Longitud de vaina:</i> 5,3-8,5 cm</p> <p data-bbox="452 420 847 445"><i>Rango de adaptación:</i> 2600-2900 m s. n. m.</p> <p data-bbox="452 447 941 473"><i>Rendimiento experimental en grano seco:</i> 1.120 kg/ha</p> <p data-bbox="452 475 1125 500">(Campuzano, Yepes, Benavides, Bolaños, Arcila, López, & Cepeda, 2002)</p>
<p data-bbox="242 587 352 613">Santa Isabel</p> 	<p data-bbox="452 647 731 673"><i>Hábito de crecimiento:</i> voluble</p> <p data-bbox="452 675 812 700"><i>Grano:</i> redondo, liso y crema quemado</p> <p data-bbox="452 702 696 728"><i>Días a cosecha en seco:</i> 170</p> <p data-bbox="452 729 696 755"><i>Longitud de vaina:</i> 4-6 cm</p> <p data-bbox="452 757 847 782"><i>Rango de adaptación:</i> 2400-2700 m s. n. m.</p> <p data-bbox="452 784 984 809"><i>Rendimiento experimental en grano seco:</i> 900-1.100 kg/ha</p> <p data-bbox="452 811 808 837">(Buitrago, Duarte, & Sarmiento, 2006)</p>





Capítulo II

Fuente: Elaboración propia

Establecimiento del cultivo de arveja para producción de semilla

El establecimiento del cultivo es una etapa clave en el proceso de producción de semilla de arveja. Es necesario tener en cuenta varios aspectos relacionados con el alistamiento de la semilla, la parcela y la siembra como tal del cultivo, que permitan garantizar desde etapas iniciales calidad de la semilla a obtener.

A continuación, se da a conocer el diagrama de flujo (figura 5) con los pasos requeridos en el proceso de producción artesanal de semilla de arveja.



Figura 5. Proceso de producción artesanal de semilla de arveja.



Almacenamiento



Limpieza



Selección y clasificación



Secado de semilla

Acondicionamiento



Cosecha



Secado de vainas



a



b

Trilla (a) o desgrane manual (b)

Tutorado

Colgado de plantas y encanastillado

Selección negativa de plantas

Eliminar plantas enfermas, poco vigorosas y atípicas

Alistamiento de semilla para la siembra

Para el proceso de producción artesanal de semilla de arveja, se recomienda que la fuente inicial de semilla sea de variedades mejoradas de categoría básica, registrada o certificada, para garantizar la pureza genética, calidad física, sanitaria y fisiológica, lo cual permitirá al agricultor hacer uso de la semilla cosechada en siembras posteriores, después de haber realizado una selección del material. De no tener acceso a semilla básica, registrada o certificada, será necesario hacer un proceso de purificación de la variedad.

Purificación de la variedad que se va a sembrar

La mayor parte de la producción de arveja (más del 80 %) se comercializa en vaina verde y, con frecuencia, los productores siembran distintas variedades en el mismo lote, sin rotación de cultivos. Esta situación puede generar una mezcla de variedades, debido a que se deja parte de la cosecha para semilla; por lo que es necesario purificar la variedad que se quiere cultivar. Para la purificación se requiere un ciclo de cultivo (5 a 6 meses) y consiste en sembrar un lote de arveja con la semilla de interés, marcar y eliminar las plantas que presentan características diferentes a las de la variedad deseada y las afectadas severamente por plagas y enfermedades (figura 6). La pureza en campo se evidencia cuando se tiene un lote con plantas sanas, homogéneas y sin presencia de plantas de otra variedad o cultivo.



Foto: José Domingo Merchancano Rosero

Figura 6. Marcación de plantas no deseadas en la parcela.

Atributos de calidad de la semilla

Para el establecimiento de un cultivo de arveja, la semilla a utilizar debe cumplir con cuatro atributos de calidad:

- **Calidad genética:** debe ser pura y corresponder a la variedad de interés (López, Molina, & Munguía, 2010). Esto se verifica en campo cuando todas las plantas tienen las mismas características de la variedad sembrada. Un lote para producción de semilla certificada de arveja debe tener un 99 % de pureza (ICA, 2015). Para asegurar la calidad genética se recomienda la eliminación de plantas atípicas (las que tienen características distintas) antes de floración, en floración y en llenado de vainas, y el aislamiento de la parcela de otros cultivos de arveja.
- **Calidad física:** libre de malezas, semillas de otros cultivos y residuos de cosecha (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [Intagri], 2016). Este atributo se consigue en el proceso de limpieza, donde con ayuda del viento y zarandas se eliminan todas las impurezas presentes en el lote de semilla.
- **Calidad fisiológica:** se cumple con un porcentaje de germinación mayor del 80 % y que dé origen a plantas vigorosas (plantas con buen desarrollo, color y sanidad) (Ríos, Quirós, & Arias, 2003; Bonilla, 2014). Para determinar la calidad fisiológica, se puede hacer una prueba de germinación (figura 7). Esta consiste en determinar la cantidad de semillas fértiles en una muestra, lo que reflejará el porcentaje de germinación del total de la semilla (Vélez & Castrillón, 2018). La capacidad de la semilla para germinar y dar origen a plantas normales y vigorosas depende de varios factores como el manejo agronómico del cultivo que dará origen a la semilla, el ataque de plagas y enfermedades, el momento de cosecha y las condiciones de almacenamiento. El procedimiento para realizar la prueba de germinación, según Vélez y Castrillón (2018) es el siguiente:
 - Del total de la semilla a sembrar y al azar, tomar una muestra de 100 semillas por cada 10 kg.
 - Mojar un papel periódico o una toalla de cocina.
 - Colocar las semillas, en hileras de diez, sobre el papel mojado y enrollarlo. Colocar el rollo de papel en un plástico sellado y dejarlo a temperatura ambiente.
 - Dejar de 8 a 10 días, y verificar diariamente que el rollo de semillas no pierda humedad.
 - Después de este tiempo, abrir el rollo de papel y realizar el conteo de las semillas.

Para calcular el porcentaje de germinación se utiliza la siguiente fórmula (Ecuación 1):

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{semillas germinadas} \times 100}{100} \quad \text{Ecuación 1}$$

Porcentajes de germinación por encima del 70 % se consideran buenos (Vélez & Castrillón, 2018).



Fotos: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 7. Diagrama de flujo para prueba de germinación de semillas de arveja. a. Semillas sobre papel o toalla húmeda; b. Enrollar y dejar a temperatura ambiente; c. Contar semillas germinadas.

Una semilla no germina por varias razones, entre estas que la semilla sea vana (sin embrión), inmaduras o muy longevas y enfermas (MundoHuerto.com, 2020).

- **Calidad sanitaria:** libre de plagas y enfermedades (López et al., 2010). Para conseguir este atributo se debe realizar manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo, eliminar de la parcela todas las plantas severamente afectadas por plagas y enfermedades y eliminar, en el proceso de selección, los granos afectados por enfermedades. Para garantizar la calidad sanitaria, la semilla se puede someter a pruebas de diagnóstico fitosanitario en laboratorio que indiquen la presencia o ausencia de patógenos.

El uso de semilla contaminada por hongos como *Colletotrichum* spp. y *Ascochyta* spp. que pueden transmitirse por la misma, semillas de arvenses o de otros cultivos, aumentará la presencia de enfermedades y arvenses en el nuevo cultivo, generando mayores costos de producción y bajos rendimientos (Melotto, et al., 2000; Valencia, Timaná, & Checa, 2012; Mejía, 2012; González, 2019). La mayoría de patógenos en el cultivo de arveja se presentan desde la emergencia hasta el llenado de grano, siendo más severos los ataques en etapa de floración.

Una vez se disponga de semilla pura, limpia, con buena germinación y sana, es recomendable tratarla con fungicida e insecticida para evitar el ataque de enfermedades y plagas cuando sean sembradas (figura 8). Algunos fungicidas recomendados para el tratamiento de semilla son: tiabendazol o himexazol en dosis de $1 \text{ cm}^3/\text{kg}$ de semilla; y el insecticida imidacloprid, aplicado en dosis de $1 \text{ cm}^3/\text{kg}$ de semilla. Es importante mencionar que, para actividades como esta, que impliquen la manipulación de agroquímicos, se debe disponer de elementos de protección personal como overol, botas, gorra, guantes y tapabocas o mascarilla de respiración.



Fotos: Máryory Manicela Cadena Guerrero y Dionicio Bayardo Yepes Chamorro

Figura 8. Pasos para el tratamiento de semilla de arveja.

Aislamiento de la parcela para producción de semilla

Las parcelas destinadas para producción de semilla de arveja deben estar aisladas o separadas de otras parcelas sembradas con la misma especie (ICA, 2015), para evitar contaminación genética, mezclas físicas de la semilla con el grano comercial de otras parcelas y la transmisión de plagas y enfermedades de cultivos vecinos. El aislamiento puede efectuarse por:

- Espacio o distancia: la parcela para producción de semilla debe estar ubicada a una distancia mínima de cinco metros en todas las direcciones de cualquier parcela comercial de arveja (figura 9) (ICA, 2015).



Foto: Dionicio Bayardo Yepes Chamorro

Figura 9. Aislamiento del cultivo por distancia.

- Época de siembra: se debe programar la siembra para que la floración del cultivo (para producción de semilla) ocurra en una época distinta a la de otras parcelas sembradas con la misma especie, por lo que se recomienda sembrar un mes antes o después del cultivo comercial (figura 10).



Foto: Maryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 10. Aislamiento del cultivo por época de siembra.

- Barreras: consiste en el establecimiento de barreras vivas con el uso de otros cultivos (López et al., 2010) como maíz o fríjol (figura 11a), también se puede aprovechar las elevaciones del terreno o bosques (figura 11b), y usar barreras físicas como lonas de polipropileno.



Fotos: Dionicio Bayardo Yepes Chamorro y Maryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 11. Aislamiento del cultivo de arveja. a. Aislamiento con el uso de otros cultivos; b. Aislamiento con el uso de bosques.

Preparación del terreno

La parcela seleccionada para la producción de semilla debe prepararse 15 a 20 días antes de la siembra, para garantizar el desarrollo de raíces y reducir la presencia de arvenses de alta inferencia. En la mayoría de los casos, se pueden realizar una o dos aradas con cincel vibratorio (figura 12) alternadas con una a tres rastrilladas, dependiendo del grado de compactación del suelo y de la topografía del terreno.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 12. Preparación mecánica del terreno para la siembra.

La compactación del suelo se define como la pérdida de volumen que experimenta el suelo, debido a fuerzas externas que actúan sobre este, como el paso y mal uso de maquinaria agrícola pesada y el pisoteo continuo de animales. A medida que aumenta la compactación o capas endurecidas en el suelo, se reduce el espacio poroso que es ocupado por aire y agua e impide el crecimiento de las raíces del cultivo (Ibáñez, 2006; CONtexto ganadero, 2017; Proain Tecnología agrícola, 2019).

Para determinar la compactación del suelo existen varias pruebas a nivel de laboratorio, pero en finca se puede determinar la resistencia del suelo a la penetración, de una manera sencilla, a través del método del balde (Construcciones UCE, 2017), el cual se describe a continuación.

Método del balde: si un cuerpo pesado cae en tierra de forma brusca, la zona inmediata al choque percibirá una sacudida, la cual será mayor cuanto menor sea la capacidad de resistencia del terreno a ensayar (figura 13). Basados en este principio, se debe:

1. Trazar un cuadrado de $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ y excavar con ayuda de una pala a una profundidad de 20 cm.
2. Colocar un balde con agua dentro de la excavación, y con un pistón o roca pesada golpear el suelo bruscamente, al lado del balde.

3. Observar si el agua del balde se mueve. Si el agua del balde permanece inmóvil, el terreno está compactado, pero si el agua del balde se mueve por la vibración que le comunica el suelo, entonces el terreno es poco consistente o compactado.



Golpear el suelo al borde del balde con agua



Agua inmóvil: suelo compactado



Agua en movimiento: suelo poco compactado

Figura 13. Determinación de la resistencia del suelo por el método del balde.

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizadas las labores de arada y rastrillada, se requiere surcar con ayuda de un azadón, a 10 cm de profundidad y a una distancia entre surco de 1,30 a 1,40 m. Cabe anotar que, si el cultivo anterior fue papa u hortalizas de hoja, se recomienda un pase de arado de chuzo (figura 14) o surcar directamente.



Foto: Dionicio Bayardo Yepes Chamorro

Figura 14. Preparación del suelo con arado de chuzo.

Siembra

La siembra debe coincidir con la época de lluvias, para que se disponga de agua y humedad suficiente para la germinación de la semilla. En la zona andina de Colombia, las lluvias son frecuentes durante el primer semestre del año, entre los meses de febrero y abril; y en el segundo semestre, durante octubre y noviembre. Desde la siembra hasta la cosecha en seco son aproximadamente 150-180 días. El cultivo de arveja requiere alrededor de 250-380 mm de agua durante todo su ciclo (DANE, 2015). Para el caso de siembras, en épocas de sequías, se debe contar con fuentes o reservorios destinados a satisfacer las necesidades hídricas del cultivo. Por observaciones realizadas en campo, se puede decir que en el cultivo de arveja las etapas críticas por requerimiento hídrico son emergencia, floración y llenado de grano.

En un lote para producción de semilla, esta se debe sembrar a una distancia de 10 a 20 cm entre plantas y de 1,30 a 1,40 m entre surcos (figura 15), depositando una o dos semillas por sitio. Para una hectárea se necesitan entre 30 y 35 kilos de semilla.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 15. Distancias de siembra de la semilla de arveja.





Capítulo III

Manejo integrado del cultivo (MIC)

El manejo integrado del cultivo (MIC) contempla varios componentes: el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), el manejo de arvenses, la fertilización, el riego y todas las actividades que permiten obtener un buen desarrollo y rendimiento del cultivo.

Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE)

El manejo integrado de plagas y enfermedades es la aplicación racional y conjunta de medidas biológicas, culturales y químicas, para el manejo de las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de arveja (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2012; Arias, 2013) (figura 16), y es fundamental para garantizar una semilla con calidad sanitaria.

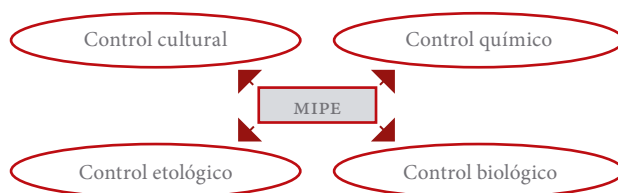


Figura 16. Esquema simplificado del manejo integrado de plagas y enfermedades.

Fuente: Elaboración propia

- Control biológico: hace referencia al uso de organismos antagonistas como predadores, parasitoides, hongos entomopatógenos que controlan algunas plagas y enfermedades (Buitrago et al., 2006). Existen productos basados en microorganismos benéficos para el manejo de algunas enfermedades del cultivo de arveja (tabla 2).

Tabla 2. Fungicidas biológicos para el control de enfermedades en arveja




Enfermedad	Controlador biológico	Dosis
Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> spp.)	<i>Bacillus subtilis</i>	50 cm ³ / 20 litros de agua
Mildeo Velloso (<i>Peronospora</i> spp.)		
Cenicilla (<i>Erysiphe</i> spp.)		
Amarillamiento (<i>Fusarium oxysporum</i>)	<i>Trichoderma harzianum</i>	40 g/ 20 litros de agua
Moho gris (<i>Botrytis</i> spp.)		
Damping off (<i>Pythium</i> sp.)		

Fuente: Elaboración propia

- Control cultural: se refiere a todas las labores o prácticas agronómicas que afectan la incidencia de plagas y enfermedades. Entre estas se destacan la preparación del suelo y distancias de siembra adecuadas (figura 15), utilizar semilla sana, manejo de malezas, realizar drenajes para evitar encharcamientos, manejo de residuos de cosecha y la rotación de cultivos (Alaniz, 2011).
- Control etológico: Se refiere al uso de métodos de represión que aprovechan las reacciones de comportamiento de los insectos. Cada insecto tiene un comportamiento frente a un estímulo determinado. Así una sustancia química presente en una planta puede provocar que el insecto se sienta obligado a acercarse a ella. En otros casos el efecto es opuesto, cuando se trata de una sustancia repelente. El control etológico incluye el uso de feromonas, trampas atrayentes y cebos, inhibidores de alimentación y sustancias diversas que tienen efectos similares (Méndez, 2015).
- Control químico: consiste en el uso de productos (fungicidas, insecticidas, bactericidas, etc.) de síntesis química. Se recomienda utilizar productos de baja toxicidad —categoría II (moderadamente peligroso) y categoría III (ligeramente peligroso)— para evitar riesgos en la salud humana y el medioambiente (Hoyos, Buitrago, Andrade, & Cooman, 2009; González, Ardiles, & Sepúlveda, 2014), respetar las dosis recomendadas, umbrales para la aplicación, periodos de carencia y rotación de ingredientes activos.

El cultivo de arveja es afectado severamente por una serie de plagas y patógenos. En la tabla 3 se mencionan las principales plagas y enfermedades que afectan la producción de arveja en zonas productoras del departamento de Nariño.

Tabla 3. Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de arveja en Nariño, Colombia

Plagas	Enfermedades (patógenos)
<p data-bbox="229 591 564 618">Gusano de las semillas (<i>Delia</i> sp.)</p>  <p data-bbox="177 851 619 906">Semillas de arveja afectadas por el gusano de las semillas</p>	<p data-bbox="752 433 1025 487">Amarillamiento de plantas (<i>Fusarium oxysporum</i>)</p>  <p data-bbox="686 1011 1092 1066">Amarillamiento de plantas por <i>Fusarium oxysporum</i></p>
<p data-bbox="172 1179 622 1206">Gusano trozador del tallo o yata (<i>Agrotis</i> sp.)</p>  <p data-bbox="213 1525 580 1552">Ataque del gusano trozador en arveja</p>	<p data-bbox="705 1079 1070 1106">Mancha café o peca (<i>Ascochyta</i> spp.)</p>  <p data-bbox="664 1625 1115 1652">Ataque de <i>Ascochyta</i> o peca en hojas de arveja</p>

Plagas**Barrenador del tallo (*Melanagromyza lini*)**

Ataque de barrenador del tallo de arveja.
a. Pupas de barrenador en el tallo; b. Planta con amarillamiento y menor altura por ataque de barrenador

Enfermedades (patógenos)**Antracnosis (*Colletotrichum* spp.)**





Ataque de antracnosis en vainas de arveja

Trips o collarejos (*Frankliniella* sp.)

Trips en flores de arveja

Mildeo polvoso o cenicilla (*Erysiphe* spp.)

Ataque de cenicilla en plantas de arveja

Plagas	Enfermedades (patógenos)
<p data-bbox="248 240 547 269">Áfidos o pulgones (<i>Myzus</i> sp.)</p>  <p data-bbox="255 788 540 817">Áfidos en el cultivo de arveja</p>	<p data-bbox="761 240 1014 269">Moho gris (<i>Botrytis</i> spp.)</p>  <p data-bbox="707 788 1069 817">Ataque de <i>Botrytis</i> en hojas de arveja</p>
<p data-bbox="274 831 521 860">Minador (<i>Liriomyza</i> sp.)</p>  <p data-bbox="224 1233 573 1263">Mosca minadora en hojas de arveja</p>	<p data-bbox="716 888 1057 917">Mildeo veloso (<i>Peronospora</i> spp.)</p>  <p data-bbox="658 1148 1121 1199">Ataque de mildew veloso. a. Síntomas en hojas; b. Síntomas en vainas</p>

Fuente: Elaboración propia

A pesar de existir diversas plagas y enfermedades que afectan el cultivo de arveja en la zona productora del departamento de Nariño, las plagas más limitantes para la producción de semilla son:

- Gusano de las semillas (*Delia* spp.): se presenta en etapa de germinación del cultivo, la larva se alimenta de la semilla, con lo cual impide la germinación. Su presencia es más común en época seca.
- Barrenador del tallo (*Melanagromyza lini*): esta plaga se presenta desde la emergencia del cultivo (15 días después de la siembra) hasta la floración. Las larvas de la mosca barrenan el tallo de la planta, ocasionando amarillamiento

y secamiento de la planta antes de que esta inicie la producción de vainas. La incidencia de la plaga aumenta en época seca (DANE, 2015).

Dentro de las enfermedades más limitantes en la producción de semillas están:

- Mancha café o peca (*Ascochyta* spp.): se presenta desde los primeros estados de desarrollo del cultivo, pero el daño más notorio es en etapa de floración, afectando inicialmente el tercio inferior de la planta. Demerita la calidad de vainas y granos y se transmite por semilla. Su presencia y diseminación se ve favorecida por la presencia de lluvias (Tamayo, 2000).
- Antracnosis (*Colletotrichum* spp.): también se presenta en etapas tempranas del cultivo, causando más daño en floración. Causa manchas de color ladrillo en tallos, hojas, vainas y semillas; puede sobrevivir en residuos de plantas infectadas y en semilla; la presencia de lluvias favorece la presencia de este hongo (Tamayo, 2000).
- Amarillamiento de plantas (*Fusarium oxysporum*): se presenta desde etapas iniciales, siendo su ataque más severo en época de floración. Dentro del cultivo, el daño se observa en focos o parches. El hongo ocasiona amarillamiento de la planta de forma ascendente, debida al daño en haces vasculares del tallo. Las plantas afectadas se marchitan al inicio de floración o poco después de la formación de vainas; cuando el ataque es tardío alcanzan a formar vainas, pero de menor tamaño y los granos no llenan (Tamayo, 2000).

Para el manejo integrado de las plagas en arveja se recomienda el uso de:

- Trampas pegajosas de color azul para trips y de color amarillo para minador y áfidos (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2014).
- Manejo de arvenses, para lo cual es necesario tener en cuenta el tipo de terreno (plano o con pendiente), de manera que se dificulte el crecimiento de plantas hospederas de plagas, pero sin dejar el suelo totalmente descubierto.
- Uso de productos a base de microorganismos biológicos como *Bacillus thuringiensis* para el control de plagas como minador y trozador del tallo (EcuRed, 2020).
- Insecticidas de síntesis química como, por ejemplo: imidacloprid + beta-cyfluthrin, en dosis de 450 cm³/ha, para el manejo del gusano de la semilla, barrenador del tallo, gusano trozador, trips, minador y áfidos.

Para el manejo integrado de las principales enfermedades se recomienda:

- Tratar la semilla antes de la siembra con fungicida e insecticida (figura 8).
- Manejar distancias de siembra adecuadas (1,20-1,40 m entre surcos y 10-20 cm entre plantas).
- Trabajar con sistema de tutorado para arvejas de crecimiento voluble.
- Manejo de arvenses hospederas (*Trifolium repens* y *Commelina diffusa*) o que generen un ambiente húmedo, favorable para la presencia de hongos y bacterias, con herbicidas selectivos en el primer mes del cultivo y después de forma manual.
- Evitar encharcamientos, a través de zanjas o canales que permitan desalojar el agua (Liotta, Sagua, Gioja, & Montaña, 2015).
- Uso de productos biológicos a base de microorganismos benéficos como *Trichoderma* y *Bacillus subtilis* (tabla 2).
- En algunos casos, será necesario hacer uso de productos de síntesis química (figura 17), preferiblemente los de categorías II (moderadamente peligroso) y III (ligeramente peligroso), como los fungicidas que se relacionan en la tabla 4. Se aconseja realizar siempre la rotación de ingredientes activos con diferente mecanismo de acción, con el fin de evitar la generación de resistencia por parte de los patógenos o plagas (Cloyd & Cowles, 2010; Peñaranda, 2016).



Foto: Máryory Maricela Cadena Cuentero

Figura 17. Control químico de plagas y enfermedades.

Tabla 4. Fungicidas comunes para el control de enfermedades en el cultivo de arveja

Ingrediente activo	Enfermedad	Dosis
Iprodione (preventivo)	<i>Botrytis</i> spp.	1 kg/ha
Metil tiofanato (preventivo y curativo)	<i>Colletotrichum</i> spp., <i>Botrytis</i> spp., <i>Erysiphe</i> y <i>Fusarium</i> spp.	1 cm ³ /litro de agua
Tiabendazol (curativo)	<i>Fusarium</i> spp., <i>Colletotrichum</i> spp. y <i>Ascochyta</i> spp.	600 cm ³ /ha
Carbendazim (curativo)	<i>Fusarium</i> spp., <i>Colletotrichum</i> spp. y <i>Ascochyta</i> spp.	0,3-0,5 litros/ha
Azoxistrobina + difenoconazole (preventivo + curativo)	<i>Colletotrichum</i> spp. y <i>Botrytis</i> spp.	250 cm ³ /ha
Propineb + fluopicolide (curativo)	<i>Peronospora</i> spp.	1,2 -1,8 kg/ha
Procimidone (curativo)	<i>Botrytis</i> spp.	0,75 cm ³ /litro de agua
Espiroxamina + kresoxim metil (curativo)	<i>Erysiphe</i> spp.	0,3 cm ³ /litro de agua

Fuente: Elaboración propia

Manejo de arvenses

Algunas de las arvenses comunes en el cultivo de arveja son: corazón herido (*Polygonum nepalensis*), nabo (*Brassica campestris*), bleado (*Amaranthus* sp.), lengua de vaca (*Rumex crispus*), trébol (*Trifolium repens*), canutillo (*Commelina diffusa*) y kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) (Zamorano, López, & Alzate, 2008).

Las arvenses causan graves daños al cultivo de arveja si compiten con este en sus etapas iniciales (hasta 2 meses después de la siembra) (Buitrago et al., 2006), por lo que se requiere un adecuado manejo de arvenses, ya sea por métodos manuales (figura 18a), con ayuda de un azadón o mediante aplicación de herbicidas como setoxidim (1,5 L/ha) para arvenses de hoja angosta (gramíneas) y bentazon (1 L/ha) para arvenses de hoja ancha (figura 18b). Dependiendo de la presencia y composición de arvenses en la parcela, se deben realizar controles manuales cada 30 días, hasta un mes antes de la cosecha en seco.

En lotes con pendientes pronunciadas se recomienda eliminar las arvenses, en lo posible, de manera manual con guadaña, para que el suelo no quede totalmente descubierto y evitar así pérdidas por erosión.



Fotos: Dionicio Bayardo Yepes Chamorro y Mairyory Maricela Cadena Guerrero

Figura 18. Control de arvenses. a. Control manual; b. Control químico.

Fertilización

La fertilización es una de las labores más importantes para aumentar los rendimientos del cultivo de arveja. Consiste en suministrarle al cultivo los nutrientes necesarios para un adecuado crecimiento, desarrollo y producción. Cada nutriente tiene una función importante en la planta, la cual se da a conocer en la tabla 5.

Tabla 5. Función de los nutrientes en el cultivo de arveja

Nutrientes	Función
Nitrógeno (N)	Favorece el crecimiento de la planta, mejora la producción de hojas y ramas, interviene en la formación de proteína y aminoácidos en la planta.
Fósforo (P)	Fundamental para el crecimiento y desarrollo de raíces, ramas, hojas, tallos; estimula la formación de las semillas.
Potasio (K)	Interviene en la producción de vainas, en la floración, y otorga vigor y resistencia contra las enfermedades y bajas temperaturas.
Calcio (Ca)	Mejora la calidad de la semilla (mayor firmeza y tolerancia a las enfermedades), ayuda a la fijación del nitrógeno en el suelo, estimula el desarrollo de raíces y reduce la acidez en el suelo.
Magnesio (Mg)	Al ser parte de la clorofila, es fundamental para el proceso de fotosíntesis. Participa en la respiración de la planta y ayuda a la absorción del fósforo.
Boro (B)	Esencial para la formación de los granos de polen en la flor, aumenta el porcentaje de polinización, previene los abortos florales. Es muy importante para la calidad de las semillas, pues evita deformaciones.

Fuente: López et al. (2010)

La cantidad y tipo de fertilizantes a utilizar deberá obedecer a los resultados de un análisis de suelo, a los requerimientos nutricionales del cultivo y a un plan de fertilización formulado por el profesional responsable de la asistencia técnica. Según Guerrero (1998), para un rendimiento de 3 t/ha en vaina verde, el cultivo de arveja requiere 110, 35, 70, 67 y 13 kg/ha de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio respectivamente.

Muestreo de suelos: para realizar el análisis de suelo será conveniente tomar una muestra de manera adecuada. El proceso, según Corpoica (2017), es el siguiente: seleccionar un área homogénea dentro de la finca y escoger un recorrido en el campo que cubra todo el terreno, los más comunes son en zigzag, tipo Z o en diagonales (figura 19). Para una hectárea o parcela, se deben tomar entre 20-30 submuestras en cada recorrido.

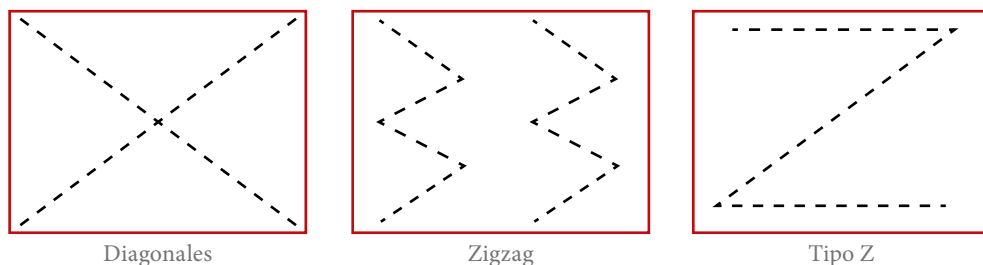


Figura 19. Tipos de recorrido para toma de submuestras de suelo.

Fuente: Elaboración propia

- Limpiar la capa vegetal en cada punto de muestreo, realizar hoyos de 20 cm de profundidad y tomar las submuestras de la pared del hoyo (figura 20).
- Retirar los bordes de cada submuestra con un cuchillo o bisturí y colocarlas en un balde limpio, cada submuestra puede ser de 200 gramos.
- Mezclar con las manos todas las submuestras hasta homogeneizar todo el suelo, tomar 1 kg y empacarlo en una bolsa plástica limpia.
- Identificar la muestra de 1 kg de suelo con una etiqueta que contenga el nombre del productor, nombre de la finca, cultivo anterior, cultivo a establecer y topografía del terreno (plano, ondulado, etc.); enviar al laboratorio para su análisis.

El análisis de fertilidad de suelo mostrará el contenido de elementos mayores (nitrógeno, fósforo y potasio), secundarios (calcio, magnesio y azufre) y menores (aluminio, hierro, boro, cobre, zinc y manganeso); también indicará el pH, el porcentaje de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico. Pero también existen otros análisis que pueden ser de utilidad, por ejemplo, el análisis de propiedades físicas del suelo, que determina la

textura, estructura y porosidad del suelo; y el análisis de propiedades biológicas, que da información sobre la macrofauna, mesofauna y microfauna del suelo.

Con el análisis de fertilidad se determina las necesidades de aplicación de fertilizante químico, orgánico y enmiendas o correctivos para mejorar condiciones adversas, como pH muy ácido (< 5,5) o muy alcalino (> 7,4) (Corpoica, 2017). En Nariño, lo más frecuente es encontrar suelos ácidos, para lo cual, se recomienda la incorporación de cal agrícola o dolomita, un mes antes de la siembra (2 t/ha) (FAO, 2013). Mientras que, en suelos alcalinos, con posible exceso de carbonatos, lo recomendable es aplicar enmiendas que contengan un buen aporte de materia orgánica (Agrológica, 2012)

Algunas de las entidades que cuentan con laboratorios para el análisis de suelos son: la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y la Universidad de Nariño.



Figura 20. Diagrama de flujo para tomar una muestra de suelo.
Fuente: Elaboración propia

Recuerde que la fertilización edáfica (aplicación de abonos granulados y materia orgánica al suelo) puede ser complementada con aplicación de fertilizantes foliares (a las hojas o parte aérea de la planta). En la zona productora de arveja del departamento de Nariño (principal productor de esta leguminosa en Colombia), caracterizado por tener suelos Andisoles, algunas de las fuentes de elementos nutricionales más utilizadas para la fertilización edáfica del cultivo de arveja son:

- Fertilizante 12-24-12 (150 kg/ha)
- Fertilizante 15-15-15 (100 kg/ha)
- Fertilizante 8-5-0-6 (92 kg/ha)

Aunque los fertilizantes compuestos son de uso más frecuente, también se pueden utilizar fuentes simples de cada nutriente y hacer el plan de fertilización ajustado a las necesidades del cultivo, ya que, en algunos casos, las fórmulas compuestas pueden ocasionar desbalances nutricionales que conllevan a la deficiencia de algún nutriente (Sadeghian, 2008).

Para la fertilización es recomendable que el suelo se encuentre en condiciones de capacidad de campo (30 % de humedad), definida como la cantidad de agua que el suelo es capaz de retener, luego de una lluvia fuerte o riego y dejado drenar libremente de 24 a 48 horas (EcuRed, 2019).

Para la fertilización foliar también existen distintos productos, que se pueden aplicar al menos cuatro veces por ciclo productivo: dos en periodo vegetativo y dos en periodo reproductivo. Algunos de los fertilizantes foliares utilizados en Nariño tienen la composición que se indica en la tabla 6:

Tabla 6. Composición de fertilizantes foliares usados en el cultivo de arveja

Nutrientes y concentración (g/L)	Dosis (L/ha)
Nitrógeno total: 48,9; fósforo soluble (P_2O_5): 55,2; potasio soluble (K_2O): 119; magnesio (MgO): 8 y boro (B): 5	1
Nitrógeno total: 160; fósforo asimilable (P_2O_5): 160; potasio soluble (K_2O): 120; boro (B): 10; hierro (Fe): 0,43; manganeso (Mn): 0,36; molibdeno (Mo): 0,07 y zinc (Zn): 10	1
Aminoácidos libres: 80; nitrógeno total: 100; fósforo asimilable (P_2O_5): 200; potasio soluble (K_2O): 150; magnesio (MgO): 15; boro (B): 6; cobalto (Co): 0,01; cobre (Cu): 0,6; manganeso (Mn): 2; molibdeno (Mo): 0,10 y zinc (Zn): 9	1-3

Fuente: Elaboración propia

En experiencias de AGROSAVIA, con el cultivo de arveja se ha observado que, para mejorar la eficiencia de la fertilización edáfica y obtener buenos rendimientos (4-6 t/ha), es recomendable fertilizar de manera fraccionada, en dos aplicaciones. La primera fertilización se debe hacer entre los primeros 15 a 20 días después de la siembra, y la segunda, entre los 20 y los 30 días después de la primera (figura 21).



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero y Dionicio Bayardo Yepes Chamorro

Figura 21. Fertilización edáfica del cultivo de arveja. a. Aplicación manual de fertilizante granulado; b. Distribución del fertilizante en el surco.

Para el manejo del cultivo es clave realizar monitoreos constantes, con el propósito de identificar, con síntomas visuales, posibles deficiencias nutricionales, desórdenes fisiológicos (debidos a condiciones climáticas) o ataque de plagas y enfermedades que afecten la calidad de la semilla.

Tutorado

Las arvejas volubles (altura > a 1,30 m), como Obonuco Andina y Obonuco San Isidro, requieren la labor de tutorado, el cual evita el volcamiento de las plantas, rompimiento de tallos y la alta incidencia de plagas y enfermedades, que pueden ocasionar pérdidas considerables.

Para el tutorado del cultivo, entre los 30 y 40 días después de la siembra se debe iniciar con el ahoyado y la ubicación de postes de madera o guadua de 2,90 m de longitud, a una distancia de 4-5 m en cada surco (figura 22). Sobre los postes se

templará fibra de polipropileno de 500 o 750 m por rollo, para realizar posteriormente el colgado de las plantas, utilizando fibra de polipropileno de 5.000 m (figura 23). Finalmente, se realizarán las labores de encanastillado (tutorado horizontal, donde se rodea a las plantas con fibra de polipropileno, creando una canastilla) con fibra de 3.000 m (figura 24). Dependiendo del crecimiento y desarrollo de las plantas, será necesario realizar entre 5 y 7 labores de encanastillado por ciclo productivo.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 22. Instalación del tutorado en el cultivo de arveja. a. Ahoyado; b. Ubicación de postes.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 23. Colgado de plantas.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 24. Encanastillado.

Roguing: descarte o selección negativa de plantas

Durante la producción de semilla de arveja es fundamental realizar varias labores de descarte o selección negativa de plantas (figura 25), la cual consiste en eliminar del lote todas aquellas plantas severamente afectadas por plagas y enfermedades, las que tengan poco vigor y las que no presenten las características de la variedad establecida (Méndez, 2016) tales como: el color de la flor, la forma del tallo, las hojas y las vainas; esto contribuirá a mantener su sanidad y pureza genética. Se recomienda hacer mínimo tres labores de selección negativa durante el ciclo del cultivo: antes de floración, en floración y en llenado de vaina.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 25. Selección negativa de plantas.



Capítulo IV

Cosecha y poscosecha

Para que el trabajo realizado durante el ciclo de cultivo no se pierda, es necesario realizar un adecuado manejo de la semilla desde la cosecha hasta el almacenamiento. En este capítulo se presentan recomendaciones de cómo y cuándo cosechar, secar, limpiar, seleccionar y almacenar su semilla.

Cosecha

La cosecha es una de las labores más importantes en el proceso de producción de semilla; lo ideal es que esta coincida con la época seca para evitar problemas sanitarios. Las plantas que quedan en la parcela, después de las labores de selección negativa, se cosechan y su semilla se mezcla. Si el desgrane se va a realizar en forma manual o por aporreo, es necesario preferiblemente cosechar las vainas de la parte central de cada planta (figura 26), dado que las del tercio inferior presentan mayor afectación por enfermedades y las del tercio superior contienen semillas de menor tamaño. Pero si el desgrane se va a hacer en forma mecanizada, con trilladora, la cosecha consistirá en el arranque de plantas completas (figura 27).



Foto: Dionicio Bayardo Yepes Chamorro

Figura 26. Cosecha manual de vainas de arveja.

Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 27. Arranque de plantas completas.

El momento oportuno para la cosecha de variedades como Obonuco Andina y Obonuco San Isidro se alcanza aproximadamente entre los 150 y 180 días después de la siembra y se determina por el cambio de coloración de hojas y vainas (pasando de verde a amarillo), y la pérdida de humedad de la semilla (15 a 20 % de humedad). Es recomendable que el cultivo de arveja, antes de la cosecha, esté libre de arvenses para evitar contaminación con semillas de estas y facilitar la labor de cosecha.

Poscosecha

Dentro de la poscosecha se encuentran las actividades de secado de plantas o vainas, la trilla o desgrane, el acondicionamiento de la semilla y su almacenamiento, los cuales se describen a continuación.

Secado de vainas o plantas completas

Una vez finalizada la cosecha en campo, para facilitar el desgrane, las vainas o plantas completas se deben secar en patios, sobre una lona y preferiblemente bajo cubierta (figura 28), para evitar daños por exposición solar directa, hasta que la semilla tenga un porcentaje de humedad entre 14 y 16 %.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 28. Secado de vainas de arveja.

Desgrane de la semilla

Luego del secado, se iniciará la separación de la semilla de las vainas, la cual se puede realizar de tres maneras:

- Manual: consiste en desgranar vaina por vaina (figura 29), pero de esta forma el proceso será mucho más dispendioso.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 29. Desgrane manual de vainas de arveja.

- Aporreo: consiste en colocar las vainas en un patio y con un palo de madera se golpean, hasta lograr la dehiscencia o apertura de estas (figura 30).



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 30. Aporreo de vainas de arveja.

- Trilla mecánica: las plantas arrancadas del lote se introducirán en el cilindro de desgrane de la trilladora, para separar el grano de los residuos de cosecha (figura 31). Se debe reducir al mínimo la velocidad del cilindro para que el golpe no parta o afecte el embrión de la semilla.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 31. Trilla mecánica de arveja.

Acondicionamiento de la semilla de arveja

El acondicionamiento de semilla se define como el proceso mediante el cual se somete a la semilla a labores de limpieza, selección, clasificación y secado (ICA, 2015). Estas prácticas de acondicionamiento contribuyen a mantener los atributos de calidad, con la cual fue producida.

Limpieza

La limpieza consiste en eliminar de la semilla los residuos de cosecha y otras impurezas (hojas, tallos, vainas, semilla de malezas y otros cultivos, tierra o piedras). Esta labor debe realizarse con el uso de zarandas adecuadas que permitan el paso de estos contaminantes y de semillas de arveja muy pequeñas, con enfermedades y partidas (figura 32); y también se debe hacer con ayuda del viento (Ríos, Quirós, & Arias, 2003; López et al., 2010). La limpieza facilitará la posterior selección del grano por tamaño y otras características deseables.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 32. Limpieza de semilla con zaranda.

Para realizar la limpieza con ayuda del viento se debe buscar un espacio donde haya mayor flujo de aire; se requieren dos recipientes, uno que contiene la semilla, el cual es levantado por una persona a la altura de la cabeza, para luego dejar caer la semilla sobre el otro recipiente que se coloca en el piso. Este proceso se repite de tres a cuatro veces, hasta que se hayan eliminado las impurezas de la semilla (figura 33) (Luna & Doña, 2010).



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 33. Limpieza de semilla con ayuda del viento.

Selección

Se debe realizar una selección por tamaño, sanidad y pureza (figura 34), eliminando aquellas semillas de menor tamaño, que presenten daños por plagas y/o enfermedades, semillas de otro color, forma o rugosas (figura 35) (López et al., 2010). Para la selección por tamaño, es necesario usar zarandas con angeos de tamaño de alveolo entre 7 a 9 mm; esto para eliminar grano pequeño ($< 7,0$ mm) y grano muy grande, no maduro ($> 9,0$ mm).



Foto: Dionicio Bayardo Yepes Chamorro

Figura 34. Selección manual de semilla de arveja.



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 35. Semillas descartadas por enfermedades, forma y color.

Secado de semilla para el almacenamiento

Para un almacenamiento seguro, la semilla se debe secar hasta que tenga entre un 10-13 % de humedad, porcentajes superiores pueden favorecer la presencia de patógenos y el rápido deterioro de la semilla durante su almacenamiento. Según Vélez y Castrillón (2018), el exceso de humedad pudre las semillas, y la sequedad extrema mata al embrión; además, porcentajes muy altos de humedad (20-60 %) hacen que las semillas germinen.

Antes del almacenamiento, la semilla se puede secar sobre lonas, en patios limpios (figura 36). Se recomienda hacer el secado bajo cubierta o en horas de menor intensidad solar, y remover la capa de semilla constantemente, para evitar daños al embrión por recalentamiento o demasiada exposición al sol (López et al., 2010).



Foto: Máryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 36. Secado de semillas de arveja.

Métodos para determinar la humedad de la semilla

Existen varias formas para determinar si la semilla tiene la humedad adecuada para almacenamiento (10 y 13 % de humedad), entre las cuales están las siguientes:

- Uso de un medidor digital de humedad (figura 37).



Foto: Míryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 37. Medidor digital de humedad de semillas.

- Método de la uña: si al presionar las semillas con la uña no se generan marcas (figura 38), estas tendrán una humedad inferior al 13 % (López et al., 2010).



Foto: Míryory Maricela Cadena Guerrero

Figura 38. Determinación de humedad de la semilla por el método de la uña.

- Método de la sal: colocar en un recipiente de vidrio, usando su tapa como medida, ocho porciones de semilla de arveja con una de sal; se mezcla durante 15 segundos y luego se deja en reposo por 15 minutos. Si la sal se pega al frasco es

un indicador de que la semilla todavía esta húmeda (humedad >14 %) y por lo tanto debe continuar el secado (figura 39), en caso contrario, la semilla podrá almacenarse (López et al., 2010).



Foto: Miryory Maricela Cadena Gutierrez

Figura 39. Determinación de humedad de semilla de arveja (superior al 14 %) por el método de la sal.

Almacenamiento

La semilla, una vez seleccionada y cuando presente una humedad entre el 10 y 13 %, se debe almacenar en empaques de fique o polipropileno, bolsas de papel (figura 40) o recipientes plásticos limpios, sobre estibas y en lugares frescos y ventilados, a baja temperatura para evitar la pérdida de viabilidad. El almacenamiento permite conservar las semillas por un determinado periodo de tiempo, sin embargo, la duración de este dependerá de las condiciones del almacenamiento. Según Dekalb (2019), las condiciones ideales de almacenamiento para evitar el deterioro en la calidad de semillas son temperaturas ≤ 18 °C y humedad relativa ≤ 60 %. En experiencias de AGROSAVIA, en Nariño, se ha observado que el almacenamiento de semillas de arveja con contenido de humedad entre 10 y 13%, a temperaturas ≤ 12 °C y humedad relativa entre el 40 y 60 %, ha permitido conservar semillas con buena germinación (> 80 %) hasta por 1 año y medio.

Las semillas son una parte viva de la planta y por tanto respiran y pueden perder el vigor y la viabilidad de germinación. Si la respiración es alta, favorecida por la alta humedad del grano (> 14%), la calidad de las semillas se puede deteriorar.

Según la normatividad ICA (Resolución 3168), un lote de semilla de buena calidad, que se someta al proceso de certificación, debe cumplir con las siguientes condiciones finales:

Tabla 7. Condiciones finales que debe reunir una semilla de arveja de calidad

Determinaciones	Categoría de semilla		
	Básica	Registrada	Certificada
Semilla pura (mínimo) %	97	97	97
Materia inerte (máximo) %	3	3	3
Semilla de otras variedades/kg	0	0	1
Semilla de otros cultivos	0	0	0
Semilla de malezas	0	0	0
Humedad (máximo) (%)	14	14	14
Germinación (mínimo) (%)	80	80	80
Semillas decoloradas (%)/kilo	0,2	0,5	1

Fuente: ICA (2015)



Foto: Máryory Maricela Cadena Cuentero

Figura 40. Almacenamiento de semilla de arveja.



Referencias

- Agrológica. (2012). *Corrección de un suelo alcalino (pH básico)*. <http://blog.agrológica.es/correccion-de-un-suelo-alcalino-ph-basico/>
- Alaniz, S. (2011). *Control cultural. Unidad de Fitopatología*. Recuperado de http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursos/fitopato/Materiales/Teoricos_2011/cont_cultural_2011.pdf.
- Arias, N. (2013). *Manejo integrado de plagas y enfermedades*. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_manejo_integrado_de_plagas_-_hase_2013_norma_a.pdf.
- Bonilla, N. (2014). *Guía Técnica. Buenas prácticas de acondicionamiento de semillas de granos básicos. Infraestructura, y equipamiento*. República de Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Buitrago, J., Duarte, C., & Sarmiento A. (2006). *El cultivo de la arveja en Colombia*. Bogotá, Colombia: Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce) y Fondo Nacional Cerealista.
- Campuzano, L. F., Yepes, B., Benavides, J., Bolaños, M. A., Arcila, B., & López, C. (2001). *Obonuco San Isidro. Nueva variedad mejorada de arveja para la zona de reconversión de trigo en el departamento de Nariño* (Plegable divulgativo N.º 8). San Juan de Pasto, Nariño: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Campuzano, L. F., Yepes, B., Benavides, J., Bolaños, M. A., Arcila, B., López, C., & Cepeda, G. (2002). Obonuco Andina. Nueva variedad mejorada de arveja para la zona de economía campesina del sur de Nariño. *Revista Regional Novedades Técnicas*, 26-28.
- Ceballos, D., Hernández, O., & Vélez, J. (2010). Efecto de la labranza sobre las propiedades físicas en un andisol del departamento de Nariño. *Revista de Agronomía*, 27(1), 40-48.
- Checa, O., & Alpala, F. (2016). Reacción de 18 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) a tres cepas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi* en Nariño, Colombia. *Temas Agrarios*, 21(1), 28-43.
- Climate-Data.Org (2019). *Clima: Pasto, Puerres, Potosí, Contadero, Gualmatán, Ipiales y Córdoba*. Recuperado de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/narino/pasto-3811/>.
- Cloyd, R., & Cowles, R. (2010). *Manejo de resistencia: principios de resistencia, modo de acción y rotación de insecticidas*. <https://bit.ly/3ctnN5v>

- Construcciones UCE. (2017). *Métodos empíricos para determinar la resistencia del terreno*. Recuperado de: <https://construccionesuce.wordpress.com/2017/07/06/metodos-empiricos-para-determinar-la-resistencia-del-terreno/>.
- CONtexto Ganadero. (2017). *Conozca los problemas que causa la compactación del suelo*. Recuperado de <https://www.contextoganadero.com/agricultura/conozca-los-problemas-que-cause-la-compactacion-del-suelo>.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2017). *¡Antes de sembrar, el suelo debe analizar!: procedimiento para la toma de muestras y análisis de suelos*. Bogotá, Colombia: autor.
- Dekalb. (2019). *Boletín 3. Tips para las instalaciones donde almacenas las semillas*. <https://www.dekalb.com.co/es-co/dklidad/almacenamiento.html>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2015). *El cultivo de la arveja en Colombia* (Boletín N.º 33). Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf.
- EcuRed. (2020). *Bacillus thuringiensis*. https://www.ecured.cu/Bacillus_thuringiensis
- EcuRed. (2019). *Capacidad de campo y punto de marchitez*. https://www.ecured.cu/Capacidad_de_campo_y_Punto_de_marchitez
- González, V., Ardiles, S., & Sepúlveda, R. (2014). *Manejo integrado de plaga y enfermedades (MIPE) en el cultivo de tomate bajo malla antiáfido en el valle de Azapa* (Informativo INIA - URURI). <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40237.pdf>.
- González, X. (2019). *Calidad genética y fitosanitaria, entre los beneficios del uso de semillas certificadas*. Recuperado de <https://www.agronegocios.co/agricultura/calidad-genetica-y-fitosanitaria-entre-los-beneficios-del-uso-de-semillas-certificadas-2814421>.
- Guerrero, R. (1998). *Fertilización de cultivos en clima frío*. Bogotá, Colombia: Monómeros Colombo Venezolanos.
- Hoyos, R., Buitrago, C., Andrade, N., & Cooman, A. (2009). *Uso seguro de plaguicidas e insumos agrícolas*. Medellín, Colombia: Asociación de Bananeros de Colombia (AUGURA) y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- Ibáñez, J. (2006). *La Compactación del Suelo: Exploración del Suelo por las Raíces II*. Recuperado de <https://www.madrimsd.org/blogs/universo/2006/12/25/55938>.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2012). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de caucho (Hevea brasiliensis)*.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2015). *Resolución N.º 003168. “Por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación*

de semillas producto del mejoramiento genético para el comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agro-nómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones”.

- Instituto Nacional Tecnológico (Inatec) (2016). *Manual del protagonista. Prácticas de conservación de suelos y agua*. Nicaragua: autor.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) (2014). *Elaboración de trampas para MIP*.
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [Intagri]. (2016). *La calidad de la semilla en cultivos hortícolas*.
- Liotta, M., Sagua, D., Gioja, J., & Montaña, S. (2015). *Manual de capacitación. Drenaje de suelos para uso agrícola*. Rivadavia, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (Prosap).
- López, A., Molina, B., & Munguía, J. (2010). *Guía técnica para la producción artesanal de semilla de frijol. Proyecto de fortalecimiento a la producción y comercialización de frijol rojo en tres municipios del departamento de Estelí (La Trinidad, San Nicolás y Estelí)*. Estelí, Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Luna, C., & Doña, L. (2010). *Guía de producción artesanal de semilla de frijol. Guía para productores*. Nicaragua: Visión Mundial.
- Mejía, D. (2012). *Evaluación de la sensibilidad del complejo Ascochyta en arveja (Pisum sativum L.) al jugo de Fique (Furcraea gigantea) pasteurizado* (Tesis de maestría). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Melotto, M., Balardin, R. S., Kelly, J. D. (2000). Host-pathogen interaction and variability of *Colletotrichum lindemuthianum*. En D. Prusky, S. Freeman, & M. B. Dickman (Eds.), *Host specificity, pathology and host-pathogen interactions of Colletotrichum* (pp. 346-361). Saint Paul, Estados Unidos: APS Press.
- Méndez, G. (2015). *Control etológico y químico de plagas*. Recuperado de https://prezi.com/ea_njuuf_24s/control-etologico-y-quimico-de-plagas/
- Méndez, P. (2016). *Producción de papa semilla* [Documento informativo N.º 83]. Temuco, Chile: Instituto de Investigación Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura.
- MundoHuerto.com (2020). *Semilla no germina: causas frecuentes*. <https://www.mundohuerto.com/fundamentos/semilla-no-germina>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2006). *Sistema de semillas de calidad declarada. Estudio FAO producción y*

- protección vegetal*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0503s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3361s.pdf>
- Orihuela, J. (2015). *Tipos de pendiente y formas de relieve*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/dZefO1/tipos-de-pendientes-y-formas-de-relieve>
- Peñaranda, M. (2016). *Resistencia de insectos a insecticidas*. Recuperado de <http://www.metroflorcolombia.com/resistencia-de-insectos-a-insecticidas/>
- Porras, C. (2015). Calidad de semilla. En *Memorias del Seminario “El valor estratégico de las semillas en la agricultura”*. Costa Rica: Centro de Investigaciones en Granos y Semillas.
- Proain Tecnología agrícola. (2019). *Impacto de la compactación del suelo agrícola*. Recuperado de <https://proain.com/30-impacto-de-la-compactacion-del-suelo-agricola/>
- Quirós W., & Carrillo, O. (2018). *La importancia del insumo semilla de buena calidad*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/385157982/La-Importancia-Del-Insumo-Semilla-de-Buena-Calidad-doc-Uns-2018-i>
- Red de información y comunicación del sector Agropecuario Colombiano [Agronet] (2018). *Área, producción y rendimiento por cultivo*. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>.
- Ríos, M., Quirós, J., & Arias, J. (2003). *Fríjol: recomendaciones generales para su siembra y manejo*. Rionegro, Antioquia, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Sadeghian, S. (2008). *Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia* (Boletín técnico N° 32). Chinchiná, Caldas, Colombia: Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Tamayo, P. (2000). *Enfermedades del cultivo de la arveja en Colombia: guía de reconocimiento y control* (Boletín Técnico). Rionegro, Antioquia, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce) y Corpocebada.
- Terenti, O. (2004). *Calidad de semilla, qué implica y cómo evaluarla* (Informativo rural). San Luis, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/27-calidad_semillas.pdf
- Valencia, A., Timaná, Y., & Checa, O. (2012). Evaluación de 20 líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) y su reacción al complejo de Ascochyta. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2), 39-52.

- Velázquez, H. (2014). *Estudio fisiológico en familias prolíficas de un lote de producción de semilla de la variedad de maíz Jaguán* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México.
- Vélez, G., & Castrillón, F. (Eds.) (2018). *Producción y conservación de semillas nativas y criollas de buena calidad y sanidad*. Recuperado de <http://www.semillas.org.co/es/produccion-y-conservacion-de-semillas-nativas-y-criollas-de-buena-calidad-y-sanidad>
- Zamorano, C., López, H., & Alzate, G. (2008). Evaluación de la competencia de arvenses en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 26(3), 443-450.



Glosario

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): Es una propiedad química del suelo que se refiere al número de cargas negativas de este y representa la cantidad de cationes (Ca, Mg, Na y K, entre otros) que puede retener. Se expresa en meq/100 g de suelo. Valores altos de CIC (> 20 meq/100 g) son un indicador de buena disponibilidad de diferentes elementos en el suelo.

Desorden fisiológico: Es un tipo de alteración que ocurre en las plantas como respuesta a un ambiente adverso durante su crecimiento y desarrollo. Puede asociarse a condiciones de estrés hídrico o deficiencias nutricionales, pero no a ataques por plagas y enfermedades.

Estructura del suelo: Se refiere a la arquitectura del suelo, es decir, a la forma en que las partículas sólidas y los espacios están ordenados formando agregados (terrones) o grumos. Los suelos buenos deben tener una mezcla de microporos y macroporos: los macroporos para la entrada de agua y el drenaje y los microporos para el almacenamiento de agua.

Etiqueta: Cualquier pedazo de papel u otro material parecido que va con la bolsa de suelo y sirve para indicar la información de su procedencia.

Fertilización edáfica: Se refiere a la aplicación de fertilizantes al suelo.

Fertilización foliar: Se refiere a la aplicación de fertilizantes al follaje o parte aérea de la planta.

Humedad relativa: Mide la cantidad de agua en el aire en forma de vapor.

Macrofauna: Se refiere a los organismos vivos que habitan en el suelo y que se pueden observar a simple vista, como la lombriz de tierra, las hormigas, las babosas, los saltamontes y las tijeretas.

Mesofauna: Organismos con diámetro entre 0,2 y 2 mm, por ejemplo, ácaros y colémbolos.

Microfauna: Se refiere a los microorganismos no visibles a simple vista, por ejemplo, hongos, bacterias y nematodos.

pH: Determina el grado de adsorción de iones (H^+) por las partículas del suelo e indica su grado de acidez o alcalinidad. El valor de pH en el suelo va de 0 a 14: valores menores a 7 indican acidez, 7 indica neutralidad y valores superiores a 7 indican alcalinidad. El pH es el indicador principal de la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Para los cultivos, el pH ideal está alrededor de 6,5.

Potencial genético: Capacidad máxima de un cultivo para expresar sus atributos (como el rendimiento) en un ambiente determinado.

Resolución ICA 3168 (2015): Normatividad por la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producidas con mejoramiento genético, así como su comercialización y siembra en el país. Esta norma también orienta el registro de las unidades de evaluación agronómica o unidades de investigación en fitomejoramiento y establece otras disposiciones relacionadas con el tema.

Semilla básica: Es la semilla obtenida a partir de la semilla genética, producida bajo la supervisión de un fitomejorador o de la entidad que haya dado origen al cultivar.

Semilla registrada: Es la semilla producida a partir de la semilla básica que es sometida al sistema de certificación, de tal forma se garantiza que mantiene la pureza e identidad genética. Es fuente de la semilla certificada.

Semilla certificada: Es la proveniente de la semilla básica o de la semilla registrada, que ha sido sometida al proceso de certificación y que cumple con los requisitos establecidos en la resolución ICA para esta categoría de semilla.

Textura: Indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena (mayor tamaño), el limo y la arcilla (menor tamaño) en el suelo. La textura influye en la facilidad con que el suelo se puede trabajar, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con la que el agua penetra y atraviesa el suelo.

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Este Manual se creó con el objeto de contribuir a la competitividad, sostenibilidad y equidad de los sistemas de producción de economía campesina en el departamento de Nariño. A través de su lectura, es posible conocer distintas herramientas y recomendaciones tecnológicas para la producción de semilla de arveja de calidad en la finca, con indicaciones claras sobre todo el proceso, desde la preparación del suelo para la siembra hasta el almacenamiento de la semilla. Con la aplicación de sus recomendaciones, es posible evitar problemas fitosanitarios en el cultivo, reducir los costos de producción y aumentar los rendimientos por unidad de área. Este Manual es una fuente de información clave para los asistentes técnicos y productores de arveja, en especial, para la obtención de semillas de arveja de buena calidad, el éxito en la cosecha y el desarrollo de la zona productora de esta leguminosa.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: bac@agrosavia.co

TELÉFONO: (57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274

SKYPE: [biblioteca.agropecuaria](https://www.skype.com/join/biblioteca.agropecuaria)

www.agrosavia.co

ISBN: 978-958-740-344-2



Distribución gratuita
Prohibida su venta



**El campo
es de todos**

Minagricultura