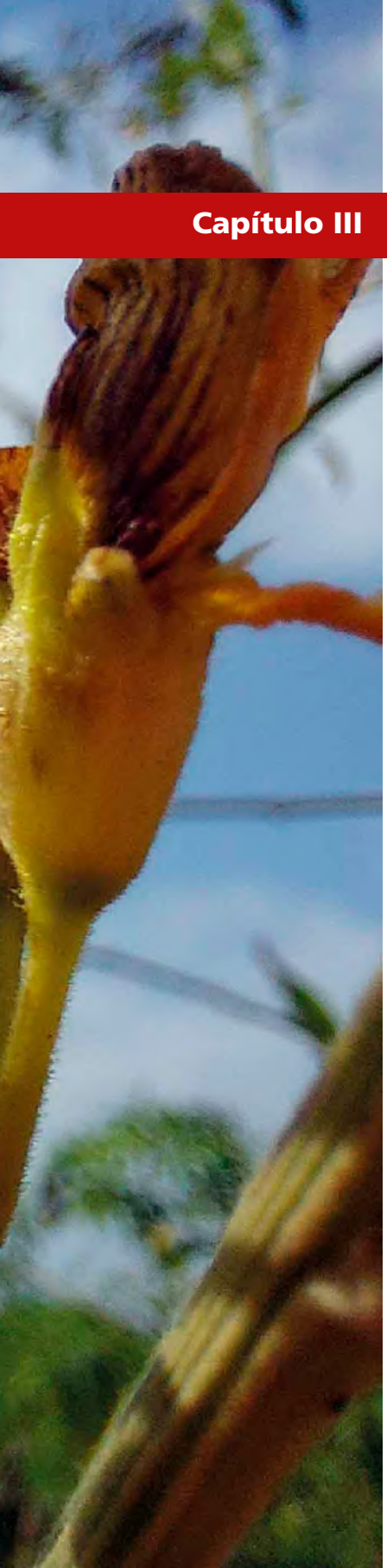


Capítulo III

Manejo agronómico

Uno de los aspectos importantes en la producción de semilla es su manejo agronómico, que va desde la selección del lote o presiembra hasta la poscosecha y el almacenamiento (Hernández, 2019a, 2019b; Ramírez Durán et al., 2020; Agudelo Castañeda et al., 2021). Para el productor de semilla, este aspecto es clave porque del manejo del cultivo dependerá la calidad de la semilla obtenida.

Selección del área de siembra

Para la producción de semilla de guandul se recomienda seleccionar un lote con condiciones similares a las propuestas en la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones mínimas para seleccionar el lote de siembra

Condiciones	Observación
Climáticas	Temperatura máxima: 32 °C Temperatura mínima: 22 °C Precipitación: 600 a 1.500 mm Altitud óptima: 0 a 800 m s. n. m.
Suelo	Francos, profundos, pobres, buen drenaje, pH 5,5-7,8 (Saladín, 1990; Cedano, 2006; Castillo-Gómez et al., 2016).
Sanitarias	Zonas de cultivo libres de enfermedades como antracnosis (*Colletotrichum cajani* Rangel), pudrición seca de la raíz (*Rhizoctonia* sp.), marchitamiento por Fusarium (*Fusarium udum*) o nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita).* Puntos de desinfección a la entrada del lote y lugar demarcado para almacenar residuos.
Aislamiento	Los insectos como las abejas del género *Megachile* facilitan la polinización cruzada y la mejor forma de mitigar la contaminación por polen de otras variedades es el aislamiento, para garantizar la pureza genética de los materiales a multiplicar (Cedano, 2006). El lote deberá estar aislado de cualquier otro campo de guandul por una distancia mínima de 100 m, o de otras especies con semillas de tamaño similar por una distancia adecuada según lo establecido en las directrices para esta especie en el Sistema de Semillas de Calidad Declarada (FAO, 2003). De lo contrario, se debe realizar embolsado previo a la antesis, con bolsas de tela que impidan el acceso de polinizadores (Cedano, 2006).
Ubicación	Con facilidad para acceder a fuentes de agua que permitan garantizar las necesidades hídricas del cultivo (etapa de germinación). Vías de acceso al lote.
Historial del lote	Lotes donde no se haya sembrado guandul por lo menos un año antes (Cedano, 2006).

Fuente: Elaboración propia

Adecuación del lote

Se sugiere realizar un análisis completo del suelo para identificar sus necesidades y falencias nutricionales. Se recomienda eliminar los residuos vegetales, hacer dos pases de arado entre 25 y 30 cm de profundidad y rastrillar cuantas veces sea necesario, sin llegar a pulverizar el suelo para no degrardar su estructura (figura 7). Adicionalmente, se aconseja nivelar el terreno para evitar la acumulación de agua, puesto que el exceso de humedad favorece el desarrollo de hongos y bacterias causantes de pudriciones radiculares. También es indispensable prever si se requiere construir canales de drenaje para evitar los encharcamientos, aunque esto depende del tipo de suelo.

En terrenos usados previamente para pastoreo por más de un año, se recomienda realizar una calicata para determinar la presencia de capas compactas que dificulten el

Foros: Sheilla Moreno Pérez

Figura 7. Adecuación del terreno para la siembra de guandul. a. Eliminación manual de residuos vegetales; b. Eliminación mecánica de malezas; c. Trazado del área de siembra.

desarrollo de las raíces. De presentarse la compactación, es necesario emplear el cincel para romper las capas de suelo y evitar una mala circulación del agua, que puede afectar el normal desarrollo del cultivo (figura 8). De esta forma se asegura que la raíz pivotante penetre el suelo a profundidades adecuadas para el anclaje de la planta y evitar volcamientos. Además, en época de verano se debe regar desde las capas más profundas del suelo, ya que "las raíces de esta especie pueden crecer a más de 2 m de profundidad, dependiendo de la variedad" (Saxena et al., 2017).

Foto: Sheilla Moreno Pérez

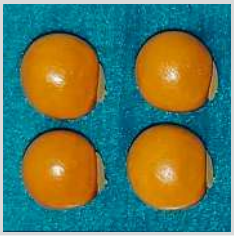
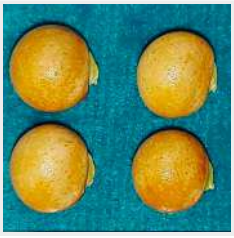
Figura 8. Terreno preparado para siembra de guandul.

Selección de la semilla para la siembra

La selección de la semilla y de su genotipo dependerá de las expectativas productivas y del mercado —como su rendimiento, precio y características organolépticas—. Debido a que no hay variedades de guandul registradas en el Registro Nacional de Cultivares, es posible producirlo y comercializarlo bajo la categoría de semilla seleccionada (local o regional), de acuerdo con los criterios de la Resolución 3168 de 2015 del ICA. Actualmente para la producción de semilla de calidad en el Magdalena

se opta frecuentemente por la variedad Guandul Rayado y en el Atlántico por el Cuarentano Rayado y Pascuero Rayado (tabla 3).

Tabla 3. Accesiones de guandul de interés en el Caribe colombiano

Departamento	Nombre local	Semilla	Descripción
Magdalena	Guandul rayado		Planta arbustiva, semiperenne, con grano (semilla) de forma globular, tiene un patrón de color manchado y moteado, su color base es blanco y el color secundario es marrón claro de apariencia brillante. Sirve para consumo en fresco y seco y posee un potencial uso agroindustrial.
Magdalena	Guandul negro		Planta arbustiva, semiperenne, con grano (semilla) de forma globular, tiene un patrón de color liso, su color base es negro de apariencia brillante. Sirve para consumo en fresco y seco.
Magdalena	Guandul rojito		Planta arbustiva, semiperenne, con grano (semilla) de forma globular, tiene un patrón de color liso, su color base es marrón claro y el color secundario es marrón rojizo de apariencia brillante. Sirve para consumo en fresco y seco y posee un potencial uso agroindustrial.
Atlántico	Cuarentano rayado		Planta arbustiva, semiperenne, con grano (semilla) de forma globular, tiene un patrón de color liso, su color base es crema y el color secundario es marrón claro de apariencia brillante. Sirve para consumo en fresco y seco y posee un potencial uso agroindustrial.
Atlántico	Pascuero rayado		Planta arbustiva, semiperenne, con grano (semilla) de forma globular, tiene un patrón de color liso, su color base es crema y el color secundario es marrón rojizo de apariencia brillante. Sirve para consumo en fresco y seco y posee un potencial uso agroindustrial.

Fuente: Elaboración propia

Fotos: Sheilla Moreno Pérez

Para verificar la calidad física, sanitaria y fisiológica de la semilla sembrada y cosechada, en cada ciclo de producción se deben realizar pruebas de calidad a la semilla, que incluyen pureza física, pureza varietal, contenido de humedad, germinación y viabilidad del embrión con ensayo topográfico con tetrazolio, antes de la siembra y en el momento de la cosecha. Los parámetros de calidad resultantes deben estar dentro de los límites de la categoría a sembrar y deberán cumplir con los requerimientos mínimos (tabla 4) mencionados en las pruebas de calidad reglamentadas por la International Seed Testing Association (ISTA, 2018).

Tabla 4. Parámetros de calidad mínimos para la semilla de guandul

Parámetro	Semilla Seleccionada
Semilla pura (mínimo)	95 %
Materia inerte (máximo)	5 %
Semilla de otras variedades, porcentaje por kg (máximo)	2 %
Contenido de humedad de semilla (máximo)	13 %
Germinación (mínimo)	70 %

Fuente: Elaboración propia con base en ICA (2015a) y FAO (2003).

Los parámetros de control interno han de ser superiores a los estipulados por la normativa, pues debe tenerse en cuenta el tiempo y las condiciones de almacenamiento de la semilla, los cuales serán establecidos por cada productor con base en el principio de que es necesario cumplir estándares más estrictos en función del mercado y para satisfacción total del agricultor.

Tratamiento de semilla para la siembra

Es recomendable que en la producción del guandul los agricultores apliquen tratamientos preventivos contra plagas y patógenos en la semilla para la siembra o inoculaciones con bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fósforo. Se evidencia, además, la necesidad de realizar estudios futuros que caractericen cepas específicas, ya que el sistema productivo carece de esta información para el Caribe colombiano. La tabla 5 muestra de manera informativa algunos tratamientos tomados de la publicación *Recomendaciones para la producción de grano de fríjol biofortificado en Colombia* (Arcos & Rojas, 2020), así como ciertas estrategias para el manejo de la semilla provenientes del Gobierno de la India (Tiwari et al., 2017), dado que el consumo de *C. cajan* es muy común es este país de Oriente. Es importante

resaltar que la semilla solo debe ser tratada con productos en las dosis recomendadas por los fabricantes, que además deben estar registrados ante el ICA.

Tabla 5. Tratamientos protectantes para la semilla

Especie	Tratamiento	Recomendado por
Fríjol común y guandul	Productos insecticidas a base de thiamethoxam y metalaxil-m + fludioxonil, según las dosis recomendadas en las etiquetas.	Arcos & Rojas (2020), de acuerdo con los planes de tratamiento usados por CIAT para la siembra en procesos con materiales de diferentes especies de fríjol, incluyendo el guandul (D. C. Rojas, comunicación personal, 18 de febrero de 2021).
Guandul	Primera opción: fungicida thiram (2 g/kg de semilla) + carbendazim (1 g/kg de semilla)	Tiwari et al. (2017)
	Segunda opción: thiram (3 g/kg de semilla)	
	Tercera opción: *Trichoderma viride* de 5 a 7 g/kg de semilla	
	Cuarta opción: *Rhizobium* y bacterias solubilizadoras de fósforo (PSB) de 7 a 10 g/kg de semilla.	

Fuente: Elaboración propia

La calidad de la semilla depende primordialmente de su multiplicación en campo y se recomienda utilizar los siguientes métodos:

- *Recuperación de genotipos:* Propagación de semilla sexual en vivero a partir de materiales seleccionados en parcelas cultivadas o huertos de productores locales para su posterior trasplante en sitio definitivo (Moreno, 2021).
- *Multiplicación en campo:* Propagación de semilla sexual mediante siembra directa en sitio definitivo bajo las modalidades de labranza cero o mínima labranza (Cedano, 2006), apropiadas para especies semiperennes y arbustivas como el guandul.

Siembra

Con el propósito de que cada genotipo exprese su potencial productivo, el productor de semilla debe ejecutar las siguientes actividades previas a la siembra: primero, determinar la humedad del suelo para asegurar una buena germinación, que puede identificarse cuando este se encuentre a capacidad de campo, es decir, que se sienta húmedo al contacto con las manos. La germinación ocurre entre seis y ocho días después de la siembra (dds) (figura 9).

Fotos: Sheilla Moreno Pérez

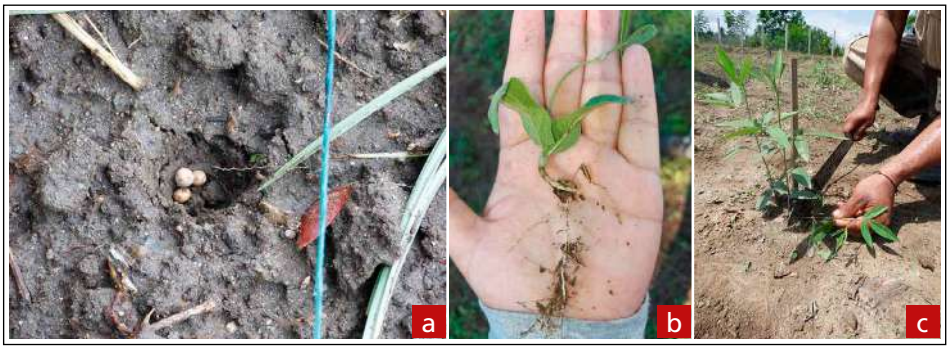
Figura 9. Sistemas de siembra del guandul. a. Siembra en bandejas; b. Siembra en bolsas.

Para garantizar la humedad se debe ajustar la fecha de siembra, de tal forma que coincida con los periodos de lluvias, que tradicionalmente son de tipo bimodal para la región Caribe colombiana, con un primer periodo de lluvias entre abril y mayo, y un segundo periodo entre septiembre y agosto. Las cosechas se producen entre enero y febrero. Sin embargo, si se instala sistema de riego, la fecha de siembra no se verá condicionada al régimen de lluvias. Hay que tener presente que, si la humedad es excesiva durante la germinación, es posible tener pudriciones radiculares, lo que reduce considerablemente la cantidad del material sembrado (Castillo-Gómez et al., 2016), por lo que se requiere en estos casos de un sistema de drenaje adecuado.

La segunda actividad previa a la siembra es planear que la época de floración a cosecha no coincida con el periodo de lluvias intensas, ya que estas interfieren con el desarrollo normal y la consolidación de las semillas, lo que impactará negativamente el rendimiento del cultivo (Cedano, 2006; FAO & AfricaSeeds, 2019). De la experiencia adquirida con las siembras realizadas en AGROSAVIA, se recomienda un sistema de riego por goteo, porque al humedecer las flores y las vainas mediante aspersores, que fue el sistema de riego instalado, se evidenció un incremento de enfermedades que disminuyen la calidad de las semillas y, desde luego, interfieren con la producción.

La tercera es la siembra manual con personal capacitado, que garantice una siembra organizada para evitar cruzamiento de las variedades. Se pueden usar los sistemas de siembra directa, siembra en bandejas (figura 9a) o la utilización de bolsas (figura 9b) para optimizar el uso de semilla y favorecer las condiciones de una buena sanidad fitosanitaria de las plantas en estados iniciales de crecimiento. El sustrato utilizado para las bandejas y las bolsas que contienen las semillas es una mezcla de cascarilla de arroz, arena de río y lombricompost en proporciones iguales (1:1:1); la cascarilla y la arena deben ser desinfectadas previamente.

Si va a realizar siembra directa en campo, se sugiere poner de 2 a 3 semillas por sitio de siembra a una profundidad entre 3 y 4 cm, haciendo uso del azadón o puyón (espeque). Cuarenta días después de la siembra se hace una selección de plantas (raleo), y se deja la mejor planta por sitio (figura 10).



Fotos: Sheilla Moreno Pérez

Figura 10. Selección de plantas después de la siembra directa. a. Siembra de tres semillas por sitio; b. Descarte de plantas (5 dds); c. Descarte de plantas (10 dds).

En la región Caribe lo convencional es la siembra directa; sin embargo, se recomienda realizar la plantulación de guandul con los siguientes cuidados:

- Utilizar bandejas de germinación, las cuales deberán llenarse con una mezcla de 3 partes de suelo fértil, 1 parte de cascarilla de arroz y 0,5 partes de lombricompuesto. El suelo y la cascarilla deben desinfectarse previamente. Si no tiene suelo fértil, puede usar arena de río. También puede usar las cantidades en proporciones iguales (1:1:1).
- Aplicar un fungicida de forma preventiva para evitar enfermedades que puedan ser transmitidas por la semilla.
- Colocar de dos a tres semillas en cada alveolo de la bandeja de germinación a una profundidad de 2 a 3 cm.
- Aplicar riego diariamente usando regaderas para mitigar el golpe directo del agua en las plántulas.

Estas plántulas pueden llevarse a campo después de un mes de edad, bajo las siguientes especificaciones:

- Trasplantar las plántulas cuando tengan de tres a cuatro hojas funcionales o hayan alcanzado una altura de 2 a 5 cm.

- Transportarlas en horas tempranas de la mañana o la tarde para que las temperaturas altas no afecten el normal desarrollo de las plántulas, y garantizar el riego del área para evitar estrés hídrico postsiembra.
- Utilizar polisombra, si es necesario, con un 65 % de penetración de luz, con el fin de proteger las plántulas hasta obtener su correcta lignificación.
- Realizar monitoreos de plagas y enfermedades con una frecuencia semanal, que permitan detectar a tiempo posibles daños en el cultivo y decidir el correcto manejo agronómico según la incidencia y severidad del caso.
- Efectuar un riguroso control manual, mecánico o químico de arvenses en la zona del plato y las calles del cultivo con una frecuencia quincenal, para mitigar la competencia por agua, nutrientes y luz.

El espaciamiento entre plantas y surcos varía de acuerdo con la variedad a utilizar, pero es frecuente en Colombia usar distancias de 2 × 2 m para cultivos comerciales, ya que es un cultivo de uso asociado con maíz o yuca. Esta distribución tiene como finalidad el cultivo para autoconsumo o pancoger y la producción de grano para la venta en el mercado local.

Según Calderón (1978), la distancia de siembra puede cambiar dependiendo del uso que se le pretenda dar al cultivo:

> Si es para forraje se aconseja un metro entre hileras por 0,5 m entre plantas. Para siembras cuyo objetivo es la producción de semilla, se recomienda 1,5 m entre hileras o surcos y 1,0 m entre plantas. Cabe aclarar que esta distancia es para tener un monocultivo de guandul y que, al utilizar esta densidad de siembra, se necesitan aproximadamente de 12 a 15 kg de semilla por hectárea. (p. 6)

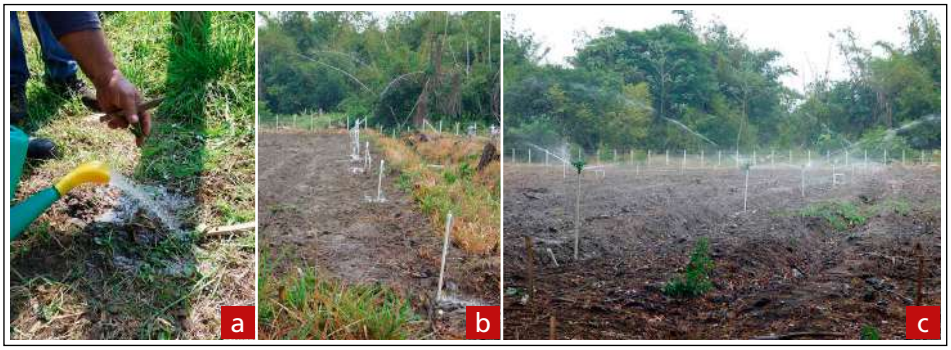
Es importante reiterar que para la producción de semilla se requieren lotes exclusivos, a fin de evitar la mezcla con semillas de otras especies o que las plagas compartan hospederos. Por ejemplo, encontramos con frecuencia que el mapaitero (*Trigona* sp.) afecta al cultivo de guandul desde la floración hasta el llenado de vainas y también al plátano cuando se utiliza en asocio agroforestal.

Riego

En la región Caribe no se utiliza sistema de riego para la producción de guandul, pues las siembras se realizan solo en época de lluvia. En ese sentido, es necesario

realizar estudios a futuro que permitan hacer recomendaciones de las láminas de agua requeridas y modernizar los cultivos con tecnologías de riego, así como establecer otras prácticas de mitigación a los efectos del cambio climático.

El guandul requiere entre 200 y 250 mm de agua para producir alrededor de 1 t/ha de grano en un sistema de producción tradicional (Nene et al., 1990). El riego es esencial sobre todo en los primeros días del establecimiento del cultivo, ya que se requiere humedecer el suelo al momento de la siembra y por los siguientes 30 días, aproximadamente. Debe manejarse adecuadamente el uso, consumo y la evapotranspiración de la planta para mantener el suelo a capacidad de campo. Los tipos de riego que se pueden usar son los de aspersión (figuras 11a, 11b, 11c), goteo y microaspersión, y para mantener el contenido de humedad necesario durante las etapas de germinación, crecimiento, floración y llenado de grano se sugiere usar tensiómetros u otros equipos de medición de humedad en el suelo, en compañía de un especialista o asistente técnico en riego.



Fotos: Sheilla Moreno Pérez

Figura 11. Disponibilidad de agua para el cultivo de guandul. a. Riego por sitio con regadera; b. Instalación de tubería secundaria; c. Riego por aspersión.

Fertilización

En la región Caribe colombiana no se realiza la práctica de fertilización en el cultivo del guandul (Saladín, 1990; Bernal, 1991, citados por Castillo-Gómez et al., 2016), bajo el argumento de que esta planta tiene la ventaja de extraer nutrientes y agua del suelo gracias a su sistema radicular profundo. Sin embargo, es necesario realizar estudios futuros que permitan reconocer la necesidad nutricional de la planta en cada etapa fenológica.

Durante los trabajos de evaluación agronómica de accesiones de guandul en Popayán (Cauca), se referenciaron los requerimientos nutricionales para esta especie, como se evidencia en la tabla 6.

Tabla 6. Requerimientos nutricionales para *C. cajan* L. Huth

Elementos	Dosis/ha
Fósforo	22 kg/ha - 50 kg P_2O_5
Potasio	41,5 kg/ha - 50 kg K_2O
Magnesio - Azufre	20 kg/ha

Fuente: Peters (2003, citado por Gómez & Pabón, 2008)

Se recomienda realizar análisis del suelo en donde se producirá la semilla. Esto permitirá conocer las características fisicoquímicas y estructurales del lote de multiplicación para preparar un plan de fertilización ajustado al cultivo —que idealmente debe ser dirigido por un asistente técnico— basado en la existencia y extracción de nutrientes del cultivo, con el fin de aumentar las producciones. Roy et al. (2007) mencionan que de un cultivo que produce 1,2 t de grano deben extraerse las siguientes cantidades de nutrientes y micronutrientes principales a través de la materia seca total (tabla 7).

Tabla 7. Requerimientos nutricionales para producir 1,2 t de grano de guandul

Macronutrientes (kg/ha)					Micronutrientes (g/ha)				
N*	P_2O_5	K_2O	MgO	CaO	S	Fe	Zn	Mn	Cu
85	15	75	25	32	9	440	38	128	31

* Una parte importante del nitrógeno es presumiblemente proporcionada por la fijación biológica de nitrógeno (BNF, por sus siglas en inglés).
Fuente: Elaboración propia con base en Roy et al. (2007)

Otra práctica recomendada es inocular el suelo o la semilla con *Rhizobium*, para mejorar el suministro de nitrógeno de 20 a 25 kg/ha (Roy et al., 2007), sin embargo, es necesario realizar estudios para definir las cepas específicas para el cultivo.

Podas

Las podas no son una práctica habitual en los sistemas productivos de guandul en Colombia, mientras que en países como República Dominicana se emplean comúnmente para explotar de modo eficiente el carácter semiperenne de los cultivares con

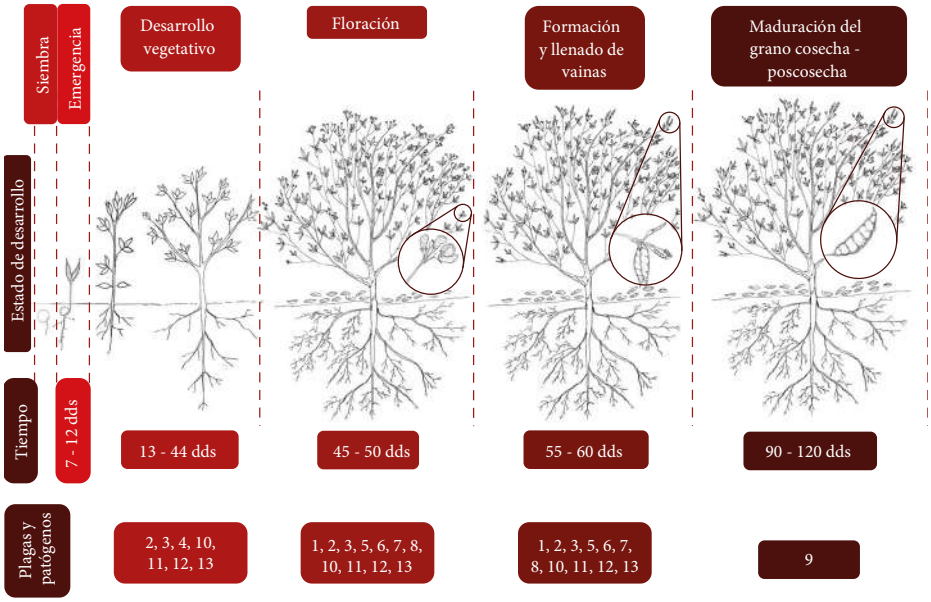
ciclo vegetativo de cinco años. La poda de la planta se hace a una altura entre 0,8 cm y 1,0 m para aumentar el número de vainas y la producción de semilla, lo que mejora significativamente la productividad de la especie y se traduce en beneficios para los productores (Ortiz & Sánchez, 1997; Castillo-Gómez et al., 2016).

Por lo tanto, durante los ciclos productivos de guandul en AGROSAVIA se realizaron podas de las ramas improductivas en la parte baja de la planta, más las que se quebraban de forma autónoma, iniciando 2 a 3 meses después de establecer el cultivo, lo que evidenció un mejor desarrollo y porte de las plantas. Dhaka et al. (2020) plantean que cortar la yema apical al comienzo de la etapa de ramificación es una práctica agronómica económicamente viable que optimiza el rendimiento de semillas de guandul, pues mejora visiblemente la cantidad de ramas primarias y secundarias. Así, es posible realizar podas de crecimiento que consisten en cortar la parte apical antes de iniciar la floración (a los 3 o 4 meses) para materiales de porte alto, que alcanzan los 3,2 m de altura.

Plagas y enfermedades

En el Caribe colombiano existe una gran diversidad de plagas y patógenos que afectan el cultivo de guandul, que causan diferentes daños y enfermedades. Por medio de las visitas mensuales a las fincas de los productores en los departamentos de Magdalena y Atlántico beneficiarios del PNS y con seguimiento semanal al cultivo de guandul en el C. I. Caribia, se estableció el estado sanitario de este. Adicionalmente, en los laboratorios de diagnóstico fitosanitario del ICA se determinó la taxonomía de las principales limitantes fitosanitarias en cada etapa fenológica del cultivo (figura 12).

Para desarrollar estrategias de manejo, es necesario realizar estudios de cuantificación de daños, de evolución de las poblaciones de insectos plaga y su incidencia en la dinámica de las enfermedades, e identificación de síntomas tempranos de enfermedades, así como estudios de la biología y epidemiología de las plagas y patógenos, lo que le permitirá al agricultor tomar decisiones de manejo informadas, eficientes y que controlen el problema a tiempo. A continuación, la tabla 8 presenta algunas recomendaciones de manejo general.



Código	Nombre común	Nombre científico	¿En qué fase(s) se presenta?	Plaga de importancia económica	
				Sí	No
1	Pudrición de la raíz seca	*Rhizoctonia* sp.	Desarrollo vegetativo, floración y llenado de vainas	X	
2	Marchitamiento por *Fusarium*	*Fusarium udum*	Desarrollo vegetativo, floración y llenado de vainas	X	
3	Tizón de *Alternaria*	*Alternaria* sp.	Desarrollo vegetativo, floración y llenado de vainas	X	
4	Nudo de la raíz	*Meloidogyne incognita*	Desarrollo vegetativo	X	
5	Antracnosis del guandul	*Colletotrichum cajani*	Floración y llenado de vainas	X	
6	Mapaitero	*Trigona* sp.	Floración y llenado de vainas	X	
7	Mosca de la vaina del guandul	*Melanagromyza* sp.	Floración y llenado de vainas	X	
8	Complejo de lepidópteros	Especie de la familia Pyralidae	Floración y llenado de vainas	X	
9	Gorgojo del guandul	*Acanthoscelides* sp.	Maduración del grano en cosecha y poscosecha	X	
10	Arañita roja	*Oligonychus* sp.	Desarrollo vegetativo, floración, formación y llenado de vainas		X
11	Chinche de encaje	Especie de la familia Tingidae	Desarrollo vegetativo, floración, formación y llenado de vainas		X
12	Picudo	*Naupactus* sp.	Desarrollo vegetativo, floración, formación y llenado de vainas		X
13	Crisomélido	*Diphaulaca aulica*	Desarrollo vegetativo, floración, formación y llenado de vainas		X

Ilustraciones: Sheilla Moreno Pérez

Figura 12. Principales plagas y patógenos asociadas a la fenología del guandul precoz.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Recomendaciones para el manejo fitosanitario

Recomendaciones para el manejo de patógenos	Recomendaciones para el manejo de plagas
• Sembrar semillas de óptima calidad. • Usar variedades resistentes. • Tratar semilla con *Rhizobium* sp. y *Bacillus subtilis*. • Aplicar al momento de la siembra *Paecilomyces lilacinus*. • Seleccionar un campo sin registros previos de marchitamiento por *Fusarium*. • Eliminar residuos de cosecha. • Aplicar *Trichoderm*a sp. en las dosis recomendadas por el fabricante. • Solarizar el suelo en verano. • Eliminar plantas afectadas para disminuir la presión del inóculo. • Evitar la siembra en épocas que coincida la prefloración y floración con periodos de lluvia. • Hacer rotación de cultivo (cada uno o dos años). • Remover y quemar los residuos de plantas infectadas. • Evitar campos con registros de antracnosis. • Programar monitoreos continuos para detectar tempranamente patógenos y enfermedades	• Controlar arvenses y manejo de socas. • Usar controladores biológicos: *Verticillium lecani* (entomopatógeno), *Aphidius* spp. (parasitoides) o *Coccinella septempunctata* L., *Chrysopa formosa* (depredadores). • Aplicar solución de esporas de entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae* o *Baccillus thuringiensis*. • Almacenar el grano sin residuos de cosecha, en costales cerrados sobre estibas o recipientes de vidrio herméticos. • Usar extractos vegetales a base de tabaco. • Evitar el uso de cultivos asociados como musáceas y pasifloráceas. • Usar trampas trampas cromáticas amarillas adhesivas. • Intercalar cultivos como sorgo, maíz o maní. • Programar monitoreos continuos para detectar tempranamente plagas.

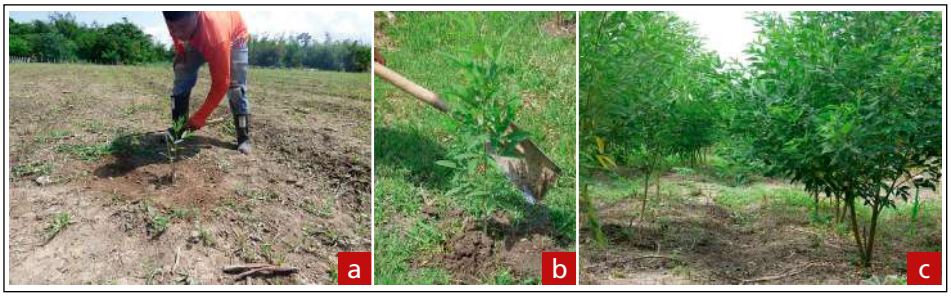
Fuente: Elaboración propia

Manejo de malezas

Las malezas pueden reducir el rendimiento del cultivo entre un 40 y un 64 % (Singh et al., 2020). Por esto, es fundamental su manejo desde los primeros días de establecimiento del cultivo hasta el segundo mes después de la siembra, porque es en este punto cuando el cultivo comienza a cerrar calles y crea un manto de hojas secas en la superficie del suelo que ayuda a disminuir la proliferación de malezas. Es imprescindible tener en cuenta que en temporadas de lluvia se requiere un mayor control de malezas. Para ello se recomienda hacer el manejo manual y mecánico con machete, azadón, motocultor o guadaña, manteniendo un plateo o zona libre de malezas alrededor de la planta, para evitar la competencia por nutrientes que las malezas le causan al guandul, entre otras afectaciones, como el ser hospedero de plagas y patógenos (figura 13). El manejo químico se puede realizar, preferiblemente como última alternativa, con herbicidas posemergentes (Cedano, 2006), a los 45 dds. Una vez la planta crece y cierra calles, aproximadamente a los 90 dds, suelta hojas y forma un manto que, junto con la sombra que proyecta la planta, mantiene las malezas en bajas proporciones. Después de este periodo no es necesario el manejo de malezas.

Saladín (1990) refiere algunos ejemplos de control químico para el cultivo de guandul:

> La terbutrina, en dosis de 1,5 hasta 3,3 kg/ha de ingrediente activo, ha demostrado ser un herbicida selectivo en el cultivo de guandul. Otros herbicidas que han dado buenos resultados son: propanil en dosis de 3,6 a 4,32 kg/ha de ingrediente activo o Metolachlor en dosis de 0,72 a 2,16 kg/ha de ingrediente activo.



Fotos: Sheilla Moreno Pérez

Figura 13. Manejo de arvenses para el guandul. a. Control manual con machete; b. Plateo y aporque con pala; c. Mantenimiento de la cobertura vegetal.

Cosecha

Las vainas de guandul se recolectan manualmente en verde para consumo como verdura en el mercado local y enlatado para el mercado internacional. Se prefiere la semilla verde brillante completamente desarrollada (Faris et al., 1987, citado por Nene et al., 1990), por lo que las vainas deben cosecharse justo antes de que empiecen a perder su color (figura 14b). Es importante recordar que la apariencia de las vainas en esta etapa difiere entre variedades (Saxena et al., 1983, citado por Nene et al., 1990). En los países del Caribe, este tipo de recolección ha sido mecanizado por la exitosa adaptación de recolectores mecánicos de vainas verdes (Mansfield, 1981, citado por Nene et al., 1990).

Las semillas secas de guandul se cosechan cuando las vainas están completamente maduras y el grano se ve de color amarillo en etapa de madurez, a diferencia del grano de color verde (figura 14c) y alcanzan un 12 % de humedad relativa (ICA, 2015a), pero antes de que las vainas comiencen a romperse debido a la dehiscencia (FAO, 2018). Las vainas casi maduras continúan madurando incluso después de que se cortan las plantas, pero las vainas muy secas se rompen y se producen grandes pérdidas de grano cuando se cortan las plantas.

Fotos: Sheilla Moreno Pérez y Daniel Mulford

Figura 14. Cosecha de guandul. a. Planta de guandul en etapa reproductiva; b. Vainas de guandul en cuajado de grano; c. Diferencia entre el grano de color verde y el grano seco de color amarillo.

Para la cosecha de semillas, Upadhyaya et al. (2008) recomiendan:

- Cosechar cuando las vainas estén secas. Esto se verifica agitándolas, y si suenan como una maraca, están listas para ser cosechadas. Se sugiere hacer cosechas periódicas en la medida en que las vainas vayan alcanzando su madurez fisiológica, con el fin de evitar pérdidas en la calidad de la semilla, causadas por insectos, patógenos y factores ambientales.
- Rotular (marcar) claramente las bolsas y paquetes a utilizar antes de la cosecha.
- Mantener las bolsas de cada accesión (genotipo) juntas dentro de un solo contenedor (costal) rotulado, el cual se empleará para el secado de la semilla.
- Cosechar solo plantas sanas, no las enfermas.

En el C. I. Caribia fue necesario embolsar con velo las ramas de guandul de los árboles seleccionados para la producción de semilla en antesis (figura 15), con el fin de evitar la polinización cruzada y garantizar que la semilla para multiplicación cumpliera los criterios técnicos. Sin embargo, si un productor va a dedicarse al ejercicio de producción de semilla de calidad, se recomienda usar lotes con un solo material para evitar mezclas varietales.

Fotos: Sheilla Moreno Pérez y Daniel Mulford

Figura 15. Embolsado de ramas en floración. a. Vista lateral del botón floral; b. Vista frontal del botón floral; c. Embolsado de ramas con botones florales.