

Manual técnico para la producción de semilla de guandul (*Cajanus cajan* (L.) Huth) en Colombia



AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Manual técnico para la producción de semilla de guandul (*Cajanus cajan* (L.) Huth) en Colombia

Isueh Arenas Rubio
Jorge Mario Del Toro Aparicio
Sheilla Moreno Pérez
John Fredy Hernández Nopsa
Iván Antonio Gutiérrez Berdugo
José Hilario Berrocal Atilano

Luisa Fernanda Guzmán Sánchez
Magda Jenny Medina Mérida
Paula Andrea Aguilar Aguilar
Robinson José Soto Macea
Yesith Darith Montero Cantillo
Julio Ramírez Durán

Mosquera, Colombia, 2022

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Manual técnico para la producción de semilla de guandul (*Cajanus cajan* (L.) Huth) en Colombia/ Isueh Arenas Rubio [y otros once] – Santa Marta, (Colombia) : AGROSAVIA, 2022.

80 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas, tablas y fotos

ISBN e-Book: 978-958-740-525-5

1. *Cajanus cajan* 2. Tratamiento de semillas 3. Calidad de las semillas 4. Plagas de plantas 5. Enfermedades de las plantas 6. Almacenamiento de semillas.

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 Caribia. Kilómetro 6 vía Sevilla-Guacamayal, Zona Bananera, Magdalena, Colombia.

Finca Experimental La Trinidad

Km 0,6 vía sector La Isla, municipio de Suan, departamento de Atlántico

Esta publicación es el resultado del macroproyecto del Plan Nacional de Semilla en su segunda versión (2.0) 2019-2023, desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y articulado con productos de guandul en los departamentos de Atlántico y Magdalena.

Colección Transformación del Agro

Fecha de recepción: 20 de octubre de 2021

Fecha de evaluación: 5 de diciembre de 2021

Fecha de aceptación: 4 de enero de 2022

Primera edición digital: mayo de 2022

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Líder editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición: Jorge Enrique Beltrán Vargas

Corrección de estilo: Verónica Barreto Riveros

Diagramación: Javier Alberto Barbosa

Citación sugerida: Arenas-Rubio, I., Del Toro Aparicio, J. M., Moreno Pérez, S., Hernández Nopsa, J. F., Gutiérrez-Berdugo, I. A., Berrocal Atilano, J. H., Guzmán Sánchez, L. F., Medina Mérida, M. J., Aguilar Aguilar, P. A., Soto Macea, R. J., Montero Cantillo, Y. D. & Ramírez Durán, J. (2022). *Manual técnico para la producción de semilla de guandul (Cajanus cajan (L.) Huth) en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405255>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la 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, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno con relación a 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 vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=1

Contenido

Los autores	11
Presentación	19
Introducción	21
Capítulo I	
<hr/>	
Importancia del guandul en Colombia	27
Capítulo II	
<hr/>	
Clasificación botánica	33
Capítulo III	
<hr/>	
Manejo agronómico	37
Selección del área de siembra	37
Adecuación del lote	38
Selección de la semilla para la siembra	39
Tratamiento de semilla para la siembra	41
Siembra	42
Riego	45
Fertilización	46
Podas	47
Plagas y enfermedades	48
Manejo de malezas	50
Cosecha	51

Capítulo IV

Obtención de semilla de calidad	55
Trazabilidad	55
Eliminación de plantas “fuera de tipo”	56
Poscosecha: acondicionamiento de la semilla	57
Control interno de parámetros de calidad	58
Empaque y etiquetado	59
Almacenamiento de la semilla	60
Solicitud de registro ICA: productor de semilla seleccionada	61

Capítulo V

Actividades necesarias para la producción de semilla por hectárea	65
Referencias	67
Anexo 1. Mapas de las zonas guaduleras de Colombia en 2020	71
Mapa 1. Ubicación de los municipios colombianos cultivadores de guandul	71
Mapa 2. Hectáreas cosechadas en Atlántico	72
Mapa 3. Hectáreas cosechadas en Magdalena	73
Mapa 4. Hectáreas cosechadas en Boyacá	74
Mapa 5. Hectáreas cosechadas en Córdoba	75
Anexo 2. Libro de campo para el registro de información en lotes de producción de semilla	77

Lista de figuras

Figura 1	Planta de guandul	28
Figura 2	Histórico de las Evaluaciones Agropecuarias del sistema productivo de guandul en Colombia de 2007 a 2020	29
Figura 4	Arreglos de siembra con y sin asocio para el guandul en Colombia	30
Figura 3	Área cosechada de los principales cultivos del Atlántico y participación del guandul a nivel nacional en 2020	30
Figura 5	Área sembrada de guandul en Colombia en 2020	31
Figura 6	Estructuras características del guandul	34
Figura 7	Adecuación del terreno para la siembra de guandul	39
Figura 8	Terreno preparado para siembra de guandul	39
Figura 9	Sistemas de siembra del guandul	43
Figura 10	Selección de plantas después de la siembra directa	44
Figura 11	Disponibilidad de agua para el cultivo de guandul	46
Figura 12	Principales plagas y patógenos asociadas a la fenología del guandul precoz	49
Figura 13	Manejo de arvenses para el guandul	51
Figura 14	Cosecha de guandul	52
Figura 15	Embolsado de ramas en floración	52
Figura 16	Selección y clasificación de semilla para siembra	56
Figura 17	Tipos de semillas para descarte	58

Lista de tablas

Tabla 1	Clasificación taxonómica de <i>C. cajan</i> (L.) Huth	33
Tabla 2	Especificaciones mínimas para seleccionar el lote de siembra	38
Tabla 3	Accesiones de guandul de interés en el Caribe colombiano	40
Tabla 4	Parámetros de calidad mínimos para la semilla de guandul	41
Tabla 5	Tratamientos protectantes para la semilla	42
Tabla 6	Requerimientos nutricionales para <i>C. cajan</i> L. Huth	47
Tabla 7	Requerimientos nutricionales para producir 1,2 t de grano de guandul	47
Tabla 8	Recomendaciones para el manejo fitosanitario	50
Tabla 9	Descriptores morfológicos para guandul	57
Tabla 10	Criterios mínimos de calidad de la semilla de guandul	59
Tabla 11	Modelo de etiqueta para semilla seleccionada, según normatividad colombiana	60
Tabla 12	Actividades para la producción de una hectárea de guandul	66





Isueh Arenas-Rubio

iarenas@agrosavia.co / issueh@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6841-0936>

Magíster en Agroforestería y Agricultura Sostenible, con experiencia en el desarrollo de alternativas de manejo agronómico de especies vegetales con posibilidad de tolerar altas temperaturas para conservar el bosque seco tropical (bs-T). En AGROSAVIA trabaja en el desarrollo de proyectos de investigación con fríjol guandul (*Cajanus cajan*), dentro de los que se destacan: a) Plan Nacional de Semillas para asociaciones de productores de guandul en la región Caribe colombiana, b) Desarrollo de un sistema de trazabilidad y vinculación de oferta tecnológica del proceso de producción de semilla de calidad de guandul, c) Regeneración y curaduría de materiales locales de la colección activa de semillas de guandul del Banco de Germoplasma de la Nación Colombiana, y d) Conservación del mono araña (*Ateles belzebuth*) y el bosque húmedo premontano (bh-P) a través de acuerdos de conservación y producción de guandul en Boyacá. Actualmente, lidera la formulación del proyecto guandul tecnificado y competitivo que busca cerrar las brechas de investigación que tiene el sistema productivo en Colombia; si el lector quiere sumarse a esta iniciativa, puede escribirle por correo electrónico para ser vinculado.

Jorge Mario Del Toro Aparicio

jdeltoro@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3431-6260>

Especialista en Protección Fitosanitaria de Cultivos Hortofrutícolas de la Universidad de Almería (España) e ingeniero agrónomo de la Universidad de Córdoba (Colombia). Tiene experiencia en el establecimiento de cultivos de plátano de exportación y de ají picante. Desde 2013 desarrolla en AGROSAVIA proyectos en ganadería, evaluación de bioproductos, sistemas silvopastoriles, ovinos, ají topito, ají picante, berenjena, yuca para consumo humano e industrial y cacao. Actualmente trabaja en la finca experimental La Trinidad (Suan, Atlántico), del Centro de Investigación Caribia de AGROSAVIA, desarrollando actividades en sistemas silvopastoriles

y establecimiento y ensilaje del sorgo forrajero Corpoica JJT-18, y apoyando el Plan Nacional Semillas, con la especie de frijol guandul, en los departamentos de Magdalena y Atlántico.

Sheilla Moreno Pérez

smoreno@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6104-9332>

Especialista en Cultivos Perennes Industriales de la Universidad Nacional de Colombia e ingeniera agrónoma de la Universidad de los Llanos. Posee experiencia en logística de siembra de arroz, soya y maíz, seguimiento de pruebas de evaluación agronómica, supervisión de producción de semilla certificada, producción de material vegetal y control de la comercialización de palma de aceite en vivero, análisis de calidad según las normas ISTA (International Seed Testing Association), implementación de sistemas de gestión de calidad ISO 9001 e ISO 17025, capacitación social comunitaria en seguridad alimentaria, establecimiento de sistemas agroforestales y restauración ecológica. Actualmente, en AGROSAVIA desarrolla actividades en los proyectos de Sistemas y Bancos Locales de Semilla, en La Guajira; el Plan Nacional Semillas, en el Atlántico y Magdalena, y en conservación, mantenimiento y caracterización de las colecciones de mango, guayaba y guandul de los Bancos de Germoplasma de la Nación.

John Fredy Hernández Nopsa

jhernandezn@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4813-2104>

Doctor en Agronomía con especialización en Epidemiología de la University of Nebraska-Lincoln (Estados Unidos), magíster en Fitopatología y biólogo de la Universidad Nacional de Colombia. Se desempeñó como investigador en USDA-ARS (Oregón, Estados Unidos), en los departamentos de fitopatología de la Kansas State University y la University of Florida, así como en el Emerging Pathogens Institute, también en Estados Unidos. Posee experiencia en epidemiología vegetal, modelos de redes aplicados a sistemas agrícolas, enfermedades en sistemas de semillas, granos almacenados, cereales, semilla de papa, *Fusarium graminearum* en trigo y *F. oxysporum* en clavel. Ha publicado artículos, capítulos de libros y manuales técnicos, y es revisor y editor en revistas nacionales e internacionales. Se vinculó a AGROSAVIA en 2016, donde actualmente trabaja en el Departamento de Semillas en sistemas de semillas y su sanidad, así como en los Bancos Locales de Semilla y en epidemiología vegetal.

Iván Antonio Gutiérrez-Berdugo

igutierrez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8091-4181>

Agrónomo de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Colombia). Posee 25 años de experiencia en AGROSAVIA, donde actualmente apoya proyectos de la Red de Innovación de Cultivos Permanentes relacionados con palma de aceite y especies forestales del Caribe colombiano. Apoya los proyectos de las colecciones de mango y guayaba de los Bancos de Germoplasma de la Nación y realiza manejo agronómico del fríjol guandul en el Plan Nacional Semillas.

José Hilario Berrocal Atilano

jsehilario05@hotmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2080-579X>

Especialista en Gerencia de Proyectos e Inteligencia de Negocios e ingeniero agrónomo de la Universidad de Córdoba (Colombia). Cuenta con experiencia en manejo de suelos, siembra y mejoramiento de forrajes, maíz, sorgo, pastos forrajeros, caña de azúcar, moringa, botón de oro, *Leucaena*, pasturas nativas y pasturas mejoradas, manejo de sistemas silvopastoriles, manejo de sistemas de rotación Voisin, producción de ensilaje, sistemas agroforestales con manejo de siembra de hortalizas, frutales (mangos y cítricos) y maderables; además, ha trabajado en investigación de cultivos de oleaginosas como *Jatropha curcas*, higuierilla y sachá inchi en el Caribe colombiano. En AGROSAVIA se desempeña en los departamentos del Atlántico y Magdalena desarrollando los proyectos Plan Nacional Semillas y Balance Social Corporativo, así como en obtención de ajíes, manejo de riego y nutrición de cítricos.

Luisa Fernanda Guzmán Sánchez

lfguzman@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4774-1474>

Ingeniera agrónoma de la Universidad del Tolima (Colombia). Posee experiencia en la ejecución de proyectos enfocados en las limitantes fitosanitarias de los cultivos de palma de aceite, mango, cítricos y hortalizas de clima cálido. Desde 2019 está vinculada al Centro de Investigación Caribia de AGROSAVIA, donde ejecuta el Plan Nacional Semillas para la especie de fríjol guandul y trabaja en manejo del patosistema huanglongbing de los cítricos (HLB)-*Diaphorina citri*.

Magda Jenny Medina Mérida

mmedina@agrosavia.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0537-344>

Ingeniera industrial de la Universidad Nacional de Colombia y candidata al título de Maestría en Gestión de la Innovación en la Universidad de Buenos Aires (Argentina). Se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en el Departamento de Semillas de AGROSAVIA, donde lidera proyectos de trazabilidad en la producción de semilla.

Paula Andrea Aguilar Aguilar

paguilar@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3539-1852>

Ingeniera agropecuaria del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. En AGROSAVIA lidera el proyecto Plan Nacional de Semillas para la especie frijol a nivel nacional. Con experiencia en limpieza y producción de semilla de calidad de frijol y maíz y trabajo con organizaciones de productores. Está adscrita a la Red de Hortalizas. Cuenta con 13 años de experiencia en manejo de cultivos de hortalizas, trabajó en proyectos relacionados con especies como tomate, pimentón y ají bajo condiciones protegidas, evaluación de diferentes estructuras de invernadero y la respuesta de diferentes especies, dentro de ellas, maíz dulce, cebolla de rama, lechuga, entre otras; participó en la escritura de los modelos productivos de las especies tomate, frijol, pimentón, lechuga, cebolla de rama y calabacín; además ha participado en la formulación de proyectos para regalías.

Robinson José Soto Macea

rjsoto@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5552-0666>

Tecnólogo en Producción Agrícola de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Colombia). Desde 2012 está vinculado a AGROSAVIA, donde apoya las labores agrícolas en el Centro de Investigación Caribia, especialmente en los sistemas productivos de palma de aceite, forestales, mango, guayaba, cítricos y hortalizas de clima cálido en ambientes protegidos.

Yesith Darith Montero Cantillo

ymonteroc@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0521-2016>

Ingeniero agrónomo de la Universidad del Magdalena (Colombia). Es profesional de apoyo a la investigación en el Centro de Investigación Caribia de AGROSAVIA, donde está vinculado desde 2008. Actualmente se desempeña en la Red de Innovación de Cultivos Permanentes con las especies palmáceas y forestales, y en el Plan Nacional Semillas y los Bancos de Germoplasma de la Nación.

Julio Ramírez Durán

jramirezd@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3385-5748>

Magíster en Desarrollo Rural e ingeniero agrónomo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Cuenta con experiencia en procesos de investigación en varias especies agrícolas de importancia social y económica para Colombia, especialmente en la producción de semilla de calidad; asimismo, tiene experiencia en procesos de transferencia de tecnología y asistencia técnica, además de capacidad y trayectoria en la coordinación y liderazgo de equipos técnicos y proyectos de investigación a nivel nacional. Actualmente es jefe del Departamento de Semillas y líder del Plan Nacional de Semillas.



Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia por financiar este estudio con recursos recibidos en el marco de la Ley 1731 de 2014, bajo el marco del Plan Nacional de Semilla en la vigencia 2019-2023.

También agradecen las importantes contribuciones de la Asociación de Campesinos Agroindustriales de La Aguada - Asocaguada (Malambo, Atlántico), en especial de su asistente técnico, Jorge Antonio Vergara Ramírez, y de la Asociación de Campesinos para la Explotación Agropecuaria - Ascexamag (Zona Bananera, Magdalena), en particular de su representante legal, Daniel Alfonso Macías Montoya.



Presentación

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) pone a disposición del lector el *Manual técnico para la producción de semilla de guandul (Cajanus cajan (L.) Huth) en Colombia*, donde se recopila información técnica del guandul como un aporte para su resurgimiento entre los campos de cultivo tradicional, la huerta casera y bosques silvestres, con la intención de posicionarse como especie multipropósito. Se trata de un sistema productivo que ha estado olvidado en nuestro país y en esta oportunidad se reviven las investigaciones promovidas por el Gobierno Nacional, de la mano del Plan Nacional de Semilla (AGROSAVIA, s. f.). Buscamos acompañar a los productores en su proceso de fortalecimiento, además de documentar el conocimiento generado que les permitirá tecnificar sus unidades de producción de semilla y conservar sus materiales locales de guandul, procedentes de los departamentos de Atlántico (Malambo y Baranoa) y Magdalena (Ciénaga y Zona Bananera), que en la actualidad suplen la demanda interna de consumo, pues el 94 % del guandul colombiano se produce en el departamento del Atlántico y es consumido por los atlanticenses. Además, actualmente hay ventanas emergentes de exportación a Europa y Estados Unidos, lo que demuestra su potencial productivo para uso agroindustrial en el mercado internacional.

El presente manual está dirigido a investigadores, empresas productoras de semillas, profesionales del agro, asociaciones, fundaciones, productores, asistentes técnicos, semilleristas, viveristas, estudiantes y demás actores dedicados a la producción de semilla de guandul para el establecimiento de nuevos cultivos en áreas disponibles. Cabe destacar que este documento es producto de la experiencia del trabajo desarrollado por AGROSAVIA en el marco del proyecto del Plan Nacional de Semilla en el C. I. Caribia, que se ha articulado con la Asociación de Campesinos Agroindustriales de La Aguada (Asocaguada), ubicada en Malambo, Atlántico, y la Asociación de Campesinos para la Explotación Agropecuaria en el departamento del Magdalena (Asceexamag), ubicada en Zona Bananera, Magdalena.

A lo largo de los capítulos que integran el manual, se hace una breve descripción botánica del guandul, se explica su manejo agronómico, se puntualiza sobre la obtención de semilla de calidad y se recomiendan actividades necesarias para la producción de semilla en una hectárea, con el fin de orientar en el proceso de certificación ante el ICA como productores de semilla.

El lenguaje empleado es didáctico e intuitivo y brinda conocimientos precisos sobre las variables asociadas a la producción de semilla de buena calidad para el fortalecimiento de la especie, base para el premejoramiento y desarrollo de nuevos cultivares con orientación agroindustrial funcional. Los autores esperan que el presente documento sea un material de consulta imprescindible para los productores de guandul (*Cajanus cajan* (L.) Huth) y demás actores relacionados con la producción de la especie vegetal para las condiciones agroecológicas de la región Caribe.

Introducción

El lector encontrará en este manual la documentación de la primera experiencia de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) en el apoyo a procesos de producción de semilla en el sistema productivo de guandul en los departamentos de Atlántico y Magdalena, por medio del Plan Nacional de Semilla (PNS). Esta ha sido una estrategia coordinada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) en alianza con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) (Agrosavia TV, 2021).

Los principales logros del trabajo realizado con el PNS para el guandul se documentan por primera vez y de manera resumida en el presente manual, pues existen otras publicaciones que profundizan en cada una de las temáticas abordadas con los productores del Caribe colombiano en el sistema productivo de guandul, como se describe a continuación:

Procedimiento Operativo Estándar (POE): es un documento que describe el método usado en el proceso de producción de semilla sexual de guandul para su incremento en lotes de producción y beneficio como semilla seleccionada, iniciando con el establecimiento del cultivo, la cosecha y el beneficio de la semilla a multiplicar, de acuerdo con los parámetros normativos en Colombia. Sin embargo, el POE es un documento interno de consulta disponible solo para los empleados de AGROSAVIA. Por lo anterior, presentar la obra *Manual técnico para la producción de semilla de guandul (Cajanus cajan (L.) Huth) en Colombia* es un aporte grandísimo al sistema productivo de guandul, debido a que en el país no se han realizado investigaciones para este cultivo financiadas por el Gobierno Nacional durante las últimas décadas, y la empresa privada ha mostrado reciente interés en este cultivo debido a una gran demanda de consumo internacional como grano seco y grano verde.

Esquemas de Aseguramiento de la Calidad (EAC) para la Producción de Semilla Seleccionada de guandul: son una guía fundamental para la obtención y el mantenimiento

de una óptima calidad genética, física, fisiológica y sanitaria en el proceso de producción de semilla de materiales regionales de guandul. En este manual tocamos aspectos de la calidad de la semilla, aunque los protocolos y detalles a profundidad se pueden encontrar en la obra *Manual de planificación, producción, control interno y regeneración de semillas de guandul (Cajanus cajan (L.) Huth.)*.

Fichas técnicas de los materiales de guandul recuperados en la región Caribe colombiana: se obtuvieron 13 materiales durante el proceso de recuperación de los genotipos, con la finalidad de recuperar las variedades de interés, a través de la obtención de semillas del agricultor y de los materiales que se han ido mezclando o segregando con el tiempo. A partir de este material se realiza la selección, incremento y limpieza de la semilla que será entregada a las asociaciones de productores, y los materiales se caracterizaron morfológicamente. En este manual solo se presenta la descripción de las variedades de mayor interés para la región Caribe colombiana, pero si se quiere profundizar en el tema es posible consultar la obra *Descriptores de guandul (Cajanus cajan (L.) Huth), guía ilustrada y catálogo técnico*.

Se generaron procesos de fortalecimiento a las asociaciones productoras de semilla de guandul en Atlántico y Magdalena, con el propósito de capacitarlas y fomentar a futuro el avance como productores de semilla de calidad de guandul certificados ante el ICA. En el presente manual se documentan los procesos observados en fincas de los productores y los estudios realizados en el Centro de Investigación Caribia para ampliar el conocimiento del cultivo. La experiencia completa con los productores se documenta en la obra *Producción de semilla de guandul en manos de pequeños productores. Experiencias y lecciones aprendidas con las asociaciones Asocaguada del municipio de Malambo, Atlántico, y Ascexamag del municipio de Zona Bananera, Magdalena*.

Por último, se adelantó un proceso de crecimiento recíproco con la comunidad interesada en conocer mejor el sistema productivo de guandul, pues en estos relacionamientos nos han consultado empresas privadas haciendo las siguientes preguntas:

- ¿Dónde puedo encontrar una asociación de productores a la que pueda comprarle 20 toneladas de grano seco de guandul cada mes, con destino a Estados Unidos? CornPepag (<https://cornpepag.org/>).
- ¿Dónde encuentro un grupo de productores de grano verde de guandul orgánico para llevarlo a restaurantes y cafeterías en Alemania que permitan a las

comunidades tener otras alternativas económicas y promover un comercio justo? Gramor (<https://www.gramorcolombia.org/>).

- ¿Cómo podemos mejorar el proceso de obtención de los granos en verde y seco mediante la trilla? Gramor (<https://www.gramorcolombia.org/>).
- ¿Dónde encuentro prácticas de manejo agronómico para producción de guandul en socios agroforestales para la Orinoquía, con la finalidad de fortalecer proyectos productivos de restauración de ecosistemas y mitigación del cambio climático? Asociación de Becarios de Casanare - ABC (<https://abccolombia.org/>)
- ¿Cómo podemos obtener capacitación sobre producción de guandul con miras a exportación y dónde podemos comprar la semilla de calidad? Asociación de Becarios de Casanare - ABC (<https://abccolombia.org/>).
- ¿Cómo podemos abastecernos de semilla de calidad de fríjol guandul para desarrollar sistemas productivos que nos permitan cumplir la demanda de este producto en Estados Unidos, de acuerdo con los enlaces y convenios pactados? Asociación de Capricultores y Ovinocultores de La Guajira (Caprigua).
- ¿El cultivo de guandul puede fortalecer los procesos de producción ovino-caprina en La Guajira y Cesar? ¿Qué estudios podrían validar esta posición? Caprigua.
- ¿El guandul puede considerarse una especie de alto potencial para exportación? ¿Podríamos incluirlo en el plan de desarrollo productivo que estamos diseñando como estrategia de reinversión productiva de población vulnerable en La Guajira? Fundación Jerónimo Emiliani.

La dinámica del cultivo de guandul en el país se ha enfocado netamente en abastecer producto para consumo humano en el mercado interno. Los materiales sembrados en el departamento del Atlántico son Pascuero y Cuarentano. El primero se denomina así porque se cosecha en época de pascua, durante el periodo de diciembre hasta comienzos de la época seca. El nombre del segundo se debe a que es cosechado en la época religiosa de la cuaresma, entre febrero y marzo, en época seca.

Por su parte, en Magdalena la producción no se realiza de forma comercial, sino que es de tipo pancoger, y es un componente más en los arreglos agroforestales de los cultivos de cacao y café. Asimismo, depende de la disponibilidad de semilla propia.

En los departamentos del interior del país se usa el guandul para la producción de forraje, con la ventaja de que se pueden iniciar procesos productivos en cualquier época del año si se dispone de riego.

La disponibilidad de semilla colombiana es ausente en el mercado normatizado y se ha seleccionado tradicionalmente sin mayores tecnicismos que permitan aprovechar su verdadero potencial. Por eso, las actividades desarrolladas desde el Plan Nacional de Semilla les han permitido a los agricultores ampliar la visión del ejercicio productivo de esta especie y explotar su gran potencial en mercados internacionales, para lo cual siguen fortaleciéndose con el objetivo de contar con semilla de calidad y avanzar en la tecnificación de sus sistemas productivos, como se evidencia en este manual.





Capítulo I

Importancia del guandul en Colombia

Cajanus cajan (Linnaeus) Huth es una de las 92 especies que abarca el sistema de semillas agrícolas de calidad declarada (FAO, 2003), el cual fue diseñado como estrategia para aumentar la disponibilidad de semillas de calidad en la comunidad agrícola mundial, cuyas directrices fueron publicadas en 1993 y revisadas para republicación en 2003 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2003). En este documento empleamos dichas directrices y los parámetros que se establecen para el control de calidad y producción de semilla seleccionada como leguminosa alimenticia, ya que en la normativa colombiana esta especie pertenece a la categoría “semilla seleccionada” como una leguminosa forrajera de clima cálido.

El cultivo de guandul en Colombia se ha manejado históricamente de forma tradicional, siendo propio de la economía campesina. Es una leguminosa arbustiva rica en proteínas (20 al 22 %) y fibra (7,82 al 8,56 %), que hace parte de los platos tradicionales, en su mayoría de la costa Atlántica, en especial en 17 de los 23 municipios que conforman el departamento del

Atlántico (figura 5). Esta especie, originaria de la India, se adapta a suelos semiáridos por ser resistente a la sequía y es un producto con potencial para la seguridad alimentaria de la región Caribe. La fuente de semilla para la producción de un nuevo ciclo de cultivo está supeditada a unas cuantas plantas seleccionadas en el lote por el agricultor en su última fase de cosecha, cuando ya no presenta la mejor calidad (sanitaria, física, genética y fisiológica). Adicionalmente, este cultivo es manejado como un cultivo transitorio de ciclo corto, renovando plantaciones cada nuevo ciclo, a pesar de tener un ciclo de vida semiperenne. Son varias las razones por las que este cultivo es apetecido por los campesinos:

Es una planta que tiene gran potencial para la alimentación animal, por su alto contenido de proteína y puede producir hasta cincuenta toneladas de forraje verde por hectárea. Además de su uso en la alimentación, tiene acciones farmacológicas, ayuda a la recuperación de suelos y a la producción de abonos verdes. (Castillo-Gómez et al., 2016, p. 52)

Según lo anterior, el guandul se considera una alternativa de producción para los pequeños y medianos productores del Caribe colombiano (figura 1).

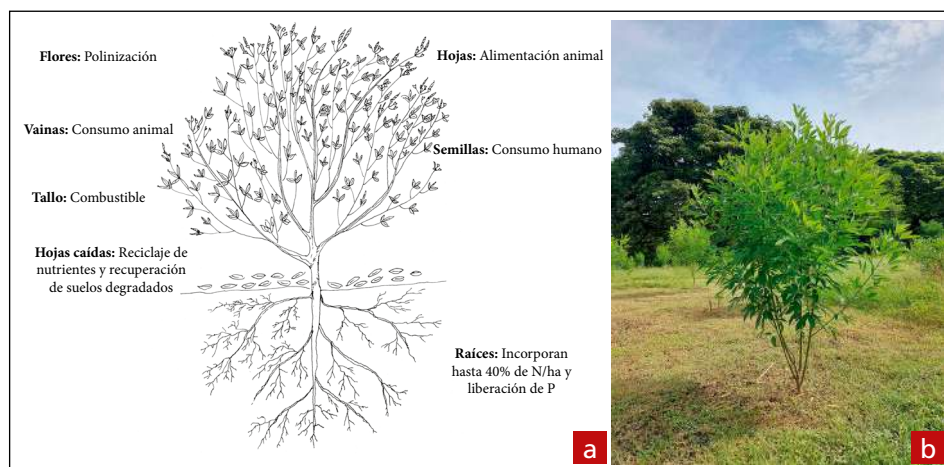


Figura 1. Planta de guandul. a. Usos del guandul en Colombia; b. Planta de guandul en etapa juvenil.

La figura 2 muestra el comportamiento histórico de la producción colombiana de guandul entre 2007 y 2020, y reporta un ascenso considerable, con pico de producción de 3.837 toneladas en 2020. Este crecimiento de las áreas de siembra y de cosecha del sistema productivo puede verse como un regreso de las comunidades rurales

atlanticenses a la siembra de cultivos de pancoger en asocio con otras especies vegetales o como el resultado de que el sistema productivo se esté promoviendo por factores externos como posibles ventanas de comercialización, proyectos productivos impulsados por el Gobierno Nacional o el efecto de la pandemia del COVID-19 que forzó a las comunidades rurales a asentarse en sus unidades de producción con sus núcleos familiares. Este aspecto es interesante, y valdría la pena realizar un estudio social que permita visibilizar la razón del aumento reciente de la producción del sistema productivo.

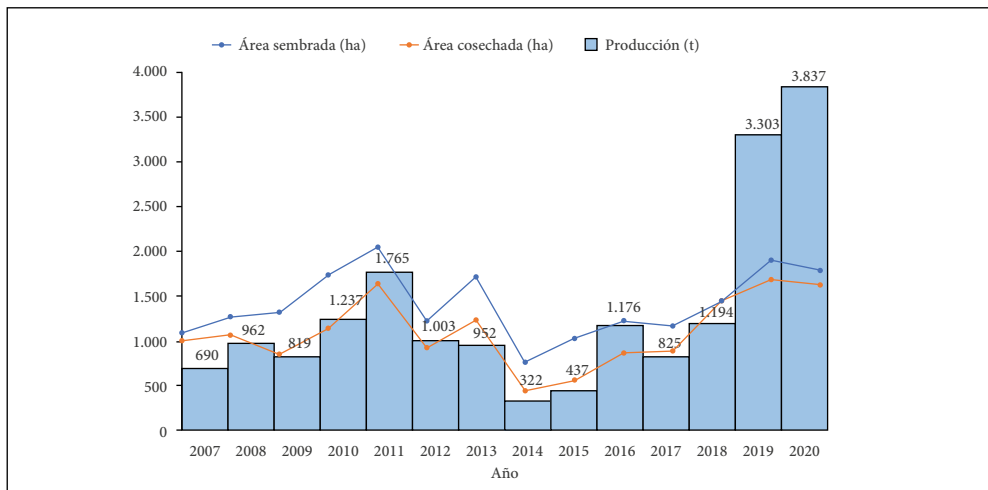


Figura 2. Histórico de las Evaluaciones Agropecuarias del sistema productivo de guandul en Colombia de 2007 a 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2020)

De acuerdo con las Evaluaciones Agropecuarias (EVA) realizadas por el MADR (2020), dentro de los principales productos agrícolas sembrados en el departamento del Atlántico, el guandul ocupa el cuarto lugar después del maíz, la yuca y el mango. Durante 2020 se cosecharon 1.632 ha de guandul en Colombia, con una participación para Atlántico, Boyacá, Córdoba y Magdalena de 1.540, 29, 2 y 61 ha, respectivamente (MADR, 2020). Atlántico tuvo una participación del área sembrada en guandul del 94 % (figura 3), lo que lo posicionó como el departamento de mayor importancia para la producción de este cultivo en Colombia, con un rendimiento promedio nacional de 1,2 t/ha.

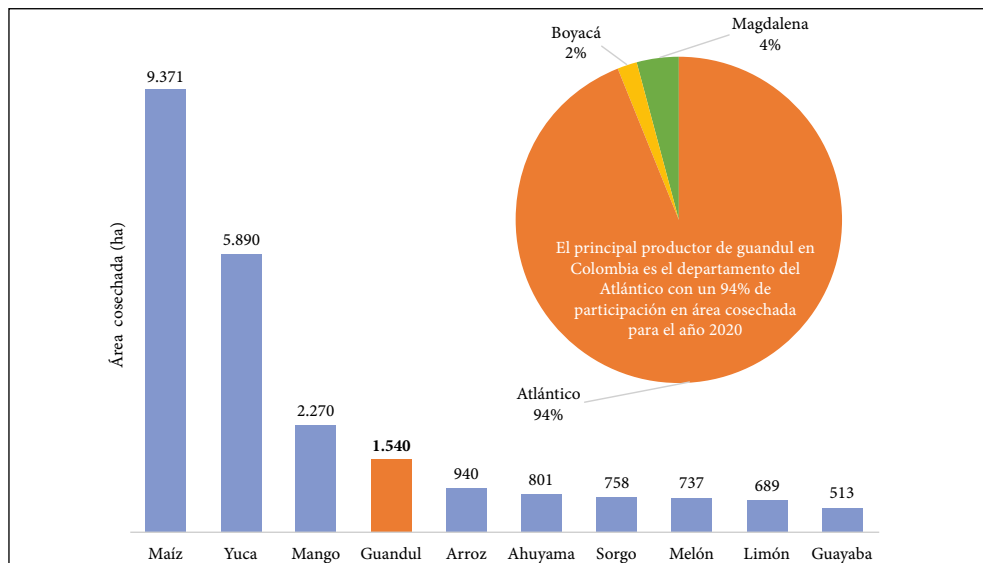


Figura 3. Área cosechada de los principales cultivos del Atlántico y participación del guandul a nivel nacional en 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2020)

Es importante destacar que el guandul se siembra de manera tradicional en asocio con otras especies o hace parte del arreglo agroforestal con maíz, yuca, plátano, cacao, café y hortalizas de pancoger como la ahuyama, la berenjena y el ají. Esto lo convierte en una especie importante para la seguridad alimentaria, en especial en el departamento del Atlántico, donde los cultivos de mayor importancia son maíz y yuca, que a su vez son los que se asocian principalmente con el guandul (figura 4).



Fotos: Sheilla Moreno Pérez

Figura 4. Arreglos de siembra con y sin asocio para el guandul en Colombia. a. Guandul en monocultivo; b. Guandul asociado con plátano; c. Guandul asociado con yuca.

Durante el 2020 se cosecharon en total 1.633 ha de guandul en Colombia provenientes de los departamentos de Atlántico, Magdalena, Córdoba y Boyacá. Los principales municipios productores pertenecen al departamento del Atlántico y son Usiacurí (408 ha), Baranoa (350 ha), Tubará (300 ha) y Malambo (122 ha) (figura 5).

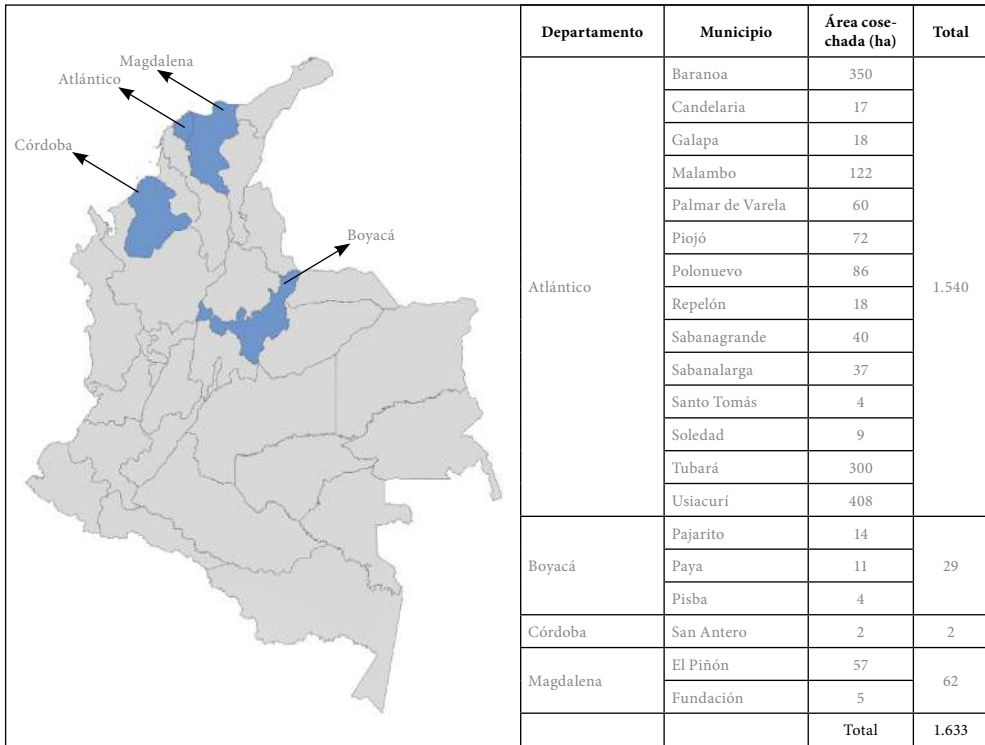


Figura 5. Área sembrada de guandul en Colombia en 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2020)

Dado que el presente manual de producción de semilla de calidad está dirigido a productores de semilla, productores de guandul, asistentes técnicos y comunidad técnico-científica en general para asegurar la producción de semilla de variedades regionales de guandul con óptima calidad en sus cuatro componentes (físico, fisiológico, sanitario y genético, y que este último indica la tenencia de un alto grado de pureza varietal) (FAO, s. f., 2010); se describirá el método de producción de semilla sexual para el incremento en lotes de producción y beneficio como semilla seleccionada, desde el establecimiento del cultivo, siembra y cosecha, hasta el beneficio de la semilla, de forma que se garantice su calidad de acuerdo con los parámetros normativos establecidos por la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

En el Anexo 1 de este manual se pueden consultar los mapas con las principales zonas guaduleras de Colombia para el 2020.



Capítulo II

Clasificación botánica

Cajanus cajan, conocido comúnmente como guandul, guandú o en inglés *pigeonpea*, es una planta autógama que posee aproximadamente un 60 % de cruzamiento libre en campo (Cedano, 2006). De acuerdo con el tipo de insecto polinizador y el genotipo de guandul, la tasa de exogamia puede oscilar entre el 0 y el 40 % (Van der Maesen, 1985).

Es una especie diploide con un número de cromosomas $2n = 2x = 22$, y el tamaño de su genoma es $1C = 858$ Mbp (Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semiáridos [Icrisat], 2020).

La tabla 1 describe la clasificación taxonómica del guandul.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *C. cajan* (L.) Huth

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Angiospermae
Categoría	Fabids
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionoideae

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Reino	Plantae
Tribu	Phaseoleae
Subtribu	Cajaninae
Género	Cajanus
Especie	<i>Cajanus cajan</i> (Linnaeus) Huthaugh

Fuente: Elaboración propia con base en Icrisat (2020) y EPO Global Database (2002)

La tribu Phaseoleae comprende muchas especies de frijoles comestibles de varias especies (v.g., *Phaseolus* sp., *Vigna* sp., *Cajanus* sp., *Lablab* sp., etc.) de los cuales los miembros de la subtribu Cajaninae se distinguen por la presencia de glándulas vesiculares en las hojas, el cáliz y las vainas. Actualmente, once géneros se agrupan bajo la subtribu Cajaninae, incluidas *Rhynchosia* y *Flemingia*, pero el guandul cultivado, *C. cajan*, es la única especie domesticada en Cajaninae. La palabra 'Cajanus' se deriva de una palabra malaya 'katschang' o 'katjang' que significa vaina o frijol. (Icrisat, 2020)

La figura 6 muestra las características que diferencian al guandul de otras leguminosas.



Fotos: Sheila Moreno Pérez

Figura 6. Estructuras características del guandul. a. Flores; b. Vainas; c. Grano verde; d. Grano seco.





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	Franco, 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 (<i>Colletotrichum cajani</i> Rangel), pudrición seca de la raíz (<i>Rhizoctonia</i> sp.), marchitamiento por Fusarium (<i>Fusarium udum</i>) o nudo de la raíz (<i>Meloidogyne incognita</i>). Puntos de desinfección a la entrada del lote y lugar demarcado para almacenar residuos.
Aislamiento	Los insectos como las abejas del género <i>Megachile</i> 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 degradar 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



Fotos: 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



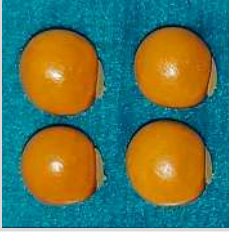
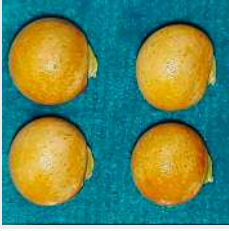
Figura 8. Terreno preparado para siembra de guandul.

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.

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 frijol bio-fortificado 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 en 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: <i>Trichoderma viride</i> de 5 a 7 g/kg de semilla	
	Cuarta opción: <i>Rhizobium</i> 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)

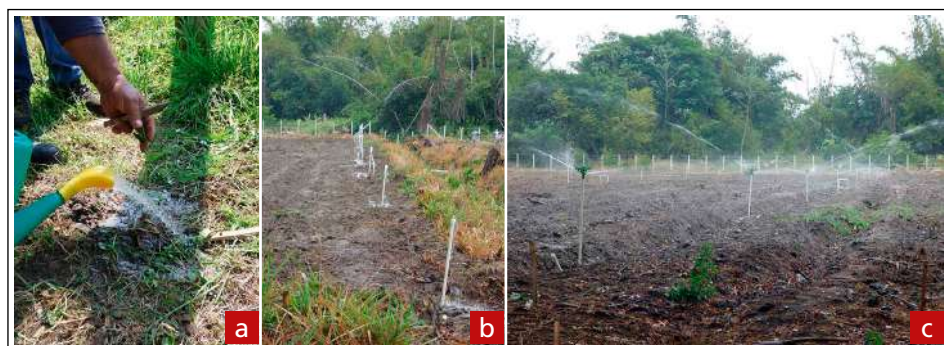
Es importante reiterar que para la producción de semilla se requieren lotes exclusivos, a fin de evitar la mezcla con semillas de otras especies o que las plagas compartan hospederos. Por ejemplo, encontramos con frecuencia que el mapaitero (*Trigona* sp.) afecta al cultivo de guandul desde la floración 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 ₂ O ₅
Potasio	41,5 kg/ha - 50 kg K ₂ O
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 ₂ O ₅	K ₂ O	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

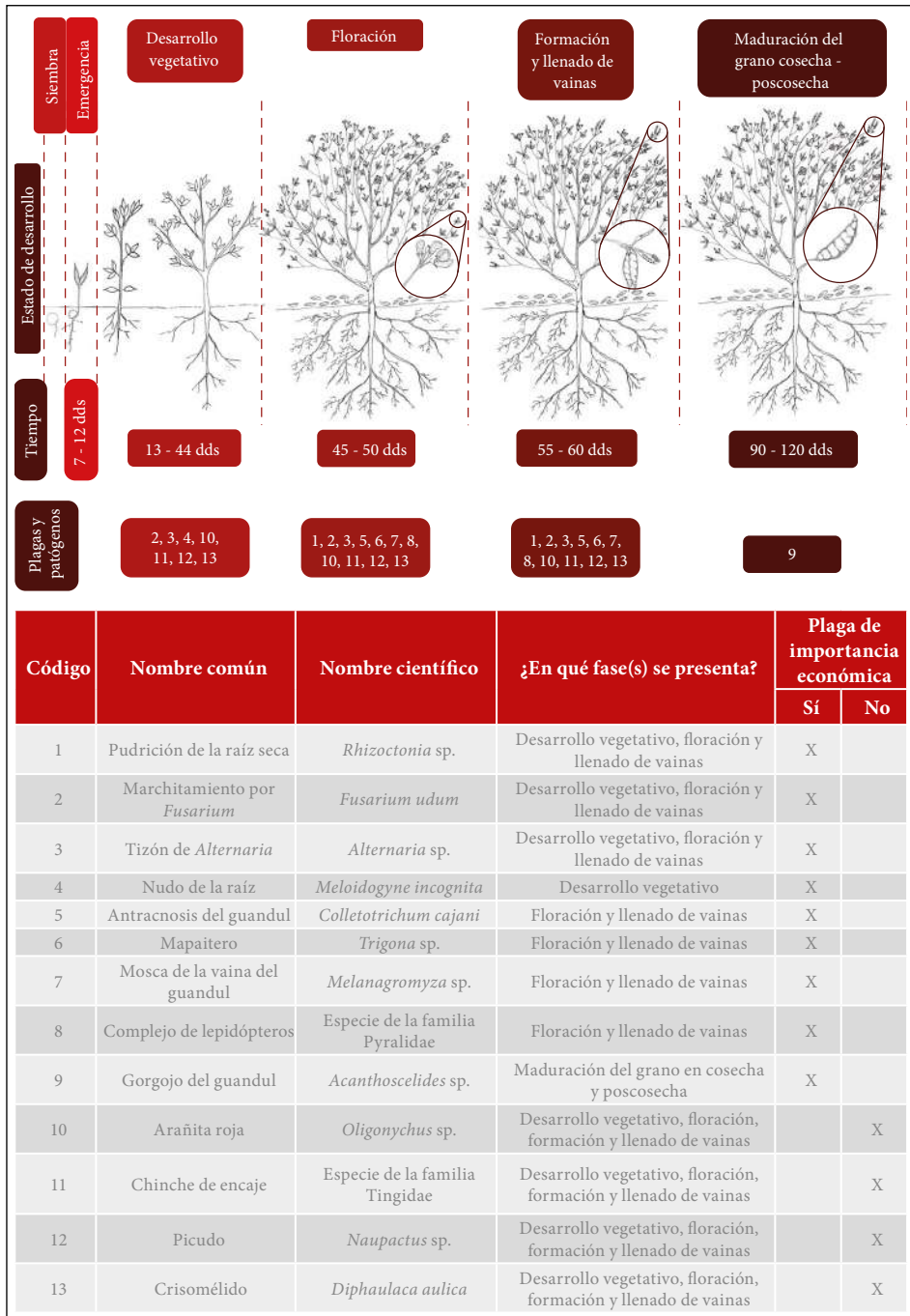
ciclo vegetativo de cinco años. La poda de la planta se hace a una altura entre 0,8 m y 1,0 m para aumentar el número de vainas y la producción de semilla, lo que mejora significativamente la productividad de la especie y se traduce en beneficios para los productores (Ortiz & Sánchez, 1997; Castillo-Gómez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



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
<ul style="list-style-type: none"> • Sembrar semillas de óptima calidad. • Usar variedades resistentes. • Tratar semilla con <i>Rhizobium</i> sp. y <i>Bacillus subtilis</i>. • Aplicar al momento de la siembra <i>Paecilomyces lilacinus</i>. • Seleccionar un campo sin registros previos de marchitamiento por <i>Fusarium</i>. • Eliminar residuos de cosecha. • Aplicar <i>Trichoderma</i> 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar arvenses y manejo de socas. • Usar controladores biológicos: <i>Verticillium lecani</i> (entomopatógeno), <i>Aphidius</i> spp. (parasitoides) o <i>Coccinella septempunctata</i> L., <i>Chrysopa formosa</i> (depredadores). • Aplicar solución de esporas de entomopatógenos como <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarrhizium anisopliae</i> o <i>Bacillus thuringiensis</i>. • 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 cromáticas amarillas adhesivas. • Intercalar cultivos como sorgo, maíz o maní. • Programar monitoreos continuos para detectar tempranamente plagas.

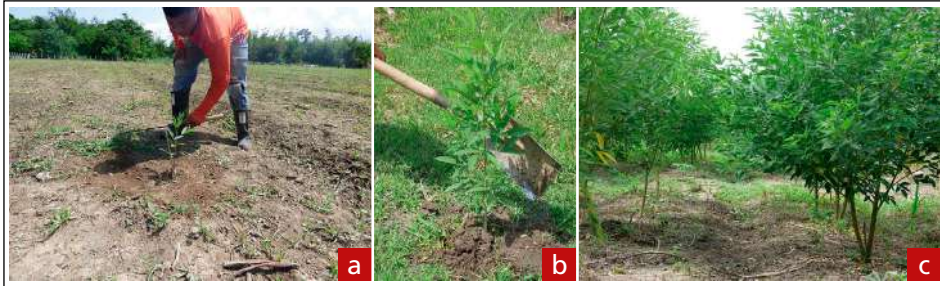
Fuente: Elaboración propia

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: Sheila 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 anthesis (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: Sheila 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.





Capítulo IV

Obtención de semilla de calidad

Trazabilidad

En la producción de semillas, como primer eslabón en la producción agrícola de Colombia y que contribuye al éxito del cultivo, es necesario llevar la trazabilidad durante el proceso (Decreto 931, 2018), por lo que es importante conocer el origen geográfico y mantener las características fenológicas (días a floración, días a madurez, días a cosecha) de cada material que se planea multiplicar. La trazabilidad le permitirá al productor conocer la historia de la semilla producida desde el origen del material de siembra hasta su entrega al cliente final, así como identificar la semilla en todas las etapas del proceso productivo, minimizar los riesgos de mezcla entre materiales y soportar los controles de calidad durante todo el proceso de producción de semilla para tener óptimos rendimientos y facilitar la toma de decisiones a futuro (Flórez-Gómez et al., 2021).

La semilla de guandul debe ser uniforme en tamaño y aspectos visuales. Por ello, mientras se avanza en el desarrollo de metodologías con mayor tecnificación, la selección manual es una estrategia que permitirá

realizar el ejercicio con rigor y optimizar considerablemente la calidad de la semilla para la siembra (figura 16).



Fotos: Sheila Moreno Pérez

Figura 16. Selección y clasificación de semilla para siembra. a. Semilla inicial usada para siembra tradicional; b. Semilla clasificada y seleccionada para la siembra.

Eliminación de plantas “fuera de tipo”

Esta actividad se hace durante todo el ciclo del cultivo, con el objetivo de garantizar la calidad genética (en términos de pureza) y la calidad fitosanitaria (ausencia de plagas y patógenos) de la semilla, además de facilitar y garantizar el normal desarrollo del proceso de acondicionamiento. Con base en el ciclo de vida de la especie, Arcos & Rojas (2020) recomiendan:

Durante el crecimiento vegetativo: Eliminar las plantas atípicas, que son fácilmente reconocibles después de la tercera semana, como son todas las plantas que se consideren diferentes a lo dispuesto en la tabla 3, plantas enfermas, fuera de surco o que tengan un aspecto diferente al de la variedad cuya semilla se está multiplicando.

Antes de la floración: Eliminar cualquier planta atípica o dudosa que haya pasado desapercibida en la primera etapa. Se debe monitorear la identidad de cada material (color de cáliz, color de flor, patrón de floración, color y forma de vaina), comparándola con una guía de descriptores (IBPGR & Icrisat, 1993) registrados preliminarmente (tabla 9).

Tabla 9. Descriptores morfológicos para guandul

Vegetativo	Flor	Vaina	Semilla
<ul style="list-style-type: none"> Hábito de crecimiento. Altura de planta (cm). Número de ramas. Color de tallo. Espesor del tallo (mm). Tamaño de la hoja (cm²). Forma del foliolo. Vellosidad de la hoja (superficie inferior de las hojas). 	<ul style="list-style-type: none"> Días desde la siembra hasta alcanzar el 50 % de floración. Duración de la floración. Color base de la flor. Segundo color de flor. Patrón de rayas (venas) en la flor. Patrón de la floración. 	<ul style="list-style-type: none"> Número de racimos. Semillas por vaina. Color de la vaina. Forma de la vaina. Vellosidad de la vaina. Longitud del soporte de la vaina (cm). 	<ul style="list-style-type: none"> Patrón de color de la semilla. Color base de la semilla. Segundo color de la semilla. Color del ojo de la semilla. Forma de la semilla. Características del <i>hilum</i> ó hilo. Peso de 100 semillas.

Fuente: Elaboración propia

Poscosecha: acondicionamiento de la semilla

Las vainas de cada variedad deben secarse bajo cubierta, en condiciones protegidas y evitar siempre el contacto con el suelo, ya que este actúa como foco de contaminación de la semilla con patógenos. El secado puede durar de 2 a 3 días a la sombra; al tercer día se debe determinar el contenido de humedad usando un medidor de humedad para granos, valor que debe estar alrededor del 13 %, luego se trillan las vainas frotándolas sobre una malla para desgrane y así evitar que las semillas se rieguen; en caso tal, es necesario limpiar el área de trilla antes de iniciar con otra variedad para evitar mezclas. Si son pocas vainas, se recomienda un desgrane manual.

Posteriormente, los desechos se retiran soplando la semilla al viento o con ventilador, asegurándose de que no queden residuos de cáscara de otro tipo. Luego, deberá realizarse una clasificación y selección de las semillas que serán almacenadas, descartándose semillas fragmentadas, con daños por insectos, afectaciones ambientales como deshidratación excesiva y semillas de otras variedades identificables por su aspecto (forma, tamaño, patrón de manchado, entre otros), como se observa en la figura 17.



Fotos: Sheilla Moreno Pérez

Figura 17. Tipos de semillas para descarte. a. Semilla fragmentada; b. Semilla con daño por insectos; c. Semilla con daño ambiental; d. Semilla de otras variedades.

Al finalizar, se embala la semilla en bolsas de muselina o en empaques de tipo contenedor (frascos de vidrio, bolsas laminadas, latas de aluminio, tarros plásticos con contratapa), que deben estar sellados herméticamente y deben contener algún desecante como silicagel u otro, con indicador de humedad (cloruro de cobalto) para su monitoreo constante. A esta semilla también se le realizan pruebas de germinación, de acuerdo con lo estipulado por cada productor para el control interno con base en las normas ISTA. Además, es indispensable que cada unidad de almacenamiento esté debidamente rotulada y que haya sido pesada para asegurar que las cantidades sean las adecuadas.

Completado el acondicionamiento, se debe tomar una muestra representativa de la semilla para realizar las pruebas de calidad (física, fisiológica y sanitaria), o en su defecto remitirla a uno de los laboratorios de la Red-Lase del ICA. Es importante tener en cuenta que semillas infectadas con hongos transmitidos por semilla o cuya germinación sea inferior al 70 % debe rechazarse y no ser comercializada (ICA, 2015a).

Control interno de parámetros de calidad

Toda semilla debe cumplir con los parámetros de calidad estipulados dentro del marco normativo de cada nación. En el caso de Colombia (tabla 10), por estar contemplado como especie dentro de la categoría de semilla seleccionada en la Resolución ICA 3168, modificada por la Resolución 3888 del 2015, los parámetros específicos para guandul son del 95 % para semilla pura, del 70 % para germinación y los demás son transversales a todas las semillas.

Tabla 10. Criterios mínimos de calidad de la semilla de guandul

Tipo de calidad	Descripción
Genética	Semilla de la variedad a multiplicar (libre de mezclas varietales).
Física	Libre de semillas de malezas, fragmentos de semillas y materia inerte. Pureza física mayor al 95 %. Contenido de humedad: entre 12 y 14 %.
Fisiológica	Germinación: 70 %. Viabilidad: mayor al 70 %.
Fitosanitaria	Libre de enfermedades y plagas.

Fuente: Elaboración propia con base en ICA (2015a, 2015b).

Cuando la semilla disponible para utilizar en la siembra no cumple con los parámetros de calidad definidos anteriormente, deberá rechazarse.

Se debe considerar que, al ser una leguminosa, la semilla del guandul se deteriora más rápidamente que la semilla de otros cultivos, por lo que es recomendable monitorear la calidad fisiológica durante el almacenamiento. Como producto de esta publicación, también se le ofrece al lector la posibilidad de conocer el libro de campo en el que las asociaciones registraron la información de manejo agronómico para cada lote de guandul enfocado a la producción de semilla de calidad (Anexo 2). Aguirre & Peske (1988) mencionan que los intervalos de estas evaluaciones dependerán de las condiciones de temperatura y humedad en las que se encuentre almacenada la semilla, y estas deben realizarse con mayor periodicidad cuando la temperatura es alta. Considerando los análisis de calidad de la semilla, se puede establecer el tiempo máximo de almacenamiento durante el cual la viabilidad de la semilla se verá menos afectada.

Empaque y etiquetado

El ICA (2015a) estipula que “los productores de semilla deben etiquetar con la información exigida en las normas establecidas y deben declarar bajo su responsabilidad la información sobre la variedad y la calidad del material que está comercializando”.

Además, debe tenerse en cuenta que:

- La etiqueta debe ir junto al empaque o envase, nuevo y en buen estado, que asegure su protección durante el transporte y almacenamiento en condiciones normales. La etiqueta no podrá ser removida o readherida.
- La etiqueta puede ser adhesiva y proporcional al tamaño del envase.

- Para semilla seleccionada, la etiqueta debe ser de color amarillo, suministrada por el mismo productor o importador y contener toda la información requerida (tabla 11).

Tabla 11. Modelo de etiqueta para semilla seleccionada, según normatividad colombiana

Semilla seleccionada:	
Nombre y dirección del productor:	
Nombre común:	Nombre cultivar (variedad):
Número de registro del productor o importador:	
Lote No.:	Peso Neto:
Semilla pura (%):	
Semilla pura germinada (% mínimo):	
Fecha del análisis de calidad:	

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

Almacenamiento de la semilla

La semilla se almacena inicialmente en bolsas de papel, para evitar que el aumento de temperatura y la humedad favorezcan el desarrollo de patógenos (hongos, bacterias, etc.) y plagas. Las bolsas deben ir marcadas con sus respectivos rótulos de identificación del genotipo según las cosechas y demás datos de trazabilidad (fecha de cosecha, porcentaje de germinación, peso de la semilla y código). La conservación de la semilla a mediano y largo plazo depende del empaque y sitio de almacenamiento, pues según las condiciones de humedad, temperatura y sanitarias se logrará un mayor o menor tiempo de almacenamiento con pérdida mínima de la calidad de la semilla.

Por ejemplo, para la conservación a largo plazo de la semilla de guandul, por ser de tipo ortodoxa, las semillas deben secarse hasta alcanzar un contenido de humedad entre el 5 y el 7 %, usando ventilación forzada en una cámara a 15 °C y humedad relativa entre el 15 y el 20 %. Si no se cuenta con este instrumento, las semillas deben secarse usando gel de sílice u otro desecante apropiado hasta que su contenido de humedad esté entre el 5 y el 7 % (Upadhyaya et al., 2008). Una vez seca, la semilla se debe almacenar en un sitio refrigerado (FAO, 2019). En AGROSAVIA se dispone de un POE interno para el almacenamiento de semillas de cultivos transitorios en cuartos fríos, donde la planeación del tiempo de almacenamiento está dada por los porcentajes de humedad para la especie, pero se recomienda no exceder los 12 meses en cuartos fríos (Gómez & Nopsa, 2020).

Solicitud de registro ICA: productor de semilla seleccionada

La solicitud de registro como productor de semilla seleccionada, en caso de que el productor desee comercializar su semilla, se realiza ante la Dirección Técnica de Semillas, en las oficinas nacionales del ICA en Bogotá. Deben reunirse algunos documentos y cumplir con las condiciones establecidas para llevar a cabo dicho trámite (ICA, 2015a), a saber:

- a. Solicitud firmada por la persona natural o el representante legal, según corresponda, cumpliendo con los siguientes requisitos: nombre o razón social, dirección, teléfono, relación de los equipos mínimos para el control interno de calidad necesario para las especies que va a producir, descripción de la distribución de las semillas, informar si la comercialización de semillas para siembra se realiza directamente o a través de terceros distribuidores debidamente registrados en el ICA e informar las especies o cultivares de semilla a producir. Se debe tener en cuenta que, en caso de no poseer equipos para el control interno de calidad, podrá presentar contrato suscrito con un productor registrado o hacer uso de los servicios de los laboratorios del ICA previo pago de las tarifas correspondientes.
- b. Indicar la ubicación de los sitios destinados al acondicionamiento de las semillas, relacionando los procesos generales de producción y almacenamiento según la especie.
- c. Indicar los equipos de acondicionamiento dependiendo de la especie, métodos o sistemas de tratamiento, implementos y sistemas de empaque conforme al anexo I y II de la Resolución ICA 3168 del 2015.
- d. Certificado de existencia y representación legal si se trata de persona jurídica, expedido por la Cámara de Comercio con fecha no mayor a treinta (30) días calendario a la presentación de la solicitud.
- e. Cédula de ciudadanía del representante legal.
- f. Matrícula mercantil, RUT y cédula de ciudadanía, si se trata de una persona natural. Procurar tener registrada la actividad económica con su respectivo código CIU (por ejemplo, código 0111, 0164, 4620, 4774 o el que corresponda).
- g. Proyecto de empaque y rotulado en original y copia según lo establecido en el artículo 19 de la Resolución ICA 3168 de 2015.
- h. Certificado de tradición y libertad o contrato de arrendamiento del predio o inmueble donde desarrolla la actividad, indicando teléfono y dirección.
- i. Certificación de uso del suelo expedida por la autoridad competente.

- j. Contrato que acredite la asistencia técnica y el control de las labores de producción en campo o laboratorio, invernadero y acondicionamiento, suscrita con un ingeniero agrónomo o agrónomo.
- k. Copia de la tarjeta profesional.
- l. Hoja de vida del ingeniero agrónomo o agrónomo.
- m. Acreditar la experiencia del asistente técnico en las especies que va a producir.
- n. Copia de la factura ICA con el pago de la tarifa correspondiente.

Una vez sea superado el primer filtro con respecto a la documentación antes referenciada y si no hay observaciones al respecto, el trámite será recibido oficialmente por el ICA en la dependencia pertinente, la cual asignará un profesional de su equipo para hacer el respectivo seguimiento y emitir el concepto (aprobado o denegado). Si el concepto es favorable, se expedirá el registro y la resolución que lo acredita. De no ser este el caso, el profesional del ICA emitirá las recomendaciones para subsanar las fallas o carencias del proceso y se concertará una nueva visita para evaluar las mejoras que se hayan implementado en los plazos que se consideren adecuados. Es de resaltar que la vigencia de este registro es indefinida, pero se deberá velar por el estricto cumplimiento de la norma para sostenerlo y no ponerlo en riesgo durante las visitas de seguimiento o debido a quejas de los compradores.





AGROSAVIA



Capítulo V

Actividades necesarias para la producción de semilla por hectárea

Con el fin de proporcionar una guía para estimar los costos de producción, dependiendo de la región en donde se encuentra el productor y de acuerdo con el valor de la mano de obra y los insumos, la tabla 12 contiene las actividades que requiere el cultivo de guandul para su producción.

Tabla 12. Actividades para la producción de una hectárea de guandul

Actividades	Para hectárea (1 ha)	
	Unidad	Cantidad
Preparación de suelo		
Arada de disco	Unidad	1
Rastrillada	Unidad	2
Surcada	Jornales	1
Mano de obra		
Aplicación de herbicida en presiembra	Jornales	2
Siembra	Jornales	14
Raleo	Jornales	3
Control manual de maleza (2 controles)	Jornales	24
Aplicación de herbicida en gramíneas	Jornales	2
Fertilización posemergencia	Jornales	4
Poda	Jornales	4
Control fitosanitario	Jornales	4
Aplicación de riego	Jornales	8
Cosecha en seco	Jornales	16
Desgrane y limpieza de la vaina	Jornales	8
Insumos		
Herbicida	Galón	1
Semilla	Kilos	4
Fertilizante	Bultos	2
Empaques saco bolsas para cosecha	Unidad	100
Sacos empaque de 30 kg	Unidad	100
Fungicida	Kilos	2
Insecticida	Litros	1
Organismos benéficos	Kilos	2
Riego		
Instalación del sistema de riego	Unidad	1
Herramientas y equipos		
Fumigadora	Unidad	1
Equipo de protección personal	Unidad	1
Ahoyador manual	Unidad	2
Azadones	Unidad	2
Indirectos		
Arriendo de la tierra	Hectárea	1
Administración y vigilancia (20 % del canon de arrendamiento)	Global	1

Fuente: Elaboración propia

Referencias

- Agrosavia TV. (2021). *Se producirá semilla de calidad de frijol guandul a través del Plan Nacional Semilla de AGROSAVIA* [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=B1u2SvkVQr8>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. (s. f.). *Plan Nacional de Semilla*. Consultado marzo 2, 2022, en <https://www.agrosavia.co/sociedad/semillas>
- Agudelo Castañeda, G. A., Cañar Serna, D. Y., Pabón Morales, M. Á., Bello Gáfaró, M., & Hernández Nopsa, J. F. (2021). *Manual técnico para la producción de semilla de cacao en vivero para los Santanderes y Boyacá*. AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7404586>
- Aguirre, R., & Peske, S. (1988). *Manual de beneficio de semillas*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB118.3_A33_Manual_para_el_beneficio_de_semillas.pdf
- Arcos, J., & Rojas, D. C. (2020). *Recomendaciones para la producción de grano de frijol biofortificado en Colombia*. Harvest Plus. http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2020/04/manual_produccion_siembra_frijol_biofortificado.pdf
- Calderón, G. (1978). El cultivo del guandul. *Boletín Técnico ICA*, 63. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/14045/23702_5535.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castillo-Gómez, C., Narváez-Solarte, W., & Hahn-von-Hessberg, C. M. (2016). Agromorfología y usos del *Cajanus cajan* L. Millsp. (Fabaceae). *Boletín Científico del Centro de Museos*, 20(1), 52-62. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v20n1/v20n1a05.pdf>
- Cedano, J. (2006). *Guía técnica cultivo de guandul*. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (Cedaf). https://www.academia.edu/28739611/Guía_Técnica_Cultivo_de_Guandul
- Decreto 931 de 2018. “Por el cual se crea el Sistema de Trazabilidad Vegetal y se incluye como Título 11 de la Parte 13 del Libro 2 del Decreto 1071 de 2015, Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural”. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=86580>

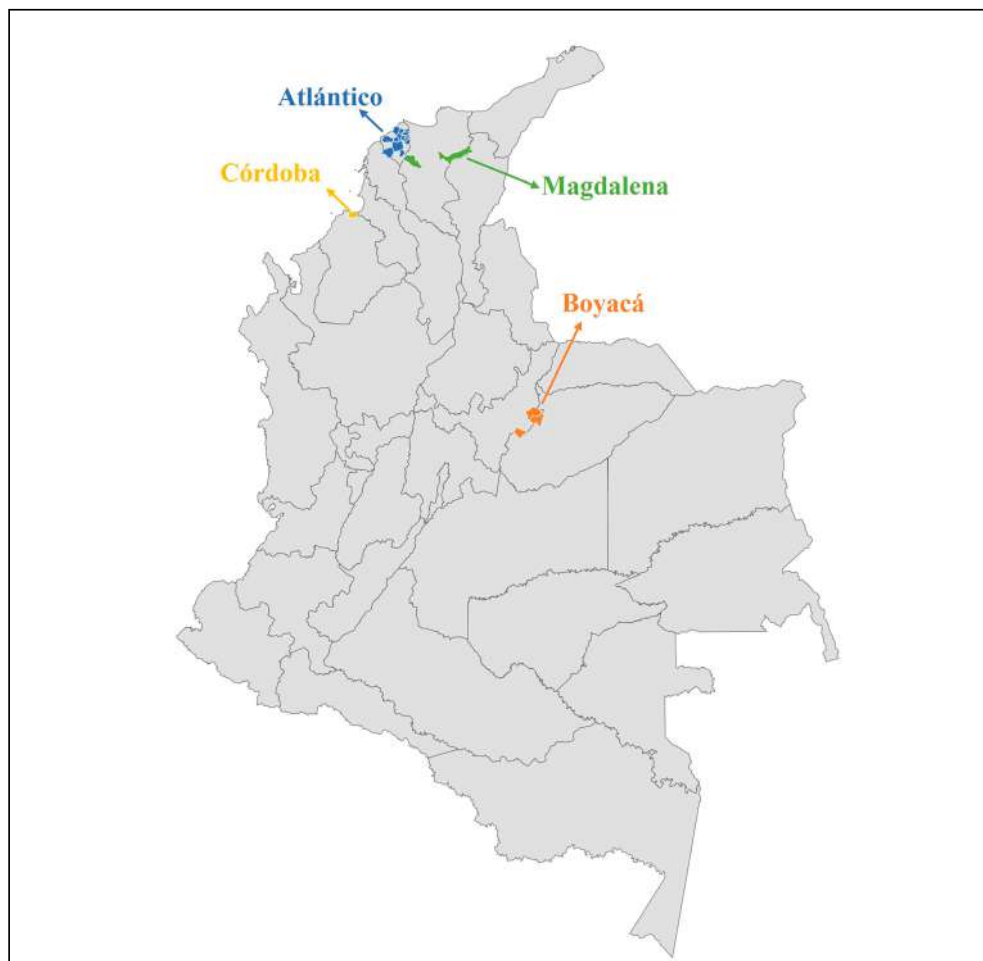
- Dhaka, A. K., Kumar, S., Singh, B., Singh, K., Kumar, A., & Kumar, N. (2020). Nitrogen use efficiency, economic return and yield performance of pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] as influenced by nipping and fertility levels. *Legume Research*, 43(1), 105-110.
- EPPO Global Database. (2002). *Cajanus cajan* (Cajca). Consultado marzo 2, 2022, en <https://gd.eppo.int/taxon/CAJCA>
- Gómez, D. E., & Pabón, R. A. (2008). *Evaluación agronómica de seis accesiones de guandul (Cajanus cajan) en la meseta de Popayán* [Tesis de grado, Universidad del Cauca]. Repositorio Unicauca. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/713>
- Gómez, D. L., & Nopsa, J. F. (2020). *Almacenamiento de semillas de cultivos transitorios en cuartos fríos*. AGROSAVIA.
- Hernández, J. (2019a). *¿Cómo mejorar la calidad de la semilla en Colombia? Los modelos de redes y los esquemas de aseguramiento de la calidad* [Ponencia]. xxxiv Congreso Colombiano de Fitopatología y Ciencias Afines, Bogotá, Colombia.
- Hernández, J. F. (Comp.). (2019b). *Resúmenes XXIII Reunión Latinoamericana del Maíz y IV Congreso de Semillas*. AGROSAVIA. <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/76>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2015a). *Resolución 3168. “Por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones”*. <http://www.ica.gov.co/getattachment/4e8c3698-8fcb-4e42-80e7-a6c7acde-9bf8/2015R3168.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2015b). *Resolución 3888. “Por medio de la cual se adiciona un artículo transitorio y se modifica la Resolución ICA 3168 de 2015”*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/f900cb7d-cde7-4017-b449-088f0aeaf62b/2015R3888.aspx>
- Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semiáridos [Icrisat]. (2020). *Pigeonpea*. Consultado marzo 2, 2022, en <http://exploreit.icrisat.org/profile/Pigeonpea/279#>
- International Seed Testing Association [ISTA]. (2022). *International Rules for Seed Testing 2022*. Consultado marzo 2, 2022, en https://www.seedtest.org/en/international-rules-for-seed-testing-_content--1--1083.html

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2019). *Evaluaciones agropecuarias municipales EVA*. Consultado marzo 2, 2022, en <https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Evaluaciones-Agropecuarias-Municipales-EVA/2pnw-mmge>
- Nene, Y. L., Hall, S. D., & Sheilla, V. K. (Eds.). (1990). *The Pigeonpea*. CAB International.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2003). *Semillas de calidad declarada*. <http://www.fao.org/3/a0503s/a0503s02.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2010). *Seeds in emergencies: A technical handbook*. https://fscluster.org/sites/default/files/documents/Seeds_in_Emergencies.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). *Nuestras legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones*. <https://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2019). *Materiales para capacitación en semillas. Módulo 6: Almacenamiento de semillas*. <https://www.fao.org/3/ca1495es/CA1495ES.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (s. f.). *Seed and seed quality: Technical information for FAO emergency staff*. https://www.fao.org/fileadmin/templates/tc/tce/pdf/Appendix_14_Seed_and_Seed_Quality_for_Emg.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] & AfricaSeeds. (2019). *Materiales para capacitación en semillas. Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas*. <http://www.fao.org/3/ca1492es/CA1492ES.pdf>
- Ortiz, S., & Sánchez, M. S. (1997). Etapas de crecimiento de la planta y madurez de semillas en dos accesiones de guandul *Cajanus cajan* (L.) Millps. *Acta Agronómica*, 47(2), 20-23. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/48202/0
- Ramírez Durán, J., Cañar Serna, D. Y., Deantonio Florido, L. Y., & Hernández Nopsa, J. F. (2020). *Manual técnico para la producción de plántulas de caña de azúcar para panela a partir de yemas individuales bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Barbosa (Santander)*. AGROSAVIA. <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/26>
- Roy, R. N., Finck, A., Blair, G. J., & Tandon, H. L. S. (2007). *Plant nutrition for food security. A guide for integrated nutrient management*. FAO.
- Saladín, F. (1990). *Cultivo de guandul*. Fundación de Desarrollo Agropecuario de República Dominicana.

- Saxena, R. K., Jackson, S. A., & Varshney, R. K. (Eds.) (2017). *The pigeonpea genome*. Springer
- Singh, Y. P., Tomar, S. P. S., & Singh, S. (2020). Impact of biotic stress management technologies on yield, economics and energy indices of pigeon pea (*Cajanus cajan*) grown in Central India. *Legume Research*, 43(1), 61-67.
- Tiwari, A. K., Shivare, A. K., & Kumar, S. V. (Eds.). (2017). *Pigeonpea production technology*. Government of India. https://farmer.gov.in/imagedefault/Other_Pulses/Pigeonpea_E.pdf
- Upadhyaya, H. D., Reddy, K. N., & Sastry, D. V. S. S. R. (2008). *Guías para la regeneración de germoplasma. Guandul*. Icrisat. <https://docplayer.es/77447783-Guandul-guias-para-la-regeneracion-de-germoplasma-hd-upadhyaya-kn-reddy-y-dvssr-sastry.html>
- Van der Maesen, L. J. G. (1985). Revision of the genus *Pueraria* DC. with some notes on *Teyleria backer* (Leguminosa). *Agricultural University Wageningen Papers*, 85(1). <https://edepot.wur.nl/165042>

Anexo 1. Mapas de las zonas guaduleras de Colombia en 2020

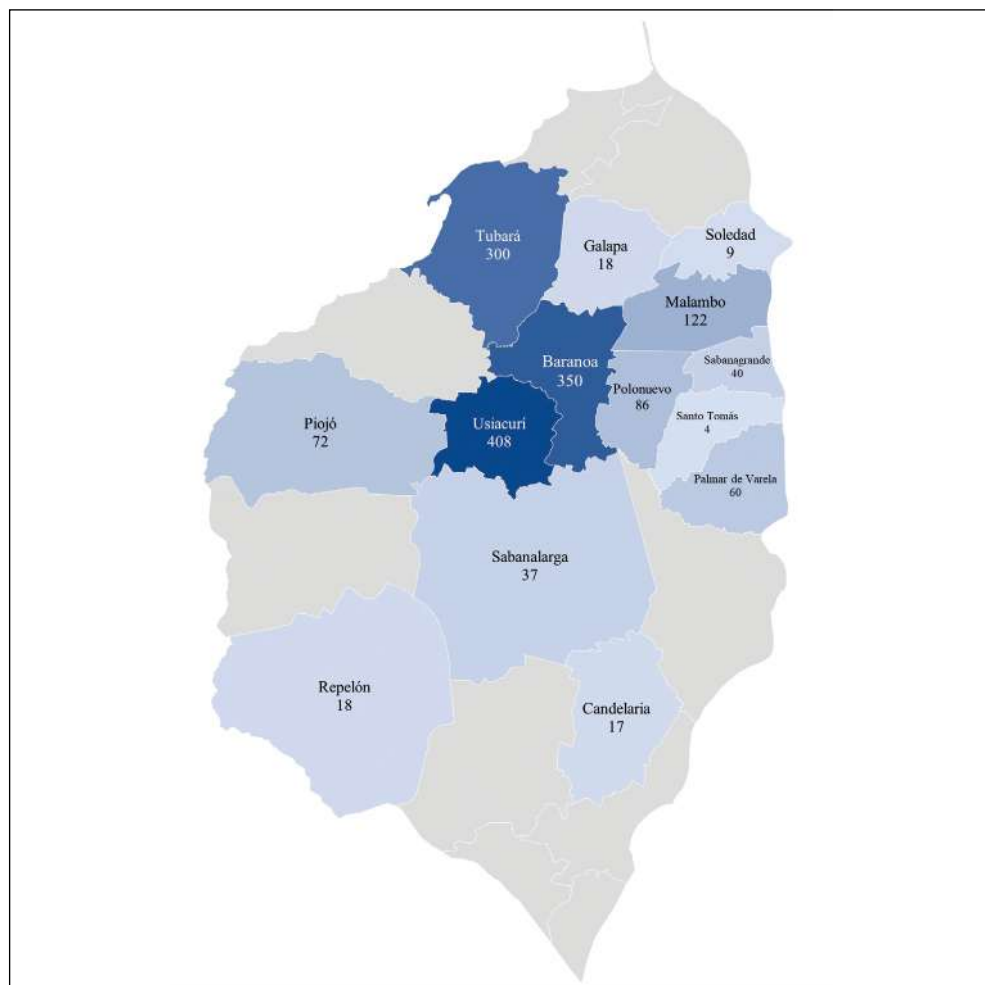
Mapa 1. Ubicación de los municipios colombianos cultivadores de guandul



La producción de guandul se concentra en cuatro departamentos de Colombia.

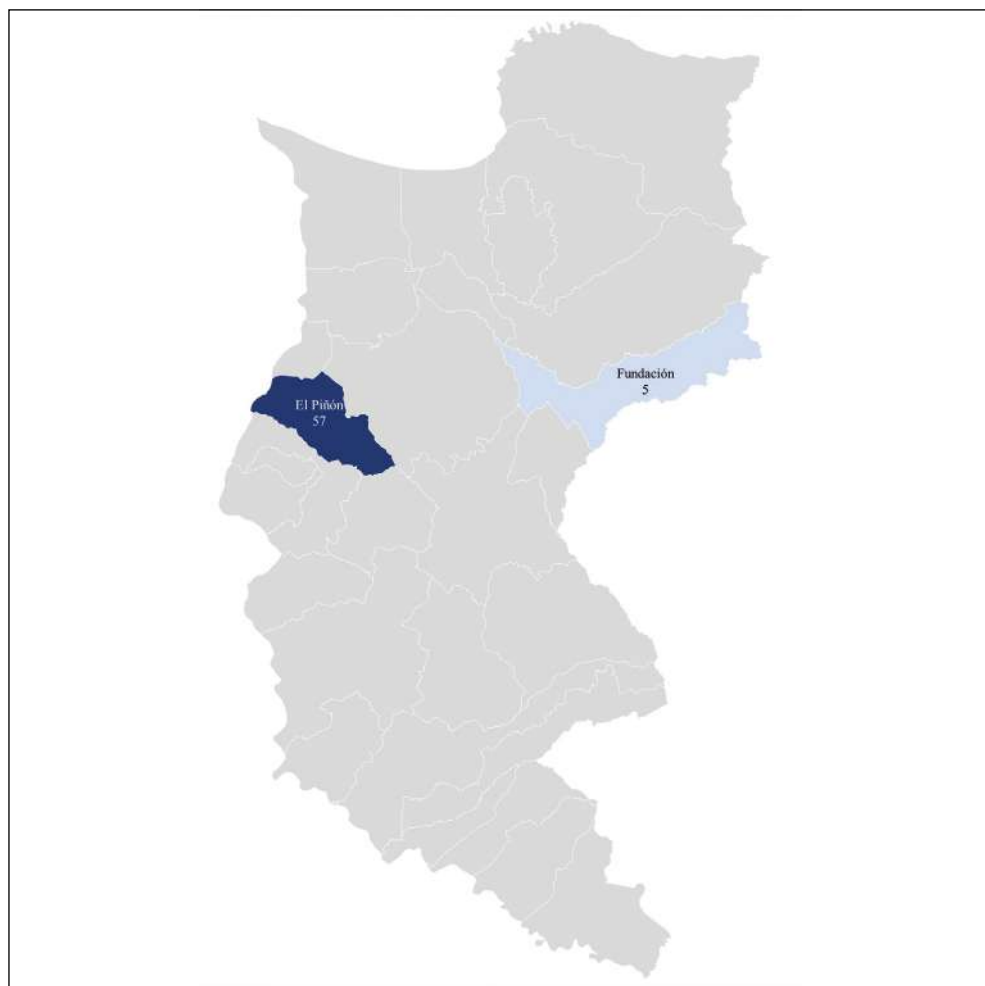
Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2020)

Mapa 2. Hectáreas cosechadas en Atlántico



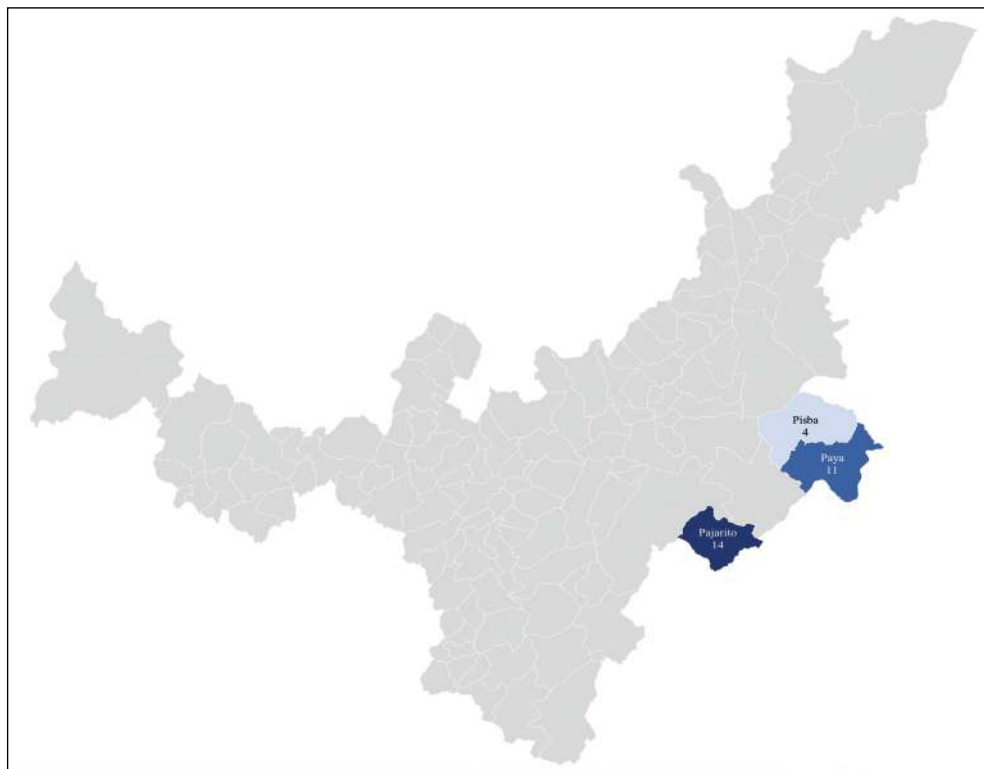
Atlántico produce guandul en 14 municipios, que representan un 94 % de la producción nacional, con 1.540 ha cosechadas.
Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2020)

Mapa 3. Hectáreas cosechadas en Magdalena



El Magdalena ocupa el segundo lugar como productor de guandul en Colombia, con 62 ha cosechadas.
Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2020)

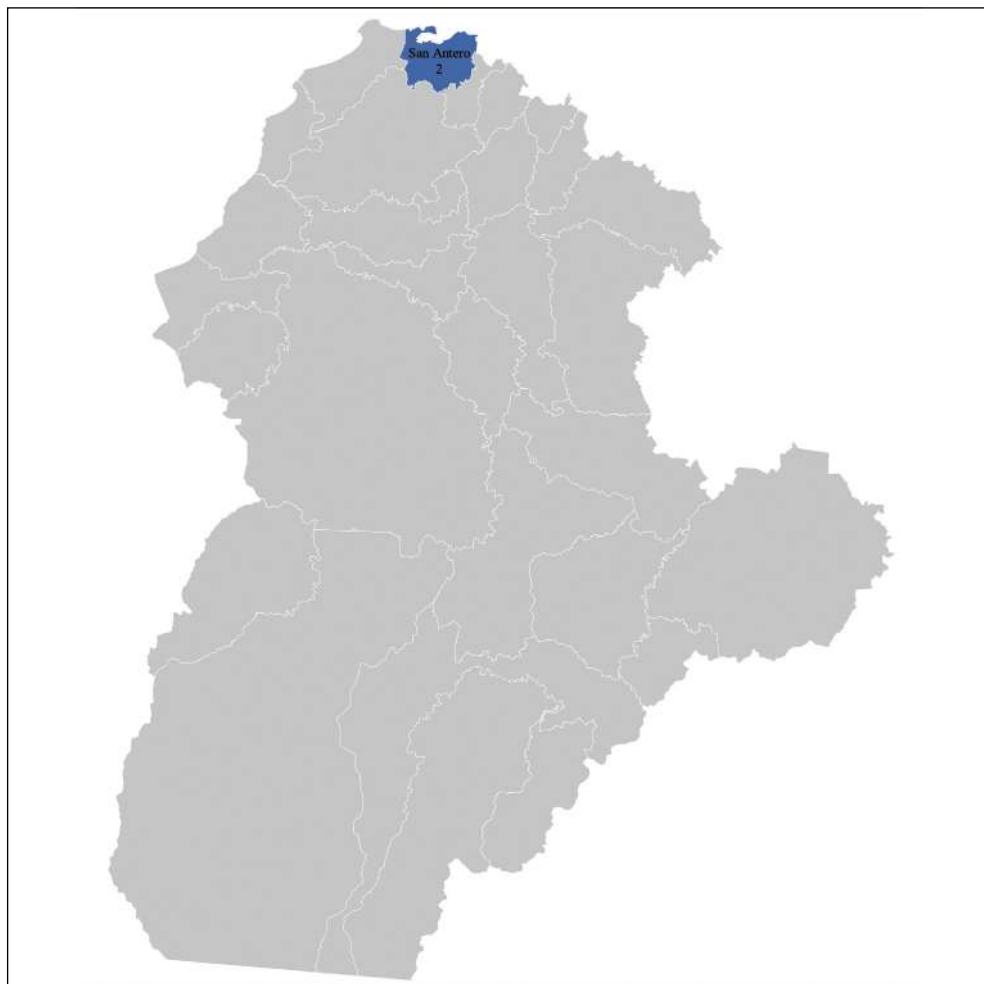
Mapa 4. Hectáreas cosechadas en Boyacá



Boyacá es el único departamento que produce guandul por fuera del área de influencia de la Costa Atlántica colombiana, con 29 ha cosechadas.

Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2020)

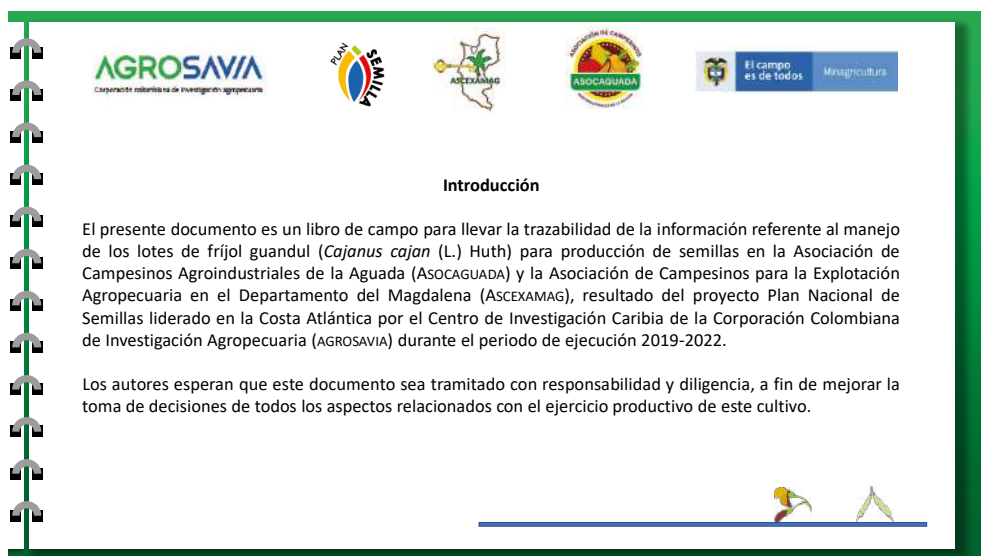
Mapa 5. Hectáreas cosechadas en Córdoba



Córdoba solo tiene un municipio que produce guandul y es el que tienen menor área cosechada en el país: 2 ha.
Fuente: Elaboración propia con base en MADR (2020)



Anexo 2. Libro de campo para el registro de información en lotes de producción de semilla









Identificación del lote

Departamento:		Municipio:		Vereda:	
Nombre de la finca:			Georreferenciación:		
Altitud:	Topografía:	Área (m ²):	Código del lote:		
Encargado del lote:			Asistente técnico:		

Datos de siembra

Fecha de siembra:		Variedad:		Procedencia de la semilla:	
Tratamiento de la semilla:					
Número de semillas por sitio:			Densidad de siembra (plantas por ha):		
Distancia de siembra (cm):			Cantidad de semilla sembrada (kg):		
Fecha de emergencia:		Porcentaje de emergencia (%):		Fecha de resiembra:	
Causas de baja emergencia:					










Aplicación de enmiendas y fertilización

¿Se realizó análisis de suelo? Si ___ No ___

Fecha	Labor	Insumo	Cantidad total (kg)	Gramos de la mezcla por planta	Método de aplicación	Cantidad de jornales






Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria











Otras labores


Fecha	Etapa del cultivo	Labor	Cantidad de jornales








Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria











Manejo fitosanitario

Fecha	Etapa del cultivo	Plaga o enfermedad	Producto (nombre comercial)	Dosis		Cantidad total de producto usado	Método de aplicación	Cantidad total de mezcla aplicada (Litro)	Jornales usados
				cm ³ /Litro	g/Litro				



AGROSAVIA
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



PLAN SEMILLA



ASOCIACIÓN DE AGRICULTORES



ASOCIACIÓN DE CAMIONEROS



El campo es de todos
Ministerio de Agricultura

Cosecha

Fecha	Cantidad de jornales	Kilos de vainas cosechadas	Costo de vainas por kilo	Kilos de semilla seca cosechada	Costo de semilla seca por kilo






AGROSAVIA
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria



PLAN SEMILLA



ASOCIACIÓN DE AGRICULTORES



ASOCIACIÓN DE CAMIONEROS



El campo es de todos
Ministerio de Agricultura

Insumos

Fecha	Insumos	Cantidad	Costo	Proveedor	Observaciones










Ventas

Fecha	Cliente	Variedad	Producto	Cantidad	Precio	Destino





AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

¿Quién no quisiera deleitarse al almuerzo con un sancocho de guandul? o ¿conquistar un corazón, desvistiendo a los guandules pa'limentar el amor?, al son de "Pedir su mano" del maestro Guerra en una noche de Carnaval.

Al guandul, le dicen huérfano y que lo han olvidado..., pero es símbolo de resistencia, de arraigo en las costumbres ancestrales de los mayores, que nos han heredado la misión de no dejarlo desaparecer. Por lo que hoy, resurge de la huerta, del jardín, del patio, de la parcela y del bosque, para servir como alimento básico en la dieta local de familias campesinas, porque en esta leguminosa... ¡todo son bondades!

Nosotros, como Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, de la mano de los guandicultores y para los guandicultores, hemos iniciado la construcción del soporte técnico, con el cual se labrará el futuro de esta especie entre los sistemas productivos multipropósito de la nación.

Ponemos a disposición del lector esta obra, que posiciona *la semilla* como elemento vital para el éxito de la producción agropecuaria, con las pautas necesarias para que empecemos a guandulear, fortaleciendo los sistemas locales de semilla, y con el propósito de abastecer el sistema nacional de semillas de acuerdo con las regulaciones colombianas vigentes.



BAC

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: bac@corpoica.org.co

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

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

www.agrosavia.co

**Distribución gratuita
Prohibida su venta**



El campo
es de todos

Minagricultura