

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.

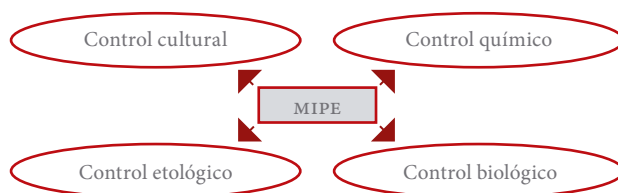


Figura 16. Esquema simplificado del manejo integrado de plagas y enfermedades.

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="705 788 1070 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*), bleo (*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.

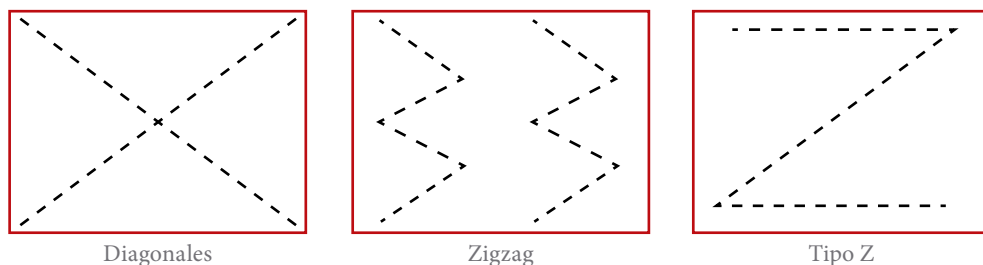


Figura 19. Tipos de recorrido para toma de submuestras de suelo.

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.

