

# Manual de la planeación, producción, control interno y regeneración de semillas de guandul (*Cajanus cajan* L. Huth)

Isueh Arenas-Rubio

Sheilla Moreno Pérez

Luisa Fernanda Guzmán Sánchez

John Freddy Rodríguez Molina

Juan José Gonzalez Guzmán

John Fredy Hernández Nopsa

**AGROSAVIA**  
EDITORIAL

Colección Prácticas Agropecuarias



**Manual de la planeación,  
producción, control interno y  
regeneración de semillas de guandul  
(*Cajanus cajan* L. Huth)**

Isueh Arenas-Rubio  
Sheilla Moreno Pérez  
Luisa Fernanda Guzmán Sánchez  
John Freddy Rodríguez Molina  
Juan José Gonzalez Guzmán  
John Fredy Hernández Nopsa

Mosquera, Colombia, 2023

**AGROSAVIA**  
EDITORIAL

Colección Prácticas Agropecuarias

Manual de planeación, producción, control interno y regeneración de semillas de guandul (*Cajanus cajan* L. Huth). / Isueh Arenas Rubio [y otros cinco] – Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2024.

192 páginas (Colección Prácticas Agropecuarias)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN e-Book: 978-958-740-657-3

1. *Cajanus cajan* 2. Cultivo 3. Producción de semillas 4. Calidad de las semillas 5. Regeneración in vitro 6. Banco de germoplasma 7. Sanidad vegetal 8. Almacenamiento de semillas.

**Palabras clave normalizadas según Tesouro 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.

Esta publicación es uno de los resultados del Plan Nacional de Semilla en su segunda versión (2.0) 2019-2023, desarrollado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), articulado con la Alianza Bioersity-CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) como actores del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) de Colombia.

Colección: Prácticas Agropecuarias

Fecha de recepción: 17 de marzo de 2023

Fecha de evaluación: 31 de marzo de 2023

Fecha de aceptación: 11 de julio de 2023

Primera edición digital: diciembre de 2023

editorial@agrosavia.co

**Líder editorial:** Astrid Verónica Bermúdez

**Edición:** Jorge Enrique Beltrán Vargas

**Fotografías:** Isueh Arenas Rubio; Sheilla Moreno Pérez; John Freddy Rodríguez Molina; Luisa Fernanda Guzmán Sánchez; Juan José González Guzmán.

**Corrección de estilo:** Amalia Tapiero

**Diagramación:** Sonia A. Rodríguez Rodríguez

**Ilustraciones:** Sheilla Moreno Pérez y Juan Felipe Martínez Tirado.

**Citación sugerida:** Arenas-Rubio, I., Moreno Pérez, S., Guzmán Sánchez, L. F., Rodríguez Molina, J. F., Gonzalez Guzmán, J. J., & Hernández Nopsa, J. F. (2023). *Manual para la planeación, producción, control interno y regeneración de semillas de guandul (Cajanus cajan L. Huth)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia>

**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

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



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

## Contenido

Agradecimientos	15
Presentación	17
Introducción	19

### Capítulo I

---

<b>Generalidades</b>	<b>21</b>
1.1. Historia, origen y producción del guandul	23
1.2. Objeto de la producción de semilla de guandul en Colombia	27
1.3. La semilla de calidad	29

### Capítulo II.

---

<b>Planeación y producción de semilla de calidad de guandul</b>	<b>33</b>
2.1. Selección del lote y establecimiento de producción de semilla	33
2.1.1. Información demográfica del productor de semilla	33
2.1.2. Información del lote para producción de semilla	34
2.1.3. Información general de la semilla seleccionada	34
2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos para la producción de semillas	35
2.1.5. Revisión de variables ambientales del lote de producción	36
2.1.6. Nutrición del cultivo para la producción de semillas	36
2.1.7. Manejo agronómico de la producción de semilla	37
2.1.8. Requerimientos de almacenamiento de la semilla	39
2.2. Identificación del lote para el establecimiento de la producción de semilla	40
2.3. Historia de uso y revisión del lote para la producción de semilla	40
2.4. Visita técnica	41

## Capítulo III

---

<b>Aseguramiento de la calidad de la semilla de guandul</b>	<b>43</b>
3.1. Calidad genética de la semilla de guandul	44
3.1.1. Puntos críticos de pérdida de calidad genética	44
3.1.2. Pruebas analíticas para determinar la calidad genética	47
3.1.3. Prevención, control y contingencia de la calidad genética	49
3.2. Calidad física de la semilla de guandul	50
3.2.1. Puntos críticos de pérdida de la calidad física	50
3.2.2. Pruebas analíticas para determinar la calidad física	52
3.2.3. Prevención, control y contingencia de la calidad física	53
3.3. Calidad fisiológica de la semilla de guandul	55
3.3.1. Puntos críticos de pérdida de la calidad fisiológica	55
3.3.2. Pruebas analíticas para determinar la calidad fisiológica	57
3.3.3. Prevención, control y contingencia de la calidad fisiológica	57
3.4. Calidad sanitaria de la semilla de guandul	59
3.4.1. Puntos críticos de pérdida de la calidad sanitaria	63
3.4.2. Pruebas analíticas para determinar la calidad sanitaria	70
3.4.3. Prevención, control y contingencia de la calidad sanitaria	71

## Capítulo IV

---

<b>Protocolos de control interno para la producción de semilla</b>	<b>93</b>
4.1. Protocolo de prueba de pureza varietal	94
4.2. Protocolo de obtención de muestras para análisis de calidad	99
4.3. Protocolo de pureza física	105
4.4. Protocolo de determinación del contenido de humedad de semillas	109
4.5. Protocolo de ensayos de germinación	113
4.6. Protocolo de viabilidad por ensayo de tetrazolio	128
4.7. Protocolo de monitoreo y muestreo fitosanitario	137

## Capítulo V

---

<b>Regeneración de semilla de guandul para bancos de germoplasma</b>	<b>141</b>
5.1. Los bancos de germoplasma que conservan el guandul	142
5.2. Procedimiento para realizar la regeneración de guandul	143
<b>Referencias</b>	<b>155</b>
<b>Autoría</b>	<b>165</b>
<b>Anexos</b>	<b>169</b>

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b>	Ubicación del lote 10 para la producción de semilla de guandul en el Centro de Investigación Caribia	41
<b>Figura 2</b>	Principales artrópodos plaga del guandul encontrados en el Caribe colombiano	69
<b>Figura 3</b>	Adulto y daño del mapaitero ( <i>Trigona</i> sp.) en guandul	72
<b>Figura 4</b>	Larvas, pupa, adulto y daños ocasionados por <i>Melanagromyza</i> sp. en guandul	74
<b>Figura 5</b>	Complejo de lepidópteros en guandul, depredadores y parasitoides	77
<b>Figura 6</b>	Gorgojo que afecta durante la poscosecha del guandul	80
<b>Figura 7</b>	Plagas asociadas al guandul de menor importancia económica	83
<b>Figura 8</b>	Hongos patógenos en guandul causando marchitamientos y pudriciones en la raíz	89
<b>Figura 9</b>	Patógenos encontrados en el Caribe colombiano causando enfermedades	91
<b>Figura 10</b>	Genotipos de guandul de origen local en Atlántico y Magdalena	96
<b>Figura 11</b>	Plan de muestreo propuesto por el ISTA en el almacén y el laboratorio	101
<b>Figura 12</b>	Muestra primaria de semilla	103
<b>Figura 13</b>	Procedimiento para obtener una muestra de trabajo para los análisis de calidad de semillas de guandul	104
<b>Figura 14</b>	Proceso para realizar el análisis de pureza física	107
<b>Figura 15</b>	Procedimiento para determinar el contenido de humedad en semillas de guandul	111
<b>Figura 16</b>	Procedimiento del montaje de la prueba de germinación en arena de río para semillas de guandul	117
<b>Figura 17</b>	Características de la plántula normal de guandul	118

<b>Figura 18</b>	Evaluación de la prueba de germinación de guandul	119
<b>Figura 19</b>	Procedimiento de prueba de germinación con semillas de guandul entre hojas de papel	124
<b>Figura 20</b>	Semillas de guandul frescas, semillas duras, semillas muertas y plántula anormal obtenidas en la evaluación	125
<b>Figura 21</b>	Procedimiento para la tinción de semillas con tetrazolio	131
<b>Figura 22</b>	Eliminación de la cubierta seminal que deja visible los cotiledones y parte del embrión (radícula)	131
<b>Figura 23</b>	Tinción fuerte de los cotiledones de semillas de guandul en semillas no viables	132
<b>Figura 24</b>	Tipo de muestreo en zigzag implementado en las evaluaciones sanitarias del lote de guandul establecido en el Centro de Investigación Caribia	138
<b>Figura 25</b>	Proceso de escarificación de las semillas de guandul y disposición de semillas pregerminadas en bandejas de germinación	144
<b>Figura 26</b>	Proceso de marcación de las acciones en vivero y desplazamiento al lugar de siembra definitivo	147
<b>Figura 27</b>	Proceso de trasplante, marcación en campo y embolsado de plantas para evitar cruzamientos de las accesiones	149
<b>Figura 28</b>	Proceso de cosecha y beneficio de guandul	151
<b>Figura 29</b>	Almacenamiento en proceso de beneficio y en cuartos fríos de bancos de germoplasma	152
<b>Figura 30</b>	Herramientas informáticas utilizadas para asegurar los procedimientos de curaduría de los bancos de germoplasma	154

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b>	Países productores de guandul en el mundo	25
<b>Tabla 2</b>	Producción, rendimiento y área sembrada de guandul en Colombia	26
<b>Tabla 3</b>	Indicadores de producción de guandul ( <i>Cajanus cajan</i> ) en Colombia	27
<b>Tabla 4</b>	Ciclo de cultivo para materiales precoces y tardíos de guandul	34
<b>Tabla 5</b>	Genotipos de guandul de origen local en Atlántico y Magdalena	35
<b>Tabla 6</b>	Planes nutricionales para guandul	37
<b>Tabla 7</b>	Resultado del análisis de suelos del lote 10	37
<b>Tabla 8</b>	Usos del lote 10, usos de lotes colindantes y problemas sanitarios entre 2002 y 2022	40
<b>Tabla 9</b>	Indicadores cuantitativos y cualitativos de medición de la calidad genética en guandul	46
<b>Tabla 10</b>	Indicadores cuantitativos de la calidad física para semillas de guandul	51
<b>Tabla 11</b>	Ensayos de determinación de calidad física	52
<b>Tabla 12</b>	Actividades para la prevención de la pérdida de la calidad física de las semillas	53
<b>Tabla 13</b>	Indicadores para la medición de la calidad fisiológica	56
<b>Tabla 14</b>	Procesos de determinación de la calidad fisiológica	57
<b>Tabla 15</b>	Listado de actividades para la prevención de la pérdida de calidad fisiológica	58
<b>Tabla 16</b>	Plagas y patógenos reportados en Colombia para guandul	59

<b>Tabla 17</b>	Artrópodos y enfermedades del guandul identificados en el Caribe colombiano	64
<b>Tabla 18</b>	Epidemiología de plagas frecuentes en el guandul en la zona Caribe	68
<b>Tabla 19</b>	Claves guía para determinación taxonómica de insectos	70
<b>Tabla 20</b>	Intensidad mínima de muestreo de lotes de semillas de guandul	102
<b>Tabla 21</b>	Cálculo de resultados de análisis de pureza física de semillas de guandul.	108
<b>Tabla 22</b>	Cálculo y registro de resultados de análisis de pureza física	109
<b>Tabla 23</b>	Ejemplo del registro de los datos de la evaluación del contenido de humedad en una muestra de semilla de guandul	112
<b>Tabla 24</b>	Registro de datos obtenidos en una prueba de germinación de semillas de guandul	122
<b>Tabla 25</b>	Registro de datos obtenidos en la prueba de germinación en semillas de guandul realizada en papel	126
<b>Tabla 26</b>	Tolerancia máxima permitida entre repeticiones para una prueba de germinación de semillas de guandul con 4 repeticiones	127
<b>Tabla 27</b>	Registro de datos obtenidos en la prueba de viabilidad por tetrazolio	133
<b>Tabla 28</b>	Tolerancia entre porcentajes para pruebas de viabilidad con tetrazolio	134
<b>Tabla 29</b>	Registro de resultados de análisis de calidad de semilla consolidado	135
<b>Tabla 30</b>	Registro de monitoreo de los artrópodos plaga asociados al cultivo del guandul	139

## Lista de anexos

<b>Anexo 1</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Fusarium udum</i> y <i>Meloidogyne incognita</i>	170
<b>Anexo 2</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Alternaria</i> sp. y <i>Curvularia</i> sp.	171
<b>Anexo 3</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Trigona</i> sp.	172
<b>Anexo 4</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Melanagromyza</i> sp.	173
<b>Anexo 5</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de Lithocolletinae y Pyralinae	174
<b>Anexo 6</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de Heliothinae	175
<b>Anexo 7</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Acanthoscelides</i> sp.	176
<b>Anexo 8</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Oligonychus</i> sp., <i>Stethorus</i> sp., <i>Tingidae laporte</i> y <i>Tingidae</i> sp.	177
<b>Anexo 9</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Naupactus</i> sp., <i>Diphaulaca aulica</i> , <i>Neomegalotomus parvus</i> , <i>Polybia</i> sp. y <i>Leptoglossus zonatus</i> .	178
<b>Anexo 10</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Bemisia tabaci</i>	179
<b>Anexo 11</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Fusarium</i> sp., <i>Macrophomina</i> sp., <i>Sclerotium</i> sp.	180
<b>Anexo 12a</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de Curculionidae (primer reporte)	181
<b>Anexo 12b</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de Curculionidae (complementario)	182

<b>Anexo 13</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Cathartus quadricollis</i> , Xenoscelinae y Anthicidae	183
<b>Anexo 14</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Lasiodiplodia theobromae</i> y <i>Cercospora</i> sp.	184
<b>Anexo 15</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de Coccidae	185
<b>Anexo 16</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Omophoita albicollis</i>	186
<b>Anexo 17</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de Pteromalidae	187
<b>Anexo 18</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de Scelioninae	188
<b>Anexo 19</b>	Reporte de diagnóstico fitosanitario de <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Trichothecium roseum</i> y <i>Aspergillus</i> spp.	189



---

## Agradecimientos

---

Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), entidad adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR), por financiar este estudio con recursos recibidos en el marco de la Ley 1731 de 2014. Agradecen también al grupo de colaboradores del Plan Nacional de Semillas (PNS) (2019-2023) y al Departamento de Semillas de AGROSAVIA por ofrecer alternativas técnicas para la producción de semilla de guandul de calidad. Asimismo, dan gracias al Departamento de Agrobiodiversidad de AGROSAVIA por permitir el aprovechamiento de la colección activa de semilla de guandul del Banco de Germoplasma de la Nación y por facilitar la alianza “Semillas del Futuro” celebrada entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y AGROSAVIA. Extienden su agradecimiento a Erika Johana Arango Duque y a Juan Nicolás Pastrana Sánchez por el aporte de identificación de plagas y enfermedades. Y a Dania Moreno Medrano por sus aportes finales de edición. Finalmente, los autores agradecen las contribuciones de los productores de guandul de la Asociación de Campesinos Agroindustriales de la Aguada (ASOCAGUADA), en Atlántico, y la Asociación de Campesinos para la Explotación Agropecuaria del Magdalena (ASCEXAMAG).



---

## Presentación

---

AGROSAVIA y la Alianza Bioversity- CIAT ponen a disposición del lector este manual, en el cual se profundiza en los esquemas de aseguramiento de calidad para la producción de semilla seleccionada de guandul. Este documento constituye una guía fundamental para obtener y mantener una óptima calidad genética, física, fisiológica y sanitaria en el proceso de producción de semilla de guandul de origen regional y toda aquella conservada en los bancos de germoplasma colombianos.

El manual está dirigido a productores, investigadores, empresas productoras de semillas, profesionales del agro, asistentes técnicos, estudiantes, semilleristas, viveristas, curadores de bancos de germoplasma y demás personas dedicadas a la producción y conservación de plantas de guandul. Con este documento se pretende guiar a los actores interesados durante el establecimiento de nuevos cultivos o la resiembra de materiales promisorios con el objetivo de que conserven y mejoren la eficiencia y resiliencia de los sistemas productivos. También se espera contribuir al conocimiento de los servicios ecosistémicos asociados a la especie y, con esto, de los diversos materiales que pueden mejorar la dieta humana.

El lenguaje empleado es didáctico y brinda conocimientos precisos sobre las variables asociadas a la producción de semilla de buena calidad, actividad que constituye la base del pre-mejoramiento y desarrollo de nuevos cultivares con orientación agroindustrial funcional. Con este enfoque, se pretende ofrecer herramientas que sirvan como fuente de sustento en el ámbito agrícola y respaldar los esfuerzos de mejora para desarrollar nuevos materiales promisorios con atributos de alta calidad.



---

## Introducción

---

Este manual reúne la documentación de la primera experiencia de AGROSAVIA en procesos de producción de semilla de calidad para la especie de frijol guandul. En este sentido, el presente documento constituye una herramienta para los productores de semilla local y para los dos bancos de germoplasma que conservan la semilla de guandul en Colombia. Cabe destacar que este libro es el tercero de una colección que describe los principales logros del trabajo realizado con el Plan Nacional de Semillas en el sistema productivo de guandul.

El libro de Arenas et al. (2022a) describe el método usado en el proceso de producción de semillas sexuales de guandul con el fin de incrementar su rendimiento en los lotes de producción y obtener semillas de calidad seleccionada. El proceso comienza con el establecimiento del cultivo, seguido por la cosecha y el beneficio de las semillas que se van a multiplicar; todo esto en concordancia con los parámetros normativos en Colombia.

Por otro lado, el libro de Arenas et al. (2022b) es una guía centrada en la descripción fenotípica del guandul a través de descriptores morfológicos. El documento se construyó con base en la evaluación de 48 accesiones, de las cuales 26 fueron recolectadas en campos de productores, mientras que las 22 restantes corresponden a los bancos de germoplasma que preservan el recurso genético en Colombia.





## Capítulo I

---

### Generalidades

---

Sin semilla, la agricultura resulta imposible, incluso inimaginable. Pero ¿qué es la semilla? Aunque existen varias definiciones, todas convergen en aspectos fundamentales. Por ejemplo, Duffus & Slaughter (1980) definen la semilla como “la unidad fundamental de propagación de las plantas [...] que permite su reproducción”. Igualmente, la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias la define como un material destinado a la siembra o a ser sembrado, mas no al consumo o procesamiento (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2019a).

En la Resolución 3168 de 2015 (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2015a) la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria de Colombia define la semilla como “el óvulo fecundado y maduro o cualquier otra parte vegetativa de la planta de un cultivar obtenido por el mejoramiento genético como consecuencia de la aplicación de conocimientos científicos que se use para la siembra y/o propagación” (ICA, 2015a, p. 5). Por otro lado, el material de propagación asexual es definido en la Resolución 780006 de 2020 como “todo material vegetal viable de origen asexual

[...usado] para multiplicación, [...] siembra, comercialización u ornato” (ICA, 2020, pp. 4-5). De acuerdo con esto, la semilla es imprescindible para la supervivencia de las plantas, los animales y la humanidad.

Además de la diferenciación entre semilla sexual (p. ej., trigo, maíz, frijol, guandul, etc.) y asexual (p. ej., plátano y banano, yuca, papa, etc.), la normativa colombiana establece en la Resolución 3168 de 2015 (ICA, 2015a), modificada posteriormente por la Resolución 3888 de 2015 (ICA, 2015b) —vigente hasta la fecha de publicación de este manual— dos grandes categorías de semilla: certificada y seleccionada. Estas categorías definen los estándares de calidad necesarios para vender semillas de guandul bajo la categoría “seleccionada”. Esto ocurriría si las semillas fueran admitidas en el Sistema Formal de Semillas de la Nación, el cual establece criterios para la distribución y control de semillas en la agricultura. Hasta el momento no existen variedades comerciales del frijol guandul en el Registro Nacional de Cultivares del ICA. Entonces, lo que se produce actualmente en Colombia es considerado semilla del agricultor que no ha estado sujeta a fitomejoramiento, la cual, según la Resolución 464 de 2017, se define como:

Todo material reproductivo vegetal, sexual o asexual, que mantiene su capacidad de reproducción, que ha sido domesticado, conservado y cuidado por las comunidades locales y étnicas, en sus condiciones ambientales y socio- culturales específicas, para el desarrollo de la agricultura campesina, familiar y comunitaria, sin que sea objeto de control y certificación por parte del Estado. Incluye semillas nativas, criollas y aquellas domesticadas por las mujeres y hombres agricultores y por las comunidades. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2017, p. 5)

Las especies de reproducción sexual que cuentan con semilla certificada en Colombia son: ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), algodón (*Gossypium hirsutum* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), avena (*Avena sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.), soya (*Glycine max* L.) y trigo (*Triticum* spp.) (ICA, 2015a).

Uno de los desafíos más significativos que enfrenta la agricultura es la pérdida de la agrobiodiversidad y de las semillas. Adicionalmente, el cambio climático y los eventos climáticos extremos impactan negativamente las dinámicas de los sistemas agrícolas, ambientales y ecológicos. De hecho, se proyecta que para el año 2050 el cambio climático afecte significativamente el sector agrícola y pecuario de Colombia debido a los

incrementos sustanciales de temperatura, los patrones de precipitación más impredecibles y los cambios en la presencia de plagas y patógenos (Lau et al., 2011). Sin duda, este escenario afectará al cultivo de guandul y la producción de sus semillas.

Los efectos globales del cambio climático se proyectan en diversas esferas y tendrán impactos variables dependiendo de las especies vegetales y las áreas geográficas que afecten. En particular, los efectos fitosanitarios se manifestarán en cambios en las dinámicas de plagas y patógenos: en sus distribuciones dentro de los agroecosistemas, en el aumento de los procesos de propagación, invasión o saturación en nuevas regiones y, potencialmente, en la disminución de su presencia en algunas zonas. Adicionalmente, se verán afectadas las producciones, los rendimientos de los cultivos y, por ende, los ecosistemas y las comunidades asociados (Burdon & Zhan, 2020; Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2012; Garrett et al., 2014; Hernández et al., 2014; International Plant Protection Convention [IPPC], 2021; Skelsey & Newton, 2015).

Para mitigar algunos de los impactos del cambio climático en la agricultura —especialmente aquellos relacionados con desequilibrios hídricos y variación en las dinámicas de plagas y patógenos—, es indispensable conservar, almacenar y salvaguardar la semilla de especies agrícolas de importancia (silvestres y cultivadas), entre ellas el guandul (Lau et al., 2011). Igualmente, la semilla guardada en óptimas condiciones permitirá afrontar la pérdida de la agrobiodiversidad, bien sea por falta de uso o por efectos del clima extremo. En resumen, la preservación de la semilla es fundamental para afrontar dos de los retos más grandes de la actualidad: el cambio climático y la seguridad alimentaria (FAO, 2011).

## 1.1. Historia, origen y producción del guandul

La especie *Cajanus cajan* L. —conocida en Colombia como guandul—, tiene los siguientes sinónimos: *Cajanus indicus*, *Cajanus flavus* y *Cytisus cajan* (Fuller et al., 2019). Asimismo, son varios los nombres comunes asignados a la especie. En castellano, se le conoce como cascabelito, falso café, fríjol de árbol, fríjol del Congo, fríjol guandul, guandas, guandus, guisante de Angola, guisante enano, guisante de paloma, quinchoncho, chícharo de paloma, guichoncho, gandul, cachito, timbillo, guandú, fríjol de palo y guandus. Y en inglés se le conoce como *bengal pea*, *cajan pea*, *congo pea*, *dal*, *gungo pea*, *pigeon pea*, *pigeonpea* y *red gram* (Buriticá, 1999; Calderón, 1978; European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO], 2022; Fuller et al., 2019; Schwartz et al., 1991; Tamayo, 1996; Thurston, 1984).

Científicamente, la clasificación taxonómica del guandul es la siguiente (EPPO, 2022):

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Angiospermae

Categoría: Fabids

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Papilionoideae

Género: *Cajanus*

Especie: *Cajanus cajan*

El guandul es una planta muy importante en trópicos semiáridos y depende de la lluvia para su cultivo en África, Asia y el Caribe. Es tolerante a la sequía y crece en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, además, es cultivada mayoritariamente por pequeños agricultores en India y África. Se sugería que el centro de origen del guandul era la India y el este de África, pero se han encontrado semillas en tumbas egipcias que datan de alrededor 2000 años a. C. (Thurston, 1984). Ahora bien, evidencia reciente sugiere que se originó en India occidental y que el hábitat silvestre de este cultivo fue la interfase de áreas de borde de bosques y sabanas abiertas en el este de la península indostánica, desde donde se dispersó a Tailandia hace aproximadamente 2.000 años. La evidencia hallada también sugiere que la domesticación termina entre 3.700 y 3.200 años atrás y el posible inicio de su selección, domesticación y cultivo tuvo lugar entre 5.000 y 4.500 años atrás (Fuller et al., 2019).

Esta leguminosa, clasificada como un cultivo huérfano, contiene niveles significativos de proteínas y aminoácidos como la metionina, la lisina y el triptófano. Además tiene minerales y vitaminas, especialmente del grupo B, caroteno y ácido ascórbico. Estas propiedades hacen que sea un cultivo y alimento de gran relevancia, especialmente para personas que dependen de dietas de subsistencia (Fuller et al., 2019). El guandul presenta una amplia variedad de sabores, con semillas que van desde dulces hasta amargas y con colores que abarcan desde el negro hasta el blanco crema.

El guandul posee un alto valor nutricional y medicinal, además, se usa en la producción de alimentos para aves y animales (Carvajal et al., 2016), así como en la alimentación humana, ya sea en forma de grano seco o fresco. Se prepara en una variedad de cocciones, como cocidos, guisos, sopas y al vapor. Adicionalmente, se hacen harinas, dulces y arroces (Calderón, 1978; Carvajal et al., 2016; García et al., 2020; Gaviria et al., 2015; Valle et al., 2020).

Las hojas del guandul se emplean para alimentar ganado y la madera como combustible. Además, destacan algunos usos medicinales de la planta (Fuller et al., 2019), que tiene un sistema de raíces profundo el cual fija el nitrógeno atmosférico y mejora la estructura y calidad del suelo. Se usa también como árbol para sombrío, en abonos verdes, como forraje, combustible y para la conservación y recuperación de suelos (Castillo et al. 2016; Suárez & Gómez , 1975; Vivas & Morales, 2005). Es muy resistente al calor y a la sequía (Thurston, 1984).

La producción mundial de guandul en 2020 estuvo liderada por India, Malawi y Birmania (tabla 1). India también tiene la mayor área cosechada del mundo, mientras que Malawi tiene el mejor rendimiento mundial (FAO, 2022). Es de notar que a pesar de que la India es uno de los mayores productores, el guandul también se cultiva en el Sudeste Asiático, África y el Caribe (Fuller et al., 2019).

**Tabla 1.** Países productores de guandul en el mundo

País	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)
<b>India</b>	3.890.000	5.011.161	776,3
<b>Malawi</b>	424.033	255.796	1657,7
<b>Birmania</b>	339.024	432.950	783,1
<b>República Unida de Tanzania</b>	136.274	128.629	1059,4
<b>Kenia</b>	123.627	133.525	925,9
<b>Mundial</b>	<b>5.012.357</b>	<b>6.096.038</b>	<b>35.077,0</b>

Fuente: FAO (2022)

Los valores de producción, rendimiento y área sembrada en guandul en el periodo 2015-2020, en Colombia, se presentan en la tabla 2 (FAO, 2022). Como se muestra, la producción presenta una tendencia al alza desde 2018. Sin embargo, los años con los máximos niveles de producción fueron 2016 y 2017. La misma tendencia se observa en el área cosechada; sin embargo, el pico máximo en el rendimiento fue en 2018.

**Tabla 2.** Producción, rendimiento y área sembrada de guandul en Colombia

Año	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)
2020	785	822	955,0
2019	766	769	996,1
2018	694	679	1022,1
2017	825	846	975,2
2016	944	1203	784,7
2015	547	688	795,1

Fuente: FAO (2022)

La producción nacional de guandul reportada en las Evaluaciones Agropecuarias (2019 – 2021) se expone en la tabla 3 e indica que los departamentos productores de guandul fueron Atlántico, Boyacá, Córdoba y Magdalena. Sobresale Atlántico, seguido de Magdalena (MADR, 2022).

El guandul también se cultiva en la región suroccidental de Colombia, donde existe una alta demanda de semillas debido a su uso en programas de alimentación destinados a campesinos y familias de bajos recursos (Gaviria et al., 2015). Sin embargo, es en la Costa Atlántica donde se observa una mayor siembra y producción de guandul. En esta región, se cultiva tanto en áreas pequeñas como en huertas semicomerciales. En el departamento del Cauca, también se produce en zonas rurales de varios de sus municipios (Calderón, 1978; Castillo et al., 2016; Tamayo, 1996; Valle et al., 2020; Vivas & Morales, 2005).

**Tabla 3.** Indicadores de producción de guandul (*Cajanus cajan*) en Colombia

Año	Departamento	Producción (t)	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)
2021	Atlántico	3.837	1.444	1.358
	Magdalena	201	58	55
	Boyacá	15	20	19
	Córdoba	5	2	2
	<b>Total</b>	<b>4.060</b>	<b>1.524</b>	<b>1.433</b>
2020	Atlántico	3.553	1.717	1.540
	Magdalena	259	64	62
	Boyacá	24	30	29
	Córdoba	2	2	2
	<b>Total</b>	<b>3.837</b>	<b>1.813</b>	<b>1.633</b>
2019	Atlántico	3.025	1.832	1.604
	Magdalena	247	59	56
	Boyacá	28	32	32
	Córdoba	4	4	4
	<b>Total</b>	<b>3.303</b>	<b>1.927</b>	<b>1.695</b>

Fuente: MADR (2022)

## 1.2. Objeto de la producción de semilla de guandul en Colombia

El guandul no es una especie nativa de Colombia. Su origen, donde ha sido cultivado durante más de 4.000 años, es el occidente de África, considerado su centro de distribución. A través de las rutas de esclavos, esta planta fue llevada a las Américas y se estableció principalmente como cultivo tradicional en la Costa Atlántica

colombiana. Posteriormente, se expandió hacia la región Andina y el Pacífico Sur (Castillo et al., 2016). Esta especie agrícola de cultivo tradicional es fundamental en la alimentación en el departamento de Atlántico además de ser base de la seguridad alimentaria en la región.

Como parte del Plan Nacional de Semillas (2019-2023), ASOCAGUADA (en Malambo, Atlántico) y ASCEXAMAG (en la Zona Bananera, Magdalena) trabajaron en conjunto con el Centro de Investigación Caribia de AGROSAVIA. El propósito de esta alianza fue recuperar doce materiales locales de guandul utilizados por los productores de la región y sus asociados en los municipios de Baranoa, Ciénaga, Malambo y Zona Bananera. Este hecho resalta la existencia de una variabilidad genética significativa de guandul en la región. Además, demuestra el gran potencial productivo de esta planta, así como su viabilidad para uso agroindustrial con miras a los mercados de Estados Unidos y Europa.

Promover el rescate, la producción y la conservación de especies agrícolas como el guandul, es una estrategia enriquecedora y útil para fortalecer las economías locales, las organizaciones de pequeños productores y los procesos de investigación presentes y futuros. Las dinámicas actuales del cultivo de guandul demandan con urgencia las actividades previamente mencionadas, las cuales deben ser implementadas sin demora. Mediante estas acciones, se lograría la estandarización y documentación de los procedimientos necesarios para desarrollar modelos productivos eficientes (tanto técnica como económicamente) adecuados a las características de cada una de las variedades locales de guandul. Esto es especialmente relevante por el tipo de producto obtenido: grano, semilla o forraje. Al alcanzar una calidad óptima en estos productos, los agricultores estarían en condiciones de competir exitosamente en el mercado.

El guandul hoy está resurgiendo entre los cultivos tradicionales, las huertas caseras y los bosques silvestres. Con esto se espera que se posicione como especie multi-propósito y que se aprovechen características como su rusticidad y su condición de árbol semi-perenne. Al implementarse labores como podas (actividades no usadas en el manejo agronómico tradicional) podría prolongarse la longevidad y vida útil de la especie (Grisales & Orozco, 1997). El Plan Nacional de Semillas es una herramienta destinada a acompañar a los productores de guandul en su fortalecimiento como cultivadores de semillas de esta especie. A través de este plan, se documenta el conocimiento generado durante el proceso y se conservan los recursos genéticos existentes mediante la producción de semilla de calidad.

### 1.3. La semilla de calidad

Los sistemas de producción de semillas son complejos, dinámicos y cambiantes (Buddenhagen et al., 2017). Las semillas difieren en su forma, tamaño, color y olor debido a procesos evolutivos. A pesar de pertenecer a una misma especie, las semillas tienden a ser sumamente similares, casi idénticas; no obstante, dan origen a plantas que exhiben variaciones en la producción, el rendimiento y la tolerancia a plagas, patógenos o sequías. Por ende, es esencial plantearse las siguientes preguntas:

¿Qué marca la diferencia entre una semilla que germina y otra que no?

¿Cómo se pueden maximizar los rendimientos y producciones de un cultivo a partir de sus semillas?

¿Qué estrategias pueden garantizar que los cultivos adquieran características muy similares?

¿Cómo se puede prevenir la introducción de plagas y patógenos en una parcela de cultivo, una vereda, un municipio, una región o incluso un país?

La respuesta a estos interrogantes se resume de manera sencilla con la siguiente afirmación: se logra sembrando semilla de calidad.

La semilla de calidad es un tipo de semilla que cumple con cuatro atributos que conforman el concepto de calidad: el físico, el fisiológico, el genético y el sanitario. La calidad física se refiere a las características visibles de un lote específico de semillas (integridad, ausencia de fracturas, perforaciones y de otros elementos como piedras o tierra). La calidad fisiológica se relaciona con el rendimiento de la semilla (germinación y vigor). La calidad sanitaria evalúa la presencia de plagas y patógenos (una semilla con calidad sanitaria está libre de enfermedades, patógenos y plagas). Por último, la calidad genética asegura la identidad y las características de la semilla y garantiza que la variedad de la semilla corresponde a lo previsto y no a otra variedad o especie (FAO, 2010; FAO & AfricaSeeds, 2019; ICA, 2015a).

Si la semilla cumple con los atributos mencionados, las probabilidades de obtener cosechas y producciones óptimas aumentan notablemente. Asimismo, disminuyen varios de los riesgos asociados a la semilla durante su producción, los cuales podrían afectar severamente la producción de guandul y su semilla. La FAO (2010) refiere que la baja calidad de la semilla condiciona o disminuye el rendimiento potencial de los cultivos.

La semilla marca el inicio de las actividades agrícolas y productivas, por lo que el éxito del sistema productivo dependerá en gran medida de su calidad. Asimismo, el éxito de un proceso de producción de semillas (o de un cultivo en sí) va más allá de la rentabilidad, aunque esta sea indiscutiblemente crucial. También engloba aspectos sociales, culturales, económicos, ambientales y ecológicos. La noción de *semilla de calidad* permite diferenciar las semillas que poseen atributos óptimos de aquellas que, a pesar de producirse de manera tradicional, están afectadas por plagas y patógenos (ya sea interna o externamente) o enfrentan problemas de desarrollo y rendimiento en el campo, tales como poco vigor o germinación deficiente.

Tener *semilla de calidad* —es decir, aquella que está libre de plagas y patógenos, es vigorosa, tiene buena tasa de germinación, es uniforme genéticamente y está en buena condición— guiará de manera exitosa la producción de guandul. Por ello, es crucial plantearse las siguientes preguntas: ¿La semilla que tengo para el inicio de mi siembra cumple con los estándares de “semilla de calidad”? ¿De dónde proviene la semilla que tengo previsto utilizar? ¿Dónde adquiriré este lote de semillas? ¿Confío en el proveedor de la semilla? ¿Cuento con información sobre la trazabilidad de la semilla que pretendo sembrar? Conocer la respuesta a estas preguntas simplificará la toma de decisiones y la planificación para producir semillas de calidad de guandul. En última instancia, esto beneficiará al productor de semillas, al productor de grano y al consumidor final.

La producción de semilla incluye mucho más que la siembra y futura cosecha; sus repercusiones se extienden a la agricultura, la sociedad, el ambiente y el entorno de productores y consumidores. Estos impactos dependerán de las decisiones que se tomen antes, durante y después de producir la semilla (Flórez et al., 2019). El uso de semillas de baja calidad conlleva una disminución en la producción, incide negativamente en el establecimiento de las plantaciones y en sus rendimientos y contribuye a situaciones indeseables, como la inseguridad alimentaria. Como se puede observar, la producción de semillas involucra varios elementos que se relacionan, por lo que el abordaje de los sistemas de producción de semillas implica considerar su complejidad (Agudelo et al., 2021; Buddenhagen et al., 2017; FAO, 2016; Hernández, 2018).





## Capítulo II

---

### Planeación y producción de semilla de calidad de guandul

---

#### 2.1. Selección del lote y establecimiento de producción de semilla

Es fundamental conocer la información general del lote para planear la producción de semilla de calidad. Por ello, a continuación, se presenta un caso de estudio del Centro de Investigación Caribia. La finalidad de traer a colación este ejemplo es ofrecer una guía en la que se explique el paso a paso del proceso:

##### 2.1.1. Información demográfica del productor de semilla

*Nombre del productor de semilla:* AGROSAVIA

*Nombre del investigador:* Isueh Arenas Rubio

*Dirección del productor:* Centro de Investigación Caribia de AGROSAVIA

*Teléfono del productor:* (60 + 1) 4227300  
Extensión 2110

*Correo electrónico:* iarenas@agrosavia.co



## 2.1.2. Información del lote para producción de semilla

*Departamento:* Magdalena

*Municipio:* Zona Bananera

*Vereda:* Sacramento

*Sede de AGROSAVIA:* Centro de Investigación Caribia

*Finca:* Marconia

*Número del lote:* 10

*Área para sembrar (m<sup>2</sup>):* 10.000

*Número de lotes con semilla:* 1

*Coordenadas del lote:* Latitud: N 10° 46' 083" - Longitud: W 74° 09' 086"

## 2.1.3. Información general de la semilla seleccionada

*Especie:* guandul

*Nombre científico:* *Cajanus cajan* (L.) Huth

*Tipo de semilla:* sexual

*Ciclo del cultivo:* materiales precoces y tardíos descritos en la tabla 4.

**Tabla 4.** Ciclo de cultivo para materiales precoces y tardíos de guandul

	<b>Materiales precoces</b>	<b>Materiales tardíos</b>
<b>Ciclo de cultivo</b>	150 días	300 días
<b>Días de madurez fisiológica</b>	120 días	180 a 210 días
<b>Días a cosecha</b>	> 130 días	> 180 días

Fuente: Elaboración propia

*Variedad:* 12 materiales de los agricultores especificados en la tabla 5 y proporcionados por las organizaciones ASCEXAMAG y ASOCAGUADA (Arenas et al., 2022d).

**Tabla 5.** Genotipos de guandul de origen local en Atlántico y Magdalena

Origen	Accesión
Baranoa, Atlántico, Colombia	Mojarrita rayada / GU-BA-001 / 10050020
	Siete pepas / GU-BA-002 / 10050021
	Mojarrita morada / GU-BA-003 / 10050022
Malambo, Atlántico, Colombia	Cuarentano rayado / GU-MA-001 / 10050023
	Pascuero verde / GU-MA-002/ 10050024
	Pascuero rayado / GU-MA-003/ 10050025
	Cuarentano verde / GU-MA-004/ 10050026
Ciénaga, Magdalena, Colombia	Guandul negro / GU-CI-001/ 10050027
	Guandul blanquito / GU-CI-002/ 10050028
Zona Bananera, Magdalena, Colombia	Guandul rayado / GU-ZB-002/ 10050030
	Guandul blanquito / GU-ZB-003/ 10050031
	Guandul rojito / GU-ZB-04/ 10050032

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos para la producción de semillas

El guandul se produce en los pisos térmicos cálido y medio, tolera sequías prolongadas y es susceptible a los vientos fuertes. Se adapta a suelos pobres, superficiales y no soporta encharcamientos prolongados (ICA, 1978). De acuerdo con Cook et al. (2020), las condiciones ideales son:

*Temperatura máxima:* 32 °C

*Temperatura mínima:* 22 °C

*Precipitación anual:* el guandul es tolerante a la sequía, capaz de crecer con una estación seca de más de 6 meses y una precipitación <300 mm. Sin embargo, se desarrolla mejor con precipitaciones de 600 a 1.000 mm e, incluso, de 2.500 mm.

Esto depende de que haya un drenaje sin obstáculos, pues el guandul es poco tolerante a suelos húmedos o a inundaciones.

*Humedad relativa:* 80 % (depende de la adaptación del genotipo).

*Suelo, sustrato o medio de cultivo:* franco, profundo, pobre y buen drenaje.

*pH:* entre 5 y 7 pero puede tolerar un pH de 4,5 a 8,4.

*Altitud:* entre 0 y 2.000 m s. n. m.

### **2.1.5. Revisión de variables ambientales del lote de producción**

El lote de producción en el Centro de Investigación Caribia está identificado como lote 10 y, de acuerdo con los datos proporcionados por la estación climatológica, el lote presenta las siguientes características:

*Temperatura máxima:* 35 °C

*Temperatura mínima:* 21 °C

*Temperatura media:* 29 °C

*Precipitación media:* 1.009 mm/año

*Régimen de lluvias:* bimodal

*Humedad relativa:* 82 %

*Suelo, sustrato o medio de cultivo:* textura franco-arenosa, bien drenado, topografía plana. Según el análisis de suelos es ligeramente ácido (pH: 6,34), no salino (CE: 0,22 dS/m), con bajo contenido de materia orgánica (1,90 g/100g) y nivel freático profundo (> 3,0 m).

*Altitud:* 27 m s. n. m.

### **2.1.6. Nutrición del cultivo para la producción de semillas**

Diferentes autores recomiendan compuestos para realizar una adecuada fertilización, como se muestra en la tabla 6. Cuadrado et al. (2003) sostienen que el guandul aporta entre 41 y 280 kg de N/ha/año por medio de rizobacterias (*Rhizobium* sp.) en las raíces, lo cual favorece el crecimiento del cultivo y beneficia la producción (Calero et al., 2019).

**Tabla 6.** Planes nutricionales para guandul

Dosis (kg/ha) del elemento				Autor
Nitrógeno (N)	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)	Magnesio y Azufre (Mg - S)	
	22- 50	41,5 - 50	20	Peters (2003) citado por Gómez et al. (2008)
25 y 30	40 y 50	30		Tiwari et al. (2017)
	46	30		Castillo et al. (2016) Cuadrado et al. (2003)

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.7. Manejo agronómico de la producción de semilla

*Análisis de suelos y plan nutricional:* de acuerdo con el análisis de suelos realizado en el lote 10, se presenta el estado de fertilidad con base en los requerimientos nutricionales del guandul. Estos datos son necesarios para definir el plan nutricional.

**Tabla 7.** Resultado del análisis de suelos del lote 10

Determinación analítica	Unidad	Valor	Interpretación
pH (1:2,5)	Unidades de pH	6,34	Ligeramente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	0,22	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	1,9	Baja
Carbono orgánico (CO)	g/100g	1,1	NA
Fósforo (P) disponible (Bray II)	mg/kg	33,54	Medio
Azufre (S) disponible	mg/kg	3,6	Bajo
Capacidad Intercambio Catiónico Efectiva (CICE)	cmol(+)/kg	8,15	Baja
Boro (B) disponible	mg/kg	0,25	Medio
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	ND	No Indica
Aluminio (Al) intercambiable	cmol(+)/kg	ND	Sin restricción

(Continúa)

(Continuación)

Determinación analítica	Unidad	Valor	Interpretación
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	6,57	Alto
Magnesio (Mg) disponible	cmol(+)/kg	1,39	Bajo
Potasio (K) disponible	cmol(+)/kg	0,15	Bajo
Sodio (Na) disponible	cmol(+)/kg	< 0,14	Normal
Hierro (Fe) disponible	mg/kg	134,81	Alto
Cobre (Cu) disponible	mg/kg	49,45	Alto
Manganeso (Mn) disponible	mg/kg	3,39	Bajo
Zinc (Zn) disponible	mg/kg	< 1,00	Bajo
Saturación de calcio	%	81	Alto
Saturación de magnesio	%	17	Medio
Saturación de potasio	%	2	Medio
Saturación de sodio	%	0	Normal
Saturación de aluminio	%	0	Normal
Hierro (Fe) disponible	mg/kg	134,81	Alto

Nota: Interpretación del Laboratorio de Química Analítica del Centro de Investigación Tibaitatá. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de Asistencia N 25; nd = no determinado; se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de materia orgánica (MO), fósforo disponible (P) Bray II, azufre disponible (S), acidez intercambiable (Al+H), aluminio intercambiable (Al), calcio intercambiable (Ca), magnesio intercambiable, potasio intercambiable (K), sodio intercambiable (Na), hierro disponible (Fe), manganeso disponible (Mn), zinc disponible (Zn), cobre disponible (Cu) y boro disponible (B).

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del Laboratorio de Química Analítica de AGROSAVIA en el Centro de Investigación Tibaitatá, en Mosquera, Cundinamarca

**Requerimiento hídrico:** se instaló un sistema de riego por goteo para hacer eficiente el uso del agua.

**Control de malezas:** inicialmente, se llevó a cabo control mecánico durante la preparación del terreno mediante el volteo del suelo. Posteriormente, se realizó el plateo y el deshierbe con guadaña.

**Control de plagas y enfermedades:** se llevó a cabo de manera oportuna mediante manejo agronómico basado en monitoreos semanales.

### 2.1.8. Requerimientos de almacenamiento de la semilla

*Temperatura (°C)*: por cada disminución de 5 °C en la temperatura de almacenamiento, la vida de la semilla se duplica (aplicable a temperaturas de 0 °C a 50 °C), según las variables de Harrington citadas por la FAO (2019b). Aunque la temperatura no es el factor determinante en el mantenimiento del contenido de humedad de las semillas durante el almacenamiento, desempeña un papel importante en la vida de la semilla. Esto se debe a que la infestación por insectos y la formación de moho aumentan a medida que la temperatura sube, y las temperaturas extremas, es decir, temperaturas fuera del rango óptimo de la especie, afectan la viabilidad de la semilla.

*Contenido de humedad de las semillas (CH)*: según Aguirre & Peske (1988), en general, el parámetro estandarizado es que no sea superior a 13 %.

*Humedad relativa (HR)*: no deberá superar el 60 %. Por cada disminución del 1 % en el contenido de humedad de las semillas, se duplica la vida de la semilla (aplicable a un CH del 5 % al 14 %), según las variables de Harrington citadas por la FAO (2019b). Cuanto mayor sea el contenido de humedad de las semillas, más perjudicial es la temperatura. Para mantener la calidad de las semillas en almacenamiento, se recomienda bajar la temperatura y reducir la humedad de las semillas. Las bajas temperaturas son muy eficaces para mantener la calidad de las semillas, incluso cuando la humedad relativa es alta. Según FAO (2019b), es esencial disminuir el contenido de humedad de las semillas hasta obtener un valor óptimo, pues el nivel de humedad es el factor más influyente en la viabilidad de las semillas durante el almacenamiento. En general, si el CH aumenta, disminuye la duración del almacenamiento. Un alto CH permite la germinación de esporas de hongos y su desarrollo y la posible acumulación de micotoxinas. Contenidos de humedad muy bajos, menores del 4 %, ocasionan desecación extrema y causan daños a las semillas o endurecimiento. El CH óptimo depende de la duración prevista de almacenamiento, los tipos de estructuras de almacenamiento, el tipo de semillas y la clase de material de embalaje que se utilice. En términos generales, es preferible contar con niveles bajos de CH, sin embargo, esto debe evaluarse en cada caso.

## 2.2. Identificación del lote para el establecimiento de la producción de semilla

Verificar el certificado de uso de suelo reveló que, en el caso de estudio, la Secretaría de Desarrollo Económico del municipio de Zona Bananera emitió un comunicado en el que se especifica que los terrenos relacionados con la propiedad “Marconia”, con matrícula catastral No. 000300010049000001001, actualmente están clasificados como zonas de tipo rural en las que se realizan actividades agropecuarias. Este inmueble es propiedad del ICA y AGROSAVIA lo administra bajo la figura de comodato.

## 2.3. Historia de uso y revisión del lote para la producción de semilla

Se llevó a cabo una revisión que implicó la consulta al personal de operaciones de campo para recabar información sobre los usos recientes del lote 10 en el Centro de Investigación Caribia a partir del año 2022 (tabla 8). La producción de semillas de guandul se estableció en una hectárea del lote 10 en el Centro de Investigación Caribia (figura 1), y en el perímetro se identificaron árboles de campano (*Samanea saman*),

**Tabla 8.** Usos del lote 10, usos de lotes colindantes y problemas sanitarios entre 2002 y 2022

Año	Uso agrícola del lote 10	Uso de lotes colindantes	Problemas fitosanitarios en lotes colindantes
2022	Guandul	<b>Norte:</b> sequía con guadua. <b>Sur:</b> vivero de palma de aceite. <b>Occidente:</b> barbecho continuidad del lote 10 a veces utilizado para ganadería de ceba. <b>Oriente:</b> cítricos en lotes 9 y 8.	<b>Al oriente:</b> Enverdecimiento de los cítricos (Huanglongbing). Psílido asiático de los cítricos ( <i>Diaphorina citri</i> ). Ácaro hindú ( <i>Schizotetranychus hindustanicus</i> ). Mapaitero ( <i>Trigona</i> sp.). Áfido negro ( <i>Toxoptera</i> sp.)  <b>Al sur:</b> Escarabajo rinoceronte ( <i>Strategus aloeus</i> ). Gusano caballito ( <i>Sibine fusca</i> ). 2010-2011: fenómeno de la Niña.
2013 a 2021	Barbecho		
2009 a 2012	Jatrofa ( <i>Jatropha curcas</i> )		
2003 a 2008	Yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )		
2002	Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> ), guama ( <i>Inga edulis</i> ), cañandonga ( <i>Cassia grandis</i> ), algarrobo ( <i>Ceratonia siliqua</i> ), marañón ( <i>Anacardium occidentale</i> ) y mamón ( <i>Melicococcus bijugatus</i> )		

uvito (*Cordia alba*), guadua (*Guadua angustifolia*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y yarumo o guarumo (*Cecropia peltata*).



**Figura 1.** Ubicación del lote 10 para la producción de semilla de guandul en el Centro de Investigación Caribia.

Fuente: AGROSAVIA (2023)

El lote de producción de semilla está equipado con un sistema de riego por goteo que se abastece de agua proveniente de un pozo perforado de 105 metros de profundidad. Las vías de acceso y transporte hacia el lote incluyen una carretera principal que se conecta con la vía secundaria nacional de Sevilla – Zona Bananera, la cual está pavimentada, así como una vía secundaria. En cuanto a la infraestructura del lote, se cuenta con un área destinada al almacenamiento de insumos y herramientas, otra área destinada al proceso poscosecha y, además, una zona dedicada a la multiplicación de plantas madre.

## 2.4. Visita técnica

Para verificar la información del lote seleccionado, se realizan las siguientes acciones:

- Comprobar las distancias mínimas de barrera o zona de amortiguamiento con otros cultivos requeridas para la producción de semilla, según lo establecido en las Resoluciones 3168 y 3888 de 2015 (ICA, 2015a, 2015b).
- Realizar un reconocimiento del área destinada a la producción de semilla.
- Inspeccionar los bordes del área de producción de semilla.



## Capítulo III

### Aseguramiento de la calidad de la semilla de guandul

Los esquemas de aseguramiento de la calidad de guandul incluyen herramientas destinadas a obtener y preservar la calidad de la semilla, lo cual permite producir, entregar y distribuir semilla de calidad de guandul a los productores en campo. Estos esquemas desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de la calidad física, fisiológica, genética y sanitaria de la semilla, ya que identifican puntos críticos que podrían comprometer alguno de los atributos de calidad. Además, proponen pruebas necesarias para verificar la calidad de la semilla, sugieren actividades preventivas y de control para prevenir la pérdida o degradación de la calidad, establecen medidas de contingencia en caso de deterioro de la calidad de la semilla y presentan un modelo de producción de semilla que define los plazos de producción de semilla en las diferentes fases de producción en la región de estudio (Guzmán et al., 2022). Estos esquemas se han diseñado con el propósito de facilitar la obtención de semilla de alta calidad, y para cada atributo de calidad se ha establecido un tipo específico de esquema, los cuales son descritos a continuación (Agudelo et al., 2021; Hernández, 2018; Hernández et al., 2019; Ramírez et al., 2019).

- Esquema de aseguramiento de la calidad física
- Esquema de aseguramiento de la calidad fisiológica
- Esquema de aseguramiento de la calidad genética
- Esquema de aseguramiento de la calidad sanitaria

## 3.1. Calidad genética de la semilla de guandul

### 3.1.1. Puntos críticos de pérdida de calidad genética

Durante el proceso de producción de semilla de calidad existen puntos críticos en los que se corre el riesgo de perder la calidad genética, los cuales se describen a continuación:

**Recepción de la semilla:** el origen de las semillas locales, criollas o de variedades regionales debe ser identificado, y se recomienda completar un pasaporte para cada material vegetal del cual se recolecten semillas. Esto es esencial para garantizar la obtención de semillas puras (pureza varietal-analítica), uniformes en tamaño (peso de semilla uniforme), saludables y vigorosas con el objetivo de alcanzar un potencial de germinación óptimo en el futuro.

**Selección de lote y aislamiento:** el lote debe cumplir con un aislamiento que garantice una distancia mínima de 500 metros entre otros lotes que produzcan guandul. Alternativamente, se puede considerar el aislamiento de las plantas mediante el uso de casas de malla, ya que la especie tiene la capacidad de realizar cruzamientos libres en campo (Cedano, 2006).

**Siembra y desarrollo:** la siembra se puede realizar ubicando un par de semillas directamente en el suelo. Este proceso puede hacerse mediante plantulación, en bandejas con alveolos de plástico que estarán listas para trasplante en 30 días, o utilizando bolsas vivero, que estarán listas para trasplante en 60 días. El trasplante garantiza la cantidad de plantas en el terreno. En cuanto al desarrollo durante la etapa de floración, es importante señalar que puede ocurrir polinización cruzada, con una tasa de exogamia que varía entre el 0 y el 40 % (Upadhyaya, 2008). Por esta razón, se recomienda producir semilla de un solo material por cada lote. Si se presentan errores en el proceso de trazabilidad o rastreo del origen de la semilla sembrada, es esencial llevar a cabo inspecciones en el campo durante el desarrollo del cultivo para identificar y eliminar cualquier material no deseado del lote de producción.

**Cosecha:** Binder (1997) y Castillo et al. (2016) sostienen que la cosecha debe realizarse cuando las vainas alcancen su madurez fisiológica. Un indicador relevante para determinar este momento es que aproximadamente el 50 % del área sembrada haya alcanzado su color definitivo. Esto, naturalmente, puede variar según el genotipo de la planta, ya que algunos genotipos tienen ciclos de maduración que pueden ser denominados como precoces, semi-tardíos o tardíos.

**Poscosecha:** limpieza y clasificación según su calibre (tamaño). Evitar mezcla de materiales cosechados en diferentes lotes (ICA, 2015a, 2015b).

**Almacenamiento:** la identificación y etiquetado del material cosechado para registrar su trazabilidad contempla dos aspectos (ICA, 2015a, 2015b). El primero se relaciona con elementos, factores o situaciones que pueden dar lugar a la pérdida de la calidad genética, por ejemplo:

- a) La selección de material inadecuado para la multiplicación, como material impuro, mezclado o con características morfo-agronómicas o comerciales no deseadas.
- b) La elección de áreas de multiplicación en zonas que tengan lotes comerciales de guandul en proximidad o que hayan tenido guandul en ciclos de siembra anteriores, especialmente si son de materiales diferentes a los que se están incrementando.
- c) La falta de rigurosidad durante la cosecha y el almacenamiento de los materiales, lo que podría resultar en problemas en la separación e identificación de la producción.

El segundo aspecto se relaciona con la práctica de mezclar materiales, ya que se ha observado que existen prácticas tradicionales en las que todo el material cosechado, independientemente de si es del mismo tipo de material o no (manejo indiscriminado intencional), puede dar lugar a mezclas no deseadas. Esto puede llevar a la alteración de la pureza genética y, como resultado, a la pérdida de la identidad genética del material, lo que equivale a una pérdida de calidad genética en la semilla.

Los indicadores cuantitativos y cualitativos para medir la calidad genética en cada uno de los puntos críticos permiten evaluar la pureza varietal en la semilla. Esta pureza varietal se basa tradicionalmente en rasgos visualmente distinguibles (características morfológicas), aunque también pueden emplearse rasgos bioquímicos para

la identificación, como la secuenciación de ADN. Según FAO & AfricaSeeds (2019), la pureza varietal o genética puede referirse a:

- a) La relativa uniformidad fenotípica, es decir, cómo se manifiesta la planta en todas sus características morfológicas.
- b) La proporción de plantas o semillas en una población que se ajusta a la descripción oficial de la variedad (tabla 9).

**Tabla 9.** Indicadores cuantitativos y cualitativos de medición de la calidad genética en guandul

Punto crítico	Indicadores		Rango de aceptación
	Cuantitativos	Cualitativos	
Siembra (desarrollo del cultivo)	Pureza varietal	<b>Etapa vegetativa:</b> caracteres morfológicos como hábito de crecimiento, color de tallo, forma de los folíolos o vellosidad en el envés de la hoja.	98 %
		<b>Etapa reproductiva:</b> caracteres morfológicos como pigmentación del cáliz, color de la flor (base o secundario), patrón de rayado de la flor, patrón de floración (determinado, semideterminado o indeterminado), color de la vaina, forma del perfil de la vaina, forma de la vaina o vellosidad en la vaina.	
Cosecha (semilla)		Caracteres morfológicos como patrón de color de la semilla (liso, manchado, pecoso, anillado, manchado y pecoso), color de la semilla (base o secundario), color del ojo de la semilla, forma de la semilla o tipo de hilum.	

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2006); International Board for Plant Genetic Resources [IBPGR] (1993)

Después de revisar la normatividad vigente (ICA 2015a, 2015b), se confirmó que a la fecha no existe un parámetro sobre la pureza genética de la especie *C. cajan*. Sin embargo, es importante contar con elementos de referencia para proyectar la producción de semilla de guandul. La tabla 8 muestra la información existente según el

sistema de semillas de calidad declarada (FAO, 2006). Es relevante mencionar que las normas de pureza varietal para cultivos en general varían entre 98 % (para semillas certificadas de algunos cultivos) y 99,9 % (para semillas núcleo o básicas). Estas normas son aplicadas en la inspección de campo realizada por las entidades de control oficial, en las parcelas de control y en el laboratorio (FAO & AfricaSeeds, 2019).

Es fundamental mantener la pureza de las variedades y la calidad de las semillas durante todo el proceso de producción para obtener buenas cosechas, especialmente si se pretende formalizar la producción de semilla de guandul (FAO & AfricaSeeds, 2019). Los procedimientos establecidos en este documento pretenden contribuir al mantenimiento de la pureza genética de la semilla; razón por la cual se mencionan cuatro etapas clave en el proceso de formalización:

- Control de las semillas en las generaciones anteriores.
- Inspecciones de campo durante el proceso de multiplicación para asegurar que no haya contaminación y que la variedad sea auténtica.
- Análisis de calidad de las semillas en los laboratorios.
- Muestreos en parcelas de control de la semilla conocida para comparar y asegurar que la descendencia se ajuste a las características de la variedad.

### **3.1.2. Pruebas analíticas para determinar la calidad genética**

Las técnicas analíticas para identificar y certificar la pureza genética del material son establecidas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). A través de su esquema de semillas, proporciona métodos reconocidos para determinar la pureza varietal de las semillas por medio de parcelas de control o de inspección de cultivos. Las técnicas analíticas requeridas para identificar y verificar la calidad genética del material incluyen la prueba de pureza varietal, que consiste en la determinación y verificación de la identidad y pureza de la especie y variedad declarada. Esto se logra mediante la evaluación de características morfológicas de la semilla o plántula, propiedades químicas y aspectos citológicos. Los resultados se expresan como porcentajes que representan el peso de la semilla pura, la cual dará lugar a plantas que concuerdan con la descripción de la variedad. Dentro de los marcadores se utilizan:

**Marcadores morfológicos:** son atributos de un individuo que se manifiestan en un ambiente particular y que los seres humanos identifican con un propósito específico. Por ejemplo, en el caso de los árboles de guandul, se pueden emplear como marcadores morfológicos características como la forma, la apariencia (incluyendo color o patrón de manchado) y el peso o tamaño de las semillas. Se ha observado que estas características se relacionan en la mayoría de las poblaciones con la supervivencia, el crecimiento y la reproducción (Solís & Andrade, 2005). En este caso, la herramienta que se usará serán los descriptores genéticos para esta especie publicados por la Junta Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR, 1993).

**Marcadores moleculares:** Solís & Andrade (2005) sostiene que los marcadores moleculares corresponden a cualquier gen cuya expresión produce un efecto cuantificable u observable en las características fenotípicas y que puede ser fácilmente detectado. Este tipo de marcadores puede evaluarse desde los primeros estadios de desarrollo de los individuos y puede aplicarse a un individuo completo o a una parte de él. Los marcadores genéticos siguen las leyes fundamentales de la herencia mendeliana, pero no todos los marcadores moleculares pueden considerarse genéticos. Existen dos tipos principales de marcadores moleculares: los marcadores bioquímicos y los marcadores de ADN.

Los marcadores de ADN han experimentado avances significativos en la mejora de los materiales cultivados en la India, que es uno de los principales productores de guandul en el mundo. A través de la secuenciación genómica, se ha logrado identificar una amplia variedad de recursos que serán valiosos para investigaciones futuras. Estos recursos incluyen posibilidades como altos rendimientos, poblaciones genéticas modernas, mapas genéticos de alta densidad de materiales, variantes genéticas a gran escala, secuenciación de genomas mitocondriales o genomas completos. Además, se pueden plantear ensayos moleculares para mejorar la reproducción y, adicionalmente, se pueden incorporar marcadores o características relacionadas con la restauración de la fertilidad, la tolerancia a la marchitez por *Fusarium*, el tipo de planta, la precocidad y el patrón de floración de cada genotipo (Bohra et al., 2017).

### 3.1.3. Prevención, control y contingencia de la calidad genética

Las medidas de prevención, control y contingencia en casos de disminución o pérdida de la calidad genética contemplan las siguientes actividades:

- La eliminación de plantas de otras especies, de otras variedades y de malezas debe realizarse según lo requiera el proceso de multiplicación y de acuerdo con los principios apropiados para asegurar la pureza varietal del lote de semilla. Este proceso se basa en el protocolo establecido para realizar estas pruebas mediante inspecciones de campo, que abarcan tanto la etapa vegetativa como la reproductiva.
- El control de la polinización es esencial para mantener la identidad genética de las accesiones. Para lograrlo, es necesario prevenir la polinización cruzada, lo cual puede lograrse cubriendo las plantas con bolsas de muselina o cultivando las accesiones en jaulas a prueba de insectos (Upadhyaya, 2008).
- Es importante implementar los procesos de trazabilidad durante la poscosecha y el almacenamiento para evitar la pérdida de la calidad genética por mezclas mecánicas involuntarias.
- Para controlar la polinización cruzada, es necesario implementar un proceso de aislamiento. Este aislamiento puede lograrse mediante la siembra en lotes separados por al menos 500 metros de distancia entre sí o a través de la programación de siembras en diferentes épocas del año, de manera que se evite la coincidencia de los periodos de floración y, por lo tanto, se reduzca la posibilidad de mezcla durante la cosecha (FAO & AfricaSeeds, 2019).
- Para conservar la identidad y la pureza varietal de las accesiones es necesario establecer parcelas de control en etapas iniciales del proceso de certificación y multiplicación de semillas realizando monitoreos para registrar información que permita confirmar la identidad de cada accesión.

A continuación, se describen las medidas de control y contingencia necesarias en casos de pérdida de la calidad genética durante el proceso de producción de semilla:

- Conservar en bancos de germoplasma el recurso genético. En Colombia la semilla está conservada en los bancos de germoplasma de AGROSAVIA y del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Tradicionalmente, en el mercado se ha mantenido la práctica intencionada de mezclar variedades, lo cual ha influido positivamente en los precios del grano y en los rendimientos. Es posible que algunos productores deseen continuar trabajando de esta manera.

## 3.2. Calidad física de la semilla de guandul

Se han identificado los puntos críticos en el proceso de producción en los que existe el riesgo de disminución o pérdida de los atributos físicos de la calidad de la semilla. Además, se han desarrollado estrategias de prevención destinadas a mitigar la disminución de la calidad en estos parámetros. También se han establecido pruebas apropiadas para evaluar la condición física y se han definido medidas de contingencia necesarias en casos de pérdida de la calidad física de la especie *C. cajan*.

### 3.2.1. Puntos críticos de pérdida de la calidad física

La identificación de los puntos críticos de pérdida de la calidad física de semillas dentro del proceso productivo debe registrarse en las etapas de precosecha, cosecha, poscosecha y transporte, tal como se describe a continuación:

- **Precosecha:** llevar a cabo limpiezas, raleos y la eliminación de plantas pertenecientes a especies catalogadas como nocivas, prohibidas, comunes y de otros cultivos es esencial. Esto se debe a que si estas plantas están presentes durante la cosecha, sus semillas podrían mezclarse con el producto principal y poner en riesgo tanto su pureza física como su pureza genética.
- **Cosecha:** la cosecha de la semilla debe llevarse a cabo cuando haya alcanzado la madurez fisiológica. Una vez cosechada, la semilla inicia un proceso natural de deterioro fisiológico, cuya velocidad depende del ciclo de producción (corto o largo). Un indicador clave es cuando la vaina y el grano han alcanzado un color definitivo, que representa más del 50 % de la superficie total del área. Además, otro factor importante es la madurez de la cosecha, que se decide a criterio del productor (el momento en que se inicia la cosecha). Se recomienda medir

el contenido de humedad de la semilla durante la etapa de madurez fisiológica para estimar el punto de partida de los controles futuros.

- **Postcosecha:** el proceso incluye el secado, la eliminación de impurezas (como materia inerte y otras semillas) y la clasificación según el calibre (tamaño) de la semilla, lo que se reflejará en su peso. El empaque debe seleccionarse en función de la conservación de la semilla y la mitigación de la pérdida de calidad (porcentaje de humedad, presencia e incremento plagas).
- **Transporte:** en cualquier momento del ciclo de transporte de la semilla, existe la posibilidad de que su calidad física se deteriore debido a daños mecánicos causados por golpes o debido a desequilibrios entre la temperatura y la humedad relativa. Esto puede resultar en una disminución en el porcentaje de viabilidad de la semilla.

Los indicadores cuantitativos y cualitativos de medición de la calidad física se describen en la tabla 10.

**Tabla 10.** Indicadores cuantitativos de la calidad física para semillas de guandul

Punto crítico	Indicadores cuantitativos	Rango de aceptación
Humedad de grano para cosecha	Porcentaje de contenido de humedad en grano	12 a 14 %
Poscosecha	Análisis de pureza física	95 %
Poscosecha	Determinación de peso de semilla	Varía según el genotipo

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

La especie *C. cajan* está catalogada como semilla seleccionada en la Resolución 3168 de 2015, modificada por la 3888 de 2015 (ICA, 2015a, 2015b). Por esta razón, el control oficial no requiere determinaciones como el porcentaje de malezas nocivas ni la determinación de otras semillas por número. Esto se debe, en parte, a que la cosecha de especies arbustivas o de gran porte no se realiza a ras de suelo, donde existe un mayor riesgo de contaminación. Sin embargo, se aplican parámetros adicionales referidos en esta normativa para especies de la misma familia botánica (Fabaceae), como *Phaseolus vulgaris* y *Glycine max*, que sí incluyen consideraciones como el contenido de humedad, tal como se define en la tabla 10.

### 3.2.2. Pruebas analíticas para determinar la calidad física

En la tabla 11 se describen los ensayos para determinar la calidad de física de la semilla sexual en *C. cajan*.

**Tabla 11.** Ensayos de determinación de calidad física

Prueba	Descripción	Resultado
<b>Análisis de pureza física</b>	La determinación de la composición de la muestra analizada permite inferir la composición del lote del cual provienen las semillas. Esto se logra al establecer la proporción de semilla pura, de especies de semillas diferentes y de partículas inertes que conforman la muestra.	Porcentaje de semilla pura, porcentaje de materia inerte y porcentaje de otras semillas
<b>Determinación de peso</b>	Especifica el peso de una muestra de 100 semillas provenientes del lote de la semilla pura.	Gramos (g)
<b>Determinación del contenido de humedad</b>	Establece el contenido de humedad en una muestra de semillas en un momento determinado, expresado en porcentaje con respecto al peso de la muestra de trabajo.	Porcentaje de humedad en la semilla

Fuente: ICA (2015a, 2015b); International Seed Testing Association [ISTA] (2018)

Las técnicas o procesos analíticos por ahora planteados son los validados internacionalmente por el ISTA para la evaluación de calidad física en semillas para esta especie. AGROSAVIA seleccionó la prueba de pureza física y de determinación del porcentaje de humedad para el proceso de verificación de la calidad física.

### 3.2.3. Prevención, control y contingencia de la calidad física

Dentro de las medidas de prevención, control y contingencia en casos de disminución o pérdida de los atributos físicos, destacan las actividades de prevención y control necesarias para evitar la pérdida o disminución de los atributos físicos de la semilla (tabla 12).

**Tabla 12.** Actividades para la prevención de la pérdida de la calidad física de las semillas

Atributo	Medida de prevención o control
<b>Pureza física</b>	Durante el ciclo de cultivo y la cosecha se deben llevar a cabo controles de arvenses y malezas para prevenir la presencia de sus semillas en el material cosechado.
	Para prevenir la contaminación de la cosecha con semillas de otros cultivos, se recomienda evitar la siembra asociada con otras especies en los lotes de producción de semilla.
	Es importante manipular la semilla de manera adecuada durante el transporte y en los procesos de limpieza y clasificación para evitar su fragmentación, quiebre o fractura.
	Se debe limpiar adecuadamente la semilla para extraer fragmentos de plantas o vainas, insectos muertos, tierra y cualquier otro elemento extraño o materia inerte.
	Es clave propender porque la semilla tenga un proceso de empaqueo de calidad y disponga de un lugar de almacenamiento con condiciones adecuadas de luz, temperatura, humedad relativa, control de plagas y enfermedades de almacenamiento.
	Se recomienda realizar los ensayos en muestras de trabajo representativas del lote que se va a evaluar de acuerdo con las metodologías del ISTA recomendadas para cada caso.

(Continúa)

(Continuación)

Atributo	Medida de prevención o control
<b>Contenido de humedad</b>	Evitar que la cosecha coincida con periodos de lluvia.
	La semilla no debe superar el 13 % de contenido de humedad durante el proceso de secado; de esta forma se garantiza un mejor acondicionamiento y potencial de almacenamiento.
	En condiciones de secado controlado, es esencial llevar un registro del contenido de humedad inicial y final de la semilla, así como medir el tiempo que tomará el proceso.
	El secado natural, que es el método más tradicional, debe llevarse a cabo en un área protegida y ventilada, ya que cuando se realiza al aire libre, está sujeto a las condiciones ambientales. Deben realizarse volteos periódicos, preferiblemente en horas tempranas cuando la superficie que se utiliza no esté caliente y pueda dañar la semilla. También es importante supervisar constantemente el tiempo para evitar que el proceso de secado se prolongue en exceso.
	Se deben realizar las determinaciones en muestras de trabajo representativas del lote que se va a evaluar con las metodologías propuestas por el ISTA para cada caso.
<b>Peso de semilla</b>	Este atributo depende del genotipo de la semilla y del manejo adecuado de las condiciones de temperatura y humedad durante el proceso de poscosecha y almacenamiento. Es importante tener en cuenta que el peso inicial de la semilla no será igual al peso final en el momento de la comercialización. Durante el proceso de clasificación, el paso de la semilla a través de mesas de gravedad permite la separación de las semillas con mayor peso volumétrico, lo cual es esencial para calcular la cantidad de semilla a utilizar en la siembra.

### 3.3. Calidad fisiológica de la semilla de guandul

Se establecerán los puntos críticos a lo largo del proceso productivo durante los cuales existe el riesgo de disminuir o perder los atributos fisiológicos de la calidad de las semillas. Se desarrollarán estrategias de prevención con el fin de mitigar la reducción de la calidad en este parámetro, se expondrán las pruebas adecuadas para verificar su condición fisiológica y se establecerán las medidas de contingencia necesarias en caso de que se produzca una pérdida de la calidad fisiológica del guandul. Además, se determinará un modelo de producción de semilla para esta especie que incluirá las herramientas necesarias para obtener y mantener la calidad fisiológica de las semillas.

#### 3.3.1. Puntos críticos de pérdida de la calidad fisiológica

El deterioro de semilla comienza cuando alcanza la madurez fisiológica, ya que en este punto las semillas dejan de recibir los fotoasimilados de la planta y quedan expuestas al medio ambiente, bajo condiciones de humedad y temperatura que favorecen su deterioro. Por esta razón, los puntos críticos son:

- **Precosecha:** la ubicación del cultivo y el clima de la región influyen en la calidad de la semilla, entendida como su capacidad de germinación, su viabilidad, vigor y salud. La lluvia previa a la cosecha genera condiciones de temperatura y humedad variables que pueden contribuir a la contaminación de la semilla con patógenos que afectan su calidad. Además, un retraso en la cosecha sobreexpone a la semilla a condiciones de campo e intensifica el deterioro de las semillas, que pueden verse perjudicadas por la presencia de plagas como gorgojos.
- **Cosecha y poscosecha:** la correcta manipulación de las vainas que contienen los granos en la cosecha es uno de los factores críticos para asegurar la calidad. Es necesario cosechar las vainas de guandul en su madurez fisiológica para que estas puedan separarse de las semillas adecuadamente durante el secado, trillado y procesamiento. Durante el proceso de beneficio de la semilla también existe el riesgo de afectar su calidad debido a la generación de daños mecánicos, lo cual podría facilitar la entrada de patógenos a la semilla.

- **Almacenamiento:** la vida útil de las semillas en centros de acopio depende de factores como la viabilidad inicial de las semillas, el contenido de humedad en las semillas y la combinación de humedad relativa y temperatura. Si estos factores no se controlan adecuadamente, las semillas pueden deteriorarse. Las semillas con altos porcentajes de viabilidad tienden a mantenerse viables por más tiempo, mientras que las semillas vigorosas y sin daños pueden almacenarse durante períodos más prolongados en comparación con las semillas dañadas. Es importante destacar que las semillas que han estado expuestas a condiciones de sequía, calor o escasa nutrición son más susceptibles al deterioro.
- **Transporte y tránsito:** durante el almacenamiento y transporte en los centros de acopio, las semillas están expuestas a daños mecánicos por la manipulación, razón por la cual se debe asegurar la calidad de manera permanente.

En la tabla 13 se encuentran los indicadores cuantitativos y cualitativos de medición de la calidad fisiológica.

**Tabla 13.** Indicadores para la medición de la calidad fisiológica

Punto crítico	Indicadores		Rango de aceptación
	Cuantitativos	Cualitativos	
Presiembra	Porcentaje germinación	Plántulas normales	70 %
Presiembra	Test de tetrazolio	Viabilidad embrión	70 %

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

Según la Resolución 3168 (ICA, 2015a), la especie *C. cajan* es una semilla seleccionada y, por lo tanto, en el control oficial no se realizan determinaciones de porcentaje de viabilidad ni de vigor. Sin embargo, en el control interno de la producción de semilla, el vigor y la viabilidad son de vital importancia, ya que las semillas tienden a deteriorarse más rápidamente durante el almacenamiento. Por esta razón, se toma como referencia el mismo porcentaje mínimo de germinación para la aceptación de la semilla. Ahora bien, para establecer el porcentaje de vigor es importante tener en cuenta las condiciones regionales, como la humedad relativa durante la temporada de lluvias y la profundidad efectiva del suelo en el que se multiplicará la semilla (Montenegro, 2020).

### 3.3.2. Pruebas analíticas para determinar la calidad fisiológica

Las técnicas o procesos analíticos planteados para la evaluación de calidad física y fisiológica en semillas son validados internacionalmente. AGROSAVIA seleccionó el ensayo de germinación estándar y el ensayo bioquímico de viabilidad (test topográfico de tetrazolio) para el proceso de verificación de la calidad fisiológica de las semillas de guandul. En la tabla 14 se exponen ensayos seleccionados para determinar la calidad fisiológica de la semilla sexual en guandul.

**Tabla 14.** Procesos de determinación de la calidad fisiológica

Prueba	Descripción	Resultado
<b>Ensayo de germinación</b>	Determina el máximo potencial de germinación de un lote de semillas, de manera que permite comparar la calidad de diferentes lotes y estimar su valor potencial de germinación en campo.	<b>Plántulas normales (%)</b>
<b>Ensayo bioquímico de viabilidad (llamado también test topográfico de tetrazolio)</b>	Realiza una estimación rápida de la viabilidad de una muestra de semillas. Determina la viabilidad de semillas posiblemente latentes resultantes del análisis de germinación. Daño mecánico y por insectos	<b>Semillas viables (%)</b>

Fuente: ICA (2015a, 2015b); ISTA (2018)

### 3.3.3. Prevención, control y contingencia de la calidad fisiológica

En la tabla 15 se indican las actividades de prevención y control necesarias para evitar la pérdida o disminución de los atributos fisiológicos de la semilla.

**Tabla 15.** Listado de actividades para la prevención de la pérdida de calidad fisiológica

Atributo	Medida de prevención y/o control
<b>Germinación, vigor y viabilidad</b>	Estos atributos están estrechamente relacionados. Es de vital importancia registrar y controlar los procesos de almacenamiento, ya que una semilla con bajo vigor perderá rápidamente su potencial de germinación.
	En almacenamiento se deben realizar los ensayos para medir estos atributos con frecuencia y llevar lo registros pertinentes para hacer una adecuada trazabilidad al proceso. Los intervalos de estas evaluaciones dependerán de las condiciones de temperatura y humedad en las que se encuentre almacenada la semilla. Cuando la temperatura es alta deben realizarse con mayor periodicidad.
	Para realizar ensayos de germinación adecuados debe garantizarse un muestreo que siga las recomendaciones del ISTA, así los resultados serán representativos.

Fuente: Aguirre & Peske (1988)

Con base a lo tratado en la tabla 12, se pueden sintetizar algunas medidas de contingencia para evitar la pérdida de calidad fisiológica en las diferentes etapas del proceso de producción de semilla:

- **Campo:** seguimiento y control en puntos críticos del proceso de producción o desarrollo de cultivo. Durante las fases vegetativa y reproductiva se recomienda hacer un adecuado control de malezas y otros cultivos en el área de multiplicación.
- **Cosecha:** verificar la madurez fisiológica y el porcentaje de humedad óptimo para la cosecha.
- **Poscosecha:** implementar un buen sistema de secado.
- **Almacenamiento y pre-siembra:** es fundamental asegurarse de que el proceso de empaquetado de la semilla sea de alta calidad. Para esto, debe proporcionarse un lugar de almacenamiento con condiciones adecuadas en el que se pueda controlar la luz, la temperatura y la humedad. Además, es importante analizar con regularidad el porcentaje de humedad, el peso de las semillas y los ensayos de germinación, vigor y viabilidad.

- En general se deben diseñar y aplicar protocolos de manejo para la cosecha, poscosecha y almacenamiento con énfasis en la conservación de los atributos de calidad, como el potencial de germinación y la viabilidad de los embriones. Estos atributos deben ser evaluados con metodologías validadas en los ensayos de germinación y viabilidad por tetrazolio.
- Se deben utilizar espacios de almacenamiento adecuados para asegurar la conservación de las semillas en condiciones ambientales controladas y así mantener su viabilidad durante largos períodos: desde la siembra hasta la cosecha. Si es necesario, se deben adaptar bodegas de almacenamiento instalando sistemas de conservación en frío e incentivando el uso de refrigeradores con este propósito. Dependiendo del volumen y la gestión de la producción también se puede optar por el alquiler de un cuarto frío. En cualquier caso, es fundamental hacer un estricto seguimiento durante el proceso de conservación de semillas a bajas temperaturas.

### 3.4. Calidad sanitaria de la semilla de guandul

Diversas plagas y patógenos causan daños al guandul (tabla 16). Probablemente, la enfermedad más amenazante para el guandul en el mundo es el marchitamiento por *Fusarium*, la cual es causada por el hongo *Fusarium udum* (Krieg et al., 2017; Mir et al., 2017; Saxena et al., 2017; Thurston, 1984). Algunos insectos plaga de importancia para el guandul son *Zabrotes subfasciatus*, *Chloridea virescens* y *Elasmopalpus lignosellus* (Vélez, 1997).

Tabla 16. Plagas y patógenos reportados en Colombia para guandul

Nombre o daños causados	Nombre científico	Referencia
Alternaria, mancha de la hoja, tizón de alternaria	<i>Alternaria</i> sp.	Buriticá (1999); Reddy et al. (1993)
Antracnosis del guandul	<i>Colletotrichum cajani</i> Sinonimia: <i>Glomerella cingulata</i>	Cedano (2006); European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO] (2022); Reddy et al. (1993)

(Continuación)

Nombre o daños causados	Nombre científico	Referencia
Cancerosis del tallo del guandul	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Cajani</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Xanthomonas citri</i> pv. <i>Cajani</i>	Cedano (2006); EPPO (2022); Reddy et al. (1993)
Mancha foliar por cercospora	<i>Passalora cajani</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Cercodeuterospora trichophila</i> ; <i>Cercospora cajani</i> ; <i>Cercospora indica</i> ; <i>Mycovellosiella cajani</i> ; <i>Mycovellosiella cajani</i> var. <i>Indica</i> ; <i>Mycovellosiella cajani</i> var. <i>Trichophila</i> ; <i>Passalora cajani</i> var. <i>Indica</i> ; <i>Passalora cajani</i> var. <i>Trichophila</i> ; <i>Vellosilla cajani</i>	Nene et al. (1996); Reddy et al. (1993); Reddy et al. (2012)
Marchitamiento por Fusarium	<i>Fusarium udum</i>	Krieg et al. (2017); Mir et al. (2017); Reddy et al., (1993); Saxena et al. (2017); Thurston (1984)
Nudo de la raíz	<i>Meloidogyne incognita</i>	EPPO (2022)
Pudrición carbonosa, podredumbre del tallo, pudrición seca de la raíz	<i>Macrophomina phaseolina</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Macrophomina phaseoli</i> ; <i>Rhizoctonia bataticola</i> ; <i>Sclerotium bataticola</i>	Buriticá (1999); EPPO (2022); Reddy et al. (1993)
Roya del guandul	<i>Uromyces dolicholi</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Uredo cajani</i> ; <i>Uromyces cajani</i>	Buriticá (1999); Buriticá et al. (2014); Castillo et al. (2016); Cedano (2006); Nene et al. (1996); Reddy et al. (1993); Reddy et al. (2012); Salazar et al., (2002)
Arañita roja	<i>Oligonychus</i> sp.	Arenas et al. (2022a)
Crisomérido comedor de follaje	<i>Diphaulaca aulica</i>	Araúz (2013)

(Continúa)

(Continuación)

Nombre o daños causados	Nombre científico	Referencia
Picudo comedor de follaje	<i>Naupactus</i> sp.	Arenas et al. (2022a)
Mapaitero cortador de flores	<i>Trigona</i> sp.	Araúz (2013)
Gusano bellotero masticador de vainas. En el fruto, destruye granos al comienzo de la maduración	<i>Chloridea virescens</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Heliothis virescens</i> ; <i>Noctua virescens</i> ; <i>Helicoverpa virescens</i> ; <i>Heliothis</i> sp.	Cedano (2006); Guzmán et al. (2018); Ranga & Shanower (1999)
Gusano taladrador de la vaina del guandul	<i>Maruca</i> sp. <i>Etiella zinckenella</i>	EPPO (2011); Guzmán et al. (2018); Ranga & Shanower (1999); Araúz, (2013); Cedano (2006)
Mosca de la vaina del guandul	<i>Melanagromyza</i> sp.	Abreu et al. (2003); Araúz (2013); Cedano (2006); Ranga & Shanower (1999)
Gorgojo del guandul	<i>Acanthoscelides zeteki</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Acanthoscelides</i> sp.	Vélez (1997)
Cochinilla chupadora	<i>Pulvinaria</i> sp.	EPPO (2022)
Cucarrón verde masticador de flores y frutos tiernos	<i>Macraspis lucida</i>	EPPO (2022)
Membrácido de ramas tiernas	<i>Enchenopa ignidorsum</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Enchenopa erícea</i> ; <i>Enchenopa subtilis</i> ; <i>Enchenopa</i> sp.; <i>Bolbonota</i> sp.; <i>Aconophora</i> sp.; <i>Stilbophora</i> sp.; <i>Campylenchia</i> sp.	Araúz (2013); EPPO (2022)

(Continúa)

(Continuación)

Nombre o daños causados	Nombre científico	Referencia
Pulgón chupador	<i>Aphis gossypii</i>	Ranga & Shanower (1999)
Gorgojo del caupí	<i>Callosobruchus maculatus</i>	Cedano (2006); EPPO (2011); Ranga & Shanower (1999)
Gorgojo menor de los frijoles	<i>Zabrotes subfasciatus</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Spermophagus dorsopictus</i> ; <i>Spermophagus fasciatus</i> ; <i>Spermophagus musculus</i> ; <i>Spermophagus pectoralis</i> ; <i>Spermophagus subfasciatus</i> ; <i>Zabrotes pectoralis</i>	EPPO (2022); Vélez (1997)
Gusano pinito con larvas son urticantes	<i>Automeris</i> sp.	EPPO (2022)
Gusano taladrador menor del maíz	<i>Elasmopalpus lignosellus</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Dasypyga carbonella</i> ;	Cedano (2006)
Gusano trozador de plántulas	<i>Agrotis ipsilon</i> ; <i>Spodoptera</i> sp.	Cedano (2006); EPPO (2022)
Hormiga arriera	<i>Atta cephalotes</i>	Buriticá (1999); Buriticá et al. (2014); Castillo et al. (2016); Nene et al. (1996); Reddy et al. (2012); Salazar et al. (2002)
Pulgón negro de los cítricos, pulgón del cacao	<i>Aphis aurantii</i> <b>Sinonimia:</b> <i>Aphis camelliae</i> ; <i>Aphis coffeae</i> ; <i>Ceylonia theaeicola</i> ; <i>Toxoptera aurantiae</i> ; <i>Toxoptera aurantii</i> ; <i>Toxoptera coffeae thomensis</i> ; <i>Toxoptera theobromae</i>	Gallego (1967); Posada (1989)
Saltón de hojas, saltón pegajoso	<i>Aethalion reticulatum</i>	Tapias et al. (2019)

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.1. Puntos críticos de pérdida de la calidad sanitaria

Se definen los puntos críticos que se deben controlar, se establece la metodología de muestreo, se determinan las técnicas analíticas y se fijan los procedimientos de control desde la recepción de la semilla destinada para la siembra hasta el proceso de producción de semilla. Esto incluye el establecimiento del área de producción de semilla, la fase de identificación de plagas, el proceso de diagnóstico y muestreo, así como las técnicas para la toma de datos y la producción de semillas para su posterior entrega y distribución. Todo esto se realiza teniendo en cuenta que el ICA, a través de la Dirección Técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria, informó durante el año 2020 el estado fitosanitario de la especie vegetal *Cajanus cajan* mediante un reporte de especies plaga registradas, de acuerdo con el Sistema Nacional de Vigilancia Fitosanitaria. Específicamente, se identificaron las siguientes plagas del guandul para Colombia:

- *Acanthoscelides zeteki*
- *Acmaeodera* sp.
- *Aconophora* sp.
- *Aethalion reticulatum*
- *Alternaria* sp.
- *Ancylostoma stercorea*
- *Aphis gossypii*
- *Bolbonota pictipennis*
- *Callosobruchus maculatus*
- *Enchenopa ignidorsum*
- *Enchenopa sericea*
- *Heliothis virescens*
- *Macraspis lucida*
- *Macrophomina phaseolina*
- *Pulvinaria* sp.
- *Uromyces dolicholi*
- *Tachygonus* sp.

En el Caribe colombiano se detectaron plagas que se remitieron a los laboratorios de diagnóstico del ICA para su identificación taxonómica. El propósito de este proceso fue confirmar la presencia de las plagas previamente reportadas y reconocer la presencia de plagas que aún no se habían registrado en cultivos de guandul en Colombia. Dado que el ICA es la entidad encargada de certificar el estado fitosanitario del país de acuerdo con las Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias, es fundamental que los nuevos registros que se incorporen en el estado fitosanitario de Colombia cumplan con ciertos estándares técnicos y científicos mínimos.

Para lograrlo, es esencial contar con información detallada sobre la recolección, identificación y diagnóstico de estas plagas, lo cual respalda la inclusión de estos organismos como nuevos registros de plagas del guandul en Colombia. Como parte de este proceso, se detallan las plagas y patógenos encontrados en los cultivos de guandul en la región Caribe (tabla 17) y se adjuntan los informes digitales de los diagnósticos fitosanitarios (anexos 1 al 19).

**Tabla 17.** Artrópodos y enfermedades del guandul identificados en el Caribe colombiano

Nombre de la plaga o patógeno encontrado	Estado fenológico de la planta en el que se observó	Órgano a observar para evaluación	Nº de reporte de diagnóstico fitosanitario ICA	Nº anexo
Pudrición de la raíz seca ( <i>Rhizoctonia</i> sp.)* Marchitamiento ( <i>Fusarium udum</i> )* Nudo de la raíz ( <i>Meloidogyne incognita</i> )	Desarrollo vegetativo, floración y llenado de vainas	Raíz – base del tallo	R3920M0000204	1
Tizón de <i>Alternaria</i> ( <i>Alternaria</i> sp.) Manchas foliares ( <i>Curvularia</i> sp.)	Desarrollo vegetativo, floración y llenado de vainas	Hojas en el haz y envés	R3921M0000063	2
Mapaitero ( <i>Trigona</i> sp.)*	Desarrollo vegetativo, floración y llenado de vainas	Cogollos, flores y vainas	R3921M0000027	3

(Continúa)

(Continuación)

Nombre de la plaga o patógeno encontrado	Estado fenológico de la planta en el que se observó	Órgano a observar para evaluación	N° de reporte de diagnóstico fitosanitario ICA	N° anexo
Mosca de la vaina ( <i>Melanagromyza</i> sp.)*	Floración y llenado de vainas	Vainas (presencia de ventanas)	R3921M0000029	4
Minador de hoja ( <i>Lithocolletinae</i> ) Polilla ( <i>Pyralinae</i> sp.)	Desarrollo vegetativo, floración y llenado de vainas	Hojas, botones florales, vainas	R3921M0000065	5
Gusano bellotero ( <i>Heliothinae</i> )	Floración y llenado de vainas	Botones florales, vainas	R3921M0000302	6
Gorgojo del frijol ( <i>Acanthoscelides</i> sp.)*	Maduración del grano, cosecha y poscosecha	Grano	R3921M0000025	7
Arañita roja ( <i>Oligonychus</i> sp.) y su depredador ( <i>Stethorus</i> sp.) Chinche de encaje ( <i>Tingidae laporte</i> y <i>Tingidae</i> sp.)	Desarrollo vegetativo, floración, formación y llenado de vainas	Hojas (envés)	R4421M0000022	8
Picudo ( <i>Naupactus</i> sp.) Crisomélido ( <i>Diphaulaca</i> raft) Chinche del frijol ( <i>Neomegalotomus parvus</i> ) Avispa conchajón o boca pabajo ( <i>Polybia</i> sp.) Chinche patón ( <i>Leptoglossus zonatus</i> )	Desarrollo vegetativo, floración, formación y llenado de vainas	Hojas (haz y envés) y vainas	R3921M0000186	9

(Continúa)

(Continuación)

Nombre de la plaga o patógeno encontrado	Estado fenológico de la planta en el que se observó	Órgano a observar para evaluación	N° de reporte de diagnóstico fitosanitario ICA	N° anexo
Mosca blanca ( <i>Bemisia raft</i> )*	Desarrollo vegetativo	Hojas (envés)	R5423M0000001	10
Marchitamiento ( <i>Fusarium</i> sp.)* Podredumbre carbonosa ( <i>Macrophomina</i> sp.)* Podredumbre blanca ( <i>Sclerotium</i> sp.)	Desarrollo vegetativo, floración, formación y llenado de vainas	Raíces y tallos	R3921M0000309	11
Gorgojo de granos (Coleoptera: Curculionidae)	Formación y llenado de vainas	Grano	R3921M0000026 y complementario R3921M0000047	12
Depredador de gorgojos de granos ( <i>Cathartus quadricollis</i> ) Escarabajo micófago ( <i>Xenoscelinae</i> sp.) Escarabajo polífago ( <i>Anthicidae</i> sp.)	Pasada la cosecha	Vainas con granos pasados de cosecha en la planta	R3921M0000028	13
Muerte descendente por <i>Lasiodiplodia theobromae</i> Mancha foliar por <i>Cercospora</i>	Desarrollo vegetativo, floración, formación y llenado de vainas	Hojas	R4223M0000111 y R4223M0000112	14
Escamas (Hemiptera: Coccidae)	Desarrollo vegetativo, floración, formación y llenado de vainas	Hojas	R4223M00000116	15

(Continúa)

(Continuación)

Nombre de la plaga o patógeno encontrado	Estado fenológico de la planta en el que se observó	Órgano a observar para evaluación	N° de reporte de diagnóstico fitosanitario ICA	N° anexo
<b>Crisomélidos</b> ( <i>Omophoita albicollis</i> )	Desarrollo vegetativo	Hojas	R4223M00000115	16
<b>Parasitoide de gorgojo de granos</b> (Hymenoptera: Pteromalidae)	Cosecha	Granos afectados por gorgojo	R4223M00000114	17
<b>Parasitoide de huevos de <i>Maruca</i> sp.</b> (Hymenoptera: Platygasteridae: Scelioninae)	Desarrollo vegetativo	Hojas afectadas con posturas de <i>Maruca</i> sp.	R4223M00000113	18
<b>Hongos en semillas causados por <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Trichothecium roseum</i></b>	Cosecha y poscosecha	Semillas con lesiones necróticas y crecimiento de micelio gris a negro sobre y alrededor del hilum	R4823M0000156	19

\*Plaga (patógeno de importancia económica)

Fuente: Elaboración propia

Con base en los elementos críticos destacados, especialmente para garantizar la producción de semillas de alta calidad de guandul, se ha elaborado un esquema que tiene en cuenta la fenología de un cultivo de guandul temprano. Este esquema se presenta como una herramienta para que los productores estén alerta durante las diferentes etapas fenológicas y puedan identificar posibles plagas de interés (figura 2). Además, en la tabla 18 se proporciona información sobre la epidemiología de algunas de las plagas limitantes o de importancia en la producción de semillas de guandul.

**Tabla 18.** Epidemiología de plagas frecuentes en el guandul en la zona Caribe

Modo de dispersión									
Patógenos/ Plagas	Riego	Lluvia	Viento	Semilla	Herramientas	Persona	Animal	Transporte	Otro
<i>Rhizoctonia</i> sp.	Sí	Sí		Sí	a		c	d	e
<i>Fusarium udum</i>	Sí	Sí		Sí	a		c	d	e
<i>Alternaria</i> sp.			Sí	Sí					e
<i>Uromyces cajani</i>		Sí	Sí		a	b			e
<i>Colletotrichum cajani</i>		Sí	Sí	Sí					e
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Cajani</i>	Sí	Sí		Sí					e
<i>Meloidogyne incognita</i>	Sí		Sí				c	d	e
<i>Acanthoscelides</i> sp.				Sí					f

**a:** cualquier herramienta agrícola para manejo agronómico que entre en contacto con suelo infectado (azadón, pala, pica, palin, etc.)

**b:** transporte de las esporas o los insectos adheridos en la ropa después de estar en contacto con plantas con presencia de la enfermedad o el insecto plaga.

**c:** cualquier animal que entre en contacto con suelo infectado.

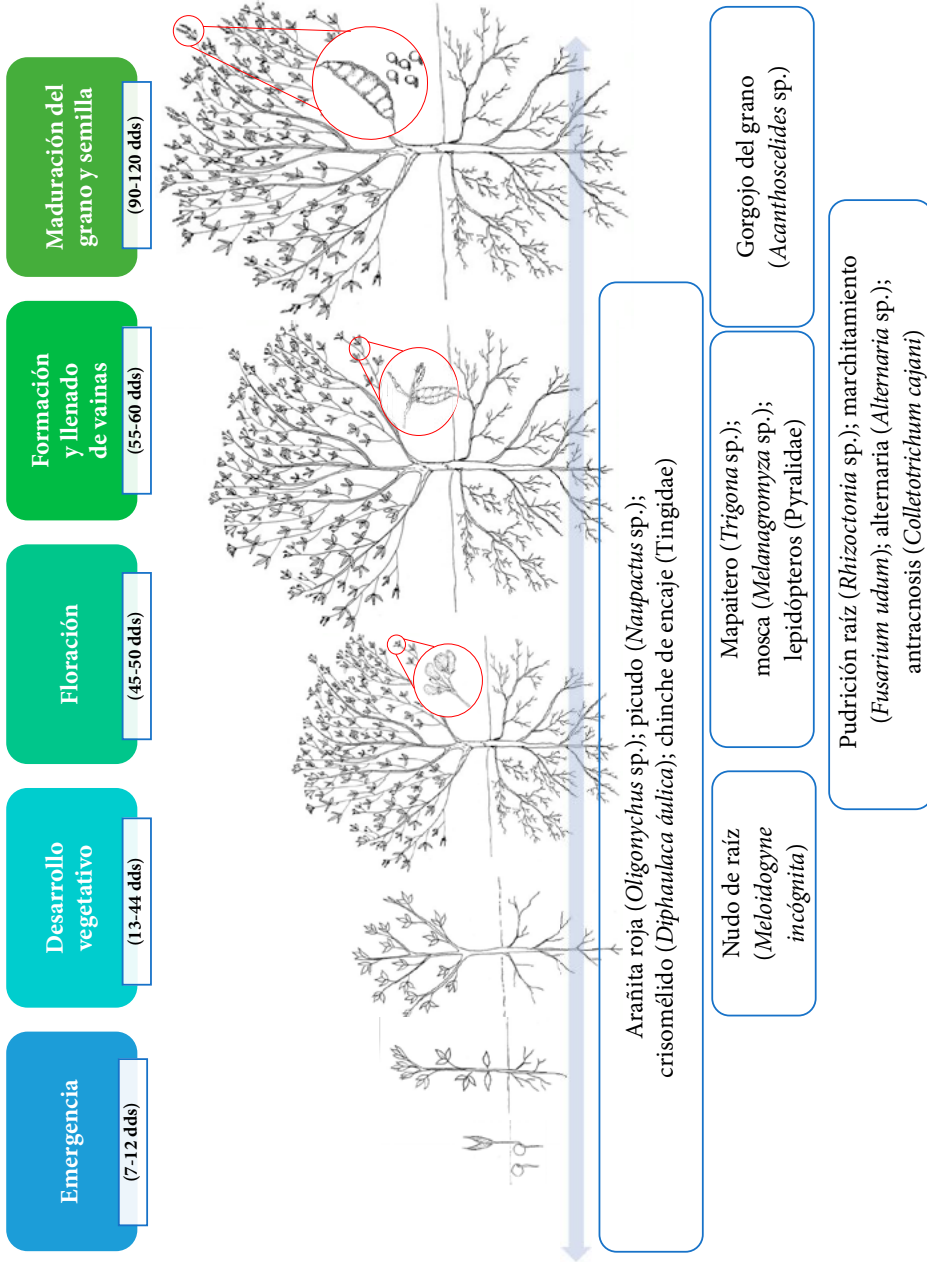
**d:** cualquier medio de transporte que entre en contacto con suelo infectado.

**e:** suelo infectado, residuos de cosecha infectadas.

**f:** vuelo, atracción por feromonas.

**Nota:** Con un Sí se indican los factores que favorecen la dispersión de los insectos plaga y patógenos.

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.** Principales artrópodos plaga del guandul encontrados en el Caribe colombiano.

Fuente: Guzmán et al. (2022)  
Ilustraciones: Sheila Moreno Pérez

### 3.4.2. Pruebas analíticas para determinar la calidad sanitaria

*Prueba diagnóstica en laboratorio para la detección de hongos:* se basa en el aislamiento de hongos fitopatógenos a partir de tejido vegetal. Se lleva a cabo mediante la preparación de montajes temporales para microscopía de hongos, aislamiento e identificación de especies a partir de plantas con infecciones sistémicas o localizadas. Este proceso se realiza mediante morfometría y caracteres morfológicos del género, lo cual permite identificar el género del patógeno mediante el empleo de claves taxonómicas.

*Prueba diagnóstica en laboratorio para la detección de nematodos:* se basa en la disección del tejido sintomático que luego es observado en estereoscopio y microscopio. Esto se logra mediante el corte y la preparación del patrón perianal. La identificación se realiza a través de la observación de caracteres morfológicos y la clave pictórica y descriptiva de Eisenback et al. (1981).

*Prueba diagnóstica en laboratorio para la detección de insectos:* esta prueba involucra el montaje en seco de los especímenes en triángulos de papel con alfileres entomológicos. En el caso de los lepidópteros, los especímenes se examinan en seco utilizando un estereomicroscopio. Las alas se aclaran con hipoclorito de sodio al 5 % y se deshidratan en alcohol al 100 %. Finalmente, se montan en portaobjetos utilizando medio Euparal. La determinación taxonómica se realiza mediante la confirmación de caracteres diagnósticos específicos, los cuales varían según el espécimen que se esté identificando. Para el diagnóstico de insectos procedentes de cultivos de guandul, se utilizaron las claves indicadas en la tabla 19 como referencia.

**Tabla 19.** Claves guía para determinación taxonómica de insectos

Insecto	Clave
<i>Achanthoscelides</i> sp.	Kingsolver (2004); Yus et al. (2012)
<i>Trigona</i> sp.	Michener (2007); Nates (1990)
<i>Melanagromyza</i> sp.	Boucher (2010); Buck et al. (2009)
Lepidópteros de la familia Gracillariidae y Pyralidae	Davis & Robinson (1999); Munroe & Solís (1999)

### 3.4.3. Prevención, control y contingencia de la calidad sanitaria

La mejor manera de prevenir un problema fitosanitario es mediante el conocimiento de la sintomatología expresada en el cultivo de interés y la identificación del agente causal. A continuación, se presentan fotografías que ilustran los síntomas observados en los cultivos de guandul monitoreados en el Caribe colombiano. Estos síntomas están relacionados con los daños provocados por las plagas y, en la mayoría de los casos, se ha logrado identificar taxonómicamente al agente causal gracias a la colaboración de laboratorios especializados. En primer lugar, se proporciona información sobre las plagas que se consideran limitantes para la producción de semillas de calidad. Luego, se profundiza en el estado fenológico del cultivo en el cual se debe realizar el monitoreo, las estrategias de manejo integrado para controlar la plaga y se incluye información sobre su biología, ecología y etiología.

#### a) El mapaitero *Trigona* sp. (Hymenoptera: Apidae)

*Estado fenológico de monitoreo:* el monitoreo de *Trigona* sp. debe realizarse durante las etapas de pre floración y floración debido a que es la etapa fenológica del cultivo de guandul en que las abejas son atraídas por el néctar y el polen. El daño causado por esta abeja se da porque consumen hojas tiernas (figura 3a), cortan brotes florales (figura 3b y 3c), consumen las flores abiertas (figura 3d y 3e) (lo cual daña el estigma y el ovario) y perforan las vainas tiernas (figura 3f), lo cual ocasiona una baja producción de frutos (Araúz et al., 2013).

*Biología, ecología y etiología:* es un tipo de abeja sin aguijón, los adultos miden de 5 a 6 mm, son de color negro y construyen nidos con resina de las plantas. Esta es obtenida cuando utilizan sus mandíbulas afiladas en hojas y flores, lo cual induce el mecanismo de defensa de la planta, que produce resinas, sustancias semicristalinas viscosas, pegajosas y aromáticas. Estos insectos también construyen túneles a través de las flores no abiertas para recoger el néctar y frustran así la normal polinización y la formación de frutos.



**Figura 3.** Adulto y daño del mapaitero (*Trigona* sp.) en guandul. a. Adultos de *Trigona* sp. alimentándose de hojas de guandul; b. Adultos de *Trigona* sp. alimentándose de botones florales y hojas de guandul; c. Adulto de *Trigona* sp. alimentándose de botones florales; d. Adulto de *Trigona* sp. alimentándose de botones florales; e. Daño de *Trigona* sp. en flores; f. Daño de *Trigona* sp. en vainas.

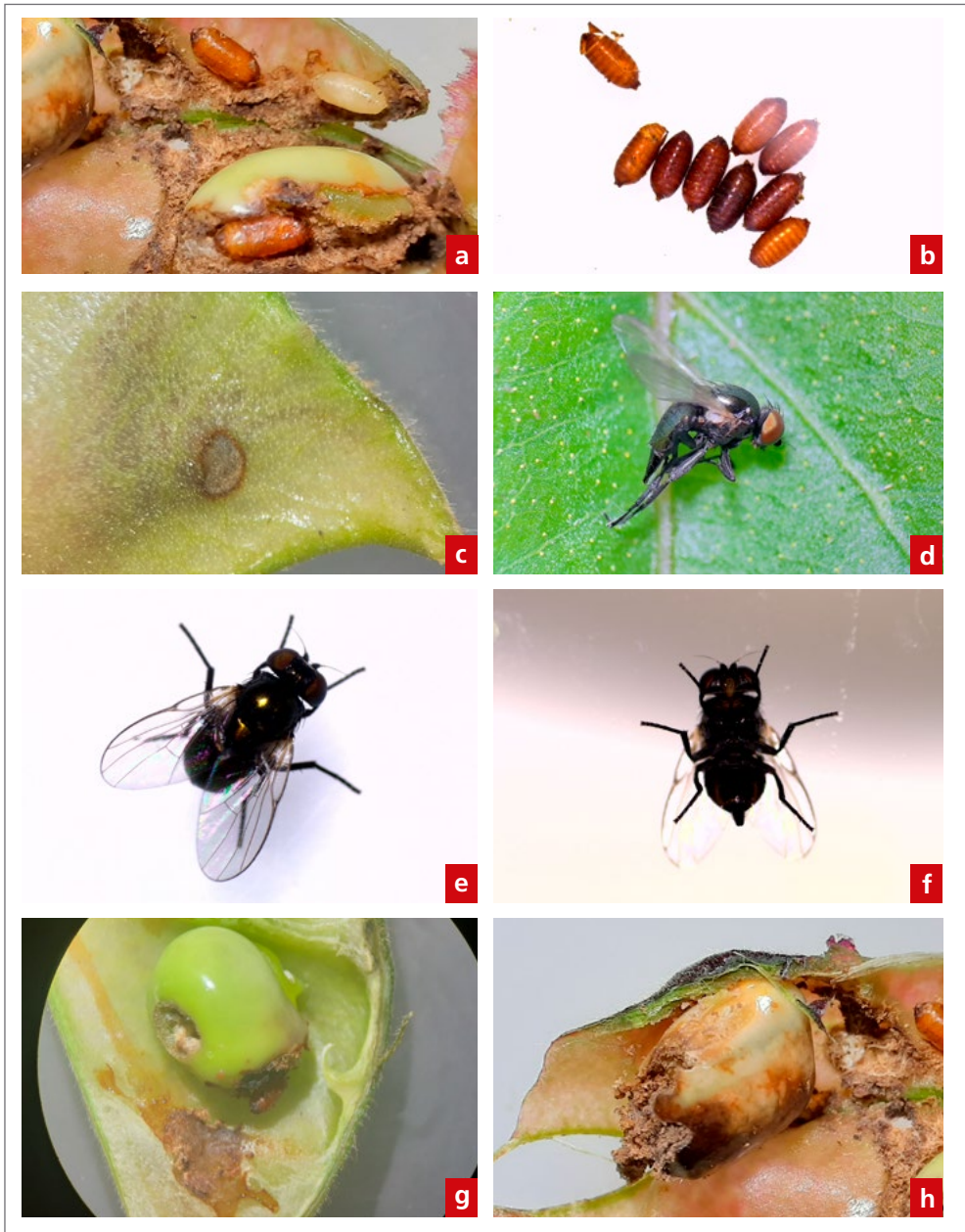
*Estrategias de manejo integrado:*

- Control cultural: este método implica evitar el cultivo conjunto con especies de cítricos (*Citrus* spp.), mango (*Mangifera indica*) y plantas de la familia Musaceae.
- Control mecánico: incluye la detección y eliminación de nidos de estos insectos. Sin embargo, se recomienda recurrir a este método solo cuando las poblaciones de estos insectos son muy altas, debido a su papel crucial como polinizadores en otros cultivos.
- Control etológico: se basa en la siembra de plantas nectaríferas, como la lantana (*Lantana* spp.), para atraer a estos insectos y desviar su atención de los cultivos.

**b) La mosca asiática del guandul *Melanagromyza* sp.  
(Diptera: Agromyzidae)**

*Estado fenológico de monitoreo:* debe realizarse durante las etapas de floración y formación y llenado de vainas debido a que sus poblaciones tienden a aumentar en estas fases del cultivo (Guzmán et al., 2018). El daño lo hace la larva (figura 4a), que al minar el grano tierno (figura 4g y 4h) para alimentarse, causa un efecto directo sobre la semilla debido a que la deja inservible. Se han registrado pérdidas de hasta el 87 % en la India; una situación similar se ha registrado en Vietnam, con porcentajes entre un 88 y 99 %, y en Puerto Rico, con un 70 % (Abreu et al., 2003; Araúz et al., 2013; Cedano, 2006; EPPO, 2011; Guzmán et al., 2018; Ranga & Shanower, 1999). Las larvas jóvenes minan el grano y la larva madura emerge cuando el grano está desarrollado (Araúz et al., 2013). Antes de pasar al estado de pupa, la larva completamente desarrollada se desplaza hacia la parte externa del grano y consume parcialmente las paredes de la vaina formando una especie de ventana (figura 4c) que facilita la emergencia de la mosca (figuras 4d, 4e y 4f) cuando esta eclosiona de la pupa (figura 4b), como lo indicó Cedano (2006).

*Biología, ecología y etiología:* entre los hospedantes alternos de *Melanagromyza* sp. Se encuentran las especies leguminosas *Rhincosia minima* y *Flemingia macrophylla* (Guzmán et al., 2018).



**Figura 4.** Larvas, pupa, adulto y daños ocasionados por *Melanagromyza* sp. en guandul. a. Larva de *Melanagromyza* sp. y daño en vainas de guandul; b. Pupas de *Melanagromyza* sp. en laboratorio observadas en estereoscopio; c. Ventana de salida del adulto de la vaina en laboratorio observada en estereoscopio; d. Hembra de *Melanagromyza* sp. en vista lateral; e. Macho de *Melanagromyza* sp. en vista dorsal; f. Hembra de *Melanagromyza* sp., en vista ventral; g. Daño en el grano ocasionado por larva de *Melanagromyza* sp.; h. Daño generado por la larva en el grano.

(Fotos 4a, 4c y 4f: Erika Johana Arango Duque)

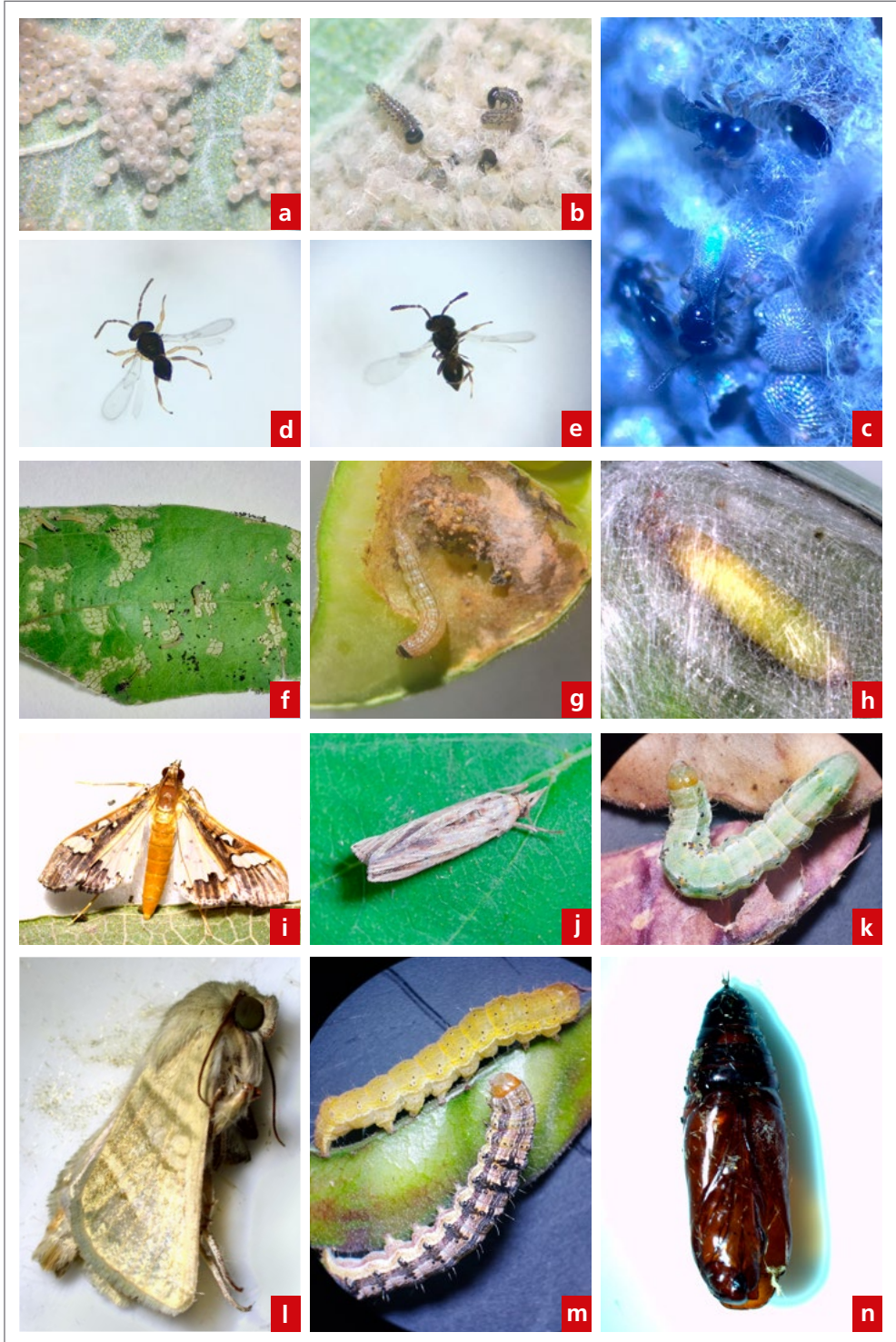
### *Estrategias de manejo integrado:*

- **Control biológico:** por medio del parasitoidismo natural con *Omyrus* sp. (parasita larvas y pupas), *Pediobus cajanus* (parasita pupas) y *Bracon* sp. (parasita larvas y pupas).
- **Control etológico:** a través del monitoreo de poblaciones de *Melanagromyza* sp. Con trampas adhesivas amarillas.
- **Control químico curativo:** mediante la aplicación de insecticidas a base de thiamethoxam, dimetoato, cipermetrina + cimetoato e imidacloprid.

### c) Complejo de lepidópteros de las familias (Pyralidae: Noctuidae)

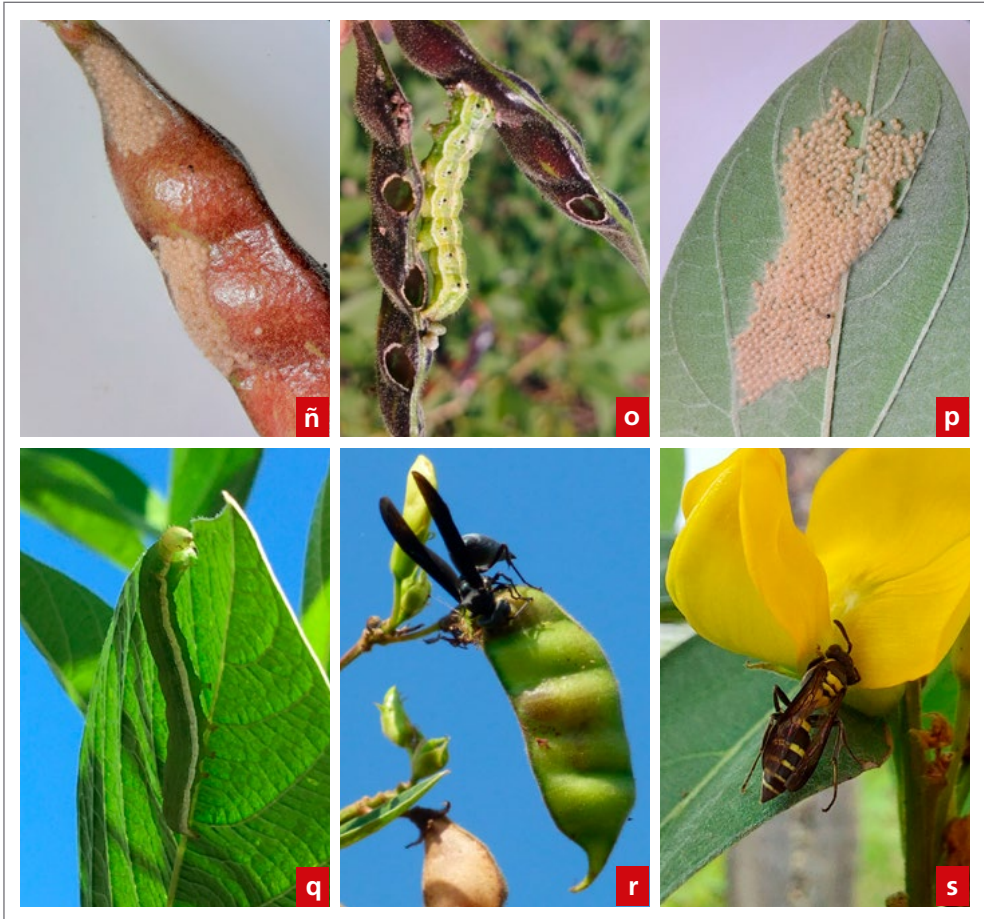
*Estado fenológico de monitoreo:* el monitoreo de este complejo de lepidópteros debe realizarse durante las etapas de floración y formación, así como durante el llenado de la vaina, ya que sus poblaciones tienden a aumentar en estas fases del cultivo. Entre los lepidópteros más comunes de la región Caribe, destaca una especie de la familia Pyralidae (figuras 5i y 5j) que deposita los huevos (figura 5a). Cuando las larvas eclosionan (figura 5b), penetran las estructuras de la planta para alimentarse (figura 5f). Si esto ocurre en la vaina, el punto de entrada cicatriza rápidamente y no es fácilmente detectable. Por lo general, la larva no abandona la vaina hasta que está lista para pupar (figura 5h). En muchas ocasiones, la pupa se forma dentro de la vaina, y causa daños significativos en los granos (figura 5g). Este insecto es más abundante cuando las vainas están formadas y maduras (Cedano, 2006). La otra especie de lepidóptero pertenece a la familia Noctuidae; el adulto es de hábito nocturno (figuras 5l y 5n) y deposita sus huevos en botones florales, hojas (figura 5r) y vainas (figura 5ñ). La larva penetra la vaina para alimentarse y sale varias veces (figuras 5k, 5m y 5q) dejando agujeros visibles. En ocasiones, la larva puede permanecer parcialmente fuera de la vaina (figura 5m).

*Biología, ecología y etiología:* el complejo de lepidópteros es de gran importancia en el cultivo de guandul, ya que puede reducir los rendimientos. Estos insectos se desarrollan a lo largo de las fases de floración y fructificación, razón por la cual tienen un impacto negativo en la producción final de semilla (Cedano, 2006).



(Continúa Figura 5)

(Continuación Figura 5)



(Fotos 5c, 5d, 5e, 5h, 5i, 5n: Erika Johana Arango Duque)

**Figura 5.** Complejo de lepidópteros en guandul, depredadores y parasitoides. a. Posturas del barrenador de las vainas del guandul (*Maruca* sp.); b. Eclósión de larvas del barrenador de las vainas del guandul (*Maruca* sp.); c. Parasitoide de posturas del barrenador de las vainas (*Maruca* sp.) sobre el envés de la hoja; d. Adulto de parasitoide del barrenador de las vainas (*Maruca* sp.) en vista dorsal; e. Adulto de parasitoide del barrenador de las vainas (*Maruca* sp.) en vista ventral; f. Daños de larvas del barrenador de las vainas (*Maruca* sp.) en primeros instares; g. Larva en instar juvenil del barrenador de las vainas (*Maruca* sp.) consumiendo las vainas; h. Capullo y pupa del barrenador de las vainas (*Maruca* sp.); i. Adulto del barrenador de las vainas (*Maruca* sp.) obtenido en laboratorio con observación al estereoscopio; j. Adulto lepidóptero de la familia Pyralidae; k. Larva de gusano bellotero (*Heliothis* sp.), consumiendo vainas de guandul; l. Adulto de *Heliothis* sp. Obtenido en laboratorio; m. Larva de *Helicoverpa* sp. con coloraciones oscuras; n. Pupa eclosionada; ñ. Posturas de lepidóptero sobre la vaina de guandul; o. Detalle del daño de la larva en las vainas de guandul; p. Posturas de lepidóptero sobre el envés de la hoja; q. Gusano medidor consumiendo hojas de guandul; r. Depredador (*Polybia* sp.) en vainas tiernas consumiendo larva de lepidóptero; s. Depredador (*Polybia* sp.) en vista dorsal sobre una flor de guandul buscando presas.

### *Estrategias de manejo integrado:*

- **Control cultural:** por medio de un manejo oportuno de malezas y una adecuada preparación del suelo para exponer las pupas a los agentes bióticos y abióticos.
- **Control químico curativo:** por medio de aplicaciones a base de cipermetrina.
- **Control biológico:** con especies de las familias Vespidae y Reduviidae y arañas de las familias Lycosidae y Salticidae, las cuales son depredadores de larvas. Además, se utilizan entomopatógenos de larvas como *Bacillus thuringiensis* y *Nomuraea rileyi*, así como parasitoides de huevos como *Trichogramma* spp. También se pueden utilizar parasitoides de larvas como *Archytas* spp., *Eucelatoria heliothis*, *Cardiochiles nigriceps*, *Euplectrus* sp. y *Ophion* sp. Además, se encontraron los parasitoides de las figuras 5c, 5d y 5e, que fueron enviados al laboratorio del ICA y están pendientes de confirmación. También se pueden emplear depredadores de huevos y larvas como *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, *Orius* sp., *Geocoris* sp., *Nabis* sp., *Chrysopa* sp., y *Polybia* sp. (figura 5r y 5s).

### d) El gorgojo del grano *Acanthoscelides* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae)

*Estado fenológico de monitoreo:* el monitoreo se realiza durante las etapas de maduración de vainas en campo (figura 6f) y en almacenamiento debido a que son momentos en los que la semilla tiende a ser afectada por el insecto (Vélez, 1997). El daño producido por *Acanthoscelides* sp. es ocasionado por las larvas de primer estadio (figura 6a), que perforan los granos y sellan la herida producida. Estas larvas completan todo su ciclo de desarrollo dentro del grano alimentándose de los cotiledones. Antes de pupar (figura 6b), la larva crea una marca circular en el tegumento del grano. El adulto, al emerger, genera un agujero redondeado (figura 6c) de aproximadamente 2 mm de diámetro a través del cual se libera (figuras 6d y 6e). Vélez (1997) sostiene que los adultos de este gorgojo pueden depositar sus huevos dentro de las vainas maduras o próximas a secarse en campo y en los granos secos almacenados. Los huevos son ovipositados libremente entre los granos y, posteriormente, las larvas los perforan, lo cual resulta en una pérdida de peso y una contaminación con los cuerpos muertos de los insectos, sus deyecciones y huevos, lo que hace que los granos sean inadecuados para el consumo humano, animal y como semilla. En el caso del frijol caupí, se han registrado pérdidas hasta del 69 %.

*Biología, ecología y etiología:* el gorgojo de los frijoles es el problema más limitante durante el almacenamiento. Es común encontrarlo en bodegas, almacenes y mercados. Esta especie es de origen sudamericano, pero se ha distribuido con gran rapidez en el mundo mediante semillas de frijoles y otras leguminosas (Vélez, 1997). La dispersión de *Acanthoscelides* sp. es llevada a cabo por adultos que pueden realizar migraciones de hasta 100 m hacia las plantas de frijol que tienen vainas maduras. Las hembras responden a una feromona sexual producida por el macho para llevar a cabo este proceso. Entre los hospedantes alternos de *Acanthoscelides* sp. se encuentran los frijoles del género *Phaseolus* spp. y *Vigna* spp., el haba (*Vicia faba*), el garbanzo (*Cicer arietinum*) y otras leguminosas como los dólicos (*Dolichos* sp.), el lupino amarillo (*Lupinus* sp.), el doncenón (*Lathyrus odoratus*) y *Albizia* sp. (Vélez, 1997).

*Estrategias de manejo integrado:*

**Control cultural:** se lleva a cabo seleccionando los granos de mejor calidad para su almacenamiento, destruyendo socas o residuos de plantas después de la cosecha, limpiando los lugares de almacenamiento, previniendo que la humedad de los granos supere el 12 % y evitando el almacenamiento por más de dos años.

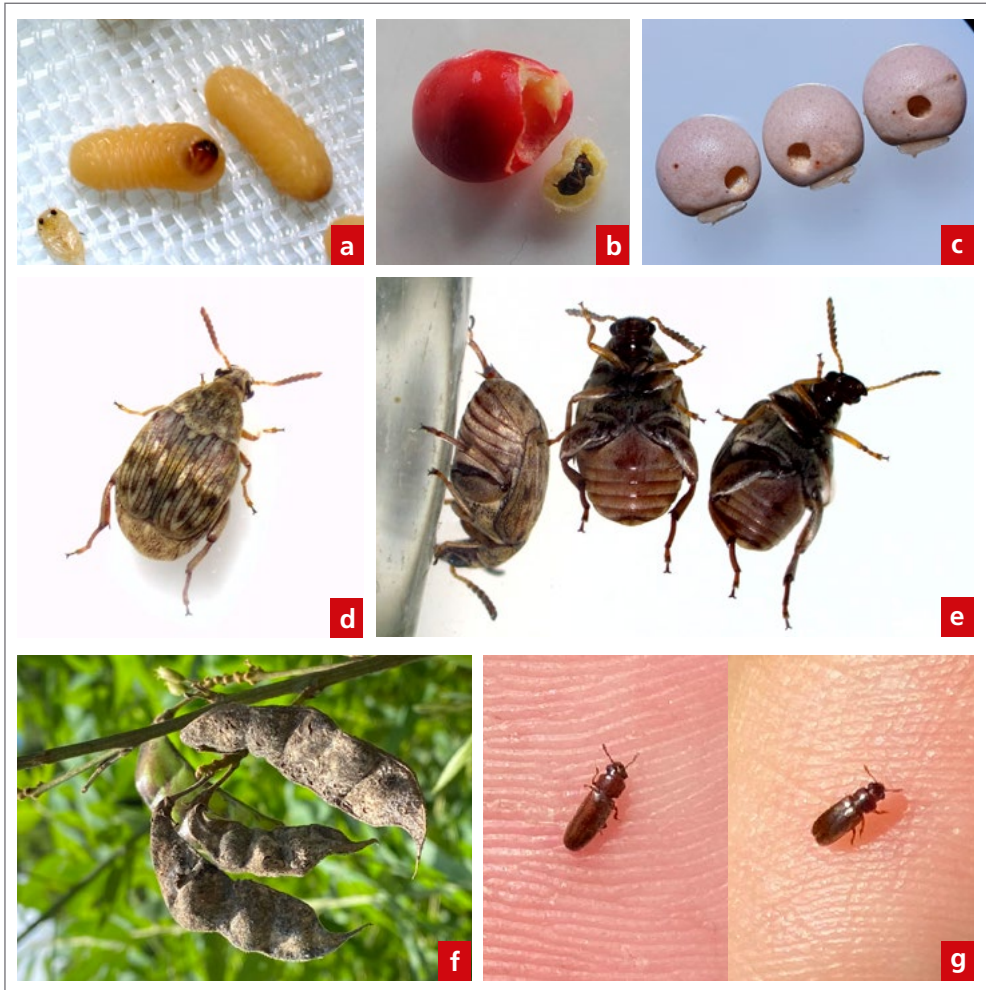
**Control biológico:** se usan enemigos naturales como el depredador de gorgojos de granos (*Cathartus quadricollis*), el cual se encontró en estado natural en el cultivo en vainas pasadas de cosecha (figura 6f). A continuación, se nombran algunos de los enemigos naturales empleados para el control biológico.

Parasitoides de huevos: *Lathromeris bruchocida* y *Uscana semifumipennis*

Parasitoides de larvas: *Microbracon vestitica* y *Triaspis thoracicus*

Parasitoide de adultos: *Neoaplectana carpocapsae*

Entomopatógeno de adulto: *Beauveria bassiana*



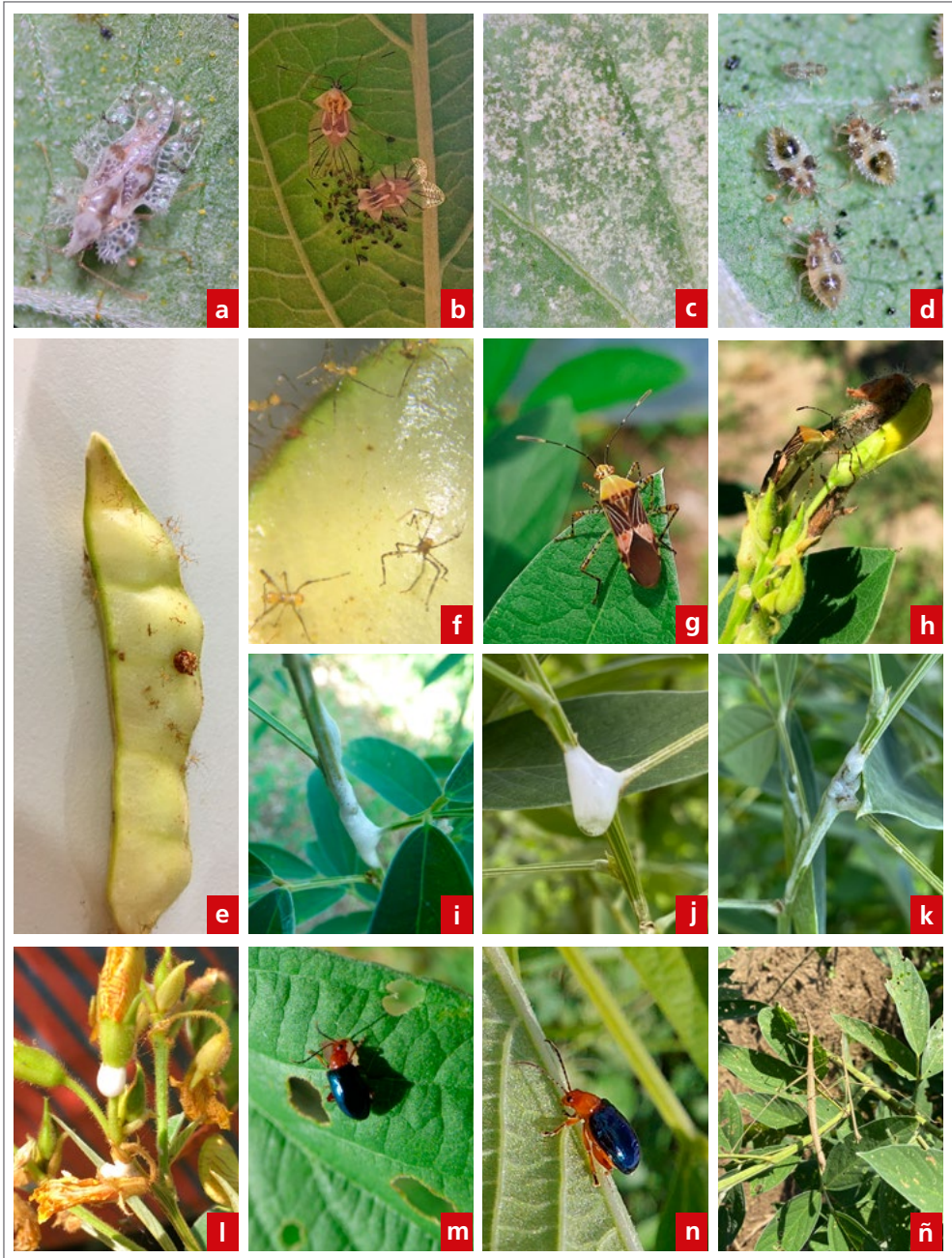
**Figura 6.** Gorgojo que afecta durante la poscosecha del guandul. a. Larva de gorgojo (*Acanthoscelides* sp.) vista lateralmente en una prepupa obtenida en el laboratorio de granos de guandul; b. Pupa de gorgojo (*Acanthoscelides* sp.) descubierta al realizar prueba de viabilidad con tinción de tetrazolio a las semillas de guandul; c. Daño generado por la larva (*Acanthoscelides* sp.) y sintomatología después de que el adulto deja el grano de guandul; d. Adulto de gorgojo (*Acanthoscelides* sp.) observado al estereoscopio en el laboratorio en vista dorsal; e. Adulto de gorgojo (*Acanthoscelides* sp.) observado al estereoscopio en laboratorio en vista ventral y lateral; f. Detalle de vainas pasadas de cosecha con pérdida de la cosecha; g. Detalle del gorgojo depredador (*Cathartus quadricollis*).

(Fotos 6a, 6d, 6e: Erika Johana Arango Duque)

### e) Plagas asociadas al guandul de menor importancia

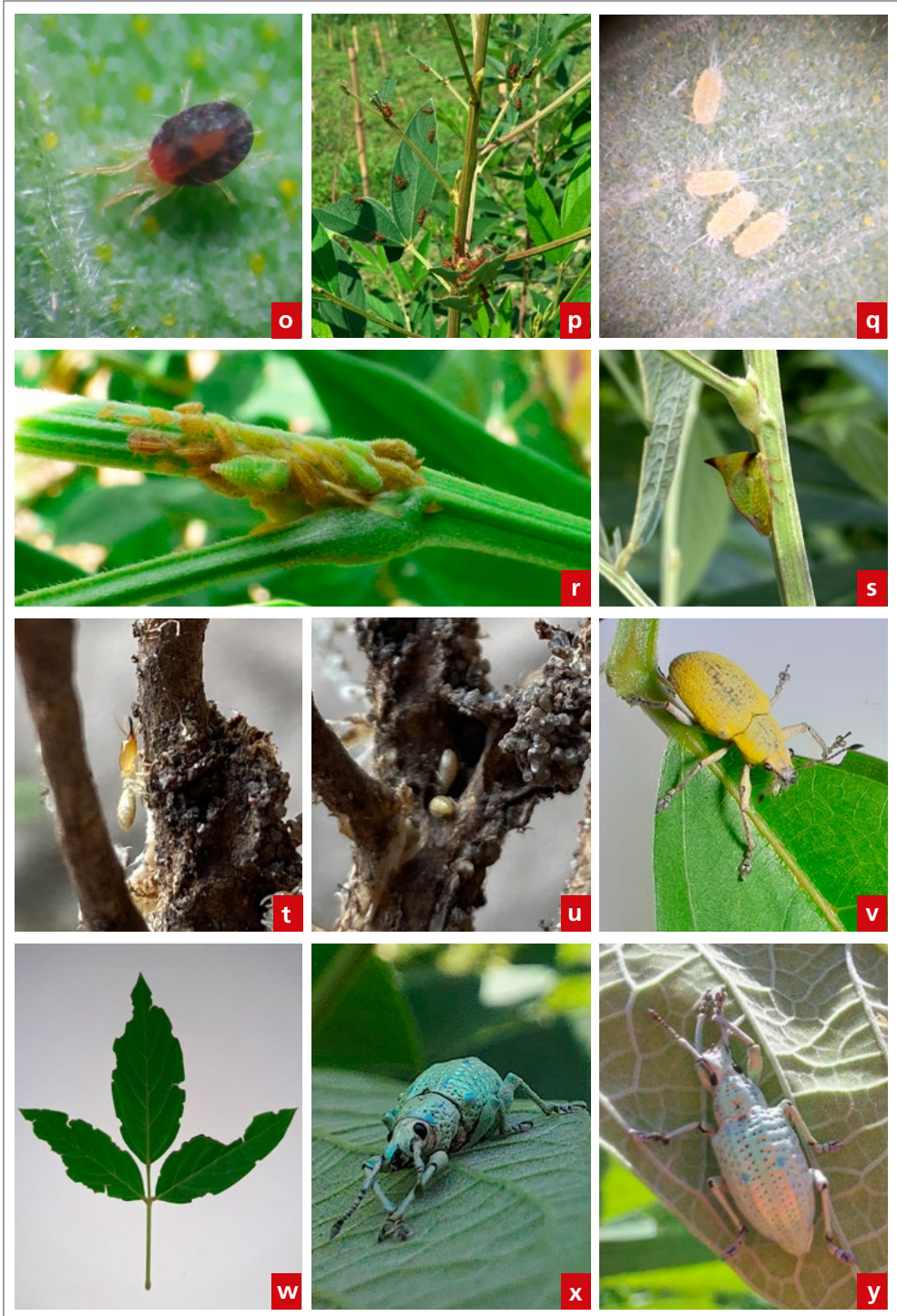
En la figura 7 se muestran fotografías de diferentes individuos plaga que causan daños en el cultivo de guandul, pero se consideran de menor importancia económica. Es decir, no son limitantes para la producción de semilla, por lo que solo se mencionan

brevemente. Se espera que en una próxima edición del libro se pueda profundizar en aspectos como el estado fenológico del cultivo en el que se debe realizar el monitoreo, las estrategias de manejo integrado para esas plagas, así como su biología, ecología y etiología, como se ha hecho en las secciones anteriores.



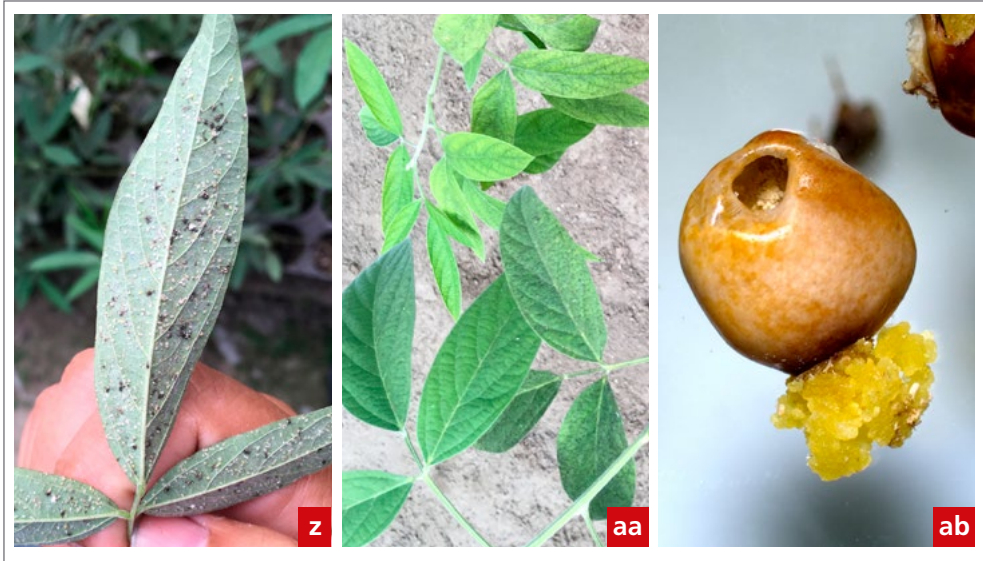
(Continúa Figura 7)

(Continuación Figura 7)



(Continúa Figura 7)

(Continuación Figura 7)



(Foto 7a,b: Erika Johana Arango Duque)

**Figura 7.** Plagas asociadas al guandul de menor importancia económica. a. Adulto de chinche de encaje (*Tingidae* sp.); b. Adulto y estados inmaduros de chinche de encaje (*Tingidae* sp.); c. Daño de chinche de encaje identificado en hojas de guandul; d. Ninfas de chinche (*Tingidae* sp.) debajo de una hoja de guandul; e. Daño y posturas de chinche de la familia Pyrrhocoridae sobre vaina de guandul en campo; f. Detalle de inmaduros del chinche de la familia Pyrrhocoridae en guandul bajo el estereoscopio en laboratorio; g. Vista dorsal de adultos chinche de la familia Pyrrhocoridae alimentándose de flores; h. Vista lateral de adultos chinche de la familia Pyrrhocoridae alimentándose de flores; i. Colonia de salivazos alimentándose de tallos de guandul; j. Detalle de la sintomatología de la presencia de los salivazos en forma de gota colgante en guandul; k. Detalle de inmaduros de salivazos sobre rama de guandul; l. Salivazos sobre los receptáculos de las flores de guandul; m. Daño en hojas ocasionado por adulto *Diphaulaca raft* en vista dorsal; n. Adulto de *Diphaulaca raft* en vista lateral; ñ. Insectos palos gigantes alimentándose del follaje de guandul; o. Arañita roja (*Oligonychus* sp.) alimentándose de hojas de guandul; p. Hormiga arriera (*Atta* sp.) defoliando al guandul; q. Inmaduros de *Ferrisia* sp. alimentándose de hojas de guandul; r. Chupadores inmaduros de la familia Membracidae alimentándose de ramas tiernas de guandul; s. Adulto chupador de la familia Membracidae posado sobre rama de guandul; t. Termita (*Heterotermes* sp.) en raíz de guandul; u. Detalle de las galerías generadas por termitas (*Heterotermes* sp.) en raíces de guandul; v. Adulto de picudo (*Naupactus* sp.); w. Daño ocasionado por el picudo (*Naupactus* sp.) en hojas de guandul; x. Picudo color verde metalizado en el envés hoja de guandul; y. Picudo color verde claro en el envés de la hoja de guandul; z. Inmaduros de mosca blanca (*Bemisia raft*) en el envés de hojas de guandul; aa. Manchas ocasionadas por *Fumagina* sp. en el haz de hojas de guandul como síntoma asociado a la presencia de mosca blanca (*Bemisia raft*); ab. Detalle del daño de barrenador o gorgojo de granos almacenados de guandul.

## f) Enfermedades del guandul de importancia económica

### **Pudrición seca de la raíz (*Rhizoctonia* sp.)**

*Estado fenológico de monitoreo y sintomatología:* Reddy et al. (1993) indican que el monitoreo debe realizarse durante la etapa reproductiva (floración y formación de vainas) debido a la alta susceptibilidad que exhibe el cultivo a la enfermedad durante esta etapa. Los síntomas característicos son:

- a) Pudrición de la raíz, especialmente en las raíces más finas que presentan rayas oscuras debajo de su corteza con evidente presencia de cuerpos escleróticos oscuros.
- b) En condiciones cálidas y húmedas, la pudrición de la raíz puede extenderse hasta la base del tallo.
- c) Aparecen lesiones en forma de huso con centros de color gris claro y márgenes marrones en tallos y ramas.
- d) Estas lesiones pueden unirse y provocar el secado y la muerte de las ramas o incluso de la planta entera, lo cual produce un secamiento repentino y prematuro de las plantas infectadas.

*Biología, ecología y etiología:* la enfermedad es transmitida a través de la semilla y la mayor susceptibilidad se observa durante la etapa reproductiva de la planta (Reddy et al., 1993). *Rhizoctonia* spp. es un hongo que se encuentra de forma natural en el suelo y puede estar presente en forma de micelio latente. Este patógeno se caracteriza por poseer hifas septadas cuando se observa al microscopio. Además, produce estructuras de consistencia dura y de color marrón oscuro llamadas esclerocios las cuales le permiten sobrevivir en el suelo o infectar tejido vegetal durante años. Estos esclerocios se convierten en una fuente de inóculo. Cuando las condiciones de temperatura y humedad son adecuadas para el desarrollo del hongo, este ataca el tallo de la planta a nivel del suelo y forma chancros hundidos que limitan el movimiento de agua y nutrientes a través del xilema, lo que a su vez provoca la defoliación prematura de la planta.

*Estrategias de manejo integrado:*

- **Control cultural:** seleccionando semillas de calidad provenientes de cultivos saludables, evitando lesiones que pueden provocar heridas abiertas que sirven como vías de acceso para *Rhizoctonia* spp., eliminar las plantas enfermas y residuos de plantas del área de cultivo.
- **Control químico:** aplicando benomil.

**Marchitamiento por *Fusarium udum***

*Estado fenológico de monitoreo y sintomatología:* el monitoreo se realiza durante los dos primeros meses después de la siembra, en las etapas de floración y formación de vainas, debido a la alta incidencia que se ha observado de la enfermedad en estas etapas de desarrollo del cultivo (EPPO, 2011; Kumar et al., 2016; Reddy et al., 1993). Según EPPO (2011), Kumar et al., (2016) y Reddy et al. (1993), los síntomas característicos son:

- a) Amarillamiento, que se manifiesta como una decoloración gradual que culmina con el secado de las hojas.
- b) Marchitamiento parcial de la planta y la presencia de una banda púrpura que se extiende hacia arriba desde la base del tallo principal. Además, se observa un ennegrecimiento del xilema, el cual es visible cuando el tallo principal o las ramas primarias se abren.
- c) La intensidad del ennegrecimiento disminuye desde la base hasta la punta de la planta y, en ocasiones, las ramas inferiores se secan incluso si no presentan la banda en el tallo principal.

*Biología, ecología y etiología:* Reddy et al. (1993) sostienen que puede ser transmitido a través de la semilla. La infección por *F. udum* inicia en el suelo o en restos de plantas de cosechas previas infectadas, donde permanece el inóculo en forma de micelio latente o con estructuras de resistencias conocidas como clamidosporas (Kumar et al., 2016). Una vez que existen las condiciones adecuadas para el desarrollo del hongo, este ataca las raíces del hospedero mediante la producción de unos tubos germinales que surgen de las esporas asexuales del hongo. Hay dos tipos de esporas: microconidias y macroconidias. Los tubos germinales penetran los tejidos vasculares del hospedero, lo que resulta en la infección y, como consecuencia, en el marchitamiento parcial o total de la planta.

### *Estrategias de manejo integrado:*

**Control cultural:** se lleva a cabo mediante diversas prácticas, que incluyen la selección de lotes donde no se hayan reportado casos de marchitamiento, la siembra intercalada de guandul con especies como el sorgo, el tabaco o el ricino cada 3 años. Además, se recomienda la rotación de cultivos durante un período de 3 a 5 años, ya que esto ayuda a reducir los niveles de inóculo del patógeno. También se puede considerar la solarización del campo como una medida adicional para reducir el inóculo del patógeno.

**Control biológico:** se lleva a cabo mediante la inoculación de semillas con *Bacillus subtilis* antes de la siembra y la inoculación de sustratos con *Trichoderma harzianum*.

**Control químico preventivo:** el tratamiento de semillas con carbendazim puede proporcionar protección en la etapa temprana del crecimiento de la planta. También se recomiendan aplicaciones de piraclostrobin + fipronil + metil tiofanato a dosis de 250 cm<sup>3</sup>/100 kg de semilla; fludioxonil a dosis de 1,5 cm<sup>3</sup>/kg de semilla y fludioxonil + mefenoxam a dosis de 1,0 cm<sup>3</sup>/kg de semilla o 1,0 l/ton de semilla.

**Control químico curativo:** con aplicaciones a base de flutriafol (dosis de 0,4 l/ha); azoxystrobin + difenoconazol + tiametoxam (dosis de 350 cm<sup>3</sup>/ha); iminoctadina (dosis de 150 g/ha); iprodiona + carbendazim (dosis de 1,5 l/ha); carbendazim + kresoxim metil + flutriafol (dosis de 1l/ha); carbendazim (dosis de 50 a 100g/200 l agua); azoxystrobin + tebuconazol + carbendazim (dosis de 1,25 a 1,5 l/ha); propiconazol (dosis de 500 cm<sup>3</sup>/ha); tebuconazol (dosis de 0,6 l/ha) y procloraz (dosis de 2,75 cm<sup>3</sup>/ 5 l de agua).

### **Antracnosis del guandul (*Colletotrichum cajani*)**

*Estado fenológico de monitoreo y sintomatología:* el monitoreo debe realizarse durante las etapas de floración y formación de vainas debido a la alta incidencia de la enfermedad en estas etapas de desarrollo del cultivo (Cedano, 2006). Cedano (2006) y Reddy et al. (1993) coinciden al indicar que los síntomas característicos de la antracnosis incluyen:

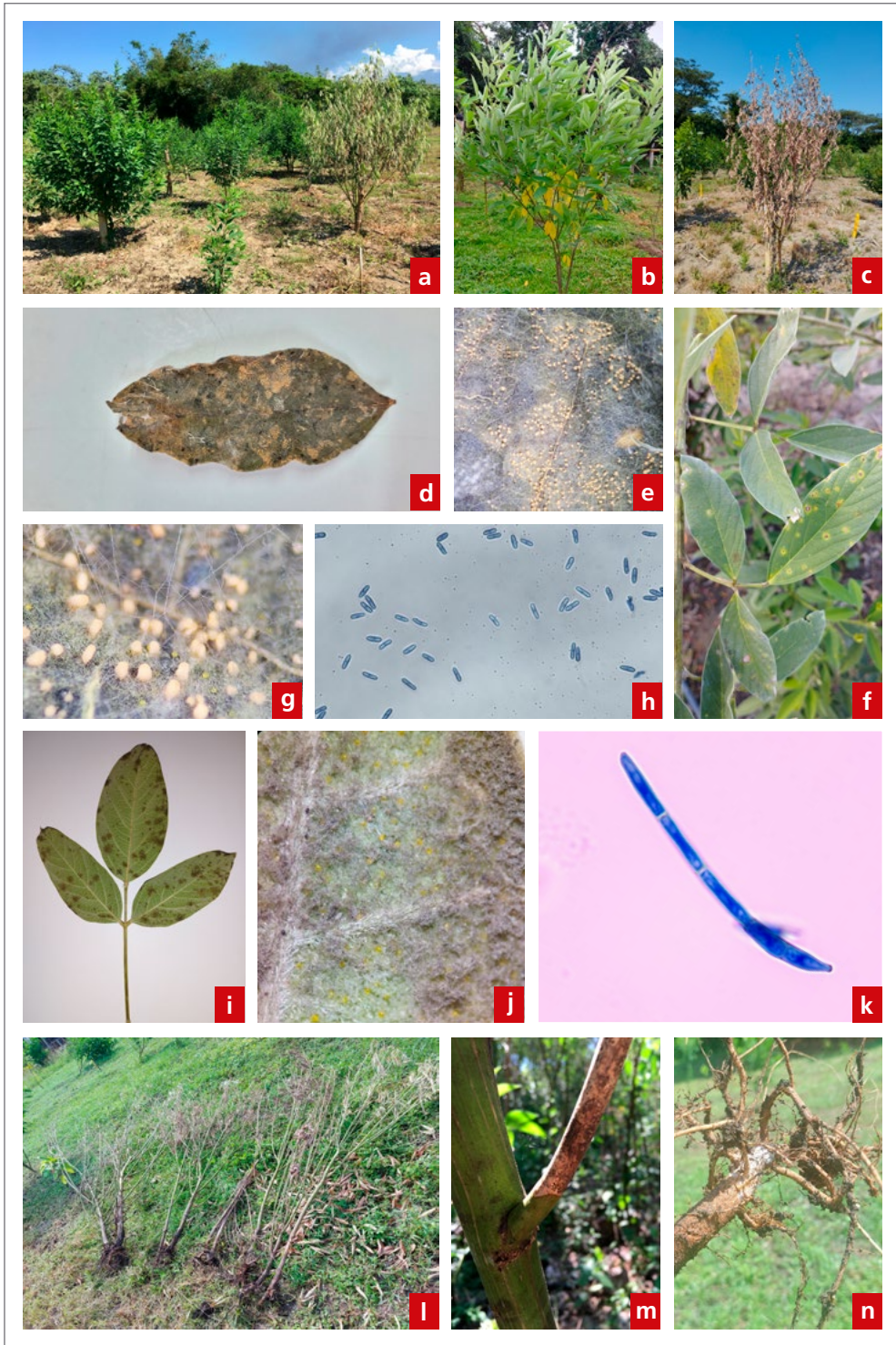
- a) Vainas con manchas irregulares, redondeadas, hundidas y de color marrón oscuro en los bordes que al unirse forman grandes manchas que abarcan la totalidad del tejido y afectan los granos.
- b) Si el hongo invade las plantas durante la floración, puede causar el aborto floral.
- c) Aparecen lesiones de color marrón a grisáceo en el tallo y las hojas.
- d) Las vainas jóvenes se deforman y arrugan y en la mayoría de los casos se secan y se desprenden si son afectadas antes de tener una pulgada de largo.

*Biología, ecología y etiología:* la antracnosis del guandul causada por *C. cajani* es una enfermedad que puede ser transmitida a través de la semilla. Esta enfermedad provoca pérdidas debido a la pudrición de las vainas y manchas en los granos, lo cual conduce al descarte de estos para la comercialización en verde y enlatado (Cedano, 2006).

*Estrategias de manejo integrado:*

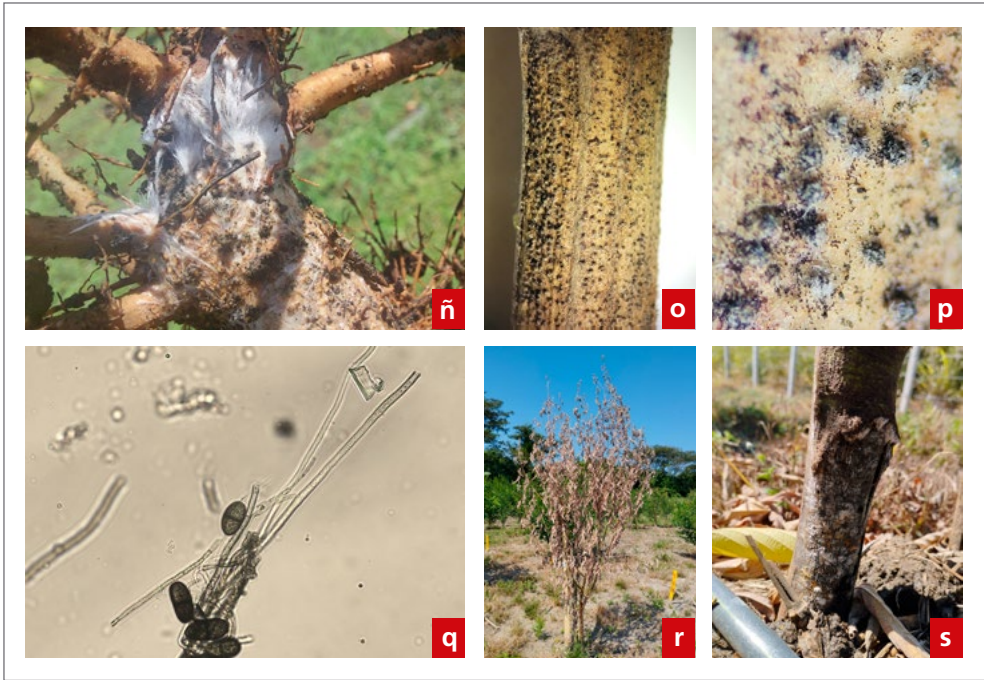
**Control cultural:** se lleva a cabo mediante la siembra de semillas de calidad provenientes de plantaciones sanas, la implementación de rotación de cultivos (por uno o dos años), la eliminación de residuos de plantas infectadas y la evitación de la siembra en lugares con presencia de la enfermedad.

**Control químico:** por medio de la aplicación de benomil (a dosis de 0,4 kg/ha); metiram + piraclostrobi (dosis 2,5 kg/ha); azoxystrobin (a dosis de 0,25 l/ha); fluoxastrobin (a dosis de 0,125 a 0,175 l/ha); epoxiconazol + piraclostrobin (a dosis de 0,5 cm<sup>3</sup>/l o 800-1.200 l/ha) y tebuconazol + procloraz-A (a dosis de 0,45 a 0,54 l/ha).



(Continúa Figura 8)

(Continuación Figura 8)

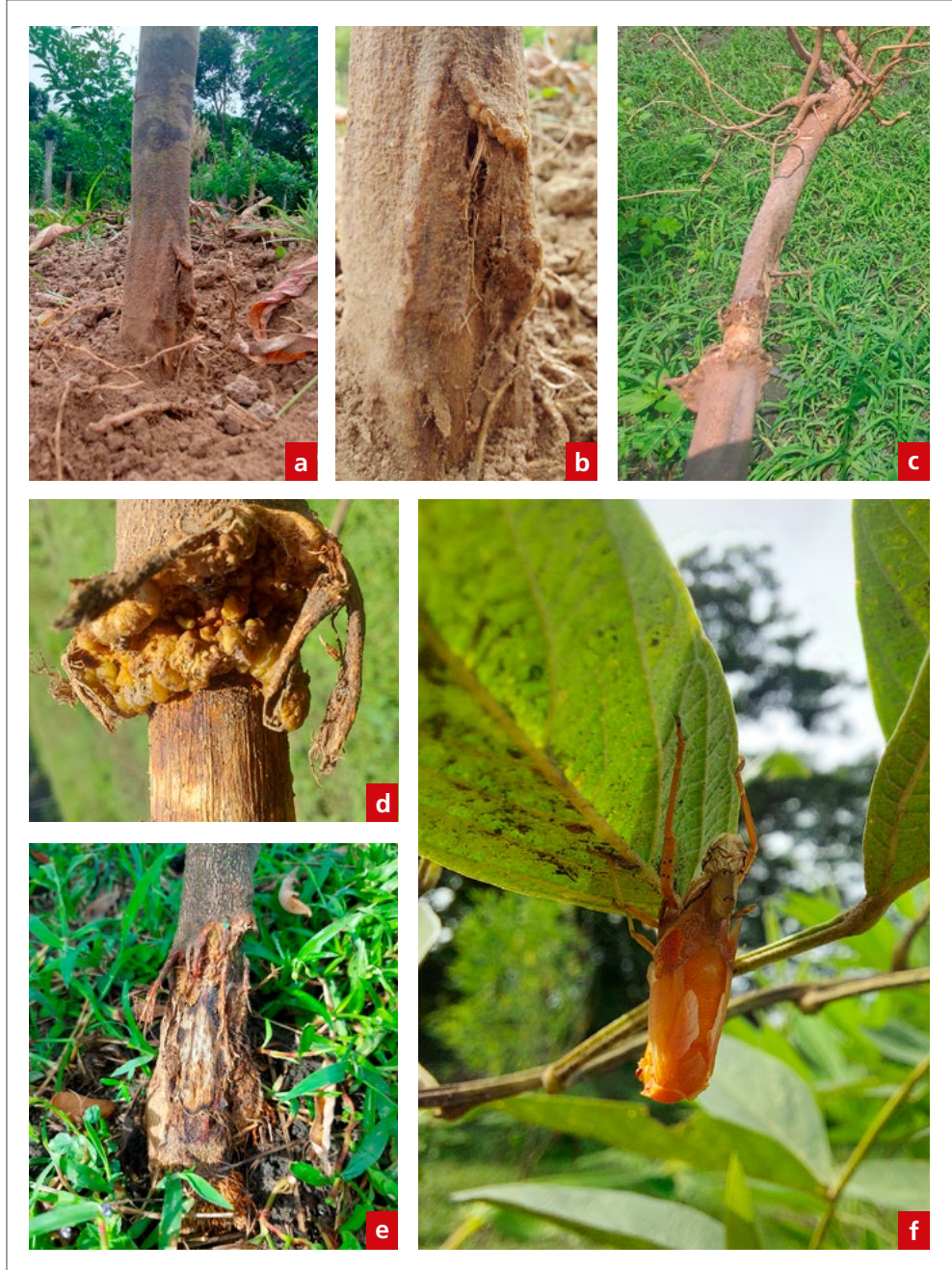


(Fotos 8d, 8e, 8f, 8g, 8i, 8j, 8k, 8o, 8p, 8q; Juan Nicolás Pastrana Sánchez)

**Figura 8.** Hongos patógenos en guandul causando marchitamientos y pudriciones en la raíz. a. Sintomatología de muerte por marchitamiento. A la izquierda hay una planta sana de guandul y a la derecha una planta marchita que en cinco días secó totalmente; b. Planta de guandul con síntomas iniciales de marchitamiento, las hojas bajas se amarillan y empiezan a caer; c. Planta con síntomas finales de marchitamiento y muerte de todas las estructuras, las hojas bajas se tornan café; d. Hoja de guandul en la que el haz presenta sintomatología de antracnosis (*Colletotrichum* sp.) sometida a cámara húmeda en laboratorio durante 4 días; e. Detalle del haz de una hoja de guandul afectada por antracnosis (*Colletotrichum* sp.); f. Detalle de la formación de acérvulos (estructura reproductiva asexual) a causa de antracnosis (*Colletotrichum* sp.) en el haz de las hojas; g. Conidias de *Colletotrichum* sp. contenidas en los acérvulos (teñidas con azul de lactofenol a 40X); h. Sintomatologías de mancha foliar por *Cercospora* sp.; i. Micelio de *Cercospora* sp. en el envés de la hoja; j. Detalle del micelio observado en estereoscopio; k. Conidia de *Cercospora* sp. resultante del aislamiento, tinción y montaje para observación en microscopio; l. Erradicación de plantas de guandul afectadas por marchitamiento. Se señalan *Macrophomina* sp., *Fusarium* sp., y *Sclerotium* sp. como agentes causales de los síntomas; m. Picnidios de *Lasiodiplodia* sp. en una rama de guandul afectada; n. Podredumbre blanca en raíz de planta muerta de guandul; ñ. Detalle del micelio blanco de color blanco en la raíz; o. Rama de guandul con muerte descendente por *Lasiodiplodia* sp., con detalle de los picnidios; p. Conidias saliendo de picnidios y formando “hilos” en rama de guandul con muerte descendente causada por *Lasiodiplodia* sp.; q. Conidias maduras (oscuras y septadas) observadas a 40X provenientes de rama de guandul con muerte descendente causada por *Lasiodiplodia* sp.; r. Muerte por marchitamiento de planta de guandul; s. Detalle de la planta marchita en la base del tallo y mildew de color blanco.

### g) Otras sintomatologías asociadas a enfermedades en guandul

En la figura 9 se muestran otras sintomatologías asociadas a enfermedades en guandul.



(Continúa Figura 9)

(Continuación Figura 9)



**Figura 9.** Patógenos encontrados en el Caribe colombiano causando enfermedades. a. Engrosamiento del tallo, llamado pie de elefante por los productores; b. Detalle del engrosamiento del tallo con lesiones en la corteza; c. Pudrición de la corteza de la base del tallo y muerte por marchitamiento; d. Detalle de la pudrición de la corteza y generación de estructuras rugosas en el tallo; e. Adelgazamiento de la corteza generado por el saltahojas según los productores; f. Saltamontes comedor de follaje de guandul realizando muda; g. Anormalidad de la base del tallo con engrosamiento; h. Engrosamiento de la base del tallo, adelgazamiento de la corteza y aparición de hongo color negro; i. Nodulación (*Rhizobium* sp.) en raíz de guandul; j. Nodulación (*Rhizobium* sp.) en raíz de guandul; k. Raíces de plantas afectadas por nemátodos (*Meloidogyne incognita*); l. Detalle de la malformación por agallas y nudos de la raíz debido a nemátodos (*Meloidogyne incognita*).



## Capítulo VI

### Protocolos de control interno para la producción de semilla

El control interno mejora el proceso de producción de semillas de acuerdo con los estándares de la normativa nacional. Para la semilla de guandul, clasificada como *seleccionada* en la Resolución ICA No. 3888 de 2015, estos estándares se aplicarían principalmente a los parámetros de porcentaje de semilla pura y porcentaje de germinación. No obstante, se recomienda adoptar y seguir procedimientos y protocolos internos que estén en línea con las normativas nacionales e internacionales vigentes, o aquellas que las sustituyan, modifiquen o actualicen, como las establecidas por la FAO, ISTA, OCDE e ICA. Esto se hace con el propósito de mantener la calidad genética, física, fisiológica y sanitaria de la semilla.

En este documento se abordan los procesos analíticos estratégicos para el control interno de calidad de semilla de guandul. Si un productor no dispone de la infraestructura, reactivos, equipos o elementos necesarios para llevar a cabo el control interno de calidad de la semilla, tiene la opción de solicitar la



realización de los análisis a cualquiera de los laboratorios de la Red Nacional de Laboratorios de Análisis de Semillas (Red-LASE) del ICA de acuerdo con las tarifas vigentes y su portafolio de servicios<sup>1</sup>.

## 4.1. Protocolo de prueba de pureza varietal

### Objetivos

Verificar que el cultivo exprese una identidad varietal por medio de las características de la variedad que se pretende producir; determinar el porcentaje de pureza varietal del lote de semillas; asegurar la pureza varietal y prevenir circunstancias que perjudiquen la calidad de las semillas que se van a cosechar (por ejemplo, mezclas o malezas).

### Descripción

El lote de producción de semillas sujeto a inspección debe ser examinado mediante al menos una inspección cuando las condiciones del cultivo son óptimas para evaluar la identidad y la pureza varietal. En el caso de las leguminosas, la etapa de desarrollo apropiada para la inspección es la floración, ya que en esta fase las características de las variedades son más visibles (OCDE, 2021).

### Alcance

Esta herramienta está dirigida a profesionales, investigadores y productores que necesiten conocer la forma adecuada de determinar la pureza varietal de un lote de semillas de guandul. Los resultados se expresan en porcentaje (%) de acuerdo con la proporción de plantas de la especie de interés. El propósito es optimizar los procesos de control interno de calidad en la producción de semillas de alta calidad. Los conceptos generales y el resumen de los métodos, procedimientos y equipos aquí referenciados forman parte de las normativas internacionales establecidas por OCDE (2021).

---

1 Portafolio de servicios de la Red-LASE disponible en el siguiente enlace: <https://www.ica.gov.co/areas/laboratorios/laboratorio-nacional-de-semillas>

## Definiciones

*Identidad varietal:* es la descripción de las características de la variedad con base en descriptores morfológicos y genéticos.

*Pureza varietal:* es la proporción de plantas o semillas de la población que cumple con lo descripción de la variedad.

*Impurezas varietales:* son plantas o semillas con características diferentes a las de la variedad.

## Materiales y métodos

- Semilla de guandul
- Establecer un cultivo
- Descriptores genéticos para esta especie publicados por la Junta Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR, 1993).

## Procedimiento

En el caso del guandul en Colombia no existe semilla registrada en el Registro Nacional de Cultivares del ICA, ni productores autorizados para comercializar semilla de calidad. Por esta razón, toda la semilla disponible y utilizada en el país es de origen local y tradicional y es propiedad de los agricultores. Todas las accesiones de guandul se obtuvieron de manera legal a través de la donación de 12 accesiones, como se muestra en la figura 10, por parte de productores. Estas accesiones fueron colectadas desde la planta madre en el momento de la madurez fisiológica, antes de la diseminación natural de las semillas, con el propósito de prevenir la contaminación genética. La información sobre estas accesiones se registró en un pasaporte que describe su identidad y origen, clasificación taxonómica, estado de la población (si es silvestre, de raza local, cultivar, etc.), donante, números de identificación y datos del sitio donde se recolectaron, incluyendo latitud, longitud y elevación.

Después de obtener las semillas, se inició un ciclo de producción en el Centro de Investigación Caribia para aumentar el material disponible y llevar a cabo la caracterización morfoagronómica. La valoración de las accesiones se realizó mediante la observación directa de sus estructuras vegetativas y reproductivas, lo que implicó registrar datos fenotípicos para describir los rasgos morfológicos fácilmente observables

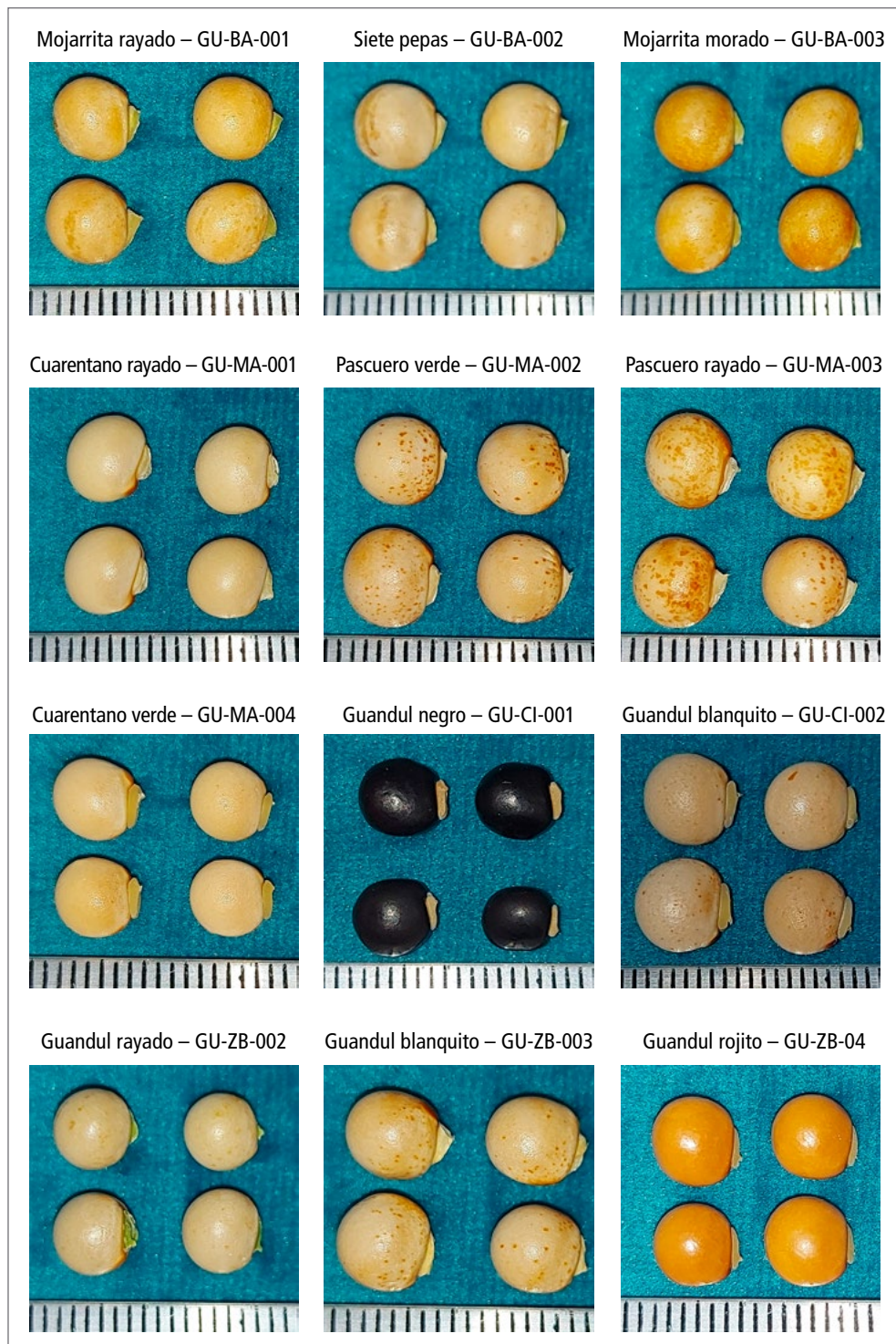


Figura 10. Genotipos de guandul de origen local en Atlántico y Magdalena.

y relativamente independientes del entorno. La evaluación inicial del material colectado se llevó a cabo siguiendo las pautas establecidas por el (IBPGR). Esta información se validó mediante parcelas de control establecidas en el Centro de Investigación Caribia de AGROSAVIA. Una vez identificadas las características de cada variedad, se procedió a identificar las plantas que no coincidían con el tipo deseado en el área de cultivo. Estas inspecciones de campo se realizaron durante la etapa de floración y fructificación. Con base en lo observado, se recomienda que la evaluación de cada planta incluya observar características como la pigmentación del cáliz, el color de la flor y la forma y color de la vaina.

Cuando se identifican las plantas fuera de tipo, es decir, aquellas que presentan características diferentes a las de la variedad de interés y se distinguen de las que sí corresponden (las puras), se cuantifican y se calcula su proporción en porcentaje en relación con el número total de plantas establecidas en el área evaluada. También es posible realizar esta prueba calculando la proporción en peso directamente con las semillas. Esto se aplica en casos en los que las características morfológicas de las semillas son considerablemente diferentes entre sí, como por ejemplo, en cuanto a su forma, patrón de coloración, color y tipo de hilum.

En este proceso, se toma una muestra representativa de la totalidad de las semillas almacenadas, a la cual se le toma el peso inicial. Luego, se separan las semillas que son consideradas fuera de tipo, es decir, que no coinciden con las características de interés (pertenecientes a otras variedades), y se registra su peso por separado. Asimismo, se pesan las semillas que se consideran puras de acuerdo con las características varietales deseadas. Después de esto, se calculan los porcentajes de los dos componentes en función de su peso.

Inspección de campo:

$$\% PV = \frac{NPP \times 100}{NTP}$$

**Ecuación 1.** Porcentaje de pureza varietal en campo.

PV: pureza varietal

NTP: número total de plantas

NPP: número de plantas puras

NPFT: número de plantas fuera de tipo

Inspección en laboratorio:

$$\% PV = \frac{PSP \times 100}{PMT}$$

**Ecuación 2.** Porcentaje de pureza varietal en laboratorio.

PV: pureza varietal

PMT: peso total muestra de trabajo

PSP: peso de semilla pura

PSFT: peso de semilla fuera de tipo

## Resultados y análisis

Durante todo el desempeño del cultivo, se evaluaron las características morfológicas en cada etapa fenológica. Se utilizaron marcadores morfológicos como indicadores de la pureza varietal y se consideraron aspectos como la forma, la apariencia (el color o patrón de manchado) y el peso o tamaño de las semillas, tal como se recomienda en las directrices del IBPGR (1993). Además, se realizó una caracterización morfológica con base en lo propuesto por Arenas et al. (2022b).

El cálculo para determinar el porcentaje de pureza varietal se puede realizar utilizando los datos de una muestra de trabajo de la semilla almacenada de guandul que pesa 300 g. En este proceso, se registra el peso de cada componente una vez que se ha llevado a cabo la separación de las semillas fuera de tipo (5 g) y de las que se consideran puras (295 g). Al aplicar la fórmula correspondiente, se estima que el resultado del porcentaje de pureza varietal de la muestra corresponde a un 98,3 %.

$$PV = \frac{295 \text{ g} \times 100}{300 \text{ g}}$$

$$\% PV = \frac{29500}{300}$$

$$\% PV = 98,3$$

## 4.2. Protocolo de obtención de muestras para análisis de calidad

### Objetivos

Obtener una muestra representativa de un lote de semillas de guandul y constituir muestras de trabajo para análisis de calidad.

### Descripción

La toma de muestras de semillas exige un conocimiento profundo de las normas y métodos que se van a aplicar. Por ello, conocer los conceptos generales, métodos, procedimientos y equipos referenciados en las reglas internacionales adoptadas por ISTA permite establecer el tamaño de la muestra para realizar los análisis de laboratorio y así determinar la calidad del lote de semillas.

### Alcance

Esta herramienta forma parte del esquema de aseguramiento de la calidad física y fisiológica de la semilla de guandul. Su objetivo es proporcionar a profesionales, investigadores y productores la información necesaria sobre cómo tomar una muestra representativa de un lote de semillas. Esto se hace de acuerdo con el número de muestras primarias y el tamaño máximo del lote establecido por ISTA para la especie (20.000 kg). El propósito de esta guía es optimizar los procesos de control interno de calidad en la producción de semillas de alta calidad.

### Definiciones

*Lote de semillas:* se refiere a una cantidad de semillas homogéneas, identificables, de una misma variedad, con un origen e historia conocidos y que ha pasado por procesos dentro del esquema de producción ante el ICA.

*Muestreo:* es la metodología utilizada para obtener una muestra representativa del lote de semillas con el propósito de realizar análisis y evaluaciones.

*Muestra primaria:* una porción de semillas tomada de un lote de semillas.

*Muestra compuesta:* una porción de semillas resultante de la mezcla de muestras primarias.

*Muestra enviada:* es una muestra despachada a un laboratorio para su análisis.

*Muestra de trabajo:* es una muestra obtenida en el laboratorio a través de un método de reducción apropiado y a partir de la muestra enviada que se utiliza para realizar análisis de calidad.

## Procedimiento

El lote de semillas estará representado por una pequeña cantidad de semillas (la muestra) que permita realizar los análisis en el laboratorio y obtener resultados sobre la calidad de las muestras enviadas para análisis. Por ejemplo, una muestra de 20.000 kg de semilla de guandul proveniente de un lote puede contener 166.666.666 semillas (con un peso de 1.000 semillas igual a 120 g). De esta cantidad, se deben enviar 1.000 g al laboratorio para hacer el análisis de calidad. En el laboratorio, se toman 300 g de esta muestra para llevar a cabo el análisis de pureza (2.500 semillas), mientras que los 700 g restantes se examinan para el conteo de otras semillas y la determinación del contenido de humedad. Además, se toman 400 semillas del componente de semilla pura clasificado en el análisis de pureza física para realizar el análisis de germinación.

El muestreador de semillas debe:

- a) Asegurarse de que la muestra que se va a analizar (o la que será enviada al laboratorio de análisis de semillas), represente con precisión el lote de semillas en cuestión.
- b) Verificar que el lote de semillas sea lo más uniforme posible (homogéneo) mediante la inspección de los envases unitarios.
- c) Seguir el plan de muestreo en almacenamiento y la obtención de muestras de trabajo en el laboratorio para el análisis de calidad de acuerdo con lo especificado por ISTA y representado en la figura 11.

## EN EL DEPOSITO

## EN EL LABORATORIO

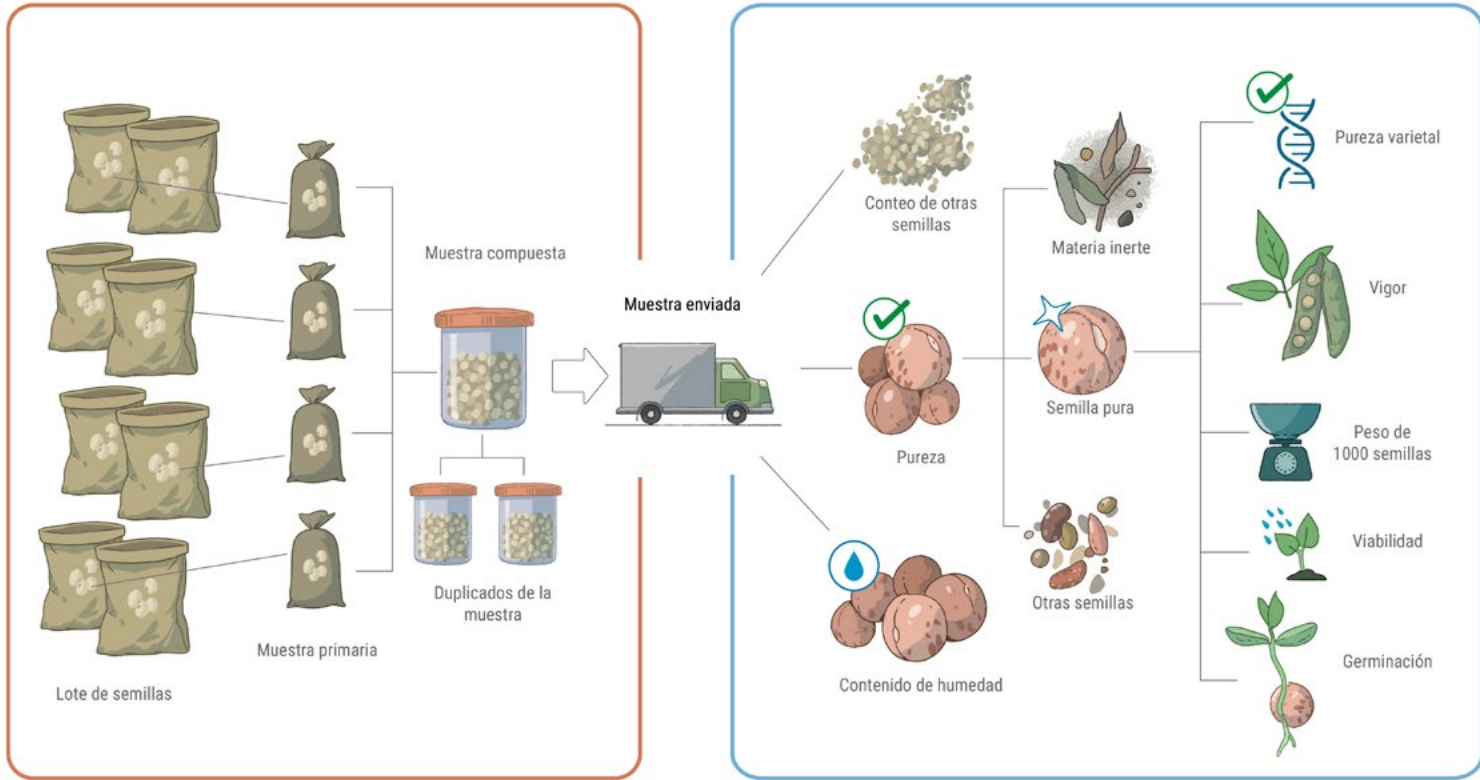


Figura 11. Plan de muestreo propuesto por el ISTA en el almacén y el laboratorio.

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2006) y FAO & AfricaSeeds (2019)

Es importante implementar la intensidad de muestreo adecuada para el tamaño del lote y el tipo de contenedor (bolsas, sacos o envases) en el que se almacene la semilla. Para el tamaño de la semilla del guandul se sugiere usar contenedores con capacidad de menos de 15 kg y considerar cada uno de estos como una unidad de muestreo, como se expresa en la tabla 20.

**Tabla 20.** Intensidad mínima de muestreo de lotes de semillas de guandul

Peso de cada contenedor en el lote de semillas	Número de contenedores	Número de la muestra primaria
<b>Contenedores &lt; 15 kg</b>	1-4	3 de cada contenedor
	5-8	2 de cada contenedor
	9-15	1 de cada contenedor
	16-30	15 del lote de semillas
	31-59	20 del lote de semillas
	≥ 60	30 del lote de semillas

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2006) y FAO & AfricaSeeds (2019)



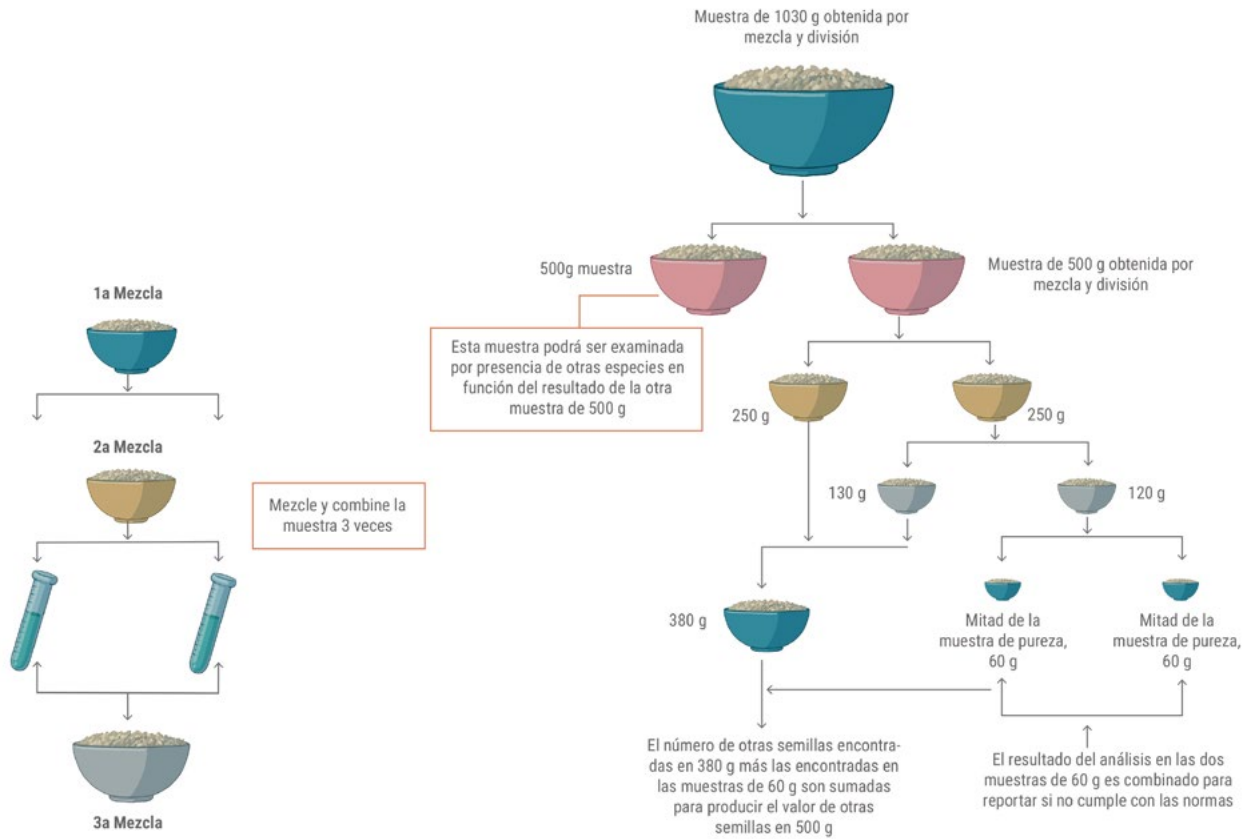
Los métodos más adecuados para obtener muestras de semillas de leguminosas son los manuales. Estos pueden mitigar el daño mecánico por golpes al que sería sometida la semilla si el procedimiento se realiza con herramientas como cuarteadores de suelo, divisores cónicos o centrífugos. Para realizar la toma de muestras primaria se recomienda el muestreo manual, en el cual se introduce la mano abierta en la bolsa para tomar la muestra y se retira con los dedos cerrados para continuar el proceso analítico, como se ilustra en la figura 12. Para obtener una muestra compuesta, se combinan las muestras primarias, y durante el proceso de muestreo, se verifica la homogeneidad de las muestras primarias.



**Figura 12.** Muestra primaria de semilla. a. Introducir la mano cerrada y abrirla dentro de la bolsa; b. Cerrar la mano con un puñado de semillas; c. Retirar la mano con el puño cerrado y la muestra de semillas.

Una muestra para enviar es aquella que se remite al laboratorio. En el caso del guandul, la muestra debe pesar mínimo 1.000 g. A partir de estos, deben obtenerse las muestras de trabajo mediante mezclas y reducciones que facilitarán el proceso de homogeneización para llevar a cabo los análisis de calidad, como se ilustra en la figura 13.





**Figura 13.** Procedimiento para obtener una muestra de trabajo para los análisis de calidad de semillas de guandul.

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2006) y FAO & AfricaSeeds (2019)

### 4.3. Protocolo de pureza física

#### Objetivo

Determinar la composición porcentual por peso de la muestra de análisis y, por deducción, la composición del lote de semillas, incluyendo la proporción de semilla pura, otras semillas y materia inerte.

#### Descripción

La muestra de análisis debe ser examinada de acuerdo con los requisitos generales establecidos en el reglamento del ISTA. La muestra de trabajo se divide en tres componentes: semilla pura, otras semillas y materia inerte. La cantidad o su porcentaje en peso debe determinarse con el método y equipos apropiados para la especie.

#### Alcance

Este documento es una herramienta del esquema de aseguramiento de la calidad física de semilla de guandul y se escribió con el objetivo de que profesionales, investigadores y productores conozcan la forma adecuada de determinar la composición física de un lote de semillas. Los resultados se expresan en el porcentaje de sus componentes para optimizar los procesos de control interno de calidad en la producción de semillas de calidad.

#### Definiciones

*Semilla pura:* en el caso del guandul, se consideran semillas puras aquellas que están intactas, con una porción del tegumento adherido y fragmentos de semillas de más de la mitad del tamaño original, siempre que una porción del tegumento permanezca adherida (ISTA, 2018).

*Otras semillas:* unidades de semilla de cualquier especie vegetal distinta a la de la semilla pura (guandul). Se tratan de identificar a nivel de especie, pero se reporta únicamente el género.

*Materia inerte*: unidades de semilla y toda la otra materia, por ejemplo:

- Los cotiledones separados son considerados materia inerte independientemente de si contienen o no el eje plúmula-radícula o conservan más de la mitad de la testa unida.
- Semillas de guandul y fragmentos de semillas totalmente sin tegumento.
- Fragmentos de las semillas puras (cotiledones y tegumentos) que sean iguales o menores a su tamaño original.
- Partículas de suelo, arena o piedras.
- Fragmentos de plantas como paja, tallos, hojas o flores.
- Insectos adultos vivos o muertos, pupas, ninfas, larvas o fragmentos de estos.
- Grumos de mohos u otro material extraño.

## Materiales y equipos

- Mesa o mesón es el espacio adaptado para el análisis de pureza y es el principal instrumento. Preferiblemente, la superficie debe tener un color que contraste con el de las semillas.
- La lámpara de luz fría, las lupas y el estereoscopio suelen ser utilizados para la identificación exacta y la separación de semillas pequeñas y los fragmentos.
- Pinzas, cajas de Petri, bandejas contenedoras y brochas o pinceles.
- Balanza.

## Procedimiento

Se debe identificar la muestra de trabajo con el código o nombre que se asignará durante el proceso de recepción (figura 43a). Luego, se separan las fracciones de semilla pura, otras semillas y materia inerte (figura 14b), y se determina el peso de la muestra de trabajo con una balanza analítica, en este caso, 960 g. De la misma manera, se pesan los demás componentes (figura 14c y 14d) para realizar el análisis de pureza física para semillas de guandul. Según ISTA (2018), para guandul, la muestra mínima corresponde a 300 g, y para  $\geq 2.500$  semillas, el peso máximo es de 1.000 g.



**Figura 14.** Proceso para realizar el análisis de pureza física. a. Identificación de la muestra de trabajo de semillas de guandul que pesan 960 g; b. Separación de la muestra de trabajo en las fracciones semilla pura, otras semillas y materia inerte; c. Otras semillas = Y (0,025 kg o 25 g); d. Materia inerte = Z (0,020 g o 20 g).

## Resultados y análisis

Se expresan como un porcentaje con un decimal. El segundo decimal se redondea hacia abajo si es 4 o menos (30,34 será 30,3) y hacia arriba si es 5 o más (30,36 será 30,4). Además, el resultado de todos los componentes debe sumar 100 (tabla 21).

- Los porcentajes se calculan en función de la suma de los pesos de los componentes (semilla pura, otras semillas y materia inerte), no en relación con el peso inicial de la muestra de trabajo. Aun así, se debe comparar la suma de los pesos de los componentes con el peso inicial para verificar posibles pérdidas de material u otros errores.
- Los componentes con un valor calculado menor a 0,05 % se reportarán como “trazas”.
- Los porcentajes de semilla pura, otras semillas y materia inerte se anotan en los espacios correspondientes del *Certificado de análisis*. Si el resultado de un componente es nulo se expresará como — 0 — en el espacio que le corresponda.

**Tabla 21.** cálculo de resultados de análisis de pureza física de semillas de guandul.

Componentes	Peso (g)	Cálculo	Porcentaje (%)
Semilla pura	X = 915	$(X \times 100) \div W$ $(915 \times 100) \div 960$	95,31
Otras semillas	Y = 25	$(Y \times 100) \div W$ $(25 \times 100) \div 960$	2,60
Materia inerte	Z = 20	$(Z \times 100) \div W$ $(20 \times 100) \div 960$	2,08
<b>Total muestra de trabajo</b>	W = 960	$(W \times 100) \div W$ $(960 \times 100) \div 960$	100

Fuente: Elaboración propia

Se deben registrar el nombre latino de las especies de semilla pura, las clases de la materia inerte y el nombre latino de cada especie de otras semillas. Los resultados consolidados se anotan en la hoja de trabajo o el certificado de análisis, como se ejemplifica en la tabla 22.

Tabla 22. Cálculo y registro de resultados de análisis de pureza física

Responsable: Sheilla Moreno		Año: 2023	Mes: 06			Día: 17
Componente	Peso (g)	Porcentaje (%)	Descripción de otras semillas: <i>Phaseolus</i>			
			Descripción de Materia inerte			
Muestra Trabajo:	960		Partes de plantas	X	Insectos	X
Semilla pura:	915	95,31	Partes de semillas	X	Tierra	
Materia Inerte:	25	2,60	Semillas vanas		Piedras	
Otras semillas:	20	2,08	Semillas sin tegumento	X	Polvo	
<b>Total</b>	960	100,0	Tegumento	X	Otros	
<b>Observaciones:</b>						

Fuente: Elaboración propia

## 4.4. Protocolo de determinación del contenido de humedad de semillas

### Objetivo

Determinar, mediante el método de referencia, el contenido de agua o humedad presente en las semillas de guandul y expresarlo en porcentaje.

### Descripción

La determinación del contenido de humedad es un proceso que califica la calidad de la semilla en cuanto a su atributo físico. Para llevar a cabo esta evaluación, se utiliza el método de referencia conocido como método del horno. Este procedimiento implica la medición de la pérdida de peso de una muestra de semilla que ha sido molida, tamizada y expuesta a una temperatura de 130 °C durante 1 hora.

### Alcance

Este procedimiento se aplica dentro de las evaluaciones de calidad física de la semilla de guandul, con el propósito de determinar el grado de humedad en una muestra de semilla durante la cosecha y los procesos de beneficio y almacenamiento.

## Definiciones

*Humedad de una muestra de semillas:* corresponde al contenido de agua de la muestra y se determina por la pérdida de peso de la muestra cuando se seca. Su valor se expresa en porcentaje del peso de la muestra original.

*Muestra:* unidades de una población de semillas que se manipulan para estimar las características del conjunto.

## Materiales, equipos e infraestructura

- Muestra de semilla de guandul destinada al análisis de humedad, preferiblemente contenida en un recipiente hermético para evitar ganancia o pérdida de humedad ambiental.
- Recipientes metálicos resistentes a temperatura de 130 °C.
- Tamices metálicos con orificios de 4 mm y 2 mm.
- Molino.
- Horno eléctrico de convección mecánica con capacidad para alcanzar una temperatura de hasta 130 °C.
- Balanza electrónica con resolución de tres dígitos (0,001).
- Olla de secado.
- Gránulos de silica gel.

## Procedimiento

El método de referencia para la determinación del contenido de humedad recomendado por ISTA es el método de horno (ISTA, 2016; Rao et al., 2007). Consiste en eliminar el agua de la semilla mediante calor durante un período específico, como se ilustra en la figura 15. Se toman dos submuestras de aproximadamente 10 g cada una (figura 15a), las cuales se muelen en un molino previamente ajustado (figura 15b). Posteriormente, se pasan por un juego de tamices de 4 mm y 2 mm (figura 15c), y el residuo resultante del molido que queda retenido en el tamiz de 2 mm (figura 15d) se utiliza como muestra. En este caso, el peso reportado de la muestra es de 4,5 g (figura 15e). La muestra se pone en un recipiente metálico que ha sido previamente pesado (P1) en una balanza

de tres decimales (figura 15f). Se registra el peso húmedo de la muestra molida junto con el recipiente en cada repetición. Luego, se ubican los recipientes destapados con las muestras molidas en una olla de secado que contiene sílice gel en el fondo (figura 15g). Después, los recipientes se sacan y se ponen en un horno previamente calentado a una temperatura de 130 °C durante 1 hora (figura 15h). Posteriormente, se retiran para llevar a cabo el proceso de preenfriamiento en la olla de secado durante 30 minutos (figura 15i). Finalmente, se pesan nuevamente los recipientes con la muestra de semilla secada al horno en la balanza de tres dígitos (P2).



**Figura 15.** Procedimiento para determinar el contenido de humedad en semillas de guandul. a. Pesaje de la muestra de semilla que se va a moler; b. Molienda de la muestra de semilla; c. Tamizado de la muestra de guandul; d. Residuo de la molienda en el tamiz de 2 mm; e. Pesaje del residuo del tamiz denominado 4,5 g; f. Pesaje del residuo del tamiz en recipiente metálico denominado P1 = 36,3; g. Extracción de la humedad de la muestra en olla con sílice gel; h. Secado en horno de la muestra a 130 °C; i. Secado de la muestra en olla con sílice gel por 30 minutos.

## Resultados

El contenido de humedad (CH) se calcula para cada repetición y se expresa en porcentaje con un decimal. Se calcula mediante la ecuación 3 (ISTA, 2016). El resultado es el promedio de las dos repeticiones y no debe existir una diferencia de  $\pm 0,2$ ; en caso de existir, la prueba debe ser repetida nuevamente.

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{(P2 - P3)}{(P2 - P1)} \times 100$$

**Ecuación 3.** Porcentaje de contenido de humedad.

P1: peso vacío del recipiente con tapa.

P2: peso del recipiente y muestra molida antes de secado.

P3: peso del recipiente y muestra después de secado.

En la tabla 23 se presenta un ejemplo con los datos del contenido de humedad de una muestra de guandul, con un porcentaje de humedad del 11,4 %.

**Tabla 23.** Ejemplo del registro de los datos de la evaluación del contenido de humedad en una muestra de semilla de guandul

Determinación del contenido de humedad					
Responsable: Luis Díaz			Año: 2023	Mes: 06	Día: 17
Tipo de Molido: Grueso		Temperatura (°C): 130		Tiempo (h): 1	
Repetición	Peso recipiente P1 (g)	Peso húmedo P2 (g)	Peso seco P3 (g)	Humedad (%)	CH (%)
1	36,621	40,790	40,309	11,5	11,4
2	35,699	39,960	39,479	11,3	

Tipo molido: Sin molido (NO); Fino o Grueso

Fuente: Elaboración propia

## 4.5. Protocolo de ensayos de germinación

### Objetivos

Indicar las condiciones para realizar la evaluación de la calidad fisiológica de semillas de guandul mediante la prueba de germinación y determinar el poder germinativo de una muestra de semillas de guandul a través de esta prueba.

### Descripción

El atributo de calidad fisiológica está relacionado con la capacidad que tienen las semillas para producir plántulas normales capaces de establecerse en campo. La forma adecuada de evaluar esto es a través de una prueba de germinación. Esta prueba consiste en poner las semillas en un sustrato y proporcionarles condiciones óptimas de temperatura, luz y humedad durante un período de tiempo corto que permita el crecimiento y desarrollo de las estructuras fundamentales de una plántula.

### Alcance

Este protocolo tiene como objetivo describir la metodología y condiciones para evaluar la calidad fisiológica de una muestra de semillas de guandul mediante una prueba de germinación. Esta metodología puede ser aplicada por cualquier persona sin necesidad de un equipo complejo o un laboratorio de análisis de semillas, manteniendo al mismo tiempo la precisión técnica y asegurando la validez de los resultados.

### Definiciones

*Dicotiledónea*: grupo de plantas en las cuales el embrión tiene dos cotiledones (Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero [INSPV], 1980).

*Embrión*: planta inicial contenida en la semilla, constituida de un eje y cotiledones (INSPV, 1980).

*Epicótilo*: parte de la plántula ubicada por encima de los cotiledones y debajo de la yema apical (INSPV, 1980).

*Germinación*: proceso biológico que conduce al desarrollo de una plántula a partir de una semilla. La germinación de una semilla es el surgimiento y desarrollo de la plántula hacia una etapa en que todos sus órganos y estructuras son capaces de desarrollar una planta normal bajo las condiciones de campo (INSPV, 1980).

*Germinación hipogea*: forma de germinación en la que los cotiledones permanecen al interior de la semilla en la parte baja de la plántula y la yema apical es elevada por el crecimiento del epicótilo (INSPV, 1980).

*Imbibición*: proceso físico-biológico que consiste en el ingreso del agua en la semilla (proceso físico de absorción) y su redistribución dentro de la misma (proceso biológico de adsorción).

*Prueba de germinación*: procedimientos realizados al embrión que se encuentra en un estado de latencia dentro de la semilla mediante cuales se reactiva el crecimiento y el desarrollo para formar una nueva plántula bajo las condiciones ambientales establecidas (Rao et al., 2007).

*Plántula*: planta joven desarrollada a partir del crecimiento del embrión de la semilla (INSPV, 1980).

*Plántula normal*: plántula en las que todas las estructuras fundamentales están completas, desarrolladas y sanas (INSPV, 1980).

*Plántulas anormales*: plántula que está dañada, con malformaciones o infectada a tal punto que impide su crecimiento normal (INSPV, 1980).

*Semillas duras*: presentan una cutícula seminal impermeable debido al alto contenido de lignina, lo cual impide el intercambio gaseoso y de humedad entre el embrión y el ambiente circundante. Este atributo es común en semillas de la familia Fabaceae, como se ha señalado previamente (Rao et al., 2007).

*Semillas frescas*: presentan una apariencia sana, limpia y firme y tienen la capacidad de absorber agua cuando se les suministra (Rao et al., 2007).

*Semillas muertas*: exhiben pérdida de calidad, firmeza y forma, ya que se decoloran, son suaves al tacto, en algunos casos están contaminadas y sus órganos vegetativos no se desarrollan (Rao et al., 2007).

## Materiales y equipos

- Muestra de semilla pura de guandul obtenida a partir del *Protocolo de pureza física*. Debe contener un mínimo de 100 semillas y un máximo 400.
- Papel de germinación o toalla de papel, preferiblemente gruesa.
- Arena de río o suelo en caso de no contar con arena.
- Recipientes de plástico o aluminio rectangulares o cuadrados de una altura mínima de 10 cm con capacidad de 500 a 1.000 ml.
- Bolsa plástica con sello hermético.
- Cernidor, malla zaranda o tamiz con un tamaño de orificio 2 mm.
- Pinzas.
- Marcador, cinta de enmascarar, rotulador o cualquier elemento que permita identificar las muestras de evaluación.
- Termómetro de máximas y mínimas.
- Cuarto de germinación o cámara climática, con la capacidad de controlar temperatura y luz.

## Procedimiento

La prueba de germinación para semillas de guandul contempla emplear papel o arena como sustrato, temperatura alterna de 20 a 30 °C o continua de 25 °C y luz por lo menos 8 horas al día. Las evaluaciones se realizan al cuarto y décimo día después de haber montado la prueba (ISTA, 2016; Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA], 2009). A continuación, se describen los requerimientos para cumplir con el objetivo del método de análisis.

### **Prueba de germinación en arena o suelo**

Para el análisis de germinación de semillas de guandul se utiliza arena de río como sustrato (figura 16b). Se debe evitar la contaminación de la prueba por la presencia de semillas infectadas y, de esta forma, permitir una adecuada evaluación de las plántulas obtenidas. Es preferible utilizar arena de río cernida en una zaranda o tamiz de 2 mm (figura 16a) con el fin de proporcionar alta porosidad para retención de aire y agua que facilite el desarrollo de las raíces de las plántulas.

Después de garantizar las condiciones mencionadas previamente, se debe seguir el siguiente procedimiento con precisión:

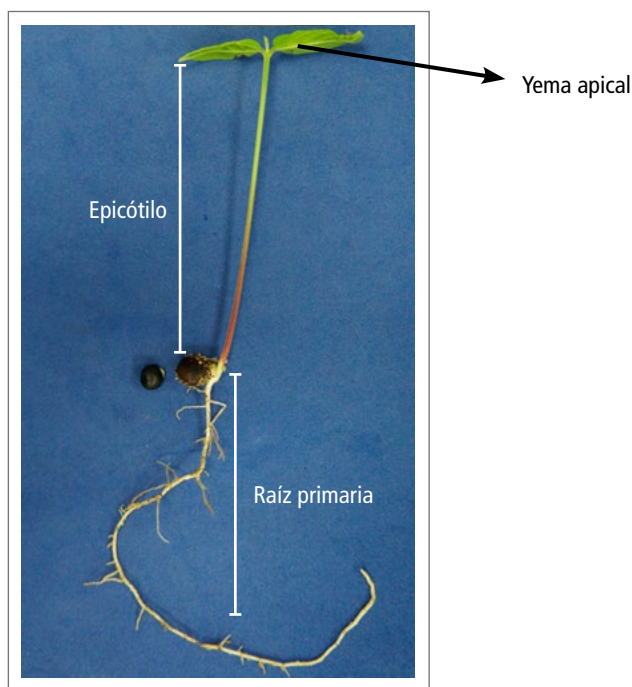
1. Depositar arena en cuatro recipientes de plástico o aluminio hasta una altura de aproximadamente 3 cm.
2. Humedecer la arena con agua sin formar encharcamiento.
3. Luego, depositar la muestra de semilla pura de guandul obtenida en el *Protocolo de pureza física*.
4. Separar al azar en cuatro grupos de 25, 50 o 100 unidades, según la disponibilidad de semillas. No es necesario realizar selección de las mejores semillas, ya que es una muestra aleatoria.
5. Identificar cada recipiente con el nombre y repetición correspondiente de la muestra de semilla.
6. Ubicar y distribuir cada grupo de semillas en los recipientes con arena de manera que se mantenga una distancia equivalente a dos veces su tamaño entre cada semilla (figura 16c).
7. Tapar las semillas con una capa de arena de aproximadamente 1 cm.
8. Cubrir los recipientes durante los 2 primeros días de la prueba o mantenerlos dentro de una bolsa plástica con cierre hermético para mantener la humedad.
9. Ubicar los recipientes en la cámara climática previamente programada a la temperatura recomendada para las semillas de guandul. Establecer la temperatura alterna entre 20 °C y 30 °C significa que durante 16 h estará a 20 °C y durante 8 h a 30 °C. También se puede proporcionar una temperatura continua de 25 °C durante las 24 h del día.
10. En caso de no contar con un equipo que permita garantizar estas condiciones de temperatura, es posible ubicar los recipientes en un lugar donde la temperatura sea lo más cercana posible a la recomendada. En este caso, se sugiere monitorear la temperatura con un termómetro de máximas y mínimas.
11. Destapar los recipientes después de transcurridos dos días desde la siembra de las semillas y, si es necesario, adicionar agua durante el transcurso de la prueba para mantener la humedad adecuada.



**Figura 16.** Procedimiento del montaje de la prueba de germinación en arena de río para semillas de guandul. a. Tamizado de la arena de río en tamiz de 2 mm; b. Arena de río cernida y óptima para realizar prueba de germinación de guandul; c. Ubicación de las semillas para la prueba de germinación sobre arena de río.

### Evaluación de la prueba

Las semillas de guandul pertenecen al grupo de las dicotiledóneas con germinación hipogea, lo cual significa que los cotiledones permanecen en el suelo dentro de la semilla mientras que la parte aérea de la planta o yema apical está por encima debido al alargamiento del epicótilo con desarrollo de hojas, lo que resulta en una plántula normal (figura 17). La raíz principal puede o no estar presente, o presentar deterioro y ser reemplazada por raíces secundarias (INSPV, 1980).



**Figura 17.** Características de la plántula normal de guandul.

Transcurridos 10 días desde el día siguiente a la siembra de las semillas de guandul en arena de río, se retiran cuidadosamente una por una las plántulas obtenidas (figura 18a) y se procede a evaluarlas para clasificarlas como normales o anormales. Una plántula se considera anormal si no desarrolla alguna de sus estructuras morfológicas o presenta algún defecto que impida su crecimiento en condiciones naturales. Estas plántulas anormales pueden caracterizarse por la ausencia del sistema radicular (raíz primaria y secundarias) (figura 18b), que puede estar necrótico, amarillo o blanco. Además, pueden presentar un epicótilo corto o grueso, retorcido en forma de espiral (figura 18c), con signos de ahilamiento o grietas profundas sin cicatrizar. También pueden estar rotas, atrapadas en la cubierta seminal, mostrar geotropismo negativo o estar descompuestas debido a una infección de la semilla (INSPV, 1980).

Para la evaluación de las semillas sin germinar, se recomienda utilizar un colador que permita el paso del sustrato y la retención de las semillas sin germinar (figura 18e). Según ISTA (2016) y Rao et al. (2007), estas se clasifican en frescas, duras, muertas y anormales (figura 18f). La diferencia en las dos primeras se encuentra en la capacidad de absorción de agua. Las semillas frescas pueden absorber agua, pero no germinan debido a un bloqueo, mientras que las semillas duras no pueden absorber agua debido a la impermeabilidad de su cubierta. Las semillas muertas, por otro lado, son blandas y presentan signos de descomposición. Por lo general, en las pruebas de germinación en arena, las semillas muertas se observan como grumos o aglomeraciones que parecen bolas de arena (figura 18d).



**Figura 18.** Evaluación de la prueba de germinación de guandul. a. Evaluación de plántulas de guandul a los 10 días de germinación; b. Plántula anormal de guandul, sin desarrollo de epicótilo ni yema apical; c. Plántula anormal de guandul con desarrollo débil del epicótilo y ausencia de yema apical; d. Semillas sin germinar en la prueba de germinación; e. Colado de las semillas que quedaron después de retirar las plántulas de la prueba de germinación en arena; f. Semillas obtenidas en la evaluación, de izquierda a derecha: semillas frescas (SF), duras (SD), muertas (SM) y plántula anormal (PA).

## Resultados

Los datos de plántulas normales, anormales, semillas frescas, duras y muertas se registran para cada repetición en la hoja de trabajo (tabla 19). El porcentaje de germinación se calcula tomando como base el número de plántulas normales utilizando la ecuación 4.

$$PG (\%) = \left( \frac{PNR1 + PN R2 + PN R3 + PN R4}{Total\ de\ semillas\ sembradas} \right) * 100$$

**Ecuación 4.**  
Porcentaje de germinación.

PG: porcentaje de germinación      PN: plántulas normales      R: repetición

Ejemplo: para ilustrar el registro de datos y la aplicación de la fórmula para el cálculo del porcentaje de germinación, se toman los datos de la tabla 24, que corresponde a una prueba de semillas de guandul en arena con cuatro repeticiones de 50 semillas a una temperatura continua de 25 °C. El resultado del porcentaje de germinación fue 65 %.

$$PG (\%) = \left( \frac{30 + 35 + 35 + 30}{200} \right) * 100$$

$$PG (\%) = \left( \frac{130}{200} \right) * 100$$

$$PG (\%) = (0,65) * 100$$

$$PG (\%) = 65$$

Para calcular el porcentaje de las otras variables se aplica la misma fórmula sustituyendo los datos de cada una (plántulas anormales, semillas, frescas, duras y muertas) por repetición, tal como se muestra en el ejemplo de la tabla 24, así:

$$An (\%) = \left( \frac{PAnR1 + PAnR2 + PAnR3 + PAnR4}{Total\ de\ semillas\ sembradas} \right) * 100$$

**Ecuación 5.** Porcentaje de otras variables.

$$An (\%) = \left( \frac{10 + 7 + 5 + 10}{200} \right) * 100$$

$$PAn (\%) = 16$$

$$SD (\%) = \left( \frac{SdR1 + SdR2 + SdR3 + SdR4}{Total\ de\ semillas\ sembradas} \right) * 100$$

SD: porcentaje de semillas duras      SD: semillas duras      R: repetición

$$SD (\%) = \left( \frac{5 + 4 + 5 + 4}{200} \right) * 100$$

$$SD (\%) = 9$$

$$SM (\%) = \left( \frac{SmR1 + SmR2 + SmR3 + SmR4}{Total\ de\ semillas\ sembradas} \right) * 100$$

SM: porcentaje de semillas muertas      SM: semillas muertas      R: repetición

$$SM (\%) = \left( \frac{5 + 4 + 5 + 6}{200} \right) * 100$$

$$SM (\%) = 10$$

Al finalizar la evaluación, la sumatoria de plántulas normales, anormales, semillas frescas, duras y muertas, debe ser igual al número de semillas analizadas en cada repetición. Asimismo, la suma del porcentaje de cada variable debe ser de 100.

Tabla 24. Registro de datos obtenidos en una prueba de germinación de semillas de guandul

Análisis de germinación									
Fecha inicio año: 2022		Mes: 06	Día: 20	Fecha finalización año: 2022		Mes: 06	Día: 30		
No Repeticiones: 4		Semillas/ repetición: 50		Temperatura (°C): 25		Sustrato: arena		Días de evaluación: 10	
Evaluación Plántulas Normales					Plántula anormal	Semillas			Total
Repetición	Primera	Segunda	Tercera	Total		Frescas	Duras	Muertas	
1	30				10	0	5	5	50
2	35				7	0	4	4	50
3	35				5	0	5	5	50
4	30				10	0	4	6	50
<b>Total</b>	130				32	0	18	20	200
<b>Porcentaje (%)</b>	65				16	0	9	10	100
<b>Germinación (%)</b>			65		<b>Responsable: Luis Díaz</b>				

Sustratos: entre papel (EP); sobre papel (SP); suelo (S); arena (A)

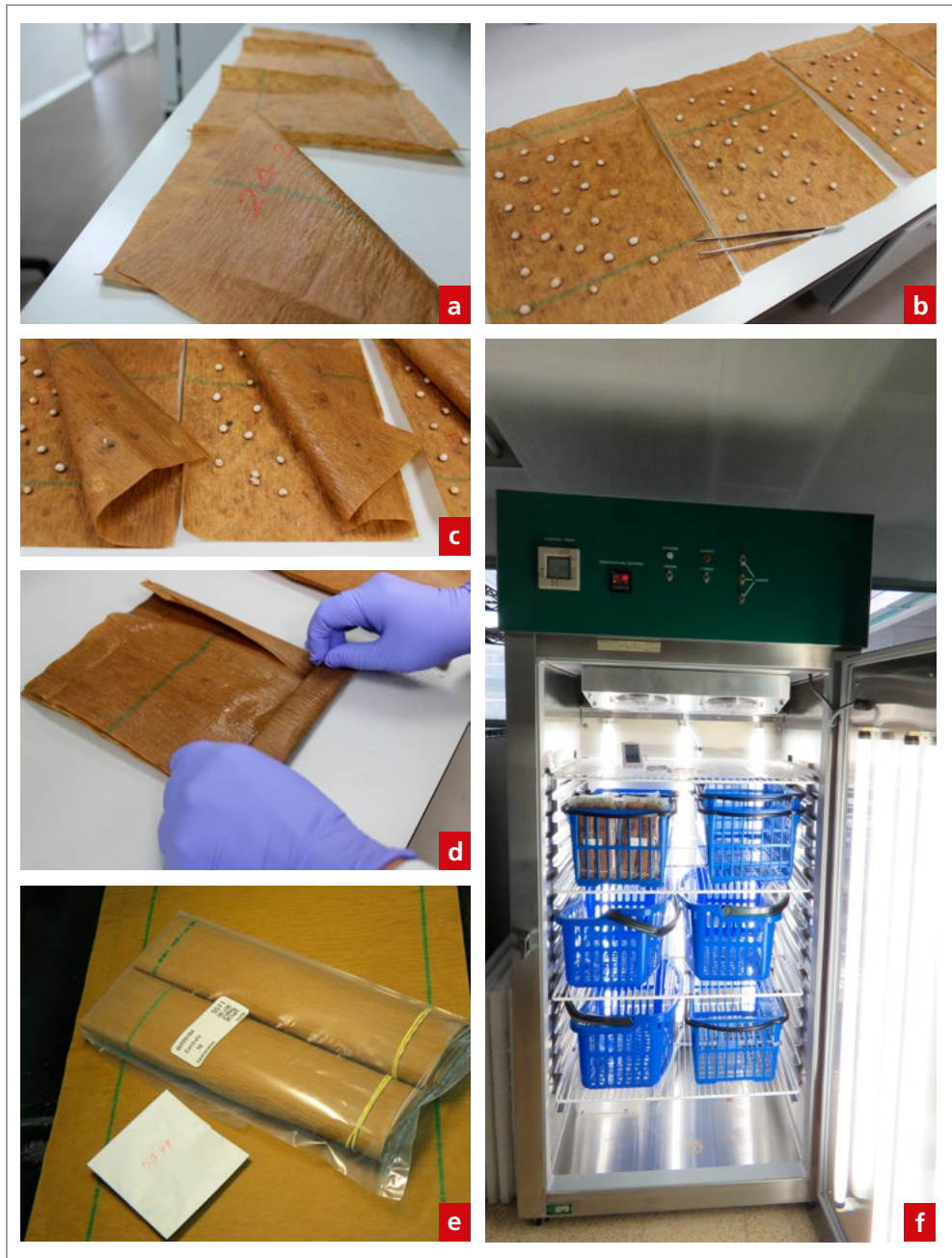
Fuente: Elaboración propia

### Prueba de germinación entre papel

De acuerdo con la normatividad ISTA, consiste en ubicar las semillas entre una doble capa de papel humedecida con capacidad para retener el agua y que permita que las raíces crezcan. El sustrato ideal para llevar a cabo la prueba es el papel de germinación que se caracteriza por no ser tóxico para las plantas, absorber y suministrar humedad suficiente para que las semillas germinen, ser resistente (no se deshace mientras se manipula y no lo penetran las raíces de las plántulas en desarrollo) y su pH entre 6 y 7.

*A continuación, se encuentran las instrucciones para llevar a cabo la prueba de germinación:*

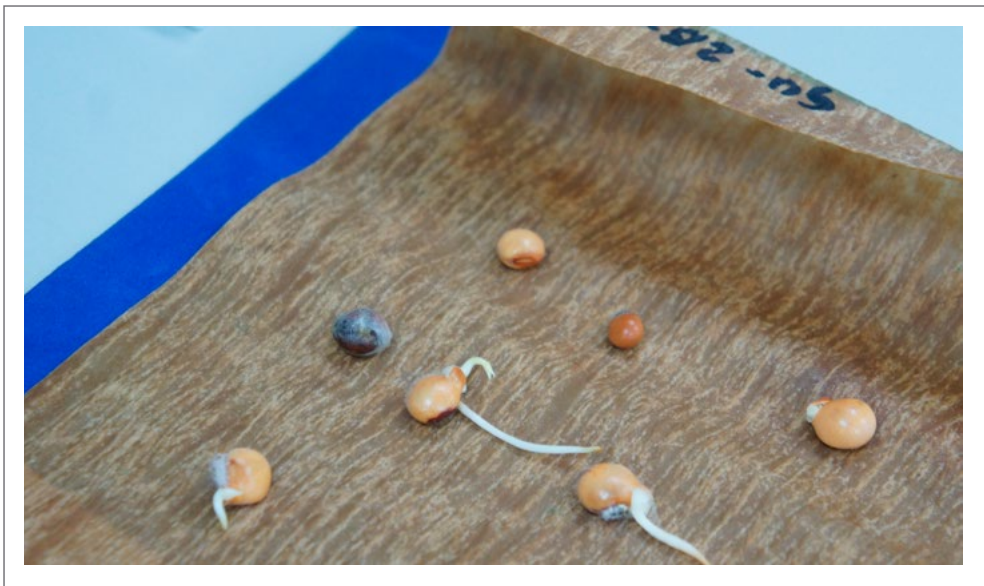
1. Marcar el papel de manera que corresponda a una muestra y repetición única (figura 19a).
2. Humedecer el papel sin que se formen películas de agua. Si se utiliza papel de germinación, añadir agua en una cantidad equivalente a 2,5 veces el peso del papel.
3. Ubicar y distribuir las semillas sobre el papel marcado, de manera que la identificación se encuentre en la cara opuesta a donde se colocan las semillas. En la primera hilera, comenzar a 6 cm del borde superior y a 7 cm del borde lateral izquierdo del papel. La quinta hilera no debe estar a menos de 12 cm del borde inferior (figura 19b).
4. Cubrir las semillas con una segunda capa de papel (figura 19c).
5. Realizar un doblé a lo largo de uno de los extremos de la doble capa de papel para formar la base, evitando que las semillas se salgan del papel (figura 19d).
6. Fijar los rollos en uno de los extremos con una banda elástica.
7. Colocar los rollos de papel de forma vertical con la base en la parte inferior dentro de una bolsa con sello hermético que tenga medidas de 41,5 cm x 13,5 cm (figura 19e).
8. Llevar los rollos a una cámara climática programada para mantener una temperatura continua de 25°C durante las 24 horas del día. La temperatura puede programarse entre 20 y 35°C. Además, proporcionar un fotoperíodo de 12/12 horas con luz de día de 5000 K (figura 19f).
9. Como alternativa, si no se dispone de una cámara climática, ubicar los rollos en un ambiente donde la temperatura sea lo más cercana posible a la recomendada y monitorear la temperatura con un termómetro de máximas y mínimas.



**Figura 19.** Procedimiento de prueba de germinación con semillas de guandul entre hojas de papel. a. Identificación o código de la muestra para análisis (número 24); b. Distribución de las semillas de guandul sobre las hojas de papel; c. Ubicación de la segunda capa de papel sobre las semillas de guandul; d. Un doblez vertical y enrollar horizontalmente del papel; e. Embolsar los rollos de papel y marcar con un código; f. Ubicación en cámara climática.

### Evaluación de la prueba

Las evaluaciones para las semillas de guandul se realizan en el cuarto y décimo día después de la siembra cuando se utiliza papel como sustrato (según las directrices de ISTA). Para llevar a cabo la lectura de la prueba, se extraen los rollos de la bolsa, se despliegan y se abre la capa de papel sin romperla. En la primera evaluación (cuarto día después de la siembra), se retiran las plántulas normales, es decir, aquellas que cumplen con las características previamente descritas en cuanto a su raíz y parte aérea. Las plántulas anormales y las semillas que no han germinado se mantienen hasta el día décimo. No obstante, si existe riesgo de contaminación por semillas infectadas que puedan dañar las plántulas en desarrollo o contaminar la prueba, se recomienda retirarlas en cualquier momento. Después de completar la revisión, se vuelven a enrollar los rollos, se colocan en la bolsa y se regresan a la cámara o al lugar donde se esté llevando a cabo la prueba. En el día décimo, se realiza otra lectura y se retiran las plántulas normales, anormales y las semillas que no germinaron; estas se clasifican en frescas, duras y muertas (figura 20).



**Figura 20.** Semillas de guandul frescas, semillas duras, semillas muertas y plántula anormal obtenidas en la evaluación.

### Resultados

Los datos de la evaluación para cada repetición se registran en la hoja de trabajo (tabla 25), tanto para el cuarto día en la columna de la primera evaluación como para el décimo día en la columna de la segunda evaluación. Los resultados correspondientes a las categorías de semilla (fresca, dura y muerta) se suman para ambas evaluaciones,

sin distinguir por día (tabla 25). El porcentaje de germinación se calcula tomando en cuenta el número total de plántulas normales y aplicando la misma fórmula mencionada en las pruebas de germinación con arena. De igual manera, el porcentaje se calcula para las plántulas anormales y para las semillas frescas, duras y muertas. Al finalizar la evaluación, la suma de estas variables debe ser igual al número de semillas analizadas en cada repetición y la suma total de los porcentajes de todas las categorías debe ser 100. Cuando se obtiene un porcentaje igual o superior a 5 % de semillas frescas, se recomienda realizar una evaluación adicional de la viabilidad de estas semillas mediante la prueba topográfica de tetrazolio (ISTA, 2016). En el caso de las semillas duras, se debe efectuar un pequeño corte en la cubierta seminal en el lado opuesto al embrión y permitir su germinación (ISTA, 2016; MAPA, 2009).

**Tabla 25.** Registro de datos obtenidos en la prueba de germinación en semillas de guandul realizada en papel

<b>Análisis de germinación</b>									
Fecha inicio año: 2022		Mes: 06	Día: 20	Fecha finalización año: 2022		Mes: 06	Día: 30		
No Repeticiones: 4	Semillas/ repetición: 50	Temperatura (°C): 25		Sustrato: EP		Días de evaluación: 4; 10			
Evaluación Plántulas Normales					Plántulas Anormales	Semillas			Total
Repetición	Primera	Segunda	Tercera	Total		Frescas	Duras	Muertas	
1	22	11		33	12	0	2	3	50
2	19	10		29	12	2	0	7	50
3	22	12		34	13	0	0	3	50
4	24	10		34	10	0	2	4	50
<b>TOTAL</b>	87	43		130	47	2	4	17	200
<b>PORCENTAJE (%)</b>	44	22		65	24	1	2	8	100
<b>GERMINACIÓN (%)</b>				65	<b>Responsable: Luis Díaz</b>				

Sustratos: entre papel (EP); sobre papel (SP); suelo (S); Arena (A)

Fuente: Elaboración propia

## Análisis de los resultados

Es fundamental asegurar la confiabilidad de los resultados, independientemente de la metodología utilizada. Por esta razón, ISTA (2016) ha establecido una diferencia máxima permitida entre repeticiones, la cual se calcula en función del porcentaje de germinación obtenido. Para determinar esta tolerancia, se hace referencia a la tabla 26. En esta tabla, se localiza el porcentaje de germinación obtenido y se consulta el valor máximo permitido en la columna “Tolerancia”. Si la diferencia no excede este valor, la prueba se considera fiable. En caso contrario, si supera este valor, la prueba debe repetirse.

**Tabla 26.** Tolerancia máxima permitida entre repeticiones para una prueba de germinación de semillas de guandul con 4 repeticiones

Cuatro repeticiones de 100, 50 o 25 semillas		
Porcentaje de germinación (%)		Tolerancia
99	2	4
98	3	6
97	4	7
96	5	8
95	6	9
93-94	7-8	10
91-92	9-10	11
89-90	11-12	12
87-88	13-14	13
84-86	15-17	14
81-83	18-20	15
78-80	21-23	16
73-77	24-28	17
67-72	29-34	18
56-66	35-45	19
51-55	46-50	20

Ejemplo: en la prueba de germinación de semillas de guandul, el porcentaje para las cuatro repeticiones de 50 semillas fue:

Repetición 1: 66 %

Repetición 2: 58 %

Repetición 3: 68 %

Repetición 4: 68 %

Porcentaje promedio: 65 %

Máxima diferencia: 10 % (tomada entre la más alta y la más baja):

Tolerancia máxima permitida: 19 %

Conclusión: la prueba es aceptada por encontrarse entre el rango de tolerancia máxima permitida para el ensayo de germinación, según las normas establecidas por ISTA.

## **4.6. Protocolo de viabilidad por ensayo de tetrazolio**

### **Objetivos**

Determinar la viabilidad de una muestra de semillas de guandul aplicando la prueba topográfica de tetrazolio y conocer la viabilidad de semillas frescas o duras al final de una prueba de germinación.

### **Descripción**

La prueba de viabilidad es un ensayo bioquímico que permite distinguir las partes vivas de una semilla al exponerlas al reactivo cloruro 2,3,5-trifenil tetrazolio (TTZ). Cuando esta solución entra en contacto con el hidrógeno liberado por las células vivas, produce formazán, sustancia que tiñe los tejidos vivos de rojo, mientras que los tejidos muertos permanecen incoloros (ISTA, 2016). La viabilidad de la semilla se determina mediante el patrón de tinción del embrión y la intensidad de la coloración. La prueba de tetrazolio evalúa de manera indirecta la actividad respiratoria en las células de los tejidos que componen la semilla (Ruiz, 2009; ISTA, 2016).

## Alcance

La prueba de viabilidad por tetrazolio se lleva a cabo cuando se pretende determinar rápidamente el potencial de germinación de una muestra de semillas de guandul o la viabilidad de semillas que no germinaron en la prueba de germinación, especialmente cuando la cantidad es significativa (ISTA, 2016; Rao et al., 2007).

## Definiciones

*Muestra:* parte de una población que se utiliza para estimar las características del conjunto (FAO, 2014).

*Prueba de tetrazolio:* prueba de viabilidad en la que las semillas húmedas se sumergen en una solución de cloruro de trifeniltetrazolio (FAO, 2014).

*Prueba de viabilidad:* análisis de una muestra de semillas de una accesión con la finalidad de estimar la viabilidad de la accesión completa (FAO, 2014).

*Viabilidad de las semillas:* capacidad de las semillas para germinar en condiciones favorables (FAO, 2014).

## Materiales, equipos e infraestructura

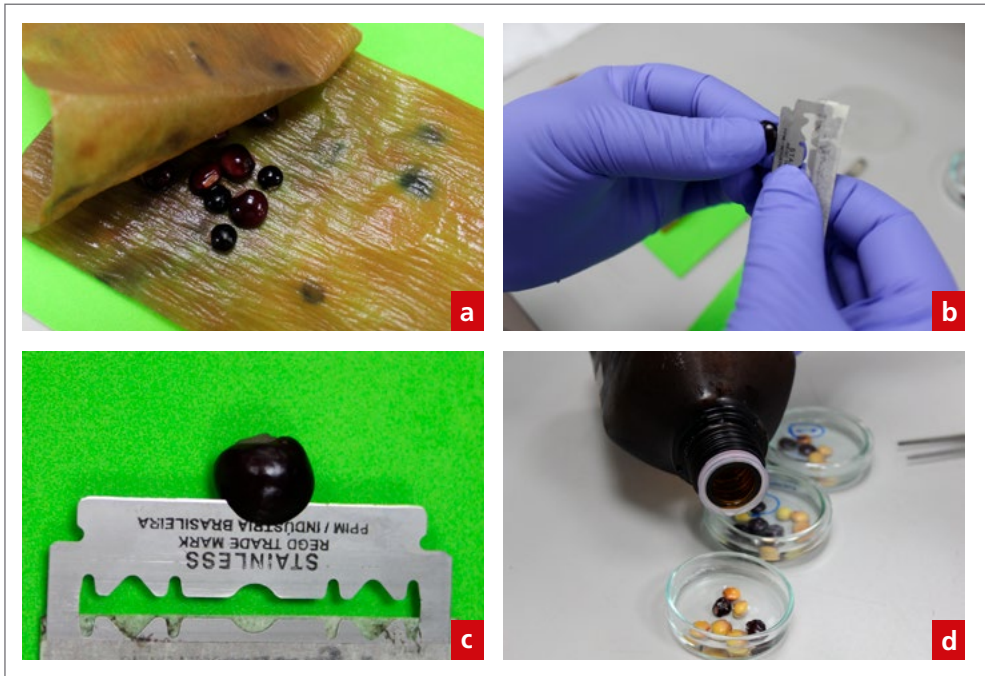
Para realizar las pruebas de viabilidad de semillas de guandul, se requieren los siguientes elementos y equipos.

- Una muestra de semilla pura obtenida en la prueba de pureza física.
- Cajas de Petri.
- Cuchillas de afeitar o bisturí, mangos de bisturí y pinzas.
- Probeta, beaker y botella de vidrio ámbar.
- Toalla de papel o papel de germinación.
- Estereoscopio, lupa magnificadora y horno.
- Cloruro de 2,3,5,-trifenil-tetrazolio.
- Agua.

## Procedimiento

A continuación, se detallan las instrucciones que se deben seguir para realizar el procedimiento adecuadamente.

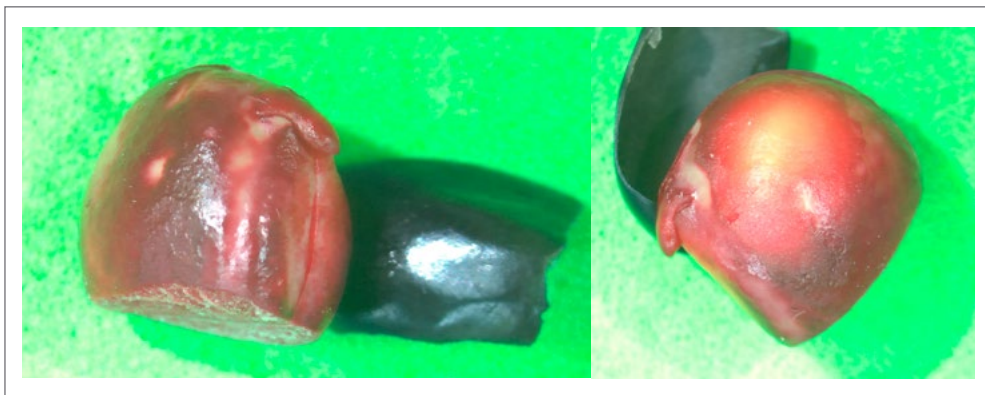
1. Preparar una solución de tetrazolio al 0,5 %, utilizando 2,5 g del reactivo cloruro de 2,3,5-trifenil-tetrazolio en 500 ml de agua. Envasar esta solución en una botella o recipiente de vidrio, preferiblemente de color ámbar o cubierto con papel de aluminio para evitar la exposición a la luz y almacenar en la nevera.
2. Ubicar las semillas entre dos capas de papel húmedo durante 18 horas a una temperatura de 25 °C (figura 21<sup>a</sup>). La imbibición de las semillas permitirá una distribución uniforme del tetrazolio durante la evaluación (ISTA, 2016).
3. Realizar un corte longitudinal a través de los cotiledones de la semilla (figura 21b) o un corte transversal (figura 21c) para permitir que la semilla entre en contacto con la solución de tetrazolio al 0,5 %.
4. Sumergir las semillas cortadas en la solución de tetrazolio al 0,5 % (figura 21d) a una temperatura de 30 °C en oscuridad durante un período de tiempo que puede variar de 6 a 24 horas. La duración exacta depende de la uniformidad en la tinción de las semillas.
5. Una vez finalizado el tiempo de tinción, retirar las semillas de la solución de tetrazolio y lavarlas con abundante agua para eliminar los residuos de tetrazolio asegurándose de mantenerlas hidratadas durante este proceso de evaluación.



**Figura 21.** Procedimiento para la tinción de semillas con tetrazolio. a. Humedecimiento de semillas de guandul entre papel durante 18 h a 25 °C. b. Acondicionamiento de la semilla de guandul de manera previa a la tinción; c. Corte longitudinal a través de los cotiledones (izquierda), corte trasversal opuesto al embrión (derecha). d. Adición de solución de tetrazolio a las semillas de guandul acondicionadas.

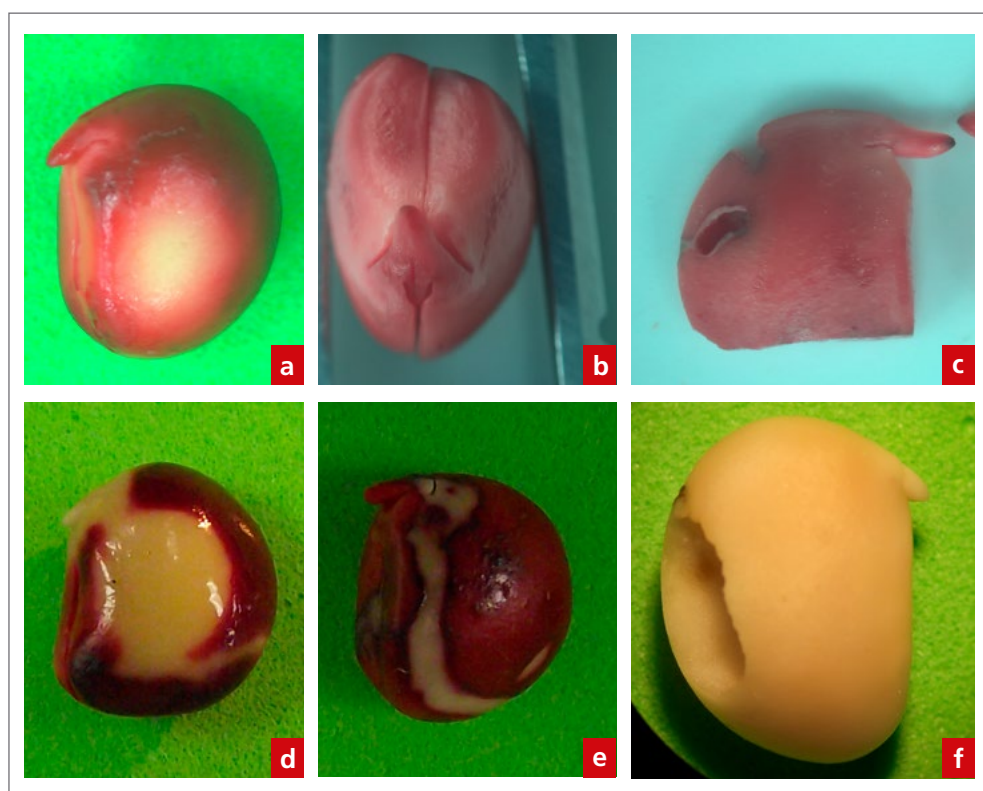
## Evaluación

A cada semilla de las cuatro repeticiones, se le elimina la cubierta seminal para facilitar la observación de los cotiledones y el embrión (figura 22).



**Figura 22.** Eliminación de la cubierta seminal que deja visible los cotiledones y parte del embrión (radícula).

Con la ayuda de un estereoscopio, se puede observar el patrón de tinción del embrión y los cotiledones para determinar la viabilidad de cada semilla. Las semillas viables mostrarán una tinción uniforme del embrión y los cotiledones, lo que indica que tienen el potencial de producir plántulas normales, como se evidencia en las figuras 23a y 23b. Puede haber áreas que no presenten una tinción completa (figura 23c), pero aun así se consideran semillas viables, siempre y cuando el área teñida no supere las dos terceras partes de la radícula, medida desde la punta de la radícula o la parte media superior de los cotiledones (ISTA, 2016). Un tejido vigoroso mostrará una coloración roja tenue normal, mientras que una coloración intensa indicará que el tejido es débil (figuras 23d y 23e) debido a la difusión del tetrazolio en las membranas de las estructuras. En este caso, es importante revisar la región de la semilla que presenta esta condición. El tejido muerto (figura 23f) no mostrará ninguna tinción (Franca-Neto, 2019).



**Figura 23.** Tinción fuerte de los cotiledones de semillas de guandul en semillas no viables. a. Tinción uniforme de la semilla, detalle del cotiledón; b. Tinción uniforme de la semilla, detalle del embrión; c. Semilla viable sin tinción uniforme del cotiledón y con daño; d. Semilla no viable de guandul, con tinción parcial del cotiledón; e. Semilla no viable de guandul, con tinción fuerte del embrión; f. Semilla no viable de guandul, sin tinción completa.

## Resultados

El valor de viabilidad por cada repetición se registra como se indica en la tabla 27. La viabilidad de una muestra de semillas de guandul se expresa como el porcentaje promedio de las cuatro repeticiones de las semillas consideradas como viables, como se indica en la siguiente fórmula:

$$Viabilidad Rn (\%) = \left( \frac{SVRn}{NSRn} \right) * 100$$

$$Viabilidad total (\%) = \frac{VR1 + VR2 + VR3 + VR4}{4}$$

$$Viabilidad R1(\%) = \left( \frac{30}{50} \right) * 100$$

$$Viabilidad R1 (\%) = 60$$

Tabla 27. Registro de datos obtenidos en la prueba de viabilidad por tetrazolio

Viabilidad por tetrazolio		Año: 2022	Mes: Junio	Día: 31
Repeticiones: 4	Semillas/ repetición: 50	Humedecimiento (h): 18	Concentración (%): 0,5	T(°C): 30
Acondicionamiento: Corte longitudinal a través de los cotiledones				
Repetición 1: 60 %	Repetición 2: 56 %	Repetición 3: 62 %	Repetición 4: 54 %	Viabilidad (%): 58 %

Fuente: Elaboración propia

Para garantizar la confiabilidad de la prueba, se debe tener presente la diferencia máxima permitida entre repeticiones, denominada “Tolerancia”, como se muestra en la tabla 28. Si la diferencia entre las repeticiones supera en valor la tolerancia, se recomienda repetir la prueba. El resultado se considera confiable si la diferencia entre las dos repeticiones no supera el valor máximo permitido de “Tolerancia” según se indica en la tabla 28.

**Tabla 28.** Tolerancia entre porcentajes para pruebas de viabilidad con tetrazolio

Porcentaje medio de viabilidad (%)		Tolerancia
99	2	5
98	3	6
97	4	7
96	5	8
95	6	9
93-94	7-8	10
91-92	9-10	11
89-90	11-12	12
87-88	13-14	13
84-86	15-17	14
81-83	18-20	15
78-80	21-23	16
73-77	24-28	17
67-72	29-34	18
56-66	35-45	19
51-55	46-50	20

Fuente: Elaboración propia con base en ISTA (2016)

Los resultados de todos los análisis de calidad realizados dentro del proceso de control interno deben quedar registrados para su trazabilidad. Para ello, se pueden diseñar y aplicar formatos como certificados de análisis u hojas de trabajo, como se muestra en la tabla 29. Esto permite un seguimiento oportuno y tomar decisiones a tiempo para lograr una mejora continua.

Tabla 29. Registro de resultados de análisis de calidad de semilla consolidado



**Hoja de trabajo para control interno  
Análisis de calidad de semilla sexual**

Información sobre la muestra de análisis							
Cultivo: Guandul		Especie: <i>Cajanus cajan</i> (L) Huth.			Lote: CR2021B01		
Categoría: Seleccionada		Peso del Lote (Kg): 1000			Peso Muestra (g): 1000		
Productor: Daniel Macías Montoya				Finca: El Carmen			
Municipio: Zona Bananera		Vereda: La Tigra		Departamento: Magdalena			
Fecha Año: 2022		Mes: 02		Día: 25		Responsable:	
Observaciones:							
Análisis de pureza física							
Responsable: Sheilla Moreno		Año: 2023		Mes: 06		Día: 17	
Componente	Peso (g)	Porcentaje (%)	Descripción de otras semillas: <i>Phaseolus</i>				
			Descripción de materia inerte				
Muestra Trabajo:	960		Partes de plantas	X	Insectos	X	
Semilla pura:	915	95,31	Partes de semillas	X	Tierra		
Materia Inerte:	25	2,6	Semillas vanas		Piedras		
Otras semillas:	20	2,08	Semillas sin tegumento	X	Polvo		
Total	960	100	Tegumento	X	Otros		
Observaciones:							
Determinación del contenido de humedad							
Responsable: Luis Díaz				Año: 2023		Mes: 06	Día: 17
Tipo de molido: Grueso		Temperatura (°C): 130			Tiempo (h): 1		
Repetición	Peso recipiente P1 (g)	Peso húmedo P2 (g)	Peso seco P3 (g)	Humedad (%)	CH (%)		
1	36,621	40,790	40,309	11,5	11,4		
2	35,699	39,960	39,479	11,3			

Tipo molido: Sin molido (NO); Fino o Grueso

(Continúa)

(Continuación)

Análisis de germinación										
Fecha inicio año: 2022		Mes: 06	Día: 20	Fecha finalización año: 2022			Mes: 06	Día: 30		
No Repeticiones: 4		Semillas/ repetición: 50		Temperatura (°C): 25		Sustrato: EP		Días de evaluación: 4; 10		
Evaluación de plántulas Normales					Plántulas Anormales	Semillas			Total	
Repetición	Primera	Segunda	Tercera	Total		Frescas	Duras	Muertas		
1	22	11		33	12	0	2	3	50	
2	19	10		29	12	2	0	7	50	
3	22	12		34	13	0	0	3	50	
4	24	10		34	10	0	2	4	50	
<b>Total</b>	87	43		130	47	2	4	17	200	
<b>Porcentaje (%)</b>	44	22		65	24	1	2	8	100	
<b>Germinación (%)</b>			65		Responsable: Luis Díaz					

Sustratos: Entre papel (EP); Sobre papel (SP); Suelo (S); Arena (A)

Viabilidad por tetrazolio		Año: 2022		Mes: Junio		Día: 31	
Repeticiones: 4	Semillas/ repetición: 50	Humedecimiento (h): 18		Concentración (%): 0,5		T(°C): 30	
<b>Acondicionamiento:</b> Corte longitudinal a través de los cotiledones							
Repetición 1: 60 %	Repetición 2: 56 %	Repetición 3: 62 %	Repetición 4: 54 %	Viabilidad (%): 58 %			

Fuente: Elaboración propia

## 4.7. Protocolo de monitoreo y muestreo fitosanitario

### Objetivos

Evaluar las poblaciones de insectos plaga, evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades y establecer estrategias de manejo integrado de insectos plaga y enfermedades.

### Descripción

Las estrategias de monitoreo y muestreo son dependientes de cada artrópodo plaga y patógeno. Además, son la principal herramienta para detectar de manera temprana los problemas ocasionados y manejarlos oportunamente.

### Alcance

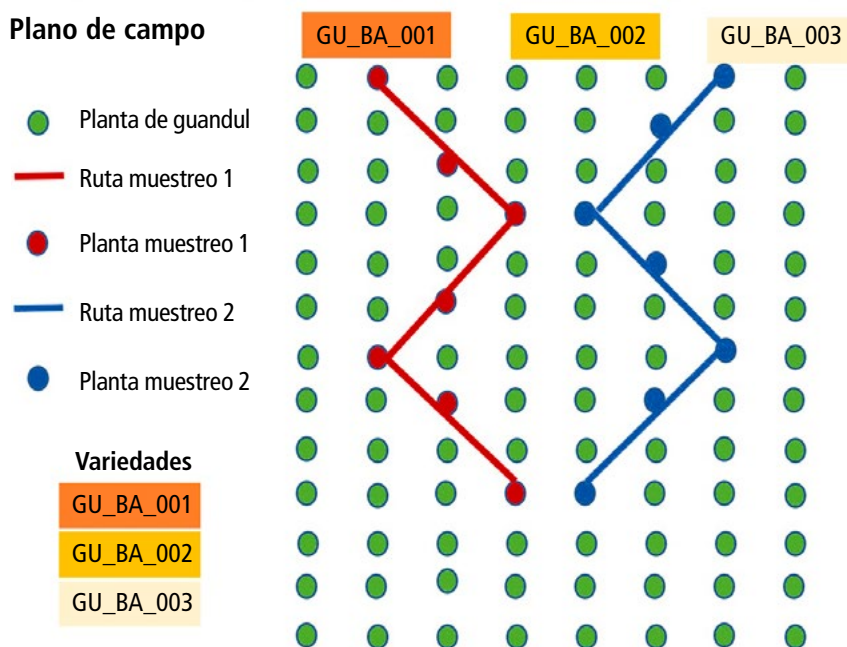
El monitoreo y el muestreo son herramientas del esquema de aseguramiento de la calidad sanitaria de la producción de semilla de guandul. Tienen como finalidad conocer el estado sanitario del cultivo, lo cual implica la evaluación de la evolución de las poblaciones de insectos plaga y la incidencia y severidad de las enfermedades. Esta información, a su vez, facilita el establecimiento de estrategias para el manejo integrado de estos problemas fitosanitarios.

### Materiales y métodos

- Formato de monitoreo y planillero.
- Lupa de 10 X.
- Bolsas de plástico y de papel de diferentes tamaños.
- Marcador.
- Alcohol.
- Tijeras podadoras.
- Viales.

## Procedimiento

Las siguientes son recomendaciones que se deben seguir para detectar tempranamente los artrópodos plaga y las enfermedades, lo que permite llevar a cabo un manejo oportuno de los mismos. El muestreo debe ser representativo de todas las áreas de producción de semilla y se debe hacer siguiendo las recomendaciones de la Resolución 3168 (ICA, 2015a), que establece un patrón de muestreo o monitoreo del insecto plaga o patógeno priorizado. En caso de que no exista un patrón establecido, se recomienda realizar el muestreo de forma equidistante, escalonado o en zigzag (figura 24).



**Figura 24.** Tipo de muestreo en zigzag implementado en las evaluaciones sanitarias del lote de guandul establecido en el Centro de Investigación Caribia.

Fuente: Elaboración propia

- Examinar visualmente la presencia de los insectos plaga o patógenos.
- Identificar daños, signos y síntomas causados por el insecto plaga o patógeno y tomar un registro fotográfico del daño o la sintomatología asociada a la enfermedad.

- Revisar las partes de la planta en diferentes estadios de crecimiento, especialmente cuando la probabilidad de ocurrencia o presencia del daño ocasionado por el insecto plaga o patógeno sea mayor.
- Tomar una muestra del insecto plaga o de la sintomatología asociada a la enfermedad para su identificación. Estas muestras se deben guardar y mantener en condiciones óptimas para su posterior análisis, lo cual implica refrigerarlas, cubrirlas con papel o toallas absorbentes, colocarlas en bolsas plásticas y etiquetarlas de forma adecuada.
- Marcar las muestras tomadas con la siguiente información, como mínimo: fecha, hora, lugar donde se tomó la muestra, coordenadas del lugar donde se tomó la muestra, semilla, tipo de muestra y razón por la que se tomó la muestra.
- Remitir la muestra al laboratorio para realizar el análisis respectivo y registrar la fecha del envío.
- Recibir y analizar el reporte de laboratorio para tomar las medidas adecuadas de manejo, control o prevención y registrar la fecha de entrega de resultados.
- Diseñar un formato (tabla 30) para el monitoreo y muestreo que puede adecuarse a las necesidades de quien realiza las evaluaciones sanitarias, a la especie de semilla y a la recomendación dada por la autoridad sanitaria.

**Tabla 30.** Registro de monitoreo de los artrópodos plaga asociados al cultivo del guandul

N° planta	<i>Diaphaulica aulica</i>	<i>Naupactus</i> sp.	Tingidae	Araña roja	<i>Trigona</i> sp.	<i>Melanogromyza</i> sp.	Lepidoptero	<i>Acanthoscelides</i> sp.
1								
2								
3								
4								
5								

Fuente: Elaboración propia



## Capítulo V

---

### Regeneración de semilla de guandul para bancos de germoplasma

---

Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura constituyen la base de la subsistencia de la humanidad. Estos recursos satisfacen necesidades fundamentales, contribuyen a abordar problemas como el hambre y la pobreza, desempeñan un papel crucial en cuestiones de seguridad alimentaria y son un componente integral de la biodiversidad agrícola: fundamental para el desarrollo económico global. Además, son esenciales para la supervivencia de comunidades que dependen de la agricultura (FAO, 2012). No obstante, estos recursos fitogenéticos han experimentado una pérdida significativa, principalmente debido a su uso inadecuado. Por lo tanto, es imperativo conservarlos para el beneficio de las generaciones actuales y futuras. Los recursos fitogenéticos pueden ser preservados y protegidos mediante Bancos de Germoplasma, que representan una colección de la variabilidad genética y la diversidad de plantas, animales y microorganismos. Estos bancos tienen un valor estratégico crucial para el desarrollo de cada país (Jaramillo & Baena, 2000).

La regeneración de semillas para bancos de germoplasma de guandul tiene como objetivo principal asegurar la conservación de las semillas y promover su uso, en consonancia con los tratados, reglamentos y convenciones nacionales e internacionales que regulan los bancos de germoplasma para la alimentación y la agricultura. Esto se logra mediante la implementación de procedimientos operativos estándar específicos para la especie. Los bancos de germoplasma están comprometidos en garantizar que las accesiones conservadas y distribuidas sean viables y se mantengan en condiciones óptimas durante el mayor tiempo posible. No obstante, incluso con los más rigurosos estándares de manipulación, los materiales pueden degradarse con el tiempo y, por lo tanto, deben ser regenerados (FAO 1998). El término “regeneración” se define como el proceso de sembrar especímenes genéticamente idénticos a los originalmente recolectados. Esto se realiza cuando la viabilidad de las semillas disminuye, el número de semillas conservadas se ha reducido o por razones sanitarias, con el propósito de eliminar enfermedades u otros problemas (Dulloo et al., 2008).

La regeneración es una actividad que conlleva riesgos para la integridad del material genético, especialmente cuando se regeneran accesiones genéticamente heterogéneas de cultivos alógamos, como es el caso del guandul. El objetivo de la regeneración es conservar la diversidad genética original y la estructura de la accesión o colección, al tiempo que se asegura la eficiencia en la producción de suficientes semillas teniendo en cuenta el ciclo de vida del genotipo, la tasa de reproducción y el ambiente necesario para lograr una regeneración exitosa (FAO & International Plant Genetic Resources Institute [IPGRI], 1994). De igual forma, la cantidad de semilla necesaria para la regeneración debe calcularse cuidadosamente, tomando en consideración el número de plantas que se regenerarán, la tasa de germinación y el éxito en el establecimiento de la accesión en el campo. También debe tenerse en cuenta la cantidad de semillas necesarias para la conservación a largo plazo y si se llevarán a cabo caracterizaciones y evaluaciones de la accesión durante el proceso de regeneración (Hanson, 1985).

## **5.1. Los bancos de germoplasma que conservan el guandul**

La producción de semilla para los bancos de germoplasma comienza con la identificación de los requerimientos edafoclimáticos para la producción de semillas de guandul, como se detalló en el capítulo 2. En Colombia, este proceso es llevado a cabo por dos bancos de germoplasma:

- a) El Banco de Germoplasma de la Alianza Bioersity-CIAT, que cuenta con una colección activa de semillas forrajeras ubicada en Palmira, Valle del Cauca.
- b) El Banco de Germoplasma de AGROSAVIA, que tiene colecciones activas de semillas ubicadas en Rionegro, Antioquia, y Mosquera, Cundinamarca.

Los procesos de regeneración se llevan a cabo en las siguientes estaciones experimentales:

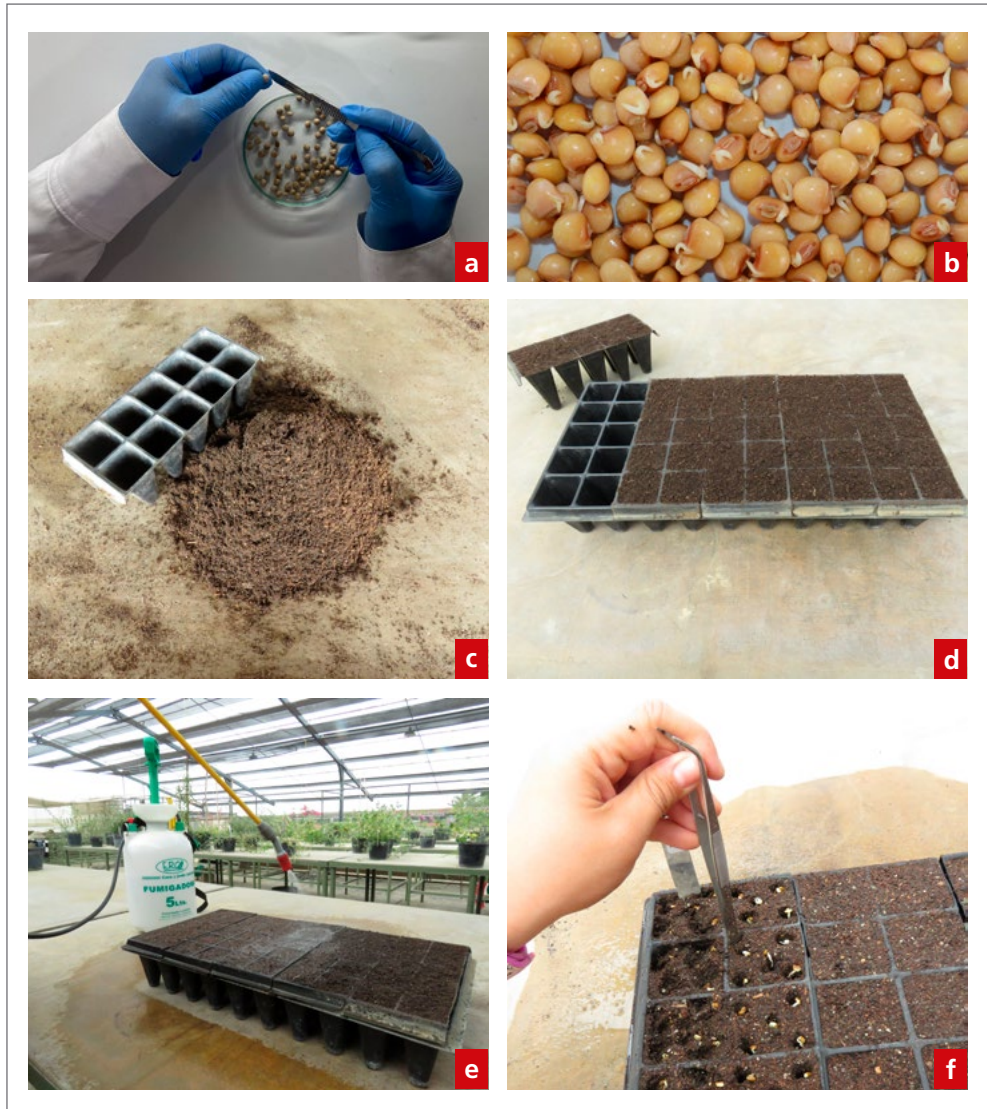
- Estación de CIAT Palmira (Valle del Cauca): altitud de 965 m s. n. m., temperatura media de 23,8 °C, precipitación media de 913 mm/año y suelos de tipo vertisol con una alta concentración de arcillas, pH neutro (entre 6,5 y 7,0), ricos en materia orgánica (2 %), altos en P y deficientes en K.
- Estación de CIAT Quilichao (Cauca): altitud de 990 m s. n. m., temperatura media de 23 °C, precipitación media de 1.800 mm/año y suelos de tipo oxysol, pH ácido (entre 4,0 y 5,5) con bajo contenido de Ca, Mg, B, Zn y alta presencia de Al.
- Estación AGROSAVIA Zona Bananera (Magdalena): altitud de 27 m s. n. m., temperatura media de 29 °C, precipitación media de 1009 mm/año y régimen de lluvias bimodal y suelos con textura franco-arenosa, topografía plana, pH ligeramente ácido (6,34), no salino (CE: 0,22 dS/m), bajo contenido de materia orgánica (1,90 g/100g) y nivel freático profundo (> 3,0 m).

## 5.2. Procedimiento para realizar la regeneración de guandul

La selección del material que se va a regenerar se realiza cuando la viabilidad disminuye o el número de semillas conservadas se reduce, o también por razones sanitarias para eliminar patógenos cuarentenarios. Se recomienda seguir los protocolos de pureza varietal, pureza física, germinación y viabilidad descritos en el capítulo 4.

En cuanto a la siembra y el establecimiento de plántulas, es importante tener en cuenta que la testa de la semilla de guandul es dura, por lo tanto, es necesario realizar una escarificación para acelerar la germinación. Esta escarificación se hace manualmente para facilitar la absorción de agua y el transporte de nutrientes dentro de la semilla. Para llevar a cabo este proceso, se utiliza un bisturí para realizar una pequeña incisión en la parte opuesta al hilum de la semilla (como se muestra en la figura 25a). Se estima que una persona puede escarificar hasta 3.000 semillas al día de esta manera, lo cual acelera la germinación y rompe la latencia de las semillas de guandul (figura 25b).

Luego, se pone el sustrato en bandejas de germinación que han sido previamente lavadas con una solución de hipoclorito al 0,2 %, y se humedece el sustrato utilizando un aspersor con goteo fino (figura 25c, 25d y 25e). En el caso de CIAT, depositan hasta 5 semillas pregerminadas en cada alveolo de las bandejas (figura 25f).



**Figura 25.** Proceso de escarificación de las semillas de guandul y disposición de semillas pregerminadas en bandejas de germinación. a. Proceso de escarificación de las semillas de guandul; b. Germinación de semillas de guandul después de la escarificación; c. Bandeja para germinación y sustrato cernido para llenar la bandeja; d. Bandejas de germinación utilizadas en CIAT que constan de 50 alveolos con subdivisiones de microbandejas de 10 alveolos; e. Suministro de agua con aspersor de goteo fino a la bandeja con sustrato previo a la ubicación de semillas pregerminadas de guandul; f. Ubicación de semillas pregerminadas. Se ubican hasta 5 semillas por alveolo de la bandeja.

Las bandejas de germinación utilizadas varían en tamaño y diseño. En CIAT, se emplean bandejas de 50 alveolos (como se muestra en la figura 26a), mientras que en AGROSAVIA, se prefiere la siembra individual en bandejas de 24 alveolos (figura 26c) o en bolsas individuales (figura 26b).

En cuanto al sustrato utilizado en el proceso de regeneración de guandul, en CIAT se emplea una mezcla compuesta por un 58 % de sustrato de cáscara de coco, un 14 % de arena de río y un 28 % de suelo. Por otro lado, en AGROSAVIA la mezcla de sustrato consiste en un 20 % de cascarilla de arroz, un 20 % de arena de río, un 30 % de suelo y un 30 % de lombricompost. Se recomienda esterilizar el sustrato mediante la exposición al vapor de agua durante 8 horas o mediante solarización y luego cernirlo pasándolo por una zaranda de malla expandida inoxidable con 8 orificios por pulgada para lograr homogeneidad. Posteriormente, el sustrato se debe hidratar con una solución de agua del grifo e hipoclorito de sodio (NaCl) al 0,2 % para desinfectar el sustrato.

Es importante tener en cuenta los siguientes puntos clave:

- El orificio donde se va a sembrar debe ser más grande que el tamaño de la semilla.
- Independientemente del tamaño de la semilla, después de sembrada, se debe cubrir o tapar con 0,5 cm del sustrato.

Para conservar la identidad de las accesiones a sembrar, se debe utilizar una etiqueta de marcación que puede estar hecha de acrílico (como se muestra en la figura 26c) o de aluminio (figura 26d) en forma de estaca para enterrarla en el sustrato (figura 26e). En la parte superior de esta etiqueta, debe haber un espacio en el cual se pueda adherir una etiqueta con la información correspondiente, que incluye el número de accesión, el número de lote de semilla, el género, la especie y la fecha de siembra. Si no se dispone de etiquetas autoadhesivas para este propósito, es posible realizar la marcación de manera manual utilizando un marcador permanente.

*Aclimatación y endurecimiento:* durante las etapas iniciales, las plántulas son delicadas y requieren condiciones protegidas en un cobertizo. Así se inicia el programa de nutrición, que implica la aplicación de fertilizantes diseñados para las distintas fases fenológicas del cultivo, la cual se realiza cada quince días. En las primeras etapas, los fertilizantes contienen una mayor proporción de nitrógeno (N) y fósforo (P), mientras que en la fase de floración se incrementa el uso de potasio (K) y microelementos.

El control fitosanitario se lleva a cabo mediante métodos químicos utilizando una bomba motorizada para aplicar una mezcla de fungicidas específicos y pesticidas o acaricidas específicos en una dosis de 1,0 gramo por litro de agua por producto.

*Trasplante a sitio definitivo:* el principal criterio para llevar a cabo el trasplante de guandul es cuando las plantas alcanzan al menos 15 cm de altura (como se muestra en la figura 26a). Antes del trasplante, el material debe someterse a un proceso de aclimatación, que consiste en exponer las plántulas al ambiente libre durante un período de 8 días, con riego cada dos días. El día del trasplante, antes de transportar los materiales, se debe realizar un riego adecuado y el transporte debe llevarse a cabo en un vehículo cubierto para evitar dañar las plantas con el viento (como se ilustra en las figuras 26f y 26g). Al preparar el material para la siembra en el campo, es fundamental:

- Desinfectar el suelo con solarización o con fungicidas específicos para hongos fitopatógenos del suelo.
- Regar abundantemente el surco y las bandejas antes del trasplante.
- Retirar cuidadosamente la planta de la bandeja de plástico para no dañar el sistema radical.
- Antes de sacar la planta de la bandeja, verificar que el sustrato esté a capacidad de campo para que la plántula salga fácilmente sin dañar las raíces.
- Marcar el lote experimental para la regeneración de semillas de guandul (figura 26h).



(Continúa Figura 26)

(Continuación Figura 26)

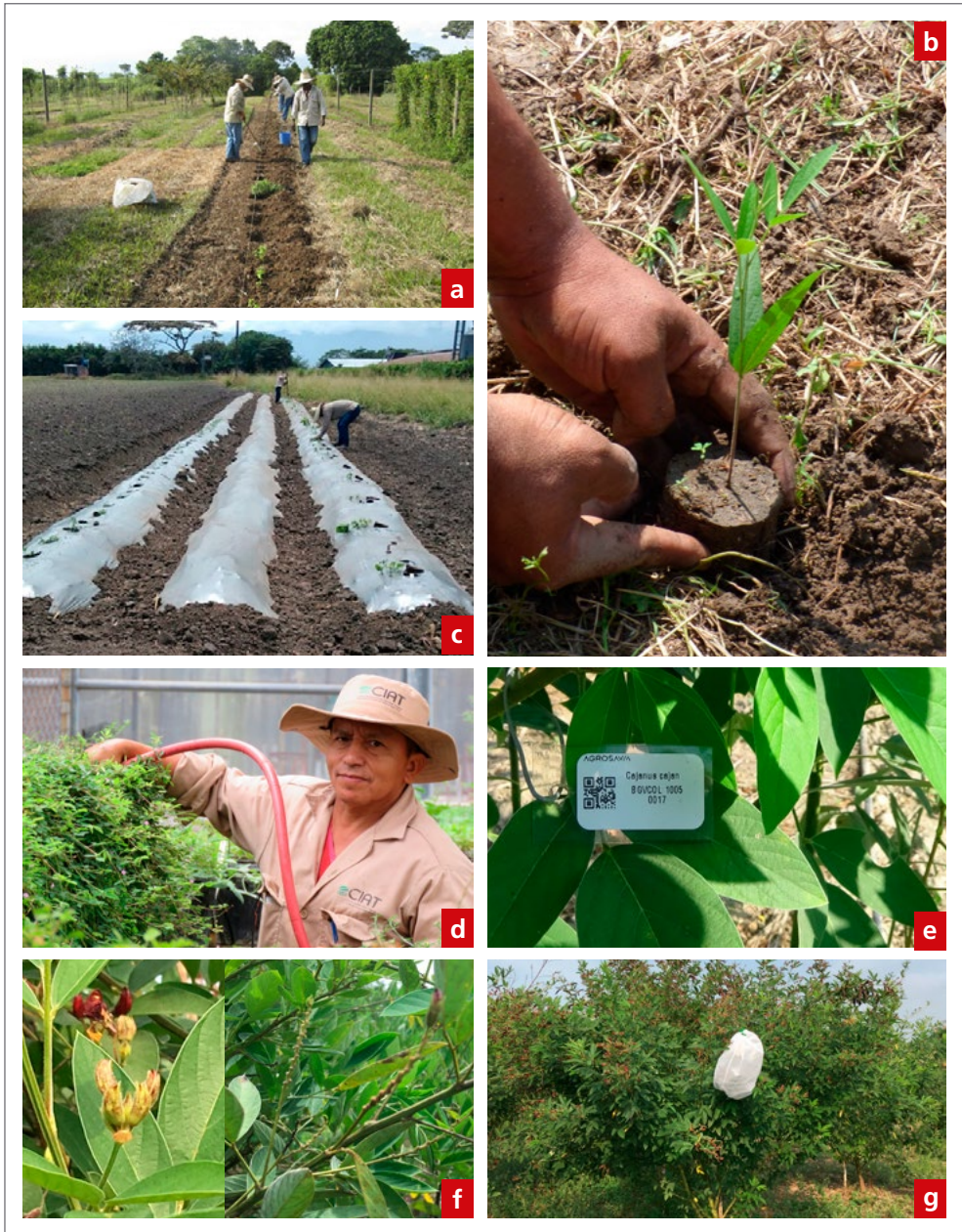


**Figura 26.** Proceso de marcación de las acciones en vivero y desplazamiento al lugar de siembra definitivo. a. Bandeja de germinación de 50 alveolos utilizada en CIAT con plántulas de 15 días después de la siembra; b. Bolsas para germinación utilizadas en AGROSAVIA con plántulas de 10 días después de la siembra; c. Bandejas de germinación de 24 alveolos empleadas en AGROSAVIA con plántulas de 10 días después de la siembra; d. Uso en CIAT de etiquetas adhesivas pegadas a paletas de aluminio tipo estaca; e. Detalle de las estacas de aluminio enterradas en el sustrato de la bandeja para marcar las accesiones; f. Ubicación de las bandejas con plántulas de guandul para el transporte en un vehículo de CIAT; g. Ubicación de las bolsas con plántulas de guandul dentro del vehículo para transporte en un vehículo de AGROSAVIA; h. Marcación de los lotes experimentales de regeneración de semilla de guandul.

Para el trasplante definitivo de las plántulas de guandul, en CIAT se utiliza una barra de excavación para crear agujeros de aproximadamente 15 cm de profundidad (como se muestra en la figura 27a). Antes de plantar, se colocan 3 g de fertilizante (15-15-15) en cada agujero, y luego se procede con el trasplante en el campo (figura 27b). También es posible utilizar plástico en las parcelas de siembra para controlar las malezas (figura 27c) y proporcionar agua, ya sea a través de un sistema de riego por goteo o mediante riego localizado con una manguera (figura 27d). En caso de que la temperatura sea elevada durante el trasplante, se recomienda aplicar agua 2 horas después de trasplantar la primera planta y continuar con riegos diarios. La fertilización se realiza quincenalmente con una dosis de 3 g por litro de agua, y se ajusta según el ciclo de vida de las plantas. Además, se lleva a cabo un control preventivo de patógenos de forma semanal y un monitoreo quincenal de plagas para detectar posibles focos de infestación de insectos.

Para la identificación de los materiales en el campo, se utilizan etiquetas adheridas a una placa de acrílico que contiene un agujero en uno de sus extremos, lo cual sujeta la etiqueta a la planta en el campo (figura 27e). Cada planta debe ser etiquetada individualmente para garantizar la trazabilidad y contener información como el número de accesión, especie, entidad y código QR. Es fundamental crear un mapa del lote en formato Excel, que se conserve tanto digital como en papel, y que sirva como una guía física para identificar las parcelas dentro del lote en un momento específico. Esto es especialmente útil en caso de que una etiqueta de identificación de una accesión se deteriore o se pierda.

CIAT lleva a cabo regeneraciones multiespecie de su colección de especies forrajeras, a la cual pertenece el guandul. Esta actividad se realiza una vez al año para el guandul, con la participación de dos accesiones. Para evitar cruces no deseados, se efectúan siembras en lotes separados, como se muestra en las figuras 27a y 27c. Por otro lado, AGROSAVIA realizó la última regeneración de toda su colección de guandul entre 2022 y 2023. Dado que había materiales genéticos distintos en producción en el mismo lote, se tomó la precaución de aislar los materiales para prevenir cruzamientos no deseados. Esto se logró utilizando bolsas de tela para cubrir las ramas que contenían flores antes del proceso de antesis, como se ilustra en la figura 27g. Este método evitó que los polinizadores tuvieran acceso a las flores (figura 27f) y, por lo tanto, impidió la polinización cruzada.



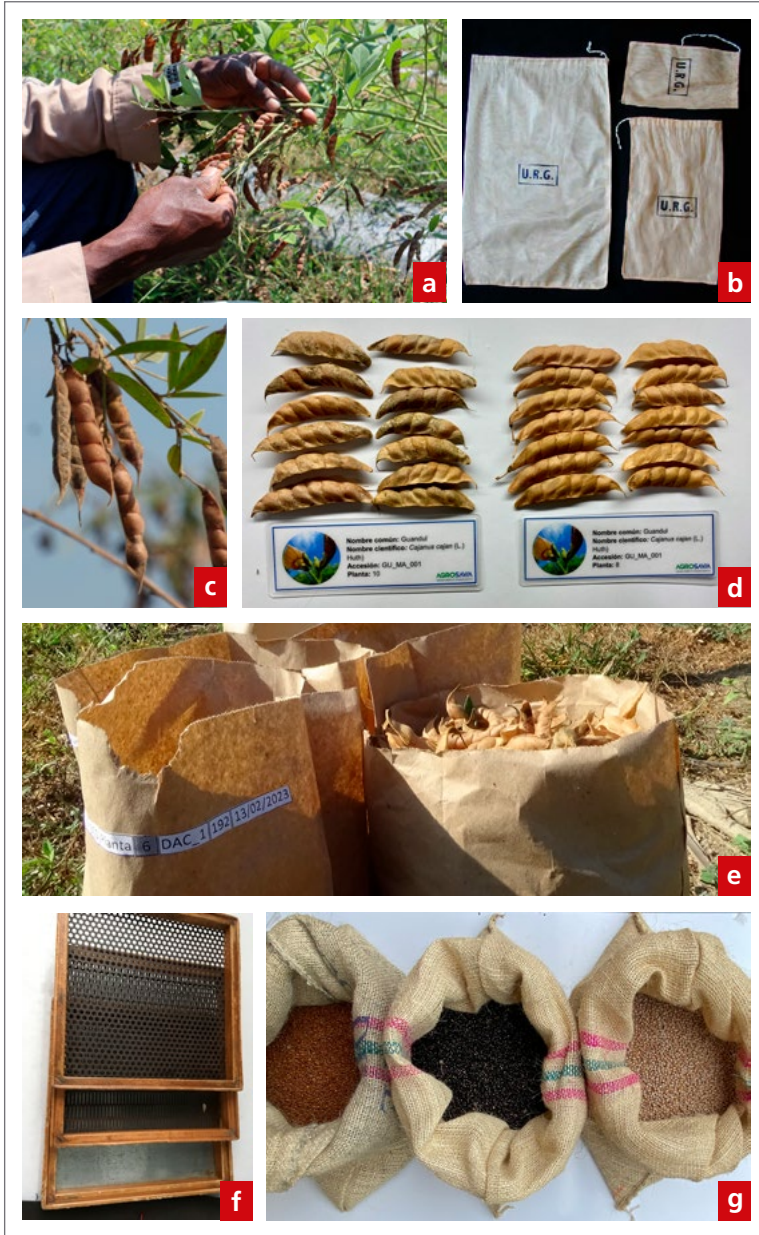
**Figura 27.** Proceso de trasplante, marcación en campo y embolsado de plantas para evitar cruzamientos de las accesiones. a. Trasplante en campo de plántulas de guandul en CIAT; b. Trasplante de una plántula de guandul a sitio definitivo en AGROSAVIA; c. Ubicación de plástico en las camas de siembra para manejo de malezas en cultivo de guandul en CIAT; d. Riego localizado a plántulas de guandul en CIAT; e. Marcación de una planta de guandul para colectar las semillas en AGROSAVIA; f. Botones florales previos a ser embolsados en la primera cosecha y después de varias cosechas en AGROSAVIA; g. Rama de guandul embolsada con botones florales en su interior en AGROSAVIA.

*Cosecha:* se lleva a cabo de forma manual en plantas que han alcanzado la madurez fisiológica, como se muestra en la figura 28a. Se realiza al menos dos veces por semana, y se toma la precaución de asegurarse de que las vainas cosechadas correspondan al material indicado en la etiqueta de la bolsa. Estas bolsas cuentan previamente con un código de barras o código QR para evitar errores en el etiquetado manual. Siguiendo las normas de la FAO para la gestión de los bancos de germoplasma, las cosechas se realizan de manera uniforme, es decir, se toman semillas en cantidades iguales de cada planta con el objetivo de mantener la pureza genética de cada accesión. Las bolsas utilizadas para la cosecha de las vainas de guandul deben ser de material poroso, como se muestra en la figura 28b, para permitir que las semillas continúen secándose y pierdan humedad después de la cosecha. También se pueden emplear bolsas de papel craft, como se aprecia en la figura 28e, y se recomienda que estas bolsas cuenten con doble marca (tanto interna como externa) para evitar problemas en caso de que la etiqueta exterior se extravíe durante el transporte a la poscosecha.

Es esencial capacitar al personal encargado de la cosecha sobre la identificación de la morfología básica de las vainas de guandul para realizar la cosecha de forma selectiva, vaina por vaina, con el objetivo de evitar daños mecánicos. En algunas regiones del país, se realiza la cosecha partiendo la rama de forma no selectiva, como se muestra en la figura 28c. Esto conlleva la obtención de vainas en diferentes estados de madurez: algunas en el punto óptimo de cosecha y otras pasadas de este punto, como se ilustra en la figura 28d. Esta práctica puede generar pérdidas en la calidad fitosanitaria de las vainas y favorecer la aparición de hongos e insectos, como el gorgojo de la semilla (*Acanthoscelides zeteki*) y la mosca asiática (*Melanagromyza obtusa*).

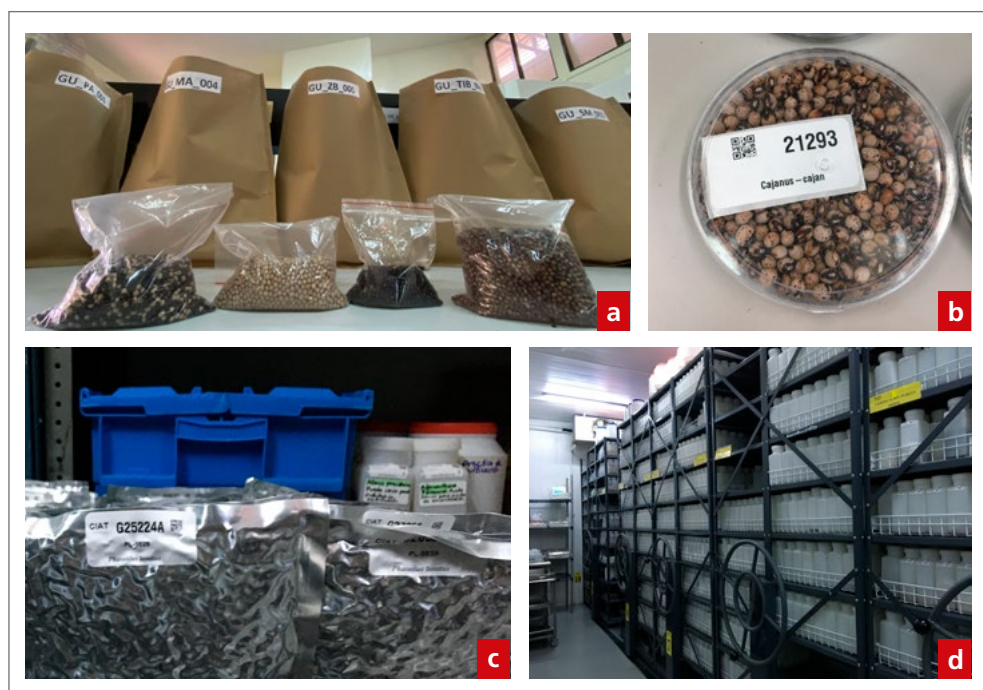
Una vez que se ha realizado la cosecha en su punto óptimo, como se muestra en la figura 28e, se procede al beneficio de las semillas. Para ello, se lleva a cabo un proceso de pre-secado con el objetivo de reducir la humedad de las semillas del 22 % al 12 % en un período no mayor de 7 días. En CIAT, este proceso se realiza mediante secadores de aire fresco con una temperatura promedio de  $20 \pm 3$  °C y una humedad relativa de  $28 \pm 3$  %. En AGROSAVIA, el pre-secado se efectúa poniendo la cosecha en bolsas de papel al sol de forma indirecta durante 4 días consecutivos.

Finalmente, se procede a separar las semillas de las vainas a través de la trilla manual, ya sea mediante desgrane o frotando las vainas secas sobre la superficie de una zaranda, como se muestra en la figura 28f, con el fin de eliminar las impurezas de mayor tamaño en una etapa de pre-limpieza. Posteriormente, se separan las impurezas livianas mediante el proceso de venteo para obtener el material limpio y correctamente separado, tal como se muestra en la figura 28g.



**Figura 28.** Proceso de cosecha y beneficio de guandul. a. Cosecha de guandul por ordeño o desprendimiento de vainas en CIAT; b. Bolsas empleadas en CIAT para la cosecha y empaque de diferentes tipos y tamaños de semillas de guandul; c. Rama de guandul con vainas pasadas de cosecha y en punto óptimo en AGROSAVIA; d. Separación de vainas con puntos negros porque afectan la calidad de la semilla pura; e. Bolsas de cosecha marcadas con la ubicación de la planta 6 en la primera cosecha al día 192 realizada el 13 de febrero de 2023 en el Centro de Investigación Caribea de AGROSAVIA; f. Zaranda utilizada para beneficio de semilla de guandul en CIAT; g. Sacos de fique con cosechas de guandul de diferentes accesiones en AGROSAVIA.

La cosecha de guandul debe llevarse a cabo siguiendo estrictos parámetros de trazabilidad. Por lo tanto, las bolsas utilizadas para la cosecha deben ser marcadas con el código de cada accesión, como se muestra en la figura 29a. En caso de tener una cantidad reducida de material, es posible almacenarlo en recipientes más pequeños, como se ilustra en la figura 29b, antes de transferir las semillas a bolsas trilaminadas de aluminio, que funcionan como un empaque hermético al vacío (figura 29c). Esto se hace para proteger las semillas de agentes externos, como la luz, el aire, los microbios, etc. Finalmente, las bolsas selladas herméticamente se almacenan en un cuarto frío, como se muestra en la figura 29d.

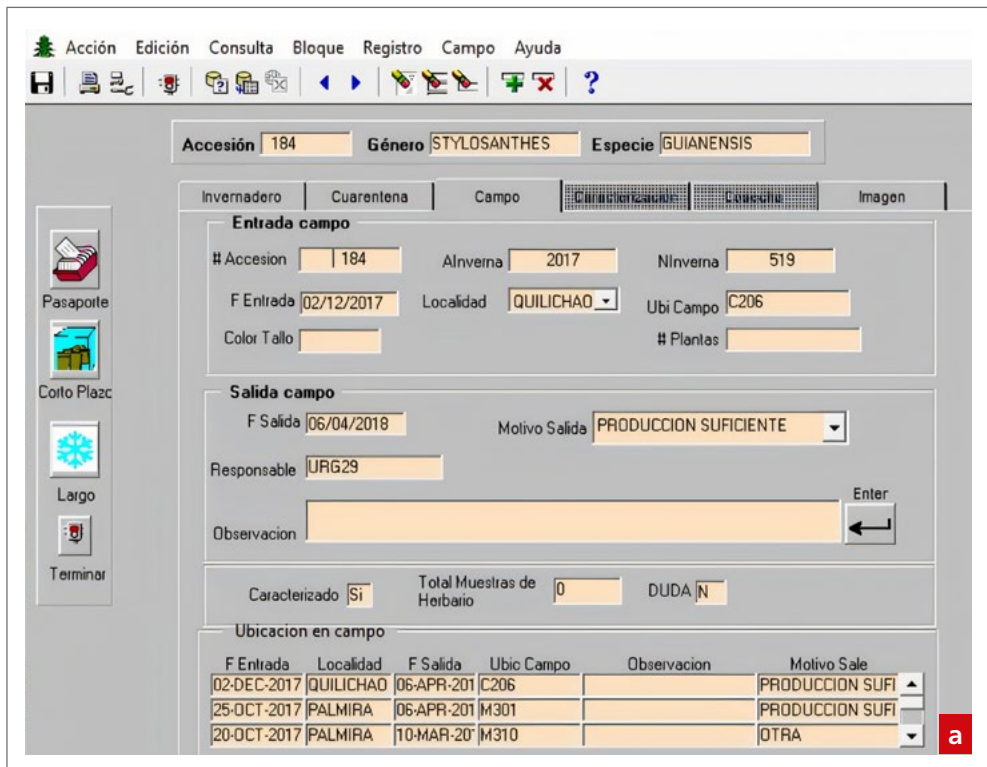


**Figura 29.** Almacenamiento en proceso de beneficio y en cuartos fríos de bancos de germoplasma. a. Trazabilidad en el proceso de beneficio de la semilla de guandul en AGROSAVIA; b. Semilla de guandul en recipientes pequeños antes de pasar a cuarto frío; c. Almacenamiento en CIAT de semillas en cuarto frío en bolsas trilaminadas de aluminio; d. Almacenamiento en frío de semilla de guandul en el banco de germoplasma de CIAT.

En CIAT, todos los registros almacenados en formato Excel se guardan en una red compartida a la que tienen acceso los técnicos del equipo y de las diferentes estaciones. En lo que respecta al trasplante, la información se registra en una base de datos de Oracle utilizando la aplicación de escritorio Oracle Forms, específicamente diseñada para los procesos del banco. Los datos que se ingresan en esta base de

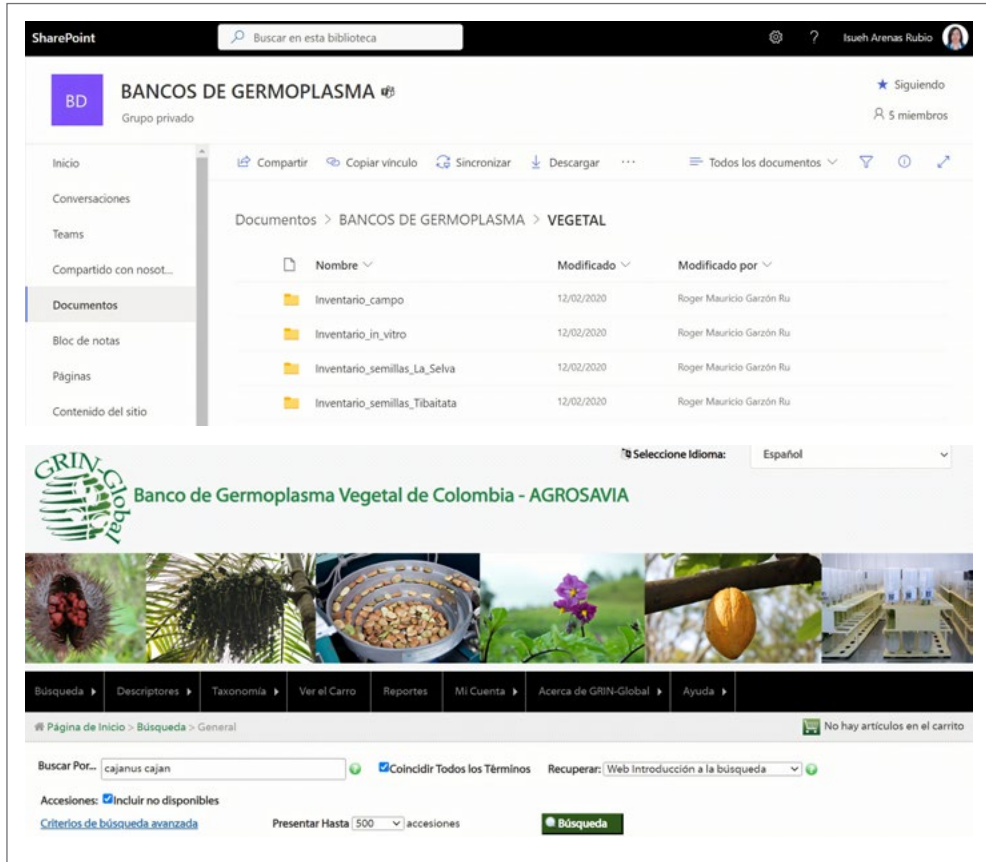
datos incluyen la fecha del trasplante, el número de plantas, la estación, el nombre del lote, el número de parcela y la persona responsable de registrar la información (figura 30a). En AGROSAVIA, la información se registra en Excel y se centraliza en la herramienta digital SharePoint, lo cual permite que todo el grupo de curadores tenga acceso a la información (figura 30b), en la que se incluyen documentos que reporten sucesos con las accesiones.

La información y la documentación se registran utilizando el *software* especializado para el manejo y trazabilidad de la información asociada a los recursos biológicos conservados en los Bancos de Germoplasmas GRIN-Global (figura 30c). Este *software* fue desarrollado en conjunto por Agricultural Research Service (ARS), Bioversity International y Global Crop Diversity Trust. Esta herramienta permite gestionar, publicar y consultar información sobre los recursos genéticos vegetales con el objetivo de facilitar su conservación y uso en el mundo. El *software* utiliza un sistema de manejo estandarizado de las accesiones conservadas en los bancos de germoplasma, lo que permite dar a conocer y permitir el acceso a aquellas personas u organizaciones interesadas en su utilización.



(Continúa Figura 30)

(Continuación Figura 30)



The screenshot shows a SharePoint interface for a private group named 'BANCOS DE GERMOPLASMA'. The main content area displays a list of documents under the path 'Documentos > BANCOS DE GERMOPLASMA > VEGETAL'. The table below summarizes the visible document entries:

Nombre	Modificado	Modificado por
Inventario_campo	12/02/2020	Roger Mauricio Garzón Ru
Inventario_in_vitro	12/02/2020	Roger Mauricio Garzón Ru
Inventario_semillas_La_Selva	12/02/2020	Roger Mauricio Garzón Ru
Inventario_semillas_Tibaitata	12/02/2020	Roger Mauricio Garzón Ru

Below the document list, there is a banner for 'Banco de Germoplasma Vegetal de Colombia - AGROSAVIA' with a logo and a collage of images showing various plant parts and seeds. At the bottom, there is a search bar with the text 'cajanus cajan' and a 'Búsqueda' button.

**Figura 30.** Herramientas informáticas utilizadas para asegurar los procedimientos de curaduría de los bancos de germoplasma. a. Registro de la información en Oracle Forms en CIAT; b. Registro de la documentación en SharePoint en AGROSAVIA; c. Gestión de la información del banco de germoplasma de AGROSAVIA.

---

## Referencias

---

- Abreu, E., Armstrong, A., González, V., Bosques, A., & Acevedo, E. (2003). La mosca asiática del gandul, *Melanagromyza obtusa* (Malloch) (Diptera-Agromyzidae), una nueva plaga en Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 87(1-2), 65-67. <https://doi.org/10.46429/jaupr.v87i1-2.1130>
- Agudelo, G. A., Cañar, D. Y., Pabón, M. A., Bello, M., & Hernández, 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. T. (1988) *Manual de beneficio de semillas*. Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT].
- Araúz, N., Santos, A., Cambra R., & Bernal, J. (2013). *Insectos plagas y parasitoides asociados al cultivo de guandú (Cajanus cajan (L) Millsp. Fabaceae) en Chiriquí, República de Panamá*. *Tecnociencia*, 15(1), 5-18.
- Arenas, I., del Toro, J. M., Moreno, S., Hernández, J. F., Gutiérrez, I. A., Berrocal, J. H., Guzmán, L. F., Medina, M. J., Aguilar, P. A., Soto, R. J., Montero, Y. D., & Ramírez, J. (2022a). *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>
- Arenas, I., Moreno, S., Montero, Y. D., & Gutiérrez, I. A. (2022b). *Descriptores de guandul (Cajanus cajan (L.) Huth.), guía ilustrada y catálogo técnico*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.740557>
- Arenas, I., Moreno, S., Montero, Y. D., Gutiérrez, I. A., Aguilar, P. A., & Ramírez, J. (2022c). *Guandul (Cajanus cajan (L.) Huth): recuperación de materiales locales y producción de semilla de calidad con agricultores colombianos*. Congreso Nacional de Semillas 2022. Asociación Colombiana de Semillas y Biotecnología [ACOSEMILLAS].

- Arenas, I. (2022d). El acceso a la virtualidad para las organizaciones del Plan Nacional de Semillas con la especie guandul (*Cajanus cajan*) en procesos de vinculación de conocimientos en épocas de pandemia. Día mundial de la alimentación “Sin dejar a nadie atrás” Baranoa, Atlántico, Colombia.
- Binder, U. (1997). *Manual de leguminosas de Nicaragua*. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central; Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí.
- Bohra, A., Pareek, S., Jha, R., Saxena, R. K., Singh, I. P., Pandey, G., Mishra, R. K., Singh, F., Kaashyap, M., Joshi, R., & Varshney, R. K. (2017). Modern Genomic Tools for Pigeonpea Improvement: Status and Prospects. En R. K. Varshney, R. K. Saxena, & S. A. Jackson (Eds.), *The Pigeonpea Genome* (pp. 40-54). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-63797-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63797-6_5)
- Boucher, S. (2010). Family Agromyzidae (leaf-mining flies). En B.V. Brown, A. Borkent, J. M. Cumming, D. M. Wood, N. E. Woodley, & M. Zumb Ado (Eds.), *Manual of Central American Diptera* (Vol. 2, pp. 1057-1071). NRC Research Press.
- Buck, M., Woodley, N. E., Borkent, A., Wood, D. M., Pape, T., Vockeroth, J. R., Michelsen, V., & Marshall, S. (2009). Key to dipteran families-Adults. En B.V. Brown, A. Borkent, J. M. Cumming, D. M. Wood, N. E. Woodley, & M. Zumb Ado (Eds.), *Manual of Central American Diptera* (Vol. 2, pp. 95-155). RC Research Press.
- Buddenhagen, C. E., Hernández Nopsa, J. F., Andersen, K. F., Andrade-Piedra, J., Forbes, G. A., Kromann, P., & Garrett, K. A. (2017). Epidemic network analysis for mitigation of invasive pathogens in seed systems: Potato in Ecuador. *Phytopathology*, 107(10), 1209-1218. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-17-0108-FI>
- Burdon, J. J., & Zhan, J. (2020). Climate change and disease in plant communities. *PLoS Biology*, 18(11), e3000949. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000949>
- Buriticá, P. E. (1999). *Directorio de patógenos y enfermedades de las plantas de importancia económica en Colombia*. Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]; Universidad Nacional de Colombia.
- Buriticá, P., Salazar, M., & Pardo, V. M. (2014). Pucciniales (Fungi), Royas de Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 67(S1), 1-93.
- Calderón, G. (1978). *El cultivo del guandul*. Instituto Colombiano Agropecuario [ICA].

- Calero, A., Pérez, Y., Quintero, E., Olivera, D., & Peña, K. (2019). Efecto de la aplicación asociada entre *Rhizobium leguminosarum* y microorganismos eficientes sobre la producción del frijón común. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(2), 295-308. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num2\\_art:1460](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1460)
- Carvajal, J. I., Martínez, C. A., & Truque, N. Y. (2016). Digestibilidad de la harina de guandúl (*Cajanus cajan*) en alimentación de pollos de engorde. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(1), 87-94. [http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(14\)87-94](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(14)87-94)
- Castillo, C., Narváez, W., & Hahn-Von-Hessberg, C. M. (2016). Agromorfología y usos del *Cajanus cajan* L. Millsp. (Fabaceae). *Boletín Científico del Centro de Museos de la Universidad de Caldas*, 20(1), 52-62. <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.1.5>
- Cedano, J. (2006). Guía técnica cultivo de guandul. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal [CEDAF].
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [cepal]. (2012). *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL].
- Cook, B. G., Pengelly, B. C., Schultze-Kraft, R., Taylor, M., Burkart, S., Cardoso, J. A., González J. J., Cox, K., Jones, C., & Peters, M. (2020). Tropical Forages: An interactive selection tool. Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT]; International Livestock Research Institute [ILRI].
- Cuadrado, H., Kerguelén, S., Contreras, A., Romero, A., & García, J. (2003). *Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe colombiana*. AGROSAVIA.
- Davis, D. R., & Robinson, G. S. (1999). The Tineoidea and Gracillarioidea. En N. P. Kristensen (Ed.), *Lepidoptera, Moths and Butterflies, 1: Evolution, Systematics, and Biogeography. Handbuch der Zoologie* (Vol. 1, pp. 91-117). Walter de Gruyter.
- Duffus, C. M., & Slaughter, J. C. (1980). *Seeds and their uses*. Wiley & Sons.
- Dulloo, M. E., Hanson, J., Jorge, M. A., & Thormann, I. (2008). Guías para la regeneración de germoplasma: lineamientos generales y principios orientadores. En M. E. Dulloo, I. Thormann, M. A. Jorge, & J. Hanson (Eds.), *Crop specific regeneration guidelines* [CD-ROM]. Consultative Group on International Agricultural Research [CGIAR]; System wide Genetic Resource Programme [SGRP].

- Eisenback, J. D., Hirschmann, H., Sasser J. N., & Triantaphyllou, A. C. (1981). *Guide to the four most common species of root-knot nematodes (Meloidogyne spp.)*. Plant Pathology and Genetics North Carolina State University and the United States Agency for International Development.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO]. (2011). *Manual for Pigeonpea Pest Surveillance*. National Centre for Integrated Pest Management; Central Research Institute for Dryland Agriculture; Indian Institute of Pulses Research.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO]. (2022). *EPPO Global Dataset*. <https://gd.eppo.int>.
- Flórez, D. L., Ramírez, J., & Hernández, J. F. (2019). *Esquemas de aseguramiento de la calidad como herramienta fundamental para la producción de semilla* [Ponencia] XXXIII Congreso Latinoamericano del Maíz y IV Congreso Nacional de Semilla. Montería, Colombia.
- Food and Agriculture Organization [FAO] & AfricaSeeds. (2019). *Materiales para capacitación en semillas – Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas*. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Food and Agriculture Organization [FAO], & International Plant Genetic Resources Institute [IPGRI]. (1994). *Normas para Bancos de Genes*. Food and Agriculture Organization [FAO], & International Plant Genetic Resources Institute [IPGRI].
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (1998). *The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture*. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2006). *Sistema de semillas de calidad declarada*. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2010). *Seeds in Emergencies: A technical handbook*. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2011). *Semillas en emergencias: manual técnico*. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2012). Segundo plan de acción mundial para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Food and Agriculture Organization [FAO].

- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2014). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2016). *Evaluación de la Seguridad de Semillas, Una guía para profesionales*. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2019a). *Glosario de términos fitosanitarios. Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias N° 5*. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2019b). *Materiales para capacitación en semillas. Módulo 6: Almacenamiento de semillas*. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2022). FAO STAT: Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Fuller, D. Q., Murphy, C., Kingwell-Banham, E., Castillo, C. C., & Naik, S. (2019). *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Origins and domestication: the South and Southeast Asian archaeobotanical evidence. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66(6), 1175-1188. <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00774-w>
- Gallego, M. (1967). Lista preliminar de insectos de importancia económica y secundarios, que afectan los principales cultivos, animales domésticos y al hombre, en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 26(65), 32-66.
- García, Y. E., Cabrera, D., & Fuenmayor, C. A. (2020). Obtención y caracterización de harinas compuestas de *Cucurbita moschata* D. y *Cajanus cajan* L. como fuentes alternativas de proteína y vitamina A. *Acta Agronómica*, 69(2): 89-96. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n2.80412>
- Garrett, K. A., Thomas-Sharma, S., Forbes, G. A., & Hernández, J. (2014). Climate Change and plant pathogen invasions. En Ziska L. H., & Dukes J. S. (Eds.), *Invasive Species and Global Climate Change* (pp. 22-44). Centre for Agricultural Bioscience International [CABI].
- Gaviria, E., Benítez, R., Lenis, L., & Hoyos, J. L. (2015). Optimización de la hidrólisis enzimática de proteínas presentes en semillas de guandul (*Cajanus cajan*). *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 114-122. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)114-122](https://doi.org/10.18684/BSAA(13)114-122)

- Grisales, S. O., & Orozco, M. S. 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.
- Guzmán, L. F., Arenas, I., Gutiérrez, I. A., Moreno, S., Hernández, J. F., & Aguilar, P. A. (2022). *Artrópodos asociados al cultivo del guandul (Cajanus cajan (L.) Huth) en el Caribe colombiano* [Ponencia]. XLIX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN). Bogotá, Colombia.
- Guzmán, R., López, L., & Taveras, R. (2018). Mosca asiática, *Melanagromyza obtusa* (Malloch) (Diptera: Agromyzidae), sus enemigos naturales y otras plagas asociadas al cultivo del guandul en República Dominicana. Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF).
- Hanson, J. (1985). *Practical Manuals for Genebanks: Procedures for Handling Seeds in Genebanks*. International Board for Plant Genetic Resources [IBPGR].
- Hernández, J. F. (2018). Cambio Climático, epidemiología vegetal y control biológico de fitopatógenos. En A. M. Cotes (Ed.), *Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros* (Vol. 2). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA].
- Hernández, J. F. (2019). *¿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., Ramírez, J., & Aristizábal, D. (2018). *¿Calidad de Semilla? Los Esquemas de aseguramiento sanitario (EAS) como herramienta para mejorar la calidad fitosanitaria en la producción de semillas* [Ponencia]. III Congreso Nacional de Semillas [ACOSEMILLAS], Bogotá, Colombia.
- Hernández, J. F., Thomas, S., & Garrett, K. A. (2014). Climate Change and Plant Disease. En N. V. Alfen (Ed.), *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* (pp. 232-243). <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00004-8>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (1978). El cultivo del guandul [Boletín técnico No. 63]. Zona Bananera, Colombia 23p.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2015a). Resolución 3168. “Por 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”.

- 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*”.
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2020). Resolución 780006. “*Por la cual se establecen los requisitos para el registro de viveros y/o huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación para la siembra en el país*”.
- Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero [INSPV]. (1980). *Manual para evaluación de plántulas en análisis de germinación*. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero [INSPV].
- International Board for Plant Genetic Resources [IBPGR]. (1993). Descriptores para Guandú [*C. cajan* (L.) Millsp.]. International Board for Plant Genetic Resources [IBPGR]; Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para los Trópicos Semiáridos (ICRISAT).
- International Plant Protection Convention [IPPC]. (2021). *Scientific review of the impact of climate change on plant pests – A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems*. International Plant Protection Convention [IPPC]; Food and Agriculture Organization [FAO].
- International Seed Testing Association [ISTA]. (2016). *Reglas Internacionales para el Análisis de Semillas*. International Seed Testing Association [ISTA].
- International Seed Testing Association [ISTA]. (2018). *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association [ISTA].
- Jaramillo, S., & Baena, M. (2000). *Material de apoyo a la capacitación en conservación ex situ de recursos fitogenéticos*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos.
- Kingsolver, J. M. (2004). *Handbook of the Bruchidae of the United States and Canada (Insecta: Coleoptera)*. [Technical Bulletin No. 1.912, Vol. 1,2]. United States Department of Agriculture [USDA].
- Krieg, C. P., Kassa, M. T., & von Wettberg, E. J. B. (2017). Germplasm Characterization and Trait Discovery. En R. K. Varshney, R. K. Saxena, & S. A. Jackson (Eds.), *The Pigeonpea Genome, Compendium of Plant Genomes* (pp. 65-79). Springer International Publishing AG.

- Kumar, A., Singh, M., Chand, G. (2016). Diseases of Pigeon Pea (*Cajanus cajan* (L.) Huth.) and their Management. En G. Chand, & S. Kumar. (Eds.), *Crop Diseases and their Management Integrated Approaches* (pp. 27-38). CRC Press.
- Lau, C., Jarvis, A., & Ramírez, J. (2011). *Agricultura colombiana: Adaptación al cambio climático*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Michener, C. D. (2007) *The Bees of the World*. John Hopkins University Press.
- Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA]. (2009). *Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária*. Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA].
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2017). Resolución 464. “Por la cual se adoptan los lineamientos estratégicos de política pública para la agricultura campesina, familiar y comunitaria y se dictan otras disposiciones”.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2022). *Reporte: Evaluaciones Agropecuarias - eva y Anuario Estadístico del Sector Agropecuario 2019-2021*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR].
- Mir, R. R., Rather, I. A., Bhat, M. A., Parray, G. A., & Varshney, R. K. (2017). Molecular Mapping of Genes and QTLs in Pigeonpea. En R. K. Varshney, R. K. Saxena, & S. A. Jackson (Eds.), *The Pigeonpea Genome, Compendium of Plant Genomes* (pp. 55-64). Springer International Publishing ag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-63797-6\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63797-6_6)
- Montenegro, H. (2020). Comunicación personal con base en el desarrollo de su ejercicio profesional como Coordinador de la Red de Laboratorios de Análisis de Semillas del Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. Agronet.
- Munroe, E., & Solís, M. A. (1999). Pyraloidea. En Kristensen, N. (Ed.), *Lepidoptera, Moths and Butterflies, Arthropoda, Insect* (Vol. 1, pp. 233-256). Handbook of Zoology. Walter de Gruyter.
- Nates, G. (1990). Abejas de Colombia. III. Clave para géneros y subgéneros de Meliponini (Hymenoptera: Apidae). *Acta Biológica Colombiana*, 2(6), 115-128.
- Nene, Y. L., Sheila, Y. K., & Sharma, S. B. (1996). *A world list of chickpea and pigeonpea pathogens*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2021). *Sistemas de semillas de la OCDE. Normas y reglamentos*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE].

- Posada, L. Z. (1989). *Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia*. Instituto Colombiano Agropecuario [ICA].
- Ramírez, J., Cañar, D. Y., Deantonio, L. Y., & Hernández, J. F. (2019). *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. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual-17>
- Ranga, G. V., & Shanower, T. G. (1999). *Identification and Management of Pigeonpea and Chickpea Insect Pests in Asia* [Information Bulletin No. 57]. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Rao, N. K., Hanson, J., Dulloo, M. E., Ghosh, K., Novell, D., & Larinde, M. (2007). *Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma* [Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8]. Bioversity International.
- Reddy, M. V., Raju, T. N., Sharma, S. B., Nene, Y. L., & McDonald, D. (1993). *Handbook of Pigeonpea Diseases* [Information Bulletin No. 42]. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Reddy, M. V., Raju, T. N., Sharma, S. B., Nene, Y. L., McDonald, D., Pande, S., & Sharma, M. (2012). *Handbook of Pigeonpea Diseases (Revised)* [Information Bulletin No. 42]. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Ruiz, M. D. (2009). *El análisis de tetrazolio en el control de calidad de semillas. Caso de estudio: cebadilla chaqueña* [Publicación Técnica No. 77] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA].
- Salazar, M., Buriticá C, P., & Cadena, G. (2002). Implicaciones de los estudios sobre biodiversidad de los Uredinales (royas) en la región cafetera colombiana. *Cenicafé*, 53(3), 219-238.
- Saxena, K. B., Saxena, R. K., & Varshney, R. K. (2017). Key Plant and Grain Characteristics and Their Importance in Breeding and Adaptation of Pigeonpea Cultivars. En R. K. Varshney, R. K. Saxena, & S. A. Jackson (Eds.), *The Pigeonpea Genome, Compendium of Plant Genomes* (pp. 5-15). Springer International Publishing AG. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-63797-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63797-6_2)
- Schwartz, H. F., Steadman, J. R., Hall, R., & Forster, R. (Eds.). (1991) *Compendium of Bean Diseases*. American Phytopathological Society [APS Press].
- Skelsey, P., & Newton, A. (2015). Future environmental and geographic risks of Fusarium head blight of wheat in Scotland. *European Journal of Plant Pathology*, 142, 133-147. <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0598-7>

- Solís, L. Y., & Andrade, A. (2005). ¿Qué son los marcadores moleculares? *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana*, 18(1), 41-46.
- Suárez V. S., & Gómez A. A. (1975). Utilización del Guandul en la zona cafetera. Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé].
- Tamayo, A. (1996). *Los árboles leguminosos y su valor nutritivo en la alimentación animal* [Memorias del curso sobre Pasturas Tropicales para la Zona del Bajo Cauca Antioqueño]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA].
- Tapias, J., Gaviria, A. M., & Quiroz, J. (2019). Lista de Membracidae. *Boletín del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego (MEFLG)*, 11(1), 119.
- Thurston, H. D. (1984). *Tropical Plant Diseases*. American Phytopathological Society Press.
- Tiwari, A., Shivhare, A., & Kumar, S. V. (2017). *Pigeonpea production technology*. Vindhyachal: Government of India.
- Upadhyaya H. D., Reddy K. N., & Sastry D. V. S. S. R. (2008). Guías para la regeneración de germoplasma: guandul. En M.E. Dulloo, I. Thormann, M. A. Jorge, & J. Hanson (Eds.), *Crop specific regeneration guidelines* [CD-ROM]. Consultative Group on International Agricultural Research [CGIAR]; System wide Genetic Resource Programme [SGRP].
- Valle, A., Donado, F. J., & Polo, L. V. (2020). Evaluación fisicoquímica del guandul (*Cajanus cajan* (L) Millsp.) cultivado en Sibarco, Baranoa, Colombia. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 7(1), 75-83.
- Vélez, R. (1997). *Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado*. Universidad de Antioquia.
- Vivas, N. J., & Morales, S. (2005). Evaluación agronómica y producción de grano de diez accesiones de guandul (*Cajanus cajan*) en la meseta de Popayán - Cauca. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 3(1), 36-40.
- Yus, R., Diéguez, J. M., & Ventura, D. (2011). Los brúquidos (Coleoptera: Bruchidae) de Cataluña (España): Catálogo preliminar comentado. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (50), 345-357.

---

## Autoría

---

### Isueh Arenas-Rubio

iarenas@agrosavia.co - issueh@gmail.com

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

Magíster en Agroforestería y Agricultura Sostenible, M.B.A en Dirección de proyectos rurales e Ingeniera Agrónoma. Tiene experiencia en el desarrollo de alternativas de manejo agronómico de especies vegetales con posibilidad de tolerar altas temperaturas para conservar el bosque seco tropical. En AGROSAVIA, lidera los proyectos de investigación con frijol 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) Sistema de trazabilidad para productores, c) Vinculación de oferta tecnológica del proceso de producción de semilla de calidad de guandul, d) Regeneración de guandul del banco de germoplasma de la nación colombiana, curaduría y colección de materiales locales, e) Conservación del mono araña y el bosque húmedo premontano a través de acuerdos de producción con guandul en Boyacá y f) Estudios de caracterización de la biodiversidad conservada en los Bancos de Germoplasma.

**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 experticia 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 bajo 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 de Semillas en el Atlántico y Magdalena; y conservación, mantenimiento y caracterización de las colecciones de mango, guayaba y guandul del Banco de Germoplasma de la Nación colombiana.

**Luisa Fernanda Guzmán Sánchez**

lfguzman@agrosavia.co

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

Ingeniera agrónoma de la Universidad del Tolima de 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. Está vinculada desde 2019 a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) en el Centro de Investigación Caribia, ejecutando los proyectos del Plan Nacional de Semillas para la especie guandul y manejo del patosistema *huanglongbing* de los cítricos (HLB)-*Diaphorina citri*.

**John Freddy Rodríguez Molina**

jfrodriguez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3416-0243>

Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Cundinamarca, con experiencia en fisiología de semillas. Trabajó en el ICA en el Laboratorio Nacional de Semillas (Lanase) enfocado en el análisis de calidad física y fisiológica de semilla certificada y seleccionada. Está vinculado en AGROSAVIA a partir de 2018 como Profesional de Apoyo en el proyecto Bolsa de Semillas para la Paz. Actualmente se desempeña en el Banco de Germoplasma vegetal de semillas (que hace parte de los Bancos de Germoplasma de la Nación en custodia de AGROSAVIA) y en el Departamento de semillas, llevando a cabo pruebas de vigor para garantizar la calidad fisiológica de las ofertas de semillas de la Corporación.

**Juan José Gonzalez Guzmán**

J.J.Gonzalez@cgiar.org

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7643-3430>

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Caldas. Se desempeñó como gerente del Laboratorio de Tejidos Vegetales y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Agrarias de la misma universidad. Fue el director del laboratorio *in vitro* del Orquideario La Aldea. Trabajó como promotor de desarrollo rural para la implementación de la certificación de caficultores con el sello Rain Forest Alliance en la Federación Nacional de Cafeteros. En el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha sido coordinador de la regeneración de germoplasma de semillas forrajeras y en la actualidad es curador de la colección de forrajes. La participación en esta publicación se realiza bajo el convenio “Semillas del Futuro” entre CIAT y AGROSAVIA en búsqueda de desarrollar estudios que permitan caracterizar la biodiversidad conservada en los Bancos de Germoplasma en Colombia.

**John Fredy Hernández Nopsa**

jhernandezn@agrosavia.co

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

Doctor en Agronomía especializado en Epidemiología de *University of Nebraska-Lincoln*. Magíster en fitopatología y Biólogo de la Universidad Nacional de Colombia. Se desempeñó como investigador en USDA-ARS, Oregón, y en los departamentos de fitopatología de *Kansas State University*, *University of Florida* y en el *Emerging Pathogens Institute*, en los EE.UU. Posee experiencia en epidemiología vegetal, modelos de redes aplicados a sistemas agrícolas, enfermedades en sistemas de semillas, granos almacenados, cereales y semilla de papa. Igualmente, en *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 noviembre de 2016. Actualmente trabaja en el Departamento de Semillas en Sistemas de Semillas y su sanidad, en Bancos Locales de Semillas y en Epidemiología Vegetal.




---

## **Anexos**


---

**Anexo 1. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Rhizoctonia* sp., *Fusarium udum* y *Meloidogyne incognita***


 <b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA</b> <b>LABORATORIO DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO SECCIONAL ATLÁNTICO</b>	
<b>REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b>	
<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO</b>	
1.1 Número de reporte:	R3920M0000204
1.2 Número de solicitud	S3920M0001287
1.3 Código de la muestra	M3920M0001851
1.4 Fecha de toma de la muestra:	AÑO 2020 MES 10 DÍA 27
1.5 Fecha de recepción de la muestra:	AÑO 2020 MES 10 DÍA 28
<b>2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>	
2.1 Nombre	LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO SECCIONAL ATLÁNTICO
2.2 Ciudad	Soledad – Atlántico
2.3 Dirección	Calle 18 No. 50 – 32
2.4 Teléfono/Fax	(075) 3268244 Ext. 2624
2.5 Correo electrónico	labfito.atlantico@ica.gov.co
<b>3. INFORMACIÓN GENERAL</b>	
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial NA De Comercio Exterior NA Particular X
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	No aplica
3.3 Cliente	Isueh Arenas Rubio
3.4 Cédula o NIT	53079831
3.5 Dirección	Km 5 vía Sevilla, Magdalena
3.6 Ciudad	Zona bananera
3.7 Teléfono / Fax	3135514804
3.8 Correo electrónico	ia Arenas@agrosavia.co
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	NA
3.10 De fecha:	2020-10-23
3.11 Número de Factura ICA:	020200850443
3.12 Emitido por la dependencia:	NA
<b>4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN</b>	
4.1 País de origen	NA
4.2 Permiso Fitosanitario de importación (DRFI) N°.	NA
4.3 Empresa Importadora	NA
4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA
<b>5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN</b>	
5.1 País de destino	NA
5.2 Lugar de origen en Colombia	NA
5.3 Empresa exportadora	NA
5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA
<b>6. RESULTADOS</b>	
6.1 Fecha de inicio del análisis:	Año 2020 Mes 10 Día 28
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Recepción de una muestra de guandul conformada por base del tallo con raíces con nodulaciones y pudriciones, y 500 g suelo.
6.3 Método(s) aplicados(s):	<p><b>Micología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GSA-IO-LDF-003. V.1. Aislamiento de hongos fitopatógenos a partir de tejido vegetal.</li> <li>GSA-IO-LDF-005. V.1. Elaboración de montajes temporales para microscopia de hongos.</li> <li>GSA-MA-LDF-DF-001 V.1. Aislamiento e identificación de especies de <i>Fusarium</i>, a partir de plantas con infecciones sistémicas o localizadas mediante morfometría.</li> <li>Identificación por caracteres morfológicos del genero <i>Fusarium</i> clave de Leslie y Summerell, 2006.</li> </ul> <p><b>Nematología</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseción del tejido sintomático y observación estereoscópica y microscópica.</li> <li>Corte y preparación de patrón perineal</li> <li>Identificación por caracteres morfológicos, clave pictórica y descriptiva de Eisenback y Hirschmann, 1981.</li> </ul>
6.4 Resultado:	Los resultados e información de la muestra analizada M3920M0001851, se consigna a continuación:




Anexo 3. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Trigona* sp.

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA</b> <b>LABORATORIO DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b> <b>SOLEDAD ATLÁNTICO</b>					
<b>REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO</b> <b>FITOSANITARIO</b>							
<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO</b>							
1.1 Número de reporte:	R3921M0000027	1.2 Número de solicitud	S3921M0000018	1.3 Código de la muestra	M3921M0000086		
1.4 Fecha de toma de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	13	
1.5 Fecha de recepción de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	23	
<b>2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>							
2.1 Nombre	LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO SECCIONAL ATLÁNTICO						
2.2 Ciudad	Soledad – Atlántico		2.3 Dirección	Calle 18 No. 50 – 32			
2.4 Teléfono/Fax	(075) 3268244 Ext. 2624		2.5 Correo electrónico	labfito.atlantico@ica.gov.co			
<b>3. INFORMACIÓN GENERAL</b>							
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial	NA	De Comercio Exterior	NA	Particular	X	
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	NA.						
3.3. Cliente	AGROSAVIA			3.4 Cédula o NIT	800194600		
3.5 Dirección	Km 6 vía Sevilla – Guacamayal.			3.6 Ciudad	Zona Bananera.		
3.7 Teléfono / Fax	313 5514804		3.8 Correo electrónico	iarenas@agrosavia.co			
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	NA.		3.10 De fecha:	NA.		3.11 Número de Factura ICA: 020210135441	
3.12 Emitido por la dependencia:	NA.						
<b>4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN</b>							
4.1 País de origen	NA		4.2 Permiso Fitosanitario de importación (DRFI) N°.	NA			
4.3 Empresa Importadora	NA		4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN</b>							
5.1 País de destino	NA		5.2 Lugar de origen en Colombia	NA			
5.3 Empresa exportadora	NA		5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>6. RESULTADOS</b>							
6.1 Fecha de inicio del análisis:	Año	2021	Mes	03	Día	01	
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Se recibió una (1) muestra en vial tipo eppendorf con insectos preservados en alcohol. Los especímenes examinados presentaban condiciones adecuadas para su determinación taxonómica.						
6.3 Método(s) aplicados(s):	> Los especímenes fueron montados en seco sobre triángulo en alfiler entomológico. La determinación taxonómica se realizó mediante confirmación de caracteres diagnósticos propuestos en las claves de Nates (1990) y Michener (2007).						
6.4 Resultado:	Especímenes del Orden Hymenoptera en muestra con código M3921M0000086 del Reporte No. R3921M0000027.						
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA (Departamento, municipio, vereda o corregimiento, predio, coordenadas), Hospedero</b>		<b>RESULTADO DEL ANÁLISIS</b>				<b>NÚMERO DE ESPECÍMENES ANALIZADOS</b>
M3921M0000086	Atlántico, Malambo, La Aguada, Finca El Paraíso, 10,52'22,2"N, -74,5'08"W. Frijol Guandul.		<i>Trigona</i> sp. (Hymenoptera: Apidae). Anexos, figura 1.				3
Total de especímenes analizados						3	

Anexo 4. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Melanagromyza* sp.

 Instituto Colombiano Agropecuario		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA</b> <b>LABORATORIO DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b> <b>SOLEDAD ATLÁNTICO</b>					
		<b>REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO</b> <b>FITOSANITARIO</b>					
<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO</b>							
1.1 Número de reporte:	R3921M0000029	1.2 Número de solicitud	S3921M0000020	1.3 Código de la muestra	M3921M0000088		
1.4 Fecha de toma de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	11	
1.5 Fecha de recepción de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	23	
<b>2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>							
2.1 Nombre	LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO SECCIONAL ATLÁNTICO						
2.2 Ciudad	Soledad – Atlántico		2.3 Dirección	Calle 18 No. 50 – 32			
2.4 Teléfono/Fax	(075) 3268244 Ext. 2624		2.5 Correo electrónico	labfito.atlantico@ica.gov.co			
<b>3. INFORMACIÓN GENERAL</b>							
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial	NA	De Comercio Exterior	NA	Particular	X	
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	NA.						
3.3. Cliente	AGROSAVIA		3.4 Cédula o NIT	800194600			
3.5 Dirección	Km 6 vía Sevilla – Guacamayal.			3.6 Ciudad	Zona Bananera.		
3.7 Teléfono / Fax	313 5514804		3.8 Correo electrónico	iarenas@agrosavia.co			
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	NA.		3.10 De fecha:	NA.		3.11 Número de Factura ICA: 020210135441	
3.12 Emitido por la dependencia:	NA.						
<b>4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN</b>							
4.1 País de origen	NA		4.2 Permiso Fitosanitario de Importación (DRFI) N°.	NA			
4.3 Empresa importadora	NA		4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN</b>							
5.1 País de destino	NA		5.2 Lugar de origen en Colombia	NA			
5.3 Empresa exportadora	NA		5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>6. RESULTADOS</b>							
6.1 Fecha de inicio del análisis:	Año	2021	Mes	03	Día	01	
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Se recibió una (1) muestra en vial tipo eppendorf con insectos preservados en alcohol. Los especímenes examinados presentaban condiciones adecuadas para su determinación taxonómica.						
6.3 Método(s) aplicados(s):	➤ Los especímenes fueron montados en seco sobre triángulo en alfiler entomológico. La determinación taxonómica se realizó mediante confirmación de caracteres diagnósticos propuestos en las claves de Buck et al. (2009) y Boucher (2010).						
6.4 Resultado:	Especímenes del Orden Diptera en muestra con código M3921M0000088 del Reporte No. R3921M0000029.						
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	<b>PROCEDECENCIA DE LA MUESTRA (Departamento, municipio, vereda o corregimiento, predio, coordenadas), Hospedero</b>		<b>RESULTADO DEL ANÁLISIS</b>			<b>NÚMERO DE ESPECÍMENES ANALIZADOS</b>	
M3921M0000088	Magdalena, Zona Bananera, La Ceiba, Finca La Francisca, 10,815960N, -74,155624W. Frijol Guandul.		<i>Melanagromyza</i> sp. (Diptera: Agromyzidae). Anexos, figura 1.			7	

## Anexo 5. Reporte de diagnóstico fitosanitario de Lithocolletinae y Pyralinae

 Instituto Colombiano Agropecuario		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA</b> <b>LABORATORIO DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b> <b>SOLEDAD – ATLÁNTICO</b>					
<b>REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y</b> <b>DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b>							
1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO							
1.1 Número de reporte:	R3921M0000065	1.2 Número de solicitud	S3921M0000166	1.3 Código de la muestra	M3921M0000363		
1.4 Fecha de toma de la muestra:	AÑO	2021	MES	04	DÍA	15	
1.5 Fecha de recepción de la muestra:	AÑO	2021	MES	04	DÍA	20	
2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO							
2.1 Nombre	LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO SOLEDAD – ATLÁNTICO						
2.2 Ciudad	Soledad – Atlántico		2.3 Dirección	Calle 18 No. 50 – 32			
2.4 Teléfono/Fax	(075) 3268244 Ext. 2624		2.5 Correo electrónico	labfito.atlantico@ica.gov.co			
3. INFORMACIÓN GENERAL							
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial	NA	De Comercio Exterior	NA	Particular	X	
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	NA						
3.3 Cliente	AGROSAVIA			3.4 Cédula o NIT	800194600-3		
3.5 Dirección	Km 6 vía Sevilla – Guacamayal			3.6 Ciudad	Zona Bananera - Magdalena		
3.7 Teléfono / Fax	3135514804		3.8 Correo electrónico	iarenas@agrosavia.co			
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	NA		3.10 De fecha:	NA		3.11 Número de Factura ICA: 020210301288	
3.12 Emitido por la dependencia:	NA						
4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN							
4.1 País de origen	NA		4.2 Permiso Fitosanitario de importación (DRFI) N°.	NA			
4.3 Empresa Importadora	NA		4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN							
5.1 País de destino	NA		5.2 Lugar de origen en Colombia	NA			
5.3 Empresa exportadora	NA		5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
6. RESULTADOS							
6.1 Fecha de inicio del análisis:	Año	2021	Mes	04	Día	23	
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Dos (2) tubos tipo Eppendorff con especímenes de insectos preservados en seco.						
6.3 Método(s) aplicados(s):	Los especímenes fueron examinados en seco bajo el estereomicroscopio. Las alas fueron aclaradas con hipoclorito de sodio al 5%, deshidratadas en alcohol al 100% y posteriormente montadas sobre lámina para microscopio en medio Euparal. La determinación se realizó mediante confirmación de caracteres diagnósticos propuestos en las claves de Davis & Robinson (1999) y Munroe & Solis (1999).						
6.4 Resultado:	CÓDIGO DE MUESTRA		Procedencia (Departamento, municipio, vereda o corregimiento, predio, coordenadas), Hospedero		RESULTADO DEL ANÁLISIS		NÚMERO DE ESPECÍMENES ANALIZADOS
	M3921M0000363		Magdalena. Zona Bananera. Santa Rosalia. Mi Delirio. 10.829135N, 74.116884W		Lithocolletinae (Gracillariidae: Lepidoptera). Anaxos, figura 1.		3
					Pyralinae (Pyralidae: Lepidoptera). Anaxos, figura 2.		3
					Total de especímenes analizados		6
6.5 Observaciones:	NA						


## Anexo 6. Reporte de diagnóstico fitosanitario de Heliothinae

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA</b> <b>LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO DE SOLEDAD - ATLÁNTICO</b> <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>			
Calle 18 # 50 -32 Soledad, Atlántico, Colombia – 3203509647 Ext. 5333 labfto.atlantico@ica.gov.co					
<b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>					
N° reporte: R3921M0000302			N° solicitud: S3921M0001397		
Código de la muestra: M3921M0003045			Fecha recepción de muestra: 2021-11-03		
Fecha del análisis (Inicio - Fin): 2021-11-03 / 2021-11-09			Fecha de emisión del resultado: 2021-11-09		
Dependencia solicitante (ICA): NA			Descripción de la muestra: Un (1) vial con insectos.		
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
Cliente: AGROSAVIA			Cédula o NIT: 800194600-3		
Dirección y ciudad del cliente: Km 6, vía Sevilla – Guacamayal, Magdalena			Correo electrónico: <a href="mailto:jarenas@agrosvia.co">jarenas@agrosvia.co</a>		
Fecha de toma de muestra: 2021-10-01			Municipio de toma de muestra: Zona Bananera		
Prueba solicitada: Determinación Taxonómica			Objeto del análisis: NA		
<b>Información del material de importación:</b>					
País de origen: NA			Permiso fitosanitario de importación - DRFI N°: NA		
Empresa importadora: NA			Material importado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>Información del material de exportación:</b>					
País de destino: NA			Lugar de origen en Colombia: NA		
Empresa exportadora: NA			Material exportado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>RESULTADOS</b>					
<b>Descripción de la muestra analizada:</b>					
Un (1) vial tipo Falcon con especímenes de lepidópteros conservados en seco.					
CÓDIGO DE LA MUESTRA	ID USUARIO	Cultivo /Variedad	PRODECENCIA (Departamento, Municipio, Vereda, Finca, Georreferenciación)	RESULTADO	NO. DE ESPECÍMENES PROCESADOS
M3921M0003045	Cultivo – Lote 9 Cl Caribia (Muestra 1)	Frijol guandul <i>Cajanus cajan</i> L	Magdalena, Zona Bananera, Sevilla, Centro de Investigación Caribia; Latitud 10°45'55", Longitud: -74°8'52".	<i>Heliothinae</i> (Lepidoptera: Noctuidae) Anexos, figura 1	15
<b>TOTAL ESPECÍMENES ANALIZADOS:</b>					<b>15</b>
<b>MÉTODOS</b>					
Uno de los especímenes fue montado en seco en alfiler entomológico. Se efectuó aclaramiento de alas con hipoclorito de sodio en una hembra y extracción de genitalia en el único macho presente en la muestra. La determinación se realizó mediante confirmación de caracteres diagnósticos propuestos en las claves de Kitching & Rawlings (1999) y Duarte et al. (2012).					
<b>ALCANCE</b>					
<b>MUESTRA OFICIAL (Control oficial y comercio exterior):</b> Este resultado solo aplica a la muestra recibida en el laboratorio. Este reporte podrá ser utilizado por el ICA como soporte probatorio en los procesos sancionatorios o sanitarios que se adelanten y se podrá aplicar a la población de la cual el ICA o el organismo de inspección autorizado tomó la muestra de manera oficial .....( NA )					
<b>MUESTRA PARTICULAR:</b> Este resultado solo aplica a la muestra recibida en el laboratorio. No puede ser considerado como un resultado del control oficial del cual el ICA está encargado. La información incluida en este					


Anexo 7. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Acanthoscelides* sp.

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA</b> <b>LABORATORIO DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b> <b>SOLEDAD ATLÁNTICO</b>					
<b>REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO</b> <b>FITOSANITARIO</b>							
1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO							
1.1 Número de reporte:	R3921M0000025	1.2 Número de solicitud	S3921M0000016	1.3 Código de la muestra	M3921M0000084		
1.4 Fecha de toma de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	04	
1.5 Fecha de recepción de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	23	
2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO							
2.1 Nombre	LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO SECCIONAL ATLÁNTICO						
2.2 Ciudad	Soledad – Atlántico		2.3 Dirección	Calle 18 No. 50 – 32			
2.4 Teléfono/Fax	(075) 3268244 Ext. 2624		2.5 Correo electrónico	labfito.atlantico@ica.gov.co			
3. INFORMACIÓN GENERAL							
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial	NA	De Comercio Exterior	NA	Particular	X	
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	NA.						
3.3. Cliente	AGROSAVIA		3.4 Cédula o NIT	800194600			
3.5 Dirección	Km 6 vía Sevilla – Guacamayal.			3.6 Ciudad	Zona Bananera.		
3.7 Teléfono / Fax	313 5514804		3.8 Correo electrónico	iarenas@agrosavia.co			
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	NA.		3.10 De fecha:	NA.		3.11 Número de Factura ICA: 020210135441	
3.12 Emitido por la dependencia:	NA.						
4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN							
4.1 País de origen	NA		4.2 Permiso Fitosanitario de Importación (DRFI) N°.	NA			
4.3 Empresa importadora	NA		4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN							
5.1 País de destino	NA		5.2 Lugar de origen en Colombia	NA			
5.3 Empresa exportadora	NA		5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
6. RESULTADOS							
6.1 Fecha de inicio del análisis:	Año	2021	Mes	03	Día	01	
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Se recibió una (1) muestra en vial tipo eppendorf con insectos preservados en alcohol. Los especímenes examinados presentaban condiciones adecuadas para su determinación taxonómica.						
6.3 Método(s) aplicados(s):	> Los especímenes fueron montados en seco sobre triangulo en alfiler entomológico. La determinación se realizó mediante confirmación de caracteres diagnósticos propuestos en las claves de Kingsolver (2004) y Rafael <i>et al.</i> (2012).						
6.4 Resultado:	Especímenes del Orden Coleoptera en muestra con código M3921M0000084 del Reporte No. R3921M0000025.						
CÓDIGO DE MUESTRA	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA (Departamento, municipio, vereda o corregimiento, predio, coordenadas), Hospedero	RESULTADO DEL ANÁLISIS				NÚMERO DE ESPECÍMENES ANALIZADOS	
M3921M0000084	Magdalena, Ciénaga, La Mojana, Finca Vista Hermosa, 10,838611N, -74,083063W. Frijol Guandul.	<i>Acanthoscelides</i> sp. (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). Anexos, figura 1.				9	
Total de especímenes analizados					9		


Anexo 8. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Oligonychus* sp., *Stethorus* sp., *Tingidae laporte* y *Tingidae* sp.

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA</b> <b>LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b> <b>IBAGUÉ – TOLIMA</b>					
		<b>REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y</b> <b>DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b>					
<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO</b>							
1.1 Número de reporte:	R4421M000022	1.2 Número de solicitud	S4421M000023	1.3 Código de la muestra	M4421M0000465		
1.4 Fecha de toma de la muestra:		AÑO	2021	MES	03	DÍA	02
1.5 Fecha de recepción de la muestra:		AÑO	2021	MES	03	DÍA	16
<b>2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>							
2.1 Nombre	Laboratorio de Diagnóstico Fitosanitario Ibagué – ICA Seccional Tolima						
2.2 Ciudad	Ibagué	2.3 Dirección	Costado Izq. U del Tolima				
2.4 Teléfono/Fax	2654650 Ext: 2739	2.5 Correo electrónico	labfito.tolima@ica.gov.co				
<b>3. INFORMACIÓN GENERAL</b>							
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial	NA	De Comercio Exterior	NA	Particular	X	
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	No Aplica						
3.3 Cliente	AGROSAVIA	3.4 Cédula o NIT	800194600-3				
3.5 Dirección	Km 6 vía Sevilla – Guacamayal			3.6 Ciudad	Zona Bananera Magdalena		
3.7 Teléfono / Fax	3135514804	3.8 Correo electrónico	iarenas@agrosavia.co				
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	No Aplica	3.10 De fecha:	No Aplica	3.11 Número de Factura ICA: 020210206322			
3.12 Emitido por la dependencia:	No Aplica						
<b>4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN</b>							
4.1 País de origen	NA		4.2 Permiso Fitosanitario de importación (DRFI) N°.	NA			
4.3 Empresa importadora	NA		4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN</b>							
5.1 País de destino	NA		5.2 Lugar de origen en Colombia	NA			
5.3 Empresa exportadora	NA		5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>6. RESULTADOS</b>							
6.1 Fecha de inicio del análisis:		Año	2021	Mes	03	Día	16
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Se recibió un vial con ácaros, hemípteros en estado inmaduro y un coleóptero conservados en alcohol al 70%.						
6.3 Método(s) aplicados(s):	<b>Ácaros:</b>  Observación estereoscópica Observación microscópica Montaje en medio de Hoyer Identificación por medio del método analítico "Determinación de órdenes y familias de ácaros de importancia agrícola o de interceptaciones frecuentes en PAPF, recuperados del material vegetal y productos almacenados utilizando caracteres morfológicos (GSA-MA-LDF-DE-019 V1)" y de las claves Bolland, Gutierrez, & Flechtman, 1998; Welbourn & Ochoa, 2017						


Anexo 9. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Naupactus* sp., *Diphaulaca aulica*, *Neomegalotomus parvus*, *Polybia* sp. y *Leptoglossus zonatus*.

 Instituto Colombiano Agropecuario		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA</b> <b>LABORATORIO DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b> <b>SOLEDAD – ATLÁNTICO</b>					
<b>REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y</b> <b>DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b>							
1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO							
1.1 Número de reporte:	R3921M0000186	1.2 Número de solicitud	S3921M0000862 a S3921M0000863	1.3 Código de la muestra	M3921M0001854 a M3921M0001855		
1.4 Fecha de toma de la muestra:	AÑO	2021	MES	06	DÍA	01	
1.5 Fecha de recepción de la muestra:	AÑO	2021	MES	08	DÍA	18	
2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO							
2.1 Nombre	LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO SOLEDAD – ATLÁNTICO						
2.2 Ciudad	Soledad – Atlántico		2.3 Dirección	Calle 18 No. 50 – 32			
2.4 Teléfono/Fax	(075) 3268244 Ext. 2624		2.5 Correo electrónico	labfito.atlantico@ica.gov.co			
3. INFORMACIÓN GENERAL							
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial	NA	De Comercio Exterior	NA	Particular	X	
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	NA						
3.3 Cliente	AGROSAVIA			3.4 Cédula o NIT	800194600-3		
3.5 Dirección	Km 6 vía Sevilla – Guacamayal			3.6 Ciudad	Zona Bananera – Magdalena		
3.7 Teléfono / Fax	3135514804		3.8 Correo electrónico	iarenas@agrosavia.co			
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	NA		3.10 De fecha:	NA		3.11 Número de Factura ICA: 020210631665	
3.12 Emitido por la dependencia:	NA						
4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN							
4.1 País de origen	NA		4.2 Permiso Fitosanitario de importación (DRFI) N°.	NA			
4.3 Empresa importadora	NA		4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN							
5.1 País de destino	NA		5.2 Lugar de origen en Colombia	NA			
5.3 Empresa exportadora	NA		5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
6. RESULTADOS							
6.1 Fecha de inicio del análisis:	Año	2021	Mes	08	Día	18	
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Cuatro insectos montados en alfiler entomológico y cinco insectos preservados en alcohol.						
6.3 Método(s) aplicados(s):	<p>COLEOPTERA. Los especímenes fueron montados en seco en alfileres entomológicos. La determinación se realizó mediante confirmación de caracteres diagnósticos propuestos en las claves de Scherer (1983), Clark &amp; Riley (2002), Marvaldi &amp; Lanteri (2005) y Girón (2020).</p> <p>HEMIPTERA. Los especímenes preservados en alcohol fueron montados en seco en alfileres entomológicos. El material fue examinado bajo el estereoscopio. La determinación se realizó mediante confirmación de caracteres diagnósticos propuestos en las claves de Packauskas (1994), Schaefer (2004), Schaefer &amp; Ahmad (2008), Grazia &amp; Fernandes (2012), Coscarón &amp; Pall (2015), Fernandes et al. (2015) y Panizzi &amp; Schaefer (2015).</p> <p>HYMENOPTERA. Los especímenes fueron examinados bajo el estereoscopio. La determinación se realizó mediante confirmación de caracteres diagnósticos propuestos en las claves de Carpenter (2004) y Sarmiento &amp; Carpenter (2006).</p>						
6.4 Resultado:							
CÓDIGO DE MUESTRA	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	RESULTADO DEL ANÁLISIS			NUMERO DE ESPECIMENES		

Anexo 10. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Bemisia tabaci*

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA</b> LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO ZONA BANANERA <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>		
Km 6 vía Sevilla – Guacamayal, C.I Caribia – AGROSAVIA, Magdalena, Colombia Teléfono 3115065485 Correo electrónico: <a href="mailto:labfito.magdalena@ica.gov.co">labfito.magdalena@ica.gov.co</a>				
<b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>				
Nº reporte: R5423M0000001		Nº solicitud: S5423M0000001		
Código de la muestra: M5423M000001		Fecha recepción de muestra: 2023-03-07		
Fecha del análisis (Inicio - Fin): 2023-03-16 / 2022-03-24		Fecha de emisión del resultado: <b>2023-03-28</b>		
Dependencia solicitante (ICA): NA		Descripción de la muestra: Recepción de una (1) muestra conformada por tres (3) viales con ninfas de mosca blanca preservados en alcohol		
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>				
Cliente: AGROSAVIA		Cédula o NIT: 800194600-3		
Dirección y ciudad del cliente: Km 6 vía Sevilla - Guacamayal		Correo electrónico: <a href="mailto:jarenas@agrosavia.co">jarenas@agrosavia.co</a>		
Fecha de toma de muestra: 2023-03-02		Municipio de toma de muestra: ZONA BANANERA		
Prueba solicitada: Determinación taxonómica mosca blanca		Objeto del análisis: NA		
<b>Información del material de importación:</b>				
País de origen: NA		Permiso fitosanitario de importación - DRFI N°: NA		
Empresa importadora: NA		Material importado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>Información del material de exportación:</b>				
País de destino: NA		Lugar de origen en Colombia: NA		
Empresa exportadora: NA		Material exportado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>RESULTADOS</b>				
<b>Descripción de la muestra analizada:</b> Se recibe una (1) muestra conformada por tres (3) viales con ninfas de moscas blanca preservados en alcohol al 70%. Los especímenes examinados presentaron condiciones adecuadas para su determinación taxonómica. Los resultados de la muestra se presentan en la siguiente tabla:				
CÓDIGO DE LA MUESTRA	ID USUARIO	PROCEDENCIA (DEPARTAMENTO, MUNICIPIO, VEREDA, FINCA, GEORREFERENCIACIÓN, CULTIVO, NOMBRE DE AGRICULTOR)	DETERMINACIÓN TAXONÓMICA	NO. DE ESPECÍMENE PROCESADOS
M5423M000001	NI	MAGDALENA, ZONA BANANERA, SEVILLA, C.I. CARIBIA, Lat. 10,770762; Lon. -74,15-10-37, HOJAS DE GUANDUL, ISUEH ARENAS	<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889)	6
<b>Total especímenes analizados:</b>				6


Anexo 11. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Fusarium* sp., *Macrophomina* sp., *Sclerotium* sp.

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA</b> <b>LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO SOLEDAD - ATLÁNTICO</b> <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>			
Calle 18 # 50 -32 Soledad, Atlántico, Colombia – 3203509647 Ext. 5333 labfito.atlantico@ica.gov.co					
<b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>					
Nº reporte: R3921M0000309			Nº solicitud: S3921M0001384		
Código de la muestra: M3921M0002906			Fecha recepción de muestra: 2021-10-21		
Fecha del análisis (Inicio - Fin): 2021-10-22 / 2021-11-12			Fecha de emisión del resultado: 2021-11-12		
Dependencia solicitante (ICA): NA			Descripción de la muestra: Recepción de una (1) muestra conformada por tallo y raíces embalados en papel aluminio y bolsa plástica.		
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
Cliente: AGROSAVIA			Cédula o NIT: 800194600-3		
Dirección y ciudad del cliente: Km 6 Vía Sevilla – Guacamayal / Zona Bananera Magdalena			Correo electrónico: iarenas@agrosavia.co		
Fecha de toma de muestra: 2021-10-11			Municipio de toma de muestra: Zona Bananera		
Prueba solicitada: Análisis de Diagnóstico fitopatológico			Objeto del análisis: No aplica		
<b>Información del material de importación:</b>					
País de origen: NA			Permiso fitosanitario de importación - DRFI N°: NA		
Empresa importadora: NA			Material importado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>Información del material de exportación:</b>					
País de destino: NA			Lugar de origen en Colombia: NA		
Empresa exportadora: NA			Material exportado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>RESULTADOS</b>					
<p><b>Descripción de la muestra analizada:</b> Se recibe una (1) muestra conformada por raíces y tallo. En la raíz principal se observa malformación y entorchamiento radicular "cola de marrano" y proliferación de raíces secundarias. En la base del tallo se evidencia necrosis y en la corteza anillamiento que va acompañado con lesiones marrones entre corteza y haz vascular.</p>					
<p>Los resultados e información de las muestras <b>M3921M0002906</b> analizadas se consignan a continuación:</p>					
CÓDIGO DE LA MUESTRA	ID USUARIO	Cultivo/ Variedad	Material Analizado	PROCEDENCIA (Departamento, Municipio, Vereda, Finca, Georreferenciación)	RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO
M3921M0002906	Lote ASCEXAMAG 1 (Muestra 2)	Frijol guandul ( <i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	Raíz y base de tallo	Magdalena, Zona Bananera, La Tigra, El Carmen; Latitud: 10° 48' 06.38" Longitud: -74° 06' 24.62"	De acuerdo a los métodos empleados se aislaron a <i>Fusarium</i> spp., <i>Macrophomina</i> sp. y <i>Sclerotium</i> sp., como hongos asociados a la muestra.  De acuerdo a los métodos empleados no se aislaron bacterias fitopatógenas asociadas a la muestra.


## Anexo 12a. Reporte de diagnóstico fitosanitario de Curculionidae (primer reporte)

ICA Instituto Colombiano Agropecuario		INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA LABORATORIO DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO SOLEDAD ATLÁNTICO					
REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO							
1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO							
1.1 Número de reporte:	R3921M0000026	1.2 Número de solicitud	S3921M0000017	1.3 Código de la muestra	M3921M0000085		
1.4 Fecha de toma de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	13	
1.5 Fecha de recepción de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	23	
2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO							
2.1 Nombre	LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO SECCIONAL ATLÁNTICO						
2.2 Ciudad	Soledad – Atlántico		2.3 Dirección	Calle 18 No. 50 – 32			
2.4 Teléfono/Fax	(075) 3268244 Ext. 2624		2.5 Correo electrónico	labfito.atlantico@ica.gov.co			
3. INFORMACIÓN GENERAL							
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial	NA	De Comercio Exterior	NA	Particular	X	
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	NA.						
3.3 Cliente	AGROSAVIA			3.4 Cédula o NIT	800194600		
3.5 Dirección	Km 6 vía Sevilla – Guacamaya.			3.6 Ciudad	Zona Bananera.		
3.7 Teléfono / Fax	313 5514804		3.8 Correo electrónico	iarenas@agrosavia.co			
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	NA.		3.10 De fecha:	NA.		3.11 Número de Factura ICA: 020210135441	
3.12 Emitido por la dependencia:	NA.						
4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN							
4.1 País de origen	NA		4.2 Permiso Fitosanitario de importación (DRFI) N°.	NA			
4.3 Empresa importadora	NA		4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN							
5.1 País de destino	NA		5.2 Lugar de origen en Colombia	NA			
5.3 Empresa exportadora	NA		5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
6. RESULTADOS							
6.1 Fecha de inicio del análisis:	Año	2021	Mes	03	Día	01	
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Se recibió una (1) muestra en vial tipo eppendorf con una larva viva. Los especímenes examinados presentaban condiciones adecuadas para su determinación taxonómica.						
6.3 Método(s) aplicados(s):	➤ Observación bajo el estereoscopio.						
6.4 Resultado:	Especímen del Orden Coleoptera en muestra – con código M3921M0000085 del Reporte No. R3921M0000026.						
CÓDIGO DE MUESTRA	PROCEDECENCIA DE LA MUESTRA (Departamento, municipio, vereda o corregimiento, predio, coordenadas), Hospedero	RESULTADO DEL ANÁLISIS					NÚMERO DE ESPECÍMENES ANALIZADOS
M3921M0000085	Atlántico, Malambo, La Aguada, Finca La Sierra, 10,52'58,2"N, - 74,51'0,43"W. Frijol Guandul.	Curculionidae (Coleoptera).					1
Total de especímenes analizados						1	
6.5 Observaciones: El presente informe constituye un reporte parcial de resultados. La larva cambió su estadio a pupa durante el proceso de							


## Anexo 12b. Reporte de diagnóstico fitosanitario de Curculionidae (complementario)

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA</b> <b>LABORATORIO DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b> <b>SOLEDAD ATLÁNTICO</b>					
<b>REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO</b> <b>FITOSANITARIO</b>							
<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO</b>							
1.1 Número de reporte:	R3921M0000047	1.2 Número de solicitud	S3921M0000017	1.3 Código de la muestra	M3921M0000085		
1.4 Fecha de toma de la muestra:		AÑO	2021	MES	02	DÍA 13	
1.5 Fecha de recepción de la muestra:		AÑO	2021	MES	02	DÍA 23	
<b>2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>							
2.1 Nombre	LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO SECCIONAL ATLÁNTICO						
2.2 Ciudad	Soledad – Atlántico		2.3 Dirección	Calle 18 No. 50 – 32			
2.4 Teléfono/Fax	(075) 3268244 Ext. 2624		2.5 Correo electrónico	labfito.atlantico@ica.gov.co			
<b>3. INFORMACIÓN GENERAL</b>							
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial	NA	De Comercio Exterior	NA	Particular	X	
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	NA.						
3.3 Cliente	AGROSAVIA			3.4 Cédula o NIT	800194600		
3.5 Dirección	Km 6 vía Sevilla – Guacamaya.			3.6 Ciudad	Zona Bananera.		
3.7 Teléfono / Fax	313 5514804		3.8 Correo electrónico	iarenas@agrosavia.co			
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	NA.		3.10 De fecha:	NA.		3.11 Número de Factura ICA: 020210135441	
3.12 Emitido por la dependencia:	NA.						
<b>4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN</b>							
4.1 País de origen	NA		4.2 Permiso Fitosanitario de Importación (DRFI) N°.	NA			
4.3 Empresa importadora	NA		4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN</b>							
5.1 País de destino	NA		5.2 Lugar de origen en Colombia	NA			
5.3 Empresa exportadora	NA		5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>6. RESULTADOS</b>							
6.1 Fecha de inicio del análisis:		Año	2021	Mes	03	Día 01	
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Se recibió una (1) muestra en vial tipo eppendorf con una larva viva. Los especímenes examinados presentaban condiciones adecuadas para su determinación taxonómica.						
6.3 Método(s) aplicados(s):	➤ Observación bajo el estereoscopio.						
6.4 Resultado:	Especímen del Orden Coleoptera en muestra con código M3921M0000085 del Reporte No. R3921M0000047.						
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA (Departamento, municipio, vereda o corregimiento, predio, coordenadas), Hospedero</b>		<b>RESULTADO DEL ANÁLISIS</b>			<b>NÚMERO DE ESPECÍMENES ANALIZADOS</b>	
M3921M0000085	Atlántico, Malambo, La Aguada, Finca La Sierra, 10,52°58,2"N. - 74,51°0,43"W, Frijol Guandul.		Curculionidae (Coleoptera) (Figura 1).			1	
			Total de especímenes analizados			1	


Anexo 13. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Cathartus quadricollis*, Xenoscelinae y Anthicidae

 Instituto Colombiano Agropecuario		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO-ICA</b> <b>LABORATORIO DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO</b> <b>SOLEDAD ATLÁNTICO</b>					
		<b>REPORTE DE RESULTADOS DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO</b> <b>FITOSANITARIO</b>					
<b>1. IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO</b>							
1.1 Número de reporte:	R3921M0000028	1.2 Número de solicitud	S3921M0000019	1.3 Código de la muestra	M3921M0000087		
1.4 Fecha de toma de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	13	
1.5 Fecha de recepción de la muestra:	AÑO	2021	MES	02	DÍA	23	
<b>2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>							
2.1 Nombre	LABORATORIO DE DIAGNOSTICO FITOSANITARIO SECCIONAL ATLÁNTICO						
2.2 Ciudad	Soledad – Atlántico		2.3 Dirección	Calle 18 No. 50 – 32			
2.4 Teléfono/Fax	(075) 3268244 Ext. 2624		2.5 Correo electrónico	labfito.atlantico@ica.gov.co			
<b>3. INFORMACIÓN GENERAL</b>							
3.1 Tipo de muestra	De Control Oficial	NA	De Comercio Exterior	NA	Particular	X	
3.2 Dependencia Solicitante (solo para uso ICA)	NA.						
3.3 Cliente	AGROSAVIA		3.4 Cédula o NIT	800194600			
3.5 Dirección	Km 6 vía Sevilla – Guacamayal.			3.6 Ciudad	Zona Bananera.		
3.7 Teléfono / Fax	313 5514804		3.8 Correo electrónico	iarenas@agrosavia.co			
3.9 Respuesta al memorando u oficio No:	NA.		3.10 De fecha:	NA.		3.11 Número de Factura ICA: 020210135441	
3.12 Emitido por la dependencia:	NA.						
<b>4. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE IMPORTACIÓN</b>							
4.1 País de origen	NA		4.2 Permiso Fitosanitario de Importación (DRFI) N°.	NA			
4.3 Empresa Importadora	NA		4.4 Material importado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>5. INFORMACIÓN DEL MATERIAL DE EXPORTACIÓN</b>							
5.1 País de destino	NA		5.2 Lugar de origen en Colombia	NA			
5.3 Empresa exportadora	NA		5.4 Material exportado/Especie vegetal (si aplica)	NA			
<b>6. RESULTADOS</b>							
6.1 Fecha de inicio del análisis:	Año	2021	Mes	03	Día	01	
6.2 Descripción de la muestra analizada:	Se recibió una (1) muestra en vial tipo eppendorf con insectos preservados en alcohol. Los especímenes examinados presentaban condiciones adecuadas para su determinación taxonómica.						
6.3 Método(s) aplicados(s):	> Los especímenes fueron montados en seco sobre triángulo en alfiler entomológico. La determinación taxonómica se realizó mediante confirmación de caracteres diagnósticos propuestos en las claves de Halstead (1993), Thomas (2002), Chandler (2002), Leschen (2003) y Rafael (2012).						
6.4 Resultado:	Especímenes del Orden Coleoptera en muestra con código M3921M0000087 del Reporte No. R3921M0000028.						
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b> (Departamento, municipio, vereda o corregimiento, predio, coordenadas), Hospedero		<b>RESULTADO DEL ANÁLISIS</b>			<b>NÚMERO DE ESPECÍMENES ANALIZADOS</b>	
M3921M0000087	Atlántico, Malambo, La Aguada, Finca El Paraíso, 10,52'22,2"N, -74,51'08"W. Frijol Guandul.		<i>Cathartus quadricollis</i> (Guérin-Méneville) (Coleoptera: Silvanidae). Anexos, figura 1. <i>Xenoscelinae</i> (Coleoptera: Erotylidae). Anexos, figura 2. <i>Anthicini</i> (Coleoptera: Anthicidae). Anexos, figura 3.			23 9 1	
			Total de especímenes analizados			33	


Anexo 14. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Lasiodiplodia theobromae* y *Cercospora* sp.

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGRÓPECUARIO - ICA</b> <b>LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO LDF CERETÉ- CORDOBA</b> <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>			
<p style="text-align: center;">Km. 13 Vía Montería –Cereté –Córdoba – Colombia          Tel 7850022          Correo electrónico labfito.cordoba@ica.gov.co</p>					
<b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>					
Nº reporte: R4223M0000112			Nº solicitud: S4223M0000190		
Código de la muestra: M4223M000856			Fecha recepción de muestra: 2023-06-30		
Fecha del análisis (Inicio - Fin): 2023-06-30-2023-07-04			Fecha de emisión del resultado: 2023-07-04		
Dependencia solicitante (ICA.) N.A. Factura 020230533249			Descripción de la muestra: Hojas de guandul		
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
Cliente: AGROSAVIA			Cédula o NIT: 800194600-3		
Dirección y ciudad del cliente: Km 6 vía Sevilla–Gucamayal. -Magdalena Cel. 3135514804			Correo electrónico: iarenas@agrosavia.co		
Fecha de toma de muestra: 2023-06-26			Municipio de toma de muestra: Zona Bananera Magdalena		
Prueba solicitada: Diagnóstico fitopatológico			Objeto del análisis: NA		
<b>Información del material de importación:</b>					
País de origen: NA			Permiso fitosanitario de importación - DRFI N°: NA		
Empresa importadora: NA			Material importado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>Información del material de exportación:</b>					
País de destino: NA			Lugar de origen en Colombia: NA		
Empresa exportadora: NA			Material exportado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>RESULTADOS</b>					
<b>Descripción de la muestra analizada:</b>					
CÓDIGO DE LA MUESTRA	ID USUARIO	Cultivo/Variiedad	Material Analizado	PROCEDECIA (Departamento, Municipio, Vereda, Finca, Georreferenciación)	RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO
M4223M000856	Lote 10-Parcela 44 – Arbol 5 ( Muestra 2 )	Frijol guandul (Cajanus cajan L. Mills)	Hojas de guandul	Magdalena Zona bananera. Sevilla , Centro Investigación Caribia Latitud: N10°45'55"- Longitud: -W- 74°8'52"	<i>Cercospora</i> sp
<b>MÉTODOS</b>					


## Anexo 15. Reporte de diagnóstico fitosanitario de Coccidae

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA</b> <b>LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO LDF CERETÉ- CÓRDOBA</b> <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>			
<p style="text-align: center;">Km. 13 Vía Montería –Cereté –Córdoba – Colombia          Tel 7850022          Correo electrónico labfito.cordoba@ica.gov.co</p>					
<b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>					
N° reporte: R4223M00000116			N° solicitud: S4223M0000194		
Código de la muestra: M4223M000860			Fecha recepción de muestra: 2023-06-30		
Fecha del análisis (Inicio - Fin): 2023-07-4-2023-07-06			Fecha de emisión del resultado: 2023-07-06		
Dependencia solicitante (ICA.) N.A. Factura 020230533249			Descripción de la muestra: Un (1) tubo eppendorf con quince hembras adultas de escamas en alcohol.		
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
Cliente: AGROSAVIA			Cédula o NIT: 800194600-3		
Dirección y ciudad del cliente: Centro de Investigación Caribía Vereda Sevilla Zona Bananera			Correo electrónico: iarenas@agrosavia.co		
Fecha de toma de muestra: 2023-04-13			Municipio de toma de muestra: Zona Bananera		
Prueba solicitada: Diagnóstico Entomológico			Objeto del análisis: 04621 Análisis Entomológico		
<b>Información del material de importación:</b>					
País de origen: NA			Permiso fitosanitario de importación - DRFI N°: NA		
Empresa importadora: NA			Material importado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>Información del material de exportación:</b>					
País de destino: NA			Lugar de origen en Colombia: NA		
Empresa exportadora: NA			Material exportado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>RESULTADOS</b>					
<b>Descripción de la muestra analizada:</b>					
CÓDIGO DE LA MUESTRA	ID USUARIO	Cultivo/Variiedad	Material Analizado	PROCEDENCIA (Departamento, Municipio, Vereda, Finca, Georreferenciación)	RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO
M4223M000860	Lote 10(Muestra 6)	Frijol Guandul- <i>Cajanus cajan</i> L Mills/Variiedad: No Informa	Escamas en alcohol	Magdalena - Zona Bananera- Vereda: Sevilla Finca: C.I. Caribía Latitud: 10.765277 Longitud: -74.147777	Hemiptera: Coccidae
<b>MÉTODOS</b>					
Método Analítico GSA-MA-LDF-DE-012 V. 3 Determinación de las especies del infraorden Coccoomorpha (Hemiptera: Sternorrhyncha) recuperadas de material vegetal, utilizando caracteres morfológicos de la hembra adulta.					

Anexo 16. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Omophoita albicollis*

	<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA</b> LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO LDF CERETÉ- CÓRDOBA <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>				
	Km. 13 Vía Montería –Cereté –Córdoba – Colombia Tel 7850022 Correo electrónico labfito.cordoba@ica.gov.co				
<b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>					
N° reporte: R4223M00000115			N° solicitud: S4223M0000193		
Código de la muestra: M4223M000859			Fecha recepción de muestra: 2023-06-30		
Fecha del análisis (Inicio - Fin): 2023-07-04-2023-07-04			Fecha de emisión del resultado: 2023-07-06		
Dependencia solicitante (ICA.) N.A. Factura 020230533249			Descripción de la muestra: Un (1) tubo eppendorf con tres(3) Chrysomelidae en alcohol.		
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
Cliente: AGROSAVIA			Cédula o NIT: 800194600-3		
Dirección y ciudad del cliente: Centro de Investigación Caribia Vereda Sevilla Zona Bananera			Correo electrónico: iarenas@agrosavia.co		
Fecha de toma de muestra: 2022-12-07			Municipio de toma de muestra: Zona Bananera		
Prueba solicitada: Diagnóstico Entomológico			Objeto del análisis: Análisis entomologico		
<b>Información del material de importación:</b>					
País de origen: NA			Permiso fitosanitario de importación - DRFI N°: NA		
Empresa importadora: NA			Material importado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>Información del material de exportación:</b>					
País de destino: NA			Lugar de origen en Colombia: NA		
Empresa exportadora: NA			Material exportado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>RESULTADOS</b>					
<b>Descripción de la muestra analizada:</b>					
CÓDIGO DE LA MUESTRA	ID USUARIO	Cultivo/Variedad	Material Analizado	PROCEDECENCIA (Departamento, Municipio, Vereda, Finca, Georreferenciación)	RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO
M4223M000859	Lote 10(Muestra 5)	Frijol Guandul- <i>Cajanus cajan</i> L Mills/Variedad: No Informa	Chrysomelidos en alcohol	Magdalena - Zona Bananera- Vereda: Sevilla Finca: C.I. Caribia Latitud: 10.765277 Longitud: - 74.147777	<i>Omophoita albicollis</i> Fabricius, 1787 (Coleoptera: Chrysomelidae)
<b>MÉTODOS</b>					
Observación estereomicroscópica en húmedo					
Consulta a Piotrovski. 2021 Especies de <i>Omophoita</i> Chevrolat, 1836 y <i>Alagoasa</i> Bechyné, 1955 (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae, Alticini) del Sur de Brasil: Taxonomía y Filogenia. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Énfasis en Biología Evolutiva). Universidad Estatal de Ponta Grossa. Programa de Graduados en Biología Evolutiva. Ponta Grossa. 135 pp					

## Anexo 17. Reporte de diagnóstico fitosanitario de Pteromalidae

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA</b> LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO LDF CERETÉ- CÓRDOBA <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>			
Km. 13 Vía Montería –Cereté –Córdoba – Colombia Tel 7850022 Correo electrónico labfito.cordoba@ica.gov.co					
<b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>					
Nº reporte: R4223M00000114			Nº solicitud: S4223M0000192		
Código de la muestra: M4223M000858			Fecha recepción de muestra: 2023-06-30		
Fecha del análisis (Inicio - Fin): 2023-07-4-2023-07-06			Fecha de emisión del resultado: 2023-07-06		
Dependencia solicitante (ICA.) N.A. Factura 020230533249			Descripción de la muestra: Un (1) tubo eppendorf con un (1) micro himenoptero en alcohol.		
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
Cliente: AGROSAVIA			Cédula o NIT: 800194600-3		
Dirección y ciudad del cliente: Centro de Investigación Caribía Vereda Sevilla Zona Bananera			Correo electrónico: iarenas@agrosavia.co		
Fecha de toma de muestra: 2023-01-30			Municipio de toma de muestra: Zona Bananera		
Prueba solicitada: Diagnóstico Entomológico			Objeto del análisis: Determinar micro himenopteros		
<b>Información del material de importación:</b>					
País de origen: NA			Permiso fitosanitario de importación - DRFI N°: NA		
Empresa importadora: NA			Material importado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>Información del material de exportación:</b>					
País de destino: NA			Lugar de origen en Colombia: NA		
Empresa exportadora: NA			Material exportado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>RESULTADOS</b>					
<b>Descripción de la muestra analizada:</b>					
CÓDIGO DE LA MUESTRA	ID USUARIO	Cultivo/Variiedad	Material Analizado	PROCEDECENCIA (Departamento, Municipio, Vereda, Finca, Georreferenciación)	RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO
M4223M000858	Lote 10(Muestra 4)	Frijol Guandul- <i>Cajanus cajan</i> L Mills/Variiedad: No Informa	Microhimenoptero en alcohol	Magdalena - Zona Bananera- Vereda: Sevilla Finca: C.I. Caribía Latitud: 10.765277 Longitud: 74.147777	Hymenoptera : Pteromalidae
<b>MÉTODOS</b>					
Observación estereomicroscópica en húmedo					
Consulta a Fernandez F. y Sharkey M.J (eds) 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., 894pp					

## Anexo 18. Reporte de diagnóstico fitosanitario de Scelioninae

		<b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA</b> LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO LDF CERETÉ- CÓRDOBA <b>REPORTE DE RESULTADOS</b>			
Km. 13 Vía Montería –Cereté –Córdoba – Colombia Tel 7850022 Correo electrónico labfito.cordoba@jca.gov.co					
<b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>					
Nº reporte: R4223M00000113			Nº solicitud: S4223M0000191		
Código de la muestra: M4223M000857			Fecha recepción de muestra: 2023-06-30		
Fecha del análisis (Inicio - Fin): 2023-07-4-2023-07-06			Fecha de emisión del resultado: 2023-07-06		
Dependencia solicitante (ICA.) N.A. Factura 020230533249			Descripción de la muestra: Un (1) tubo eppendorf con 10 micro himenopteros en alcohol.		
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
Cliente:AGROSAVIA			Cédula o NIT: 800194600-3		
Dirección y ciudad del cliente:Centro de Investigación Caribia Vereda Sevilla Zona Bananera			Correo electrónico: iarenas@agrosavia.co		
Fecha de toma de muestra: 2022-12-16			Municipio de toma de muestra: Zona Bananera		
Prueba solicitada: Diagnóstico Entomológico			Objeto del análisis: Determinar micro himenopteros		
<b>Información del material de importación:</b>					
País de origen: NA			Permiso fitosanitario de importación - DRFI N°: NA		
Empresa importadora: NA			Material importado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>Información del material de exportación:</b>					
País de destino: NA			Lugar de origen en Colombia: NA		
Empresa exportadora: NA			Material exportado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>RESULTADOS</b>					
<b>Descripción de la muestra analizada:</b>					
CÓDIGO DE LA MUESTRA	ID USUARIO	Cultivo/Variiedad	Material Analizado	PROCEDECENCIA (Departamento, Municipio, Vereda, Finca, Georreferenciación)	RESULTADO DEL DIAGNÓSTICO
M4223M000857	Lote 10(Muestra 3)	Frijol Guandul- <i>Cajanus cajan</i> L Mills/Variiedad: No Informa	Microhimenopteros en alcohol	Magdalena - Zona Bananera- Vereda: Sevilla Finca: C.I. Caribia Latitud: 10.765277 Longitud: -74.147777	Hymenoptera : Platygastridae:Scelioninae
<b>MÉTODOS</b>					
Observación estereomicroscópica en húmedo y observación de micropreparado en microscopio de contraste de fases. Consulta a Fernandez F. y Sharkey M.J (eds) 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., 894pp					

Anexo 19. Reporte de diagnóstico fitosanitario de *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Trichothecium roseum* y *Aspergillus* spp.

		<p style="text-align: center;"><b>INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA</b> LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO VILLAVICENCIO - META</p> <p style="text-align: center;"><b>REPORTE DE RESULTADOS</b></p> <p style="text-align: center;">Transversal 23 No. 19 – 02 barrio San Cristóbal, Colombia, Teléfono 3203509710 Ext. 6, Correo electrónico: <a href="mailto:labfito.meta@ica.gov.co">labfito.meta@ica.gov.co</a></p>			
<b>INFORMACIÓN DEL LABORATORIO</b>					
Nº reporte: R4823M0000156			Nº solicitud: S4823M0000144		
Código de la muestra: M4823M000495			Fecha recepción de muestra: 2023-07-05.		
Fecha del análisis (Inicio - Fin): 2023-07-05 / 2023-07-21.			Fecha de emisión del resultado: 2023-07-24.		
Dependencia solicitante (ICA): No aplica.			Descripción de la muestra: Se reciben una muestra de material vegetal conformadas por 500g de semillas de Frijol Guandul, las cuales se encuentran empacadas en bolsa Ziploc.		
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE</b>					
Cliente: AGROSAVIA			Cédula o NIT: 800194600-3		
Dirección y ciudad del cliente: Km 6 vía Sevilla-Guacamayal, Zona Bananera Magdalena			Correo electrónico: <a href="mailto:larenas@agrosavia.co">larenas@agrosavia.co</a>		
Fecha de toma de muestra: 2022-03-08			Municipio de toma de muestra: Zona Bananera		
Prueba solicitada: Patología de semillas.			Objeto del análisis: NA		
<b>Información del material de importación:</b>					
País de origen: NA			Permiso fitosanitario de importación - DRFI N°: NA		
Empresa importadora: NA			Material importado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>Información del material de exportación:</b>					
País de destino: NA			Lugar de origen en Colombia: NA		
Empresa exportadora: NA			Material exportado/Especie vegetal (si aplica): NA		
<b>RESULTADOS</b>					
<b>Descripción de la muestra analizada:</b>					
Se reciben una muestra de material vegetal conformadas por 500g de semillas de frijol guandul, las cuales se encuentran empacadas en bolsa plástica tipo ziploc. Al revisar las semillas, se observaba lesiones necróticas y crecimiento de micelio gris a negro sobre y alrededor del hilum. La muestra se recibe mediante solicitud de patología de semillas.					
CÓDIGO DE LA MUESTRA	ID USUARIO	Cultivo/ Variedad/ Edad	Material Analizado	PROCEDECENCIA (Departamento, Municipio, Vereda, Finca, Georreferenciación)	RESULTADO
M4823M000495	Lote 9 (Muestra 8)	Frijol guandul ( <i>Cajanus cajan</i> L Mills), Frijol guandul GU_ZB_004, 2 años.	Semillas	Magdalena, Zona Bananera, Sevilla, Centro de Investigación Caribia, Latitud: 10° 45' 55"N; Longitud: 74° 8' 52"W.	Porcentaje de semillas infectadas: <b>35.42%</b>  A partir de los métodos empleados se identificó a <b>(61,6%)<i>Rhizoctonia</i> sp.,</b> <b>(26,2%)<i>Fusarium</i> sp.,</b> <b>(7,89%)<i>Trichothecium</i></b> <b><i>roseum</i> y</b>





Este manual se refiere al origen del fríjol guandul y explica la importancia de planificar el proceso de producción de semillas con énfasis en la implementación de la trazabilidad y en los procedimientos de control interno. Por ello, se consideran diversos aspectos relacionados con la calidad de las semillas: la calidad genética, evaluada mediante pruebas de determinación de pureza varietal; la calidad física, calculada mediante los análisis de pureza, contenido de humedad y la posible presencia de otras semillas; la calidad fisiológica, estimada mediante las pruebas de germinación y viabilidad de las semillas; y la calidad sanitaria, medida mediante muestreos. Por último, se hace alusión a la importancia de la regeneración de semillas y de los bancos de germoplasma en el proceso de curaduría y conservación de las accesiones de guandul.

[www.agrosavia.co](http://www.agrosavia.co)

**Distribución gratuita  
Prohibida su venta**