

Manual técnico para la producción de semilla de sorgo dulce Agrosavia JJT-18 para los valles interandinos y el Caribe seco de Colombia

Autores:

Jesús Antonio Rivera Avilez
Jorge Leonardo Abril Castro
Mauricio Gamboa Alape
Karen Viviana Osorio Guerrero
Manuel Alfonso Patiño Moscoso
John Freddy Rodríguez Molina
Julio Ramírez Durán
Sair Jaramillo Bonilla
Luis Ernesto Ortegón Herrera
Laura María Restrepo Martínez
Magda Liliana Murcia Pardo
Luisa Fernanda Sarmiento Moreno



Manual técnico para la producción de semilla de sorgo dulce Agrosavia JJT-18 para los valles interandinos y el Caribe seco de Colombia

Autores

Jesús Antonio Rivera Avilez

Jorge Leonardo Abril Castro

Mauricio Gamboa Alape

Karen Viviana Osorio Guerrero

Manuel Alfonso Patiño Moscoso

John Freddy Rodríguez Molina

Julio Ramírez Durán

Sair Jaramillo Bonilla

Luis Ernesto Ortegón Herrera

Laura María Restrepo Martínez

Magda Liliana Murcia Pardo

Luisa Fernanda Sarmiento Moreno

Manual técnico para la producción de semilla de sorgo dulce Agrosavia JJT-18 para los valles interandinos y el Caribe seco de Colombia. / Jesús Antonio Rivera Avilez [y otros once] – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2025.

116 páginas (Colección Prácticas Agropecuarias)
Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN e-Book: 978-958-740-851-5

1. Sorgo dulce 2. Producción de semillas 3. Preparación del terreno 4. Siembra 5. Densidad del suelo
6. Almacenamiento de la semilla 7. Calidad de la semilla 8. Trazabilidad.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.

Sede Central - Centro de Investigación Tibaitatá. Km 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera. Código postal 250047, Colombia.
Centro de Investigación Motilonia. Km 5 vía a Becerril, Agustín Codazzi, Cesar. Código postal 202050, Colombia.
Centro de Investigación Nataima. Km 9, vía Espinal-Chicoral, Tolima. Código postal 733520, Colombia.
Centro de Investigación La Selva. Km 7, vía Rionegro - Las Palmas, sector Llanogrande. Rionegro, Antioquia. Código postal 054040, Colombia.

Esta publicación se deriva del proyecto “Estrategia de conservación y producción de semilla de calidad de la oferta tecnológica de material vegetal para el fortalecimiento agrícola y productivo en los territorios”, ID1002954.

Colección: Prácticas Agropecuarias
Tipología: Manual

Fecha de recepción: 28/05/25
Fecha de evaluación: 24/07/25
Fecha de aceptación: 01/09/25

Publicado: diciembre de 2025

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA
editorial@agrosavia.co
Dirección editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz
Edición: Nathalie De la Cuadra N.
Corrección de estilo: Andrés Castillo Brieve
Ilustraciones: Juan Felipe Martínez Tirado
Diseño de pauta: Mónica Cabiativa
Diagramación: María Paula Berón

Citación sugerida: Rivera Avilez, J. A., Abril Castro, J. L., Gamboa Alape, M., Osorio Guerrero, K. V., Patiño Moscoso, M. A., Rodríguez Molina, J. F., Ramírez Durán, J., Jaramillo Bonilla, S., Ortegón Herrera, L. E., Restrepo Martínez, L. M., Murcia Pardo, M. L., & Sarmiento Moreno, L. F. (2025). *Manual técnico para la producción de semilla de sorgo dulce Agrosavia JJT-18 para los valles interandinos y el Caribe seco de Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7408515>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogida 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 en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co



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

Contenido

9	Agradecimientos	
11	Autores	
17	Presentación	
19	Recomendaciones de uso	
21	Capítulo 1. Consideraciones generales en la producción de semilla de sorgo dulce forrajero	
	Los sorgos dulces forrajeros	21
	Producción de semilla de sorgo dulce forrajero	23
25	Capítulo 2. Criterios para la selección del terreno y la semilla en la siembra	
	Selección del terreno	25
	Época de siembra	26
	Aislamiento	26
	Atributos de calidad de la semilla	27
	Selección de la semilla y categoría	29
31	Capítulo 3. Establecimiento, siembra y manejo agronómico del cultivo	
	Toma de muestra para análisis de suelos	31
	Preparación de suelo	34
	Tratamiento de semilla para la siembra	38
	Siembra	40
	Densidad de siembra	42

Fenología del cultivo de sorgo dulce forrajero y susceptibilidad para la infección y prevalencia de hongos	43
Riego del cultivo	45
Manejo de arvenses	45
Fertilización del cultivo	49
Recomendaciones generales para la fertilización en el cultivo de sorgo	52
Insectos fitófagos	52
Enfermedades	56
Ataque de aves en el cultivo de sorgo dulce forrajero	59
Eliminación de plantas fuera de tipo o enfermas	60
Volcamiento de plantas y aplicación de reguladores de crecimiento	62

67 **Capítulo 4. Cosecha, acondicionamiento y almacenamiento de la semilla**

Punto óptimo de cosecha	67
Cosecha de panojas	69
Secado de grano	70
Limpieza y clasificación de semillas	72
Tratamiento para almacenamiento	72
Empacado y almacenamiento	73
Condiciones óptimas de almacenamiento de semillas	76

79	Capítulo 5. Pruebas de calidad de semillas en sorgo dulce forrajero	
	Calidad física de la semilla de sorgo dulce forrajero	79
	¿Cómo se realiza la evaluación de la pureza de la semilla de sorgo?	80
97	Capítulo 6. Trazabilidad en la producción de semilla de sorgo dulce forrajero	
	¿Qué es la trazabilidad agrícola?	97
	Beneficios de implementar la trazabilidad en el cultivo de sorgo dulce forrajero	105
107	Glosario	
111	Referencias	

Lista de figuras

Figura 1	Consideraciones en la producción de semilla de sorgo dulce forrajero	24
Figura 2	Dimensiones de la calidad de semilla de sorgo dulce forrajero	28
Figura 3	Categorías de semillas comerciales definidas por el ICA	30
Figura 4	Procedimiento para la toma de muestras de suelos para análisis	32
Figura 5	Preparación mecanizada del suelo con tractor e implemento de rastra para la adecuación del lote de producción	35
Figura 6	Medición de resistencia del suelo con penetrómetro	36
Figura 7	Embalconado para la siembra de cultivos en hileras con riego por superficie	37
Figura 8	Tratamiento de semillas de sorgo dulce forrajero	38
Figura 9	Semilla de sorgo acondicionada para siembra con tratamiento químico	39
Figura 10	Preparación de sembradora para la siembra	41
Figura 11	Etapas claves en la producción de semilla de sorgo dulce forrajero y prevalencia de hongos contaminantes	44
Figura 12	Sorgo granífero: estados y tolerancia a herbicidas de uso posemergentes	47
Figura 13	Cultivo de sorgo dulce forrajero 30 días después de la emergencia con control de malezas	48
Figura 14	Fertilización edáfica: aplicación dirigida de fertilizantes	50
Figura 15	Larva en estado avanzado dentro del cogollo de una planta de sorgo dulce forrajero	53
Figura 16	Incidencia y síntomas de áfidos en sorgo	55
Figura 17	Identificación y manejo de ataque de aves	60
Figura 18	Identificación y eliminación de plantas atípicas	61
Figura 19	Volcamiento de cultivo de sorgo dulce forrajero en el municipio del Espinal, Tolima	63
Figura 20	Efecto de la aplicación de regulador de crecimiento en la altura de las plantas de sorgo dulce forrajero: plantas sin aplicación de regulador (izquierda) y plantas con aplicación del regulador (derecha)	65
Figura 21	Cambio de coloración de la panoja	68
Figura 22	Cosecha mecanizada de sorgo dulce forrajero: cosechadora con cabezote	69

Figura 23	Proceso de secado de panojas de sorgo dulce Agrosavia JJT-18	71
Figura 24	Especificaciones de la etiqueta para la semilla sexual certificada	74
Figura 25	Componentes encontrados en la prueba de pureza física	80
Figura 26	Pruebas de germinación	83
Figura 27	Cuarto de crecimiento del laboratorio de producción vegetal-semillas en el Centro de Investigación Tibaitatá	84
Figura 28	Ejemplos de plántulas normales y anormales de sorgo forrajero	88
Figura 29	Prueba de calidad sanitaria en sorgo	91
Figura 30	Prueba de calidad sanitaria por el método de diluciones seriadas	93
Figura 31	Crecimiento de colonias de hongos contaminantes de semilla de sorgo	94
Figura 32	Esquema de aseguramiento de calidad para semilla de sorgo dulce forrajero	95
Figura 33	Diagrama de toma de información para la trazabilidad del cultivo	101
Figura 34	Formato digital para registrar la trazabilidad del cultivo	102
Figura 35	Etiquetado con código QR	103
Figura 36	Formato físico para registrar trazabilidad en el cultivo	104

Lista de tablas

Tabla 1	Distancias de aislamiento mínimas establecidas en el cultivo de sorgo	27
Tabla 2	Requerimientos de nutrientes para fertirriego (kg/ha)	51
Tabla 3	Enfermedades fúngicas en el cultivo de sorgo dulce forrajero	57
Tabla 4	Condiciones predisponentes de la enfermedad y su manejo	58
Tabla 5	Enfermedades bacterianas en el cultivo de sorgo dulce forrajero	59
Tabla 6	Asignación de códigos para las etiquetas	75
Tabla 7	Guía para el almacenamiento de semilla de sorgo dulce forrajero	76
Tabla 8	Resultados de pureza física de una muestra de sorgo	81
Tabla 9	Formato para el registro y cálculo del porcentaje de germinación de una muestra de sorgo	89



Agradecimientos

Agradecemos a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, y de manera especial a la Dirección de Vinculación, al Departamento de Semillas, al Departamento de Desarrollo de Negocios y a la Coordinación de Producción e Investigación de Semillas, por su valiosa participación y financiación en el marco del proyecto “Estrategia de conservación y producción de semilla de calidad de la oferta tecnológica de material vegetal para el fortalecimiento agrícola y productivo en los territorios”.



Jesús Antonio Rivera Avilez

Correo electrónico: jariveraa@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3518-9707>

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Córdoba, Colombia, con experiencia profesional en montaje de experimentos agrícolas y ejecución de proyectos de investigación. Ha trabajado con comunidades indígenas y pequeños productores en los departamentos de Bolívar, Córdoba y Sucre, donde ha brindado acompañamiento y asistencia técnica en sistemas de producción agrícola. Actualmente, se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en el Departamento de Semillas de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, enfocado en producción, mantenimiento y multiplicación de semillas.

Jorge Leonardo Abril Castro

Correo electrónico: jabrilc@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3264-1083>

Máster en Dirección de Agronegocios de la Escuela de Negocios y Administración de Empresas (ENAE), y en Gestión de Agronegocios y Mercado Sostenibles del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Ingeniero agrónomo de la Universidad de Córdoba, Colombia, con conocimientos en las áreas de producción y gerencia agrícola. Tiene habilidades para la estructuración y el liderazgo de sistemas agrícolas productivos con criterios de competitividad, equidad, sostenibilidad

y calidad científica y tecnología, mediante la identificación, diagnóstico y solución de los problemas agrícolas. Cuenta con diez años de experiencia en proyectos de investigación, transferencia de tecnología, establecimiento y manejo fitosanitario de cultivos perennes y transitorios.

Mauricio Gamboa Alape

Correo electrónico: mgamboa@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-5176-4907>

Candidato a especialista en Gestión de Agronegocios de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (Uniagraria). Ingeniero agrónomo de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA). Tiene experiencia en producción de semillas y cultivos transitorios como arroz, maíz, algodón, sorgo y soya. Actualmente, se desempeña como profesional de desarrollo de negocios del Centro de Investigación Nataima, en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.

Karen Viviana Osorio Guerrero

Correo: kosorio@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9252-9993>

Magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en fitomejoramiento de la Universidad Nacional de Colombia, e ingeniera agroforestal de la Universidad de Nariño. Su experiencia principal es en producción, mantenimiento y multiplicación de semilla, principalmente en cultivos transitorios, así como en diseño, establecimiento, evaluación y análisis de ensayos de campo. Trabaja con comunidades en el fortalecimiento de capacidades a través de bancos locales de semillas. Actualmente se desempeña como investigadora máster del Departamento de Semillas de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.



Manuel Alfonso Patiño Moscoso

Correo electrónico: mpatino@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6147-032X>

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia y máster en Economía Circular y Desarrollo Sostenible de la Universidad Internacional de Valencia. Tiene experiencia en formulación, evaluación y desarrollo de proyectos productivos sostenibles, con conocimientos aplicados en producción y conservación de semillas, y diagnóstico de enfermedades en cultivos hortícolas y frutales. Actualmente trabaja como profesional de apoyo a la investigación en el Departamento de Semillas de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.

John Freddy Rodríguez Molina

Correo electrónico: jfrodríguezm@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 Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el Laboratorio Nacional de Semillas (Lanase), enfocado en el análisis de calidad física y fisiológica de semilla certificada y seleccionada. Está vinculado a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA desde 2018 como profesional de apoyo en el proyecto Bolsa de Semillas para la Paz. Actualmente se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en el Banco de Germoplasma Vegetal de Semillas, que hace parte del Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación, en custodia de AGROSAVIA, y en el Departamento de Semillas, donde lleva a cabo pruebas de vigor para garantizar la calidad fisiológica de la oferta de semillas de la Corporación.



Julio Ramírez Durán

Correo electrónico: jramirezd@agrosavia.co

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

Ingeniero agrónomo y magíster en Desarrollo Rural. Vinculado desde hace 20 años a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Ha sido investigador máster, director de la sede Cimpa, gestor de innovación de red de cultivos transitorios y agroindustriales. Actualmente se desempeña como jefe del Departamento de Semillas y líder del Plan Nacional de Semillas. Ha desarrollado diversos modelos de producción de semillas de calidad en condiciones de centros de investigación y validados en condiciones de fincas de productores. También ha liderado procesos de abordaje del tema de semillas con un enfoque integral que valora la calidad de las semillas nativas, criollas y mejoradas, con diversas comunidades campesinas, étnicas y de enfoque agroecológico.

Sair Jaramillo Bonilla

Correo electrónico: sjaramillob@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1297-7444>

Ingeniero agrónomo con más de diez años de experiencia en montaje, análisis, reporte, coordinación y supervisión de labores relacionadas con la producción. Funcionario de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, donde se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en el Centro de Investigación La Selva, Rionegro Antioquia. Trabaja desde hace cinco años en el área de suelos y agua. Tiene conocimientos sobre extensión rural, acompañamiento a comunidades y organización de toda la logística propia de la producción. Ha participado en la construcción de artículos, como “Rice yield prediction using on-farm data sets and machine learning”.



Luis Ernesto Ortegón Herrera

Correo electrónico: lortegon@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7693-8295>

Administrador agropecuario del Instituto Tolimense de Formación Técnica Profesional (ITFIP) de El Espinal (Tolima). Cuenta con ocho años de experiencia como profesional de apoyo a la investigación en el Centro de Investigación Nataima de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, y veintiún años de experiencia como auxiliar de investigación en Corpoica (AGROSAVIA desde 2018) y Proacol Ltda., en el área de producción y mejoramiento de semillas de algodón, soya, sorgo, maíz y arroz.

Laura María Restrepo Martínez

Correo electrónico: lrestrepo@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-9007-4196>

Ingeniera agropecuaria de la Universidad de Antioquia, con experiencia en la producción de semillas y cultivos transitorios. Ha trabajado en la implementación y el desarrollo de estrategias para el mejoramiento de la producción agrícola. Actualmente se desempeña como profesional de apoyo a la investigación en el Centro de Investigación Motilonia de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, enfocada en producción, mantenimiento y multiplicación de semillas.



Magda Liliana Murcia Pardo

Correo electrónico: mlmurcia@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9432-9303>

Ingeniera agrónoma con maestría en Desarrollo Rural, con más de quince años de experiencia en el sector agropecuario. Se resalta su trabajo en la coordinación del área técnica y de desarrollo de negocios de instituciones de carácter nacional. Tiene habilidades en la coordinación de equipos de trabajo, liderazgo de eventos técnicos, gestión y supervisión de presupuestos de proyectos y contratos de diferente naturaleza, apoyo en actividades de planeación estratégica, comunicaciones y atención de requerimientos a clientes de forma oportuna, y apoyo en la construcción de política pública.

Luisa Fernanda Sarmiento Moreno

Correo electrónico: lsarmiento@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1083-0898>

Ingeniera agrónoma de la Universidad Nacional de Colombia, con maestría en Agronegocios de la Universidad de La Salle. Coordina la producción de semilla de las ofertas tecnológicas de variedades de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, sede central, con el fin de mantener, conservar y escalar estos materiales.





Presentación

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA entrega a los productores el *Manual técnico para la producción de semilla de sorgo dulce Agrosavia JJT-18 para los valles interandinos y el Caribe seco de Colombia*, con recomendaciones técnicas que incluyen la planificación para la siembra, las actividades poscosecha, el almacenamiento de semilla y el manejo integrado del cultivo según la normatividad vigente para la producción comercial de semilla. El manual contiene varias secciones ampliadas con consejos técnicos para la producción comercial de semilla de sorgo y especificaciones sobre el aseguramiento de la calidad de semillas en sus cuatro dimensiones, así como aspectos clave para implementar la trazabilidad del campo de producción.

Este manual es resultado de la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el sector agropecuario, así como de la difusión de conocimientos sobre la producción y el acondicionamiento de material de siembra que realiza AGROSAVIA. Está en línea con el compromiso de transformar de manera sostenible el sector agropecuario colombiano mediante el poder del conocimiento, para mejorar la vida de productores y consumidores. El texto ha sido escrito con lenguaje claro para facilitar la apropiación del conocimiento por parte de todos los actores del Sistema Nacional de Semillas.

Los autores esperan que este manual técnico se convierta en un material de consulta imprescindible para productores y demás usuarios vinculados a la producción de semilla de calidad de sorgo dulce forrajero, bajo las condiciones de los valles interandinos y del Caribe seco, y que sirva de referencia para el aseguramiento de la calidad de producciones de semilla de sorgo en áreas agroecológicas equivalentes a las evaluadas.





Recomendaciones de uso

Este manual técnico se elaboró como material de difusión y divulgación, con el objetivo de fortalecer las capacidades técnicas y los conocimientos sobre la producción y el acondicionamiento de semilla de sorgo dulce forrajero de calidad en los valles interandinos y Caribe seco de Colombia.

Para su adecuada utilización, es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Es un documento de referencia para productores de semilla de sorgo dulce forrajero en los valles interandinos y el Caribe seco, que establece las actividades de multiplicación de semilla comercial.
- Cada capítulo tiene una estructura definida, de modo que sirva como guía para el productor de semilla, según su experiencia y condiciones de campo, para aplicar las recomendaciones y complementar su conocimiento.
- El manual consta de seis capítulos, y cada uno aborda un área temática específica. De esta manera orienta al lector, especialmente al productor de semilla de sorgo dulce forrajero, sobre el conocimiento asociado a cada actividad del proceso de producción.





Capítulo 1

Consideraciones generales en la producción de semilla de sorgo dulce forrajero

Los sorgos dulces forrajeros

Los sorgos forrajeros (*Sorghum* spp.) pueden ser perennes o anuales, y algunas variedades exclusivamente forrajeras permanecen productivas hasta por tres años, según su manejo. Estos sorgos ofrecen una adecuada calidad nutricional para la alimentación animal, lo que los convierte en una alternativa eficiente para fortalecer la capacidad de sostenimiento pecuario en fincas ubicadas en zonas de clima cálido en Colombia (Gómez, 2024).

Existen dos tipos de sorgos destinados a la producción de forraje. Para la elaboración de ensilaje, se emplean los sorgos graníferos de la especie *Sorghum bicolor* (L.) Moench, los cuales son híbridos de crecimiento erecto que, al momento de la cosecha, pueden alcanzar una altura aproximada de tres metros (Demanet & Canales, 2020). Otro tipo de sorgo utilizado para pastoreo es el pasto Sudán o Sudan grass, resultado del cruce entre *Sorghum drummondii* y *Sorghum bicolor* var. sudanese.

Las plantas de sorgo forrajero son más eficientes que otros cereales en la absorción de agua y nutrientes, gracias a un sistema radical fibroso, ramificado y profundizado, que puede ser hasta dos veces más extenso que el del cultivo de maíz (Yosef et al., 2009).

De acuerdo con Moyano et al. (2021), el sorgo forrajero prospera en condiciones de altas temperaturas, y se adapta especialmente a regiones de clima cálido en Colombia, donde las temperaturas varían entre 21 y 30 °C, y a altitudes desde el nivel del mar hasta los 1.200 metros. Puede establecerse en una amplia diversidad de suelos, desde arenosos hasta arcillosos; sin embargo, los mejores rendimientos se obtienen en suelos de textura franca o similares (franco-arcilloso, franco-limoso y franco-arenoso), siempre que presenten buen drenaje y estén libres de encharcamientos, ya que el exceso de humedad limita considerablemente su producción.

Desde 1996, AGROSAVIA (entonces Corpoica), en convenio con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), introdujo una población de sorgo forrajero de alto macollamiento y tallo dulce, adaptada a regiones semiáridas. A partir de esta introducción, se desarrolló la variedad Agrosavia JJT-18, evaluada en diversas regiones del país, como alternativa forrajera para la suplementación ganadera en épocas críticas.

Esta variedad, con una altura de 300 a 334 cm y de 13,0 a 16,7 °Brix (Bernal et al., 2014), puede emplearse para la renovación de praderas, la elaboración de ensilaje o la alimentación en verde o seco. Su rendimiento promedio es de 45 toneladas de forraje verde y 12,4 de forraje seco por hectárea, con capacidad de rebrote hasta para tres cortes. Además, su alto contenido de azúcar (11,7 °Brix) mejora la fermentación en el ensilaje, y esto proporciona fibra y energía sin necesidad de aditivos, favoreciendo la nutrición bovina (AGROSAVIA, 2025).

El sorgo dulce forrajero variedad Agrosavia JJT-18 se destaca por su capacidad de producir entre 40 y 56 toneladas por hectárea de forraje verde en el primer corte, realizado entre 88 y 100 días después de la siembra. En ciertas condiciones, es posible aprovechar el rebrote para un segundo corte y alcanzar rendimientos totales de hasta 80 toneladas por hectárea. Además, sus tallos presentan un alto nivel de sólidos solubles (13-16 %), lo que convierte a este material en una



alternativa adecuada para la suplementación alimenticia del ganado (Bernal et al., 2014; Mejía-Kerguelén et al., 2019). Este cultivar también muestra una notable adaptabilidad a diversos tipos de suelo y tolerancia a periodos breves de déficit hídrico (Getachew et al., 2016).

En Colombia, el sorgo dulce forrajero se utiliza principalmente como complemento en la alimentación animal, en forma de forraje verde o como harina procesada (Flórez-Gómez et. al., 2024; Godoy, 2016). Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2018), el sorgo dulce forrajero se cultiva en aproximadamente 12.930 hectáreas, con un rendimiento potencial de hasta 50 toneladas por hectárea. Su distribución es amplia en el territorio nacional, con los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Huila, Magdalena, Meta y Sucre como los principales productores.

Producción de semilla de sorgo dulce forrajero

Sembrar sorgo dulce para forraje es diferente que sembrarlo para producir semilla, ya que los objetivos y el manejo agronómico varían según el propósito. Cuando se cultiva para forraje, se prioriza el crecimiento vegetativo en procura de alta producción de biomasa, y por esta razón se emplean densidades de siembra mayores y prácticas que favorecen el rebrote.

En cambio, cuando se siembra para producir semilla, se requiere un manejo más cuidadoso, con densidades más bajas para favorecer el desarrollo de las panojas, control estricto de plagas y enfermedades, y condiciones específicas de cosecha y almacenamiento para garantizar la calidad y viabilidad de la semilla (figura 1).

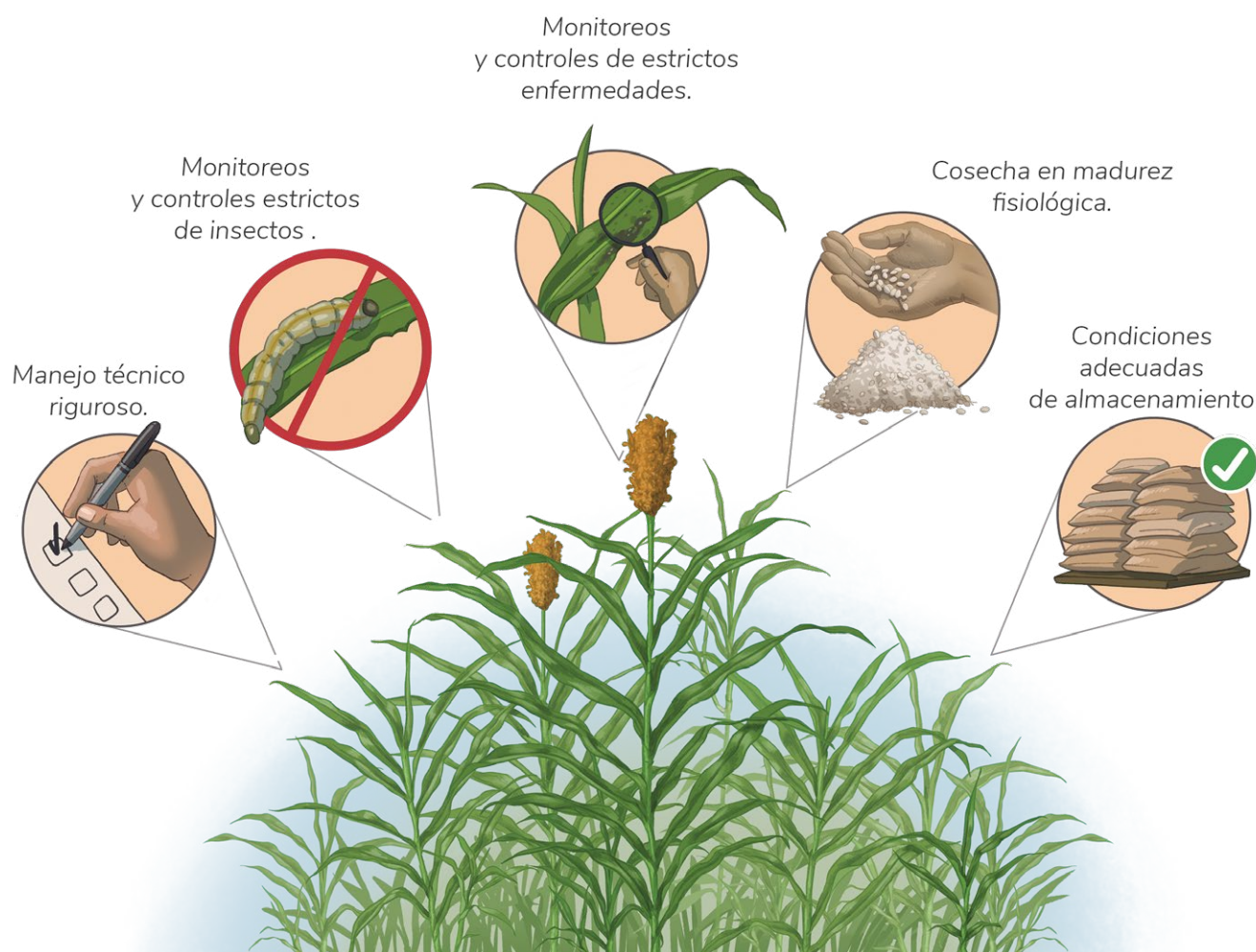


Figura 1. Consideraciones en la producción de semilla de sorgo dulce forrajero.
Fuente: Elaboración propia

En los siguientes capítulos se presentan los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta para la producción de semilla certificada de sorgo dulce forrajero.



Capítulo 2

Criterios para la selección del terreno y la semilla en la siembra

Selección del terreno

Para la producción de semilla de calidad es importante seleccionar un sitio con las mejores condiciones físicas y químicas del suelo. Es recomendable contar con el análisis de suelo del lote seleccionado, para facilitar la toma de decisiones de manejo agronómico, evitar lugares con mal drenaje que puedan encharcarse y realizar los ajustes necesarios al terreno antes de la siembra. De acuerdo con Mejía-Kerguelén et al. (2020), el cultivo de sorgo puede establecerse en una amplia variedad de suelos, siempre que presenten un buen drenaje y estén libres de encharcamientos. Además, se recomienda que el pH del suelo se mantenga entre 5,5 y 7,8 para asegurar un crecimiento y desarrollo adecuados del cultivo (Centa, 2018).

Es importante conocer el historial del lote, ya que esto permite identificar y mitigar problemas futuros con el suelo, las arvenses, los insectos y los patógenos. El terreno debe ser de fácil acceso para realizar las labores agronómicas y para la supervisión del cultivo. Asimismo, debe estar cerca de una fuente de agua que facilite el riego, si se cuenta con este recurso, y en lo posible estar delimitado para evitar el ingreso de animales que puedan ocasionar daños.

Época de siembra

La siembra de sorgo para producción comercial y de semilla debe realizarse de acuerdo con las fechas aprobadas y establecidas por las seccionales del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el primer o segundo semestre del año, siempre que se garanticen un suministro y una distribución adecuadas de precipitación durante el ciclo del cultivo.

Generalmente, las resoluciones con las fechas aprobadas para la siembra, producción, beneficio y venta de semilla de sorgo se publican en la página del ICA (www.ica.gov.co), pero se recomienda contactar a un funcionario de la seccional regional cuando la información no esté disponible para consulta en línea. En general, se busca que la siembra coincida con los periodos de lluvia para evitar que las plantas sufran estrés hídrico, y la cosecha coincida con los periodos secos. Por ello, es conveniente revisar con anticipación la información climatológica de la zona seleccionada para la siembra.

Aislamiento

El sorgo se reproduce predominantemente por *autopolinización* (aproximadamente un 95 %), y solo cerca de un 5 % corresponde a *polinización cruzada* (Demanet & Canales, 2020). Por esta razón, si se busca conservar la pureza de la variedad, es importante sembrar en un lugar aislado de otros cultivos de sorgo.

Cuando el campo de producción esté destinado a la obtención de semilla comercial de sorgo dulce forrajero, este debe cumplir con las exigencias establecidas en la Resolución 00015141 (ICA, 2024). En consecuencia, el campo de producción debe mantenerse aislado en todas las direcciones respecto de otros cultivos de sorgo y cumplir con las distancias mínimas que se detallan en la tabla 1.



Tabla 1. Distancias de aislamiento mínimas establecidas en el cultivo de sorgo

Clase	Sorgo			Pasto	
	Distancia (m)			Distancia (m)	
	Grano	Forrajero	Escobero	Johnson	Sudán
Básica	500	800	800	1.000	1.000
Registrada	300	400	400	500	1.000
Certificada (híbrido y variedad)	300	400	400	500	1.000

Fuente: ICA (2024)

Es importante aclarar que solo se pueden sembrar lotes que hayan sido establecidos en el ciclo anterior con sorgo de la misma variedad o que no se hayan sembrado durante los seis meses anteriores con otros cultivares de la misma especie. De lo contrario, debe realizarse un aislamiento temporal respecto de otros cultivos de sorgo, con un mínimo de 30 días de diferencia frente al lote de multiplicación, para evitar la coincidencia de floraciones y preservar la calidad genética del cultivo. Esta práctica es indispensable para la producción de semilla destinada a venta o autoabastecimiento.

Atributos de calidad de la semilla

El uso de semillas de calidad trae beneficios que se ven reflejados tanto en el establecimiento del cultivo como en la cosecha, ya que garantiza la identidad genética del material, reduce el desperdicio de semilla al contar con un porcentaje asegurado de germinación, y permite ajustar el número de plantas por área. Además, favorece la uniformidad del cultivo al presentar semillas con porcentajes de viabilidad y vigor similares, y disminuye la incidencia de patógenos gracias a su inocuidad, lo que estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas (Intagri, 2016).

Cuando se define la calidad de una semilla (figura 2), se hace referencia a las características deseables o a su aptitud para ser sembrada. Según Mezzalama (2016), la calidad de las semillas está determinada por tres componentes: pureza (genética y física), calidad fitosanitaria y fisiológica.



La pureza genética se relaciona con la uniformidad del cultivar en todas sus características. La pureza física hace referencia a la ausencia de semillas de otros cultivos y al estado del material (semillas quebradas, tamaño, peso). La calidad fitosanitaria corresponde a la presencia o ausencia de insectos plaga o de patógenos causantes de enfermedades, cuyo desarrollo dependerá de las condiciones ambientales, el manejo y la presencia del inóculo. Finalmente, la calidad fisiológica está asociada a la capacidad de la semilla de producir una nueva planta, expresada en términos de germinación, vigor, viabilidad y uniformidad en el campo.

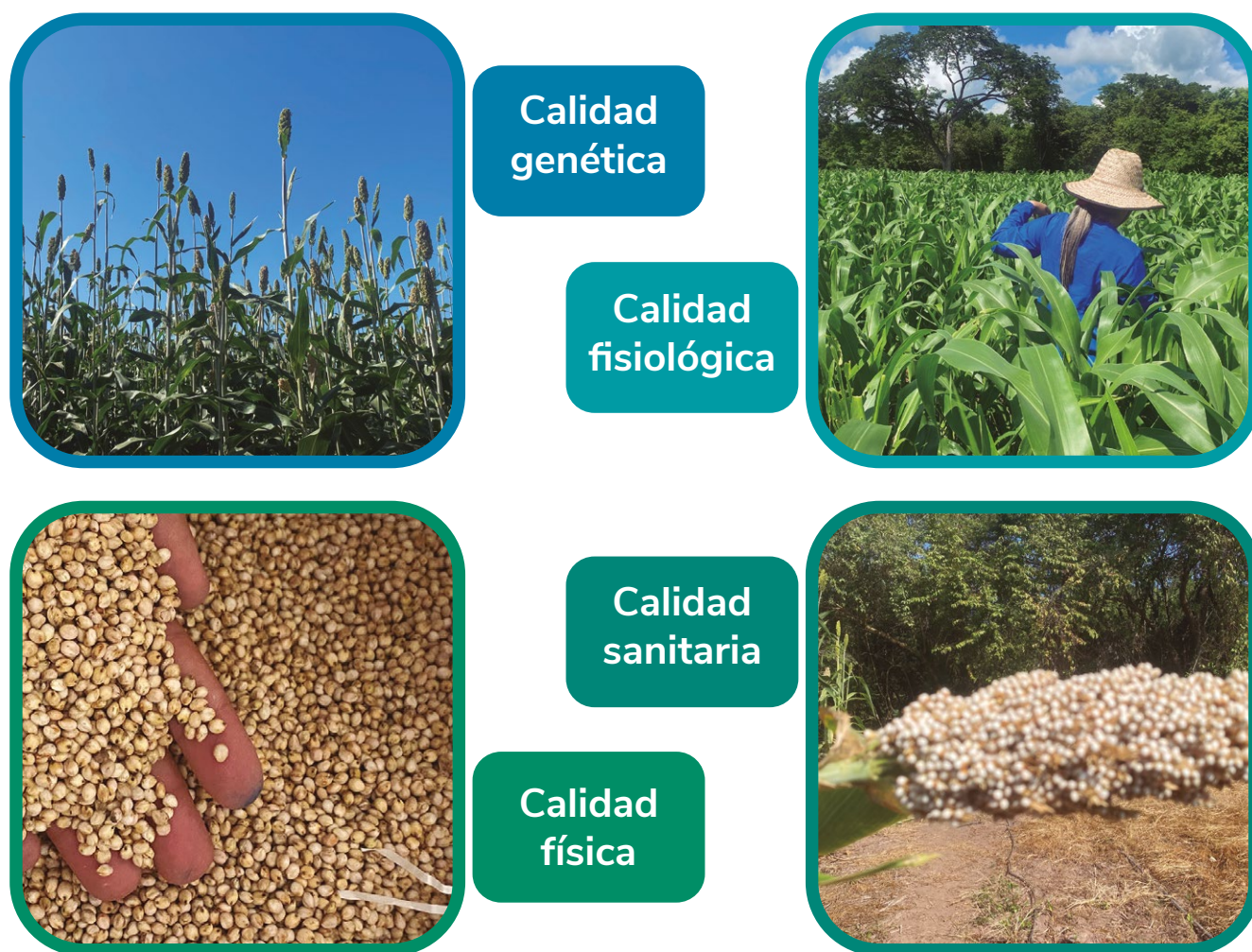


Figura 2. Dimensiones de la calidad de semilla de sorgo dulce forrajero.

Fuente: Elaboración propia

Selección de la semilla y categoría

La selección de la semilla a sembrar corresponde a la categoría inmediatamente anterior al lote inscrito para la multiplicación, cuando la finalidad es la venta de semilla. De esta manera, si la categoría a producir es la básica, debe emplearse semilla genética proveniente de inventarios existentes y de buena calidad (figura 3). El inventario de semilla genética debe mantenerse disponible y con monitoreo de calidad. Lo ideal es contar con material suficiente para establecer al menos una hectárea de semilla básica, que es la superficie mínima registrada por el ente regulador y certificador.

Para categorías superiores a la *básica* —en su orden, *registrada* y *certificada*— debe usarse semilla disponible que cuente con registro emitido por el ICA. De esta forma, la semilla básica servirá como insumo para campos de producción de material registrado y certificado. Si existiese la categoría registrada en inventario, esta abastecerá los campos de producción de semilla certificada.

Por el contrario, si la producción de semilla se realiza con fines de autoabastecimiento, es necesario seleccionar la semilla más reciente o de origen más próximo, con el fin de asegurar su calidad al momento de establecer el nuevo campo de producción.





SEMILLA GENÉTICA

Es la semilla “madre” de un nuevo cultivo. Es el punto de partida de una variedad mejorada que ha sido cuidadosamente desarrollada por un fitomejorador. Esta semilla se usa para mantener la pureza y calidad del cultivo y también para producir la siguiente categoría de semilla, llamada “semilla básica”.

SEMILLA BÁSICA

Es la que se obtiene a partir de la semilla genética, pero en mayor cantidad. Se produce con mucho cuidado y bajo supervisión de expertos para asegurarse de que mantenga su pureza y calidad. Esta semilla pasa por un proceso de certificación para garantizar que cumpla con ciertos estándares, como buen desarrollo, resistencia a enfermedades y alto rendimiento.

SEMILLA REGISTRADA

Es la que se obtiene a partir de la semilla básica. Es un paso intermedio antes de llegar a la semilla certificada, que es la que finalmente utilizan los agricultores para sembrar. Su propósito es garantizar que la semilla mantenga su identidad genética y que los cultivos sean uniformes, sanos y productivos.

SEMILLA CERTIFICADA

Se produce a partir de semilla básica o semilla registrada y pasa por un proceso de certificación para garantizar su calidad ante el ica. Esta semilla ha sido cuidadosamente controlada para asegurar que tenga buen rendimiento, resistencia a enfermedades y uniformidad en el cultivo.

Figura 3. Categorías de semillas comerciales definidas por el ICA.

Fuente: Elaboración propia





Capítulo 3 Establecimiento, siembra y manejo agronómico del cultivo

Toma de muestra para análisis de suelos

Tomar una muestra de suelo adecuada es esencial para obtener un diagnóstico preciso de su fertilidad y composición. Una buena muestra representativa (1 kg) corresponde a una porción del lote obtenida al mezclar submuestras tomadas de diferentes puntos y profundidades, evitando áreas atípicas como bordes, canales o lugares donde se acumulen residuos. Una muestra representativa permite identificar deficiencias de nutrientes, ajustar el pH y optimizar el manejo del suelo, lo que reduce costos y aumenta el rendimiento de los cultivos. Para garantizar resultados confiables, es importante recolectar muestras de diferentes puntos, evitar zonas atípicas, usar herramientas limpias y enviar las muestras a un laboratorio especializado para su análisis.

A continuación, se describe el paso a paso del procedimiento para obtener una muestra de suelo representativa (figura 4).



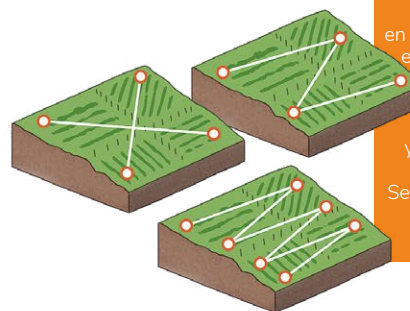
Seleccione un área homogénea dentro de la finca teniendo en cuenta: relieve, cultivo, aplicación de enmiendas o fertilizantes, color y textura del suelo.



Coloque la muestra dentro de un balde limpio.



Después de tomar todas las submuestras en el área homogénea, mezcle con las manos limpias hasta homogeneizar todo el suelo.



Escoja un recorrido en el campo que cubra todo el terreno; los recorridos comúnmente utilizados son diagonales, tipo zeta o en zigzag, y tome varias muestras durante el recorrido. Se recomienda tomar entre 20 y 30 submuestras de suelo.



Tome la muestra de la pared del hoyo y con un bisturí, o cuchillo limpio, retire los bordes de la submuestra de suelo para evitar contaminación.



En la bolsa coloque aproximadamente 1 kg de suelo y cierre muy bien la bolsa.



En los sitios donde tome las submuestras, limpie la capa vegetal para evitar contaminación de las muestras de suelo.



Realice hoyos con pala a una profundidad de 20 a 30 cm para cultivos anuales, y de 40 a 60, para frutales, arbóreos y otros cultivos de raíz profunda.



Proceda a marcar su muestra con la información requerida por el laboratorio al cual se envíe la muestra.

Figura 4. Procedimiento para la toma de muestras de suelos para análisis.
Fuente: Elaboración propia



Se recomienda que los resultados del análisis de suelos sean interpretados por un ingeniero agrónomo encargado del manejo del cultivo, quien emitirá las recomendaciones técnicas necesarias para modificar o realizar las correcciones que aseguren una adecuada nutrición de las plantas.



Preparación de suelo

De acuerdo con las condiciones del terreno y la disponibilidad de equipos para la mecanización, deben considerarse los siguientes parámetros:

- Textura del suelo (arenoso, limoso, franco o arcilloso).
- Profundidad efectiva (nivel al que se encuentran las capas compactadas).
- Presencia de arvenses o residuos de cosecha.
- Relieve del terreno (pendientes presentes en el lote).

El objetivo de esta actividad es preparar un suelo adecuado para el desarrollo óptimo de las plantas (figura 5). Así se permite que la variedad alcance su máximo potencial productivo sin descuidar las demás prácticas de manejo.





Figura 5. Preparación mecanizada del suelo con tractor e implemento de rastra para la adecuación del lote de producción. a. Pase de rastra pesada en el terreno; b. Pase de rastra pesada en bordes del terreno.

Fotos: Jorge Leonardo Abril Castro

De acuerdo con lo anterior, para una correcta preparación mecanizada del suelo se recomienda determinar primero la profundidad efectiva, con el fin de romper capas compactas mediante el uso de cinceles o subsoladores (labranza vertical). Para ello, debe realizarse una calicata por hectárea de 50 cm de ancho, 50 cm de largo y un metro de profundidad, para revisar la presencia de capas compactas en el perfil del suelo.



En caso de contar con equipos especializados, puede evaluarse la resistencia del suelo con un penetrómetro (figura 6). En los primeros 20 cm, cuando se obtengan valores entre 400 y 500 newton, se recomienda realizar labranza vertical con dos pases de cincel, el primero en sentido norte-sur y el segundo a un ángulo de 45°, para lograr una fracturación efectiva del suelo. Posteriormente, se realizan de uno a dos pases de rastra de discos.



Figura 6. Medición de resistencia del suelo con penetrómetro.
Foto: Mauricio Gamboa Alape



En condiciones de producción con riego por superficie (por gravedad), durante la preparación del terreno se debe considerar un embalconado de 0,80 cm para mejorar la eficiencia del riego (figura 7). Asimismo, deben identificarse los puntos bajos del lote para construir los drenajes con zanjadora.

Cuando el lote tenga alta presencia de arvenses, se recomienda efectuar un pase con guadaña o desbrozadora, según la disponibilidad, y posteriormente aplicar un herbicida no selectivo.



Figura 7. Embalconado para la siembra de cultivos en hileras con riego por superficie.

Foto: Sair Jaramillo Bonilla



Tratamiento de semilla para la siembra

Se recomienda utilizar semilla tratada de forma biológica o química, según la preferencia, con el fin de controlar insectos y hongos. Para el tratamiento químico, se sugiere usar tiametoxam + difenoconazole como protectante de la semilla. El proceso consiste en preparar una dilución cuya relación agua-producto dependerá de la concentración del ingrediente activo. El volumen de dilución por cada 100 kg de semilla debe ser de 700 a 1000 mL. La semilla se impregna y luego se seca a la sombra para su posterior siembra (figura 8). También puede adicionarse fosfito de potasio, compuesto eficaz para el control de protozoarios, oomicetos, hongos, bacterias y nematodos fitoparásitos (Yáñez-Juárez et al., 2018).



Figura 8. Tratamiento de semillas de sorgo dulce forrajero. a. Colocación de semillas de sorgo con tiametoxam + difenoconazole en la mezcladora; b. Resultado del tratamiento de semilla de sorgo.

Fotos: Laura María Restrepo Martínez

Otras opciones de protectantes de semilla incluyen ingredientes activos como fludioxonil + metalaxil-m + tiabendazol + tiametoxam (fungicida-insecticida para el tratamiento de semillas). Estos productos se aplican sobre las semillas en forma de dilución.



La dilución se prepara agregando la dosis correspondiente sobre el agua, hasta obtener un volumen de 500 mL (100 mL de fludioxonil + metalaxil-m + tiabendazol + tiametoxam + 400 mL de agua) por cada 100 kg de semilla. Con la dilución preparada, se realiza la mezcla con las semillas durante dos minutos; posteriormente, se secan y se colocan sobre plástico en una superficie plana y se dejan secar (figura 9).



Figura 9. Semilla de sorgo acondicionada para siembra con tratamiento químico.

Foto: Laura María Restrepo Martínez



Siembra

La siembra depende de las precipitaciones de la zona, de las condiciones del suelo y de las ventanas de siembra establecidas por el ICA. La labor se realiza con una sembradora previamente calibrada. La distancia de siembra depende del equipo utilizado; sin embargo, se recomienda una sembradora abonadora para mejorar la eficiencia en las labores de campo.

En condiciones climáticas normales, el ciclo de sorgo dulce forrajero hasta la producción de grano duro 125 días. En escenarios influenciados por el fenómeno de La Niña, el ciclo puede alargarse aproximadamente 20 días. Lo anterior permite tomar decisiones sobre el mes más propicio para la siembra. En los valles interandinos, particularmente en El Espinal (Tolima), las condiciones agroclimáticas permiten la siembra en ambos semestres del año. En cambio, en la región del Caribe seco, la siembra se concentra en el primer ciclo del año, cuando existe mayor oferta hídrica.

Se sugiere efectuar la siembra de forma mecanizada (figura 10), con una sembradora de precisión calibrada fuera del lote, sin enterrar las semillas, para realizar un conteo y determinar la cantidad que se depositará por metro lineal.

Es conveniente calibrar la sembradora para asegurar una distribución uniforme de la semilla, procurando depositar seis semillas por metro lineal, a una profundidad aproximada de 2 cm, en surcos individuales separados por 80 centímetros. Estas distancias son sugeridas para la producción de semilla, ya que favorecen el desarrollo agronómico del cultivo hasta el fin de su ciclo productivo. Una vez calibrada la sembradora, se procede con la siembra. Es importante evitar profundidades mayores a 2 cm, ya que podrían retrasar la germinación o impedirla.





Figura 10. Preparación de sembradora para la siembra. a. Llenado de la tolva con semilla de sorgo tratada; b. Sembradora.

Fotos: Jorge Leonardo Abril Castro



Cantidad de semilla necesaria para sembrar (fórmula para ajuste)

La cantidad de semilla requerida para la siembra debe ajustarse según el porcentaje de germinación, cuya fórmula se indica a continuación (en el capítulo 5 se explica cómo realizar una prueba de germinación e interpretar los resultados):

$$\text{Cantidad de semilla por ha ajustada} = \frac{(\text{Semilla por hectárea (kg/ha)} * 100 \%) }{\% \text{ Germinación}}$$

Por ejemplo, para sembrar una hectárea de sorgo dulce forrajero destinada a forraje se requieren 16 kg de semilla bajo condiciones ideales. Si el porcentaje de germinación es del 85 %, la cantidad ajustada será de 18,8 kg.

Densidad de siembra

Para la producción de semilla de sorgo dulce forrajero, se recomienda una población de seis plantas por metro lineal y una distancia entre surcos de 80 cm, equivalente a una densidad de 75.000 plantas/ha.

Si la cantidad de plantas por metro supera esta recomendación y la población resulta mayor, se sugiere realizar raleo, ya que las altas densidades incrementan el riesgo de volcamiento.

En áreas con suelos extremadamente secos, se aconseja riego dentro de los dos días posteriores a la siembra para asegurar la germinación y la emergencia de las plantas. Cuando esto no sea posible, conviene programar la siembra en coincidencia con la época de lluvia y las primeras precipitaciones.

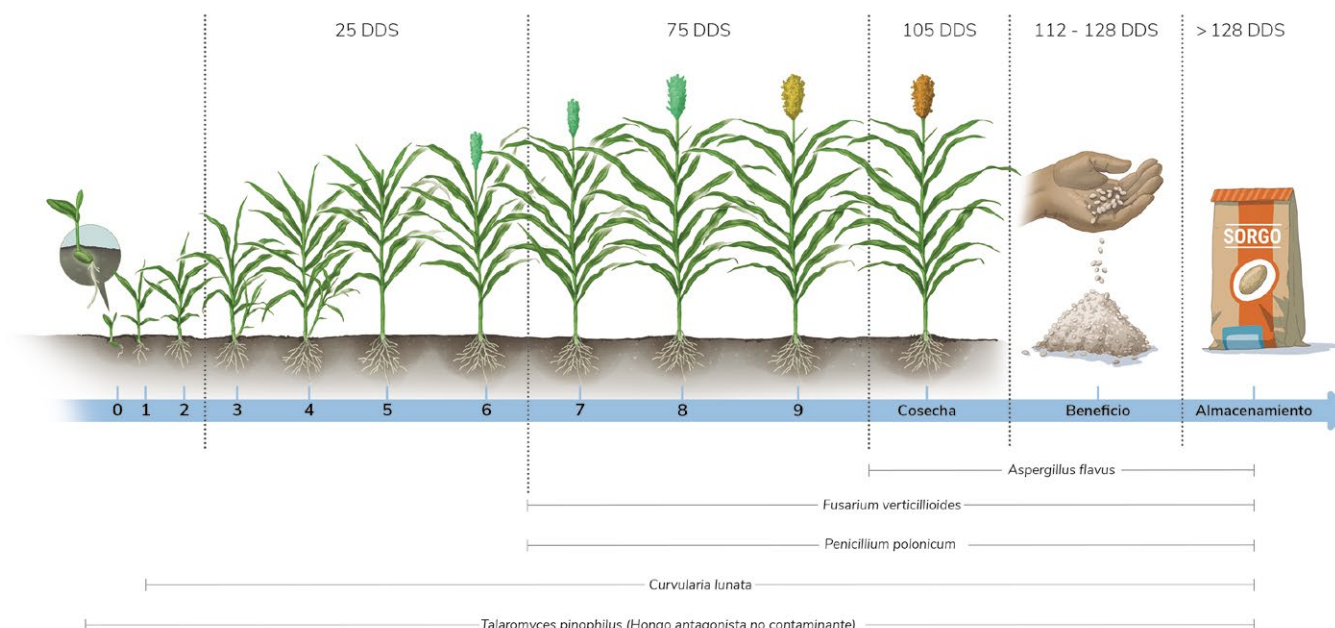




Fenología del cultivo de sorgo dulce forrajero y susceptibilidad para la infección y prevalencia de hongos

En la figura 11 se ilustran las etapas de crecimiento y desarrollo del sorgo dulce forrajero, desde la germinación hasta la madurez y cosecha. Comprender estas fases es fundamental para identificar los momentos óptimos de labores agrícolas como siembra, riego, fertilización, manejo fitosanitario, aplicación de reguladores de crecimiento y cosecha. Además, este conocimiento permite evaluar posibles efectos adversos en condiciones ambientales desfavorables, como en presencia de hongos o ante la susceptibilidad del cultivo a ser infectado por estos.





V0. Emergencia

La emergencia de las plantas de sorgo J18 ocurre entre 4 y 6 días después de la siembra, cuando el suelo tiene las condiciones adecuadas de humedad que favorecen este proceso. La primera estructura visible es el coleóptilo.

V1. Estado de tres hojas

La planta llega a esta etapa a los 10-12 días después de la emergencia, con tres hojas bien formadas y lígulas visibles sin disección; el punto de crecimiento está debajo de la superficie del suelo.

V2. Etapa de 5 hojas

En esta etapa las plantas tienen cinco hojas verdaderas, el sistema radicular se desarrolla rápidamente y se determina el número potencial de hojas que tendrá la planta. Se presenta entre los 20 y 25 DDE.

V3. Diferenciación del punto de crecimiento.

Entre 30 y 35 días después de la emergencia, la planta cambia de vegetativa a reproductiva, definiendo el tamaño de la futura panoja. Alcanza el 5 % de su crecimiento y toma el 10-15 % de los nutrientes totales necesarios. A partir de esta etapa, la absorción de nutrientes aumenta considerablemente.

V4. Última hoja visible (bandera)

En esta etapa, alcanzada a los 55-60 días después de la emergencia, todas las hojas excepto las últimas 3 o 4 se han expandido totalmente, determinando el 80 % del área foliar. Las 2-5 hojas inferiores se han perdido.

V5. Panoja embuchada

En esta etapa, 65-70 días después de la emergencia, todas las hojas se han expandido completamente, alcanzando su máxima área foliar e intercepción de luz. La panoja potencial se determina y está embuchada en la vaina de la hoja bandera. El crecimiento y la absorción de nutrientes son acelerados. El estrés hídrico o herbicidas pueden impedir la completa emergencia de la panoja afectando la polinización. Este es el periodo crítico para el rendimiento, cuando cualquier deficiencia puede reducir los rendimientos.

V6. 50 % de floración

La floración del sorgo ocurre entre los 71 y 75 días después de la emergencia, cuando el 50 % del cultivo ha emitido su panoja, y las plantas han alcanzado su altura máxima y acumulado el 60% del peso seco total. La apertura de las flores comienza en la parte superior y desciende progresivamente a un ritmo de 2-4 cm por día, con la formación del grano casi simultánea.

V7. Grano pastoso

Los granos han definido su color final (crema), y tienen una consistencia pastosa gracias a la acumulación del 65 % de su materia seca total. Esta etapa ocurre de forma rápida entre los 90 y 95 DDE.

V8. Grano duro

En esta etapa se alcanzan las tres cuartas partes del peso seco del grano. La absorción de nutrientes en este momento es prácticamente nula, se presenta entre los 96 y 100 DDE.

V9. Grano duro

En esta etapa se alcanza el máximo peso seco de la planta entre los 100-105 dde. En los granos se forma un punto oscuro. La humedad del grano varía de acuerdo con el comportamiento de variables climatológicas, con valores que oscilan entre 25 y 35 %. En este periodo el grano debe perder entre 9 y 15 % para poder ser cosechado en un grado óptimo de humedad, es decir, de 17 a 20 %.

Figura 11. Etapas claves en la producción de semilla de sorgo dulce forrajero y prevalencia de hongos contaminantes.
Fuente: Elaboración propia con base en Toledo (2023) y Patiño-MoscOSO et al. (2023)



Riego del cultivo

El cultivo de sorgo dulce forrajero requiere entre 400 y 550 mm de agua para su desarrollo, con un mínimo de 300 mm (Bernal et al., 2014). Se caracteriza por su eficiencia en el uso del agua y su tolerancia a la sequía, aunque es necesario programar riegos que cubran el requerimiento hídrico de la planta o realizar la siembra en los meses de mayor pluviosidad. En condiciones de los valles interandinos, según experiencia de AGROSAVIA, se recomienda aplicar mínimo ocho riegos, distribuidos entre la fase de establecimiento y la de formación de la semilla, con una frecuencia que se ajuste a la precipitación de la zona.

El riego por goteo es uno de los sistemas más eficientes, ya que optimiza el uso del agua y mejora la productividad, especialmente en zonas de baja disponibilidad hídrica. Este método suministra el agua de manera precisa en la zona radicular, reduce las pérdidas por evaporación y escorrentía, y mantiene una humedad constante que favorece un desarrollo uniforme del cultivo. Además, permite la fertirrigación, optimizando la absorción de nutrientes y reduciendo el crecimiento de malezas al irrigar solo la línea de cultivo. Su implementación requiere un diseño adecuado, en vista de la textura del suelo, la calidad del agua y la frecuencia de riego, de acuerdo con las etapas fenológicas del sorgo y las condiciones climáticas.

Manejo de arvenses

Después de la siembra, se aplica un sello químico sobre el área de siembra para favorecer la germinación del sorgo en los balcones y evitar la emergencia de las arvenses dominantes de la zona. Para el caso de las regiones del Caribe seco y los valles interandinos, este control se enfoca en malezas

como caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), paja peluda (*Paspalum pilosum*), pata de gallina (*Eleusine indica*), paja mona (*Leptochloa filiformis*), falsa caminadora (*Ischaemum rugosum*), cadillo (*Cenchrus* spp.), liendre puerco (*Echinochloa colonum*), pajamona (*Leptochloa filiformis*), guardarocio (*Digitaria sanguinalis*), botoncillo (*Eclipta alba*), palo de agua (*Ludwigia linifolia*), buchón (*Eichhonia crassipes*), menta (*Cyperus iria*), barba de indio (*Fimbristylis miliacea*), batatilla (*Ipomoea indica*), coquito (*Cyperus rotundus*) y granadilla (*Brachiaria fasciculata*).

Un sello químico consiste en aplicar herbicidas preemergentes sobre el suelo poco después de la siembra y antes de la germinación de las malezas. En el cultivo de sorgo, se aplica 1,5 kg de atrazina por hectárea (dosis de producto comercial) en suelos con buena humedad y libres de malezas. Si el lote presenta malezas con más de dos hojas, se puede complementar con un herbicida desecante, como glifosato o glufosinato de amonio, inmediatamente después de la siembra. Es fundamental respetar las dosis recomendadas y las instrucciones de seguridad del producto.

Los controles posemergentes se realizan según el tipo de malezas presentes en el lote y la etapa fenológica del cultivo. Para un manejo eficaz, se emplean ingredientes activos dirigidos al control de gramíneas, ciperáceas y malezas de hoja ancha. En la figura 12 se presentan opciones recomendadas y mezclas para la aplicación química en posemergencia.



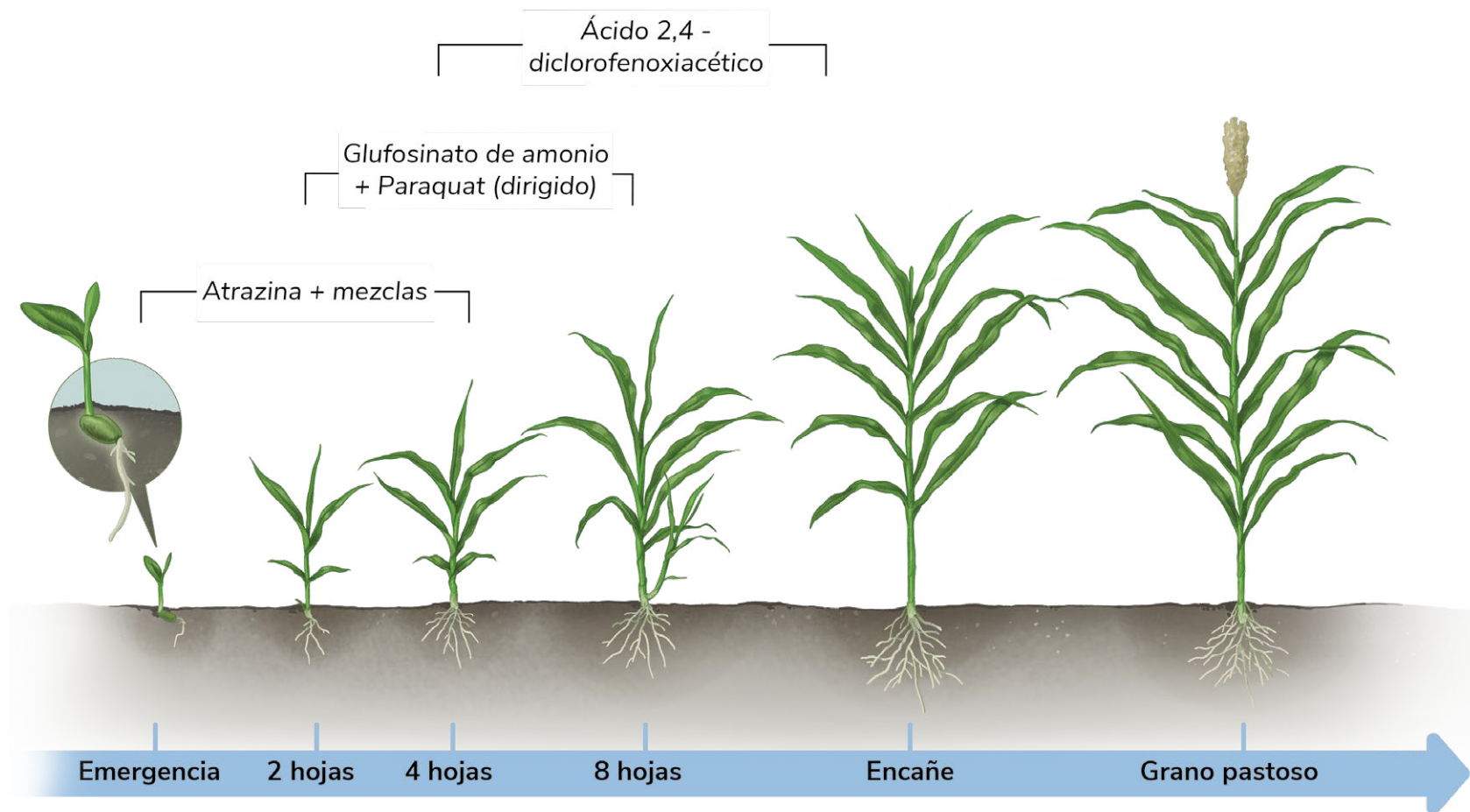


Figura 12. Sorgo granífero: estados y tolerancia a herbicidas de uso posemergentes.

Fuente: Elaboración propia con base en Rodríguez (2016)



Control de pasto Johnson

El pasto Johnson (*Sorghum halepense*) es una de las malezas más agresivas en el cultivo de sorgo por su rápida propagación y alta competencia por agua, nutrientes y luz. Al ser una especie perenne con rizomas vigorosos, puede reducir significativamente los rendimientos del sorgo.

Para reducir su presencia en lotes de producción, se utiliza control químico con pendimetalina en control posemergencia (figura 13). Este herbicida se utiliza cuando el sorgo tiene al menos tres hojas verdaderas, y el pasto Johnson tiene un mínimo de dos hojas verdaderas. No se recomienda su aplicación en cultivos con quince días de emergencia, pero siempre es aconsejable consultar la ficha técnica del producto. Si algunas plantas de pasto Johnson escapan al control químico, deben identificarse por sus características morfológicas y erradicarse manualmente antes de la floración del sorgo (figura 13).



Figura 13. Cultivo de sorgo dulce forrajero 30 días después de la emergencia con control de malezas.
Foto: Jorge Leonardo Abril Castro



Recomendación

En la producción de semilla de sorgo dulce forrajero, se debe cumplir con la Resolución 00015141 (ICA, 2024), que establece los requisitos mínimos de calidad para la certificación. También es necesario tener en cuenta su anexo IV, que detalla la identificación y clasificación de malezas.

Fertilización del cultivo

Contar con un análisis de suelos es fundamental para un plan de fertilización eficiente, ya que permite conocer la disponibilidad de nutrientes y las características del suelo. Al compararlos con los requerimientos nutricionales del cultivo, se determinan las cantidades y tipos de fertilizantes necesarios, asegurando un desarrollo óptimo de las plantas. Esto mejora la productividad, reduce costos y minimiza el impacto ambiental al evitar aplicaciones innecesarias.

Con base en la experiencia de AGROSAVIA en los valles interandinos y el Caribe seco, para una hectárea de sorgo dulce forrajero se aplican 90 kg de nitrógeno (N) por hectárea, 51 kg de pentóxido de fósforo (P_2O_5), 121 kg de óxido de potasio (K_2O) y una adición de elementos menores.

A continuación, se presenta el esquema de fraccionamiento y dosificación de nutrientes según el sistema de fertilización recomendado para la producción de semilla en el cultivo.



Esquema de fraccionamiento y dosificación de la fertilización edáfica

Durante la siembra, aplicar 100 % de pentóxido de fósforo (P_2O_5). El óxido de potasio (K_2O) se fracciona en tres momentos, con dosis de 20, 30 y 50 % antes de los 45 días o cierre de calles (figura 14). El nitrógeno también se aplica en tres momentos, de 20 y 40 % antes de los 45 días. Los elementos menores como magnesio, azufre y calcio se incorporan en los tres momentos de aplicación, ajustando la cantidad según la concentración del producto. El zinc y el manganeso se aplican preferiblemente durante la siembra, mientras que el boro se añade en la última fertilización.



Figura 14. Fertilización edáfica: aplicación dirigida de fertilizantes.
Fotos: Jorge Leonardo Abril Castro

Esquema de fraccionamiento y dosificación de la fertilización bajo sistema de riego

El fertirriego es una técnica agrícola que combina el riego con la aplicación de fertilizantes disueltos en agua. Esta práctica permite una distribución uniforme de los nutrientes directamente en la zona radicular de las plantas. Mejora la absorción de nutrientes, optimiza el uso del agua y reduce el desperdicio de fertilizantes. Esto la convierte en una práctica eficiente y sostenible.

En el Centro de Investigación Motilonia, ubicado en el Caribe seco, se llevan a cabo 16 fertirriegos a lo largo del ciclo del cultivo. Se distribuyen en cuatro aplicaciones para cada una de las siguientes etapas fenológicas: *levante* (8-20 días después de la siembra [DDS]), *prefloración* (21-40 DDS), *floración* (41-65 DDS) y *llenado* (66-86 DDS).

Los nutrientes son fundamentales en el fertirriego, ya que garantizan un suministro equilibrado de elementos esenciales para el crecimiento óptimo del cultivo. Conocer las necesidades nutricionales permite formular soluciones nutritivas precisas, evitando deficiencias o excesos que afecten el rendimiento y la calidad de la producción. A continuación, se presentan los requerimientos de nutrientes para el fertirriego en el cultivo de sorgo dulce forrajero destinado a la producción de semilla en AGROSAVIA (tabla 2).

Tabla 2. Requerimientos de nutrientes para fertirriego (kg/ha)

NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄	Mn	Zn	B
20	70	30	120	10	15	50	3	1,1	1,4

Fuente: Elaboración propia, con base en Abril (2024)

En lotes de producción donde el análisis de suelo revele deficiencias de zinc, manganeso o boro, se recomienda aplicar estos nutrientes mediante fuentes edáficas o foliares. La aplicación debe fraccionarse y realizarse durante las últimas etapas del cultivo, para asegurar una mejor absorción y aprovechamiento de los elementos.

Recomendaciones generales para la fertilización en el cultivo de sorgo

- Realizar análisis de suelo periódicos para ajustar las prácticas de fertilización según la evolución del suelo y las necesidades específicas del cultivo.
- Cuando se empleen fijadores de nitrógeno, reducir la dosis de este nutriente hasta en un 50% y combinarlo con un solubilizador de fósforo para mejorar su disponibilidad.
- Si las precipitaciones saturan el suelo, disminuir la cantidad de fertirriegos. En cambio, cuando el suelo esté a capacidad de campo, realizar el fertirriego con una mayor concentración de nutrientes de la planeada, teniendo en cuenta el fraccionamiento de nutrientes para cada aplicación.

Insectos fitofagos

El manejo fitosanitario es clave para asegurar la calidad y cantidad de semilla producida. Las siguientes son las plagas más importantes en el sorgo forrajero.

El gusano ejército o cogollero (*Spodoptera spp.*)

Este insecto presenta dos etapas críticas de control para evitar daños económicos en el cultivo. La primera etapa ocurre entre cinco y diez días después de la siembra, durante la emergencia del cultivo. En este periodo, las larvas de edad avanzada actúan como trozadoras de plántulas, lo que puede disminuir drásticamente la población final si no se aplican controles a tiempo (figura 15).





Figura 15. Larva en estado avanzado dentro del cogollo de una planta de sorgo dulce forrajero.
Foto: Jorge Leonardo Abril Castro



Para evitar este tipo de ataques, es necesario realizar diferentes controles, como la preparación oportuna del suelo para evitar que las plantas adventicias (las que crecen de forma espontánea) sirvan de hospederos y se conviertan en focos de multiplicación del insecto. Además, evitar en lo posible tener cultivos de diferentes edades en un mismo lote, ya que esto dificulta romper el ciclo de la plaga. Cuando la infestación de la larva supere el metro cuadrado (severidad alta), realizar aplicaciones rápidas de insecticidas. Una opción son las moléculas para control por contacto y por ingestión.

La segunda etapa se presenta cuando el cultivo tiene más de dos hojas bien formadas. En este punto es importante identificar las posturas del insecto depositadas por el adulto (mariposa) en el envés de la hoja. Los huevos son una pequeña masa cubierta de escamas, de apariencia algodonosa y color blanco o crema. La eclosión de los huevos es rápida, de tres a cinco días, y por esto es fundamental implementar un plan de manejo integral que apunte a evitar que un mayor número de larvas completen su ciclo.

Una vez detectadas las posturas y larvas de primer estadio, una herramienta de control biológico es *Bacillus thuringiensis*, cuya efectividad puede alcanzar el 90 % si se realiza correctamente, en el momento y con la aplicación y las dosis adecuadas.

Áfidos o pulgones (*Rhopalosiphum maidis* y *Melanaphis sacchari*)

Son una de las plagas más limitantes del cultivo de sorgo. Los productores los conocen como “huevitos de hormiga” por su relación mutualista facultativa con las hormigas, su forma ovalada y su comportamiento gregario (figura 16).





Figura 16. Incidencia y síntomas de áfidos en sorgo. a. Colonia de áfidos en hoja de sorgo. b. Infestación de áfidos en relación mutualista con hormigas; c. Amarillamiento en hojas de sorgo por ataque de áfidos.
Fotos: Jorge Leonardo Abril Castro

Los primeros focos de ataque aparecen desde la segunda hoja bien formada de la planta. Su presencia en los campos de multiplicación de semilla se detecta mediante un monitorio constante del envés de las hojas jóvenes, donde los adultos alados forman las primeras colonias. Un bioindicador clave son las hormigas, quienes se alimentan de las secreciones azucaradas de los pulgones y, a cambio, les brindan protección y facilitan su dispersión por todo el cultivo.

La tasa de reproducción de los áfidos es alta y se ve favorecida por las condiciones climáticas y el manejo agronómico del cultivo. Ambientes secos y exceso de fertilizantes nitrogenados favorecen su proliferación, y además proporcionan hospederos alternativos, que pueden ser plantas de hoja ancha o angosta.



Su manejo se encamina a disminuir las poblaciones del insecto antes que el cultivo cierre calles. Las estrategias para su manejo consisten en aplicar un plan nutricional balanceado, realizar controles oportunos de malas hierbas y erradicar las primeras colonias detectadas. Esta última medida es importante puesto que uno de los errores más comunes es intervenir cuando ya se observan síntomas de necrosis en la lámina foliar y manchas negras de fumagina. Como alternativa de control químico, existen en el mercado diferentes ingredientes activos, como sulfoxaflor, tiametoxam y imidacloprid.

Una descripción más detallada de los insectos fitófagos y benéficos asociados al cultivo de sorgo dulce forrajero se encuentra en los siguientes textos: “Grain sorghum insect pests and their management” (Buntin, 2012); “Biology, ecology, and management of key sorghum insect pests” (Okosun et al., 2021), “Plagas asociadas al cultivo de sorgo forrajero Agrosavia JJT-18 (*Sorghum bicolor* [L] Moench) en el departamento del Cesar, Colombia” (Rubiano Rodríguez et al., 2023), entre otros estudios disponibles sobre el tema.

Enfermedades

El sorgo dulce forrajero, al igual que otros cultivos de gramíneas, está expuesto a una serie de enfermedades que afectan su desarrollo, productividad y calidad nutricional como forraje. Estas enfermedades, en su mayoría de origen fúngico, son favorecidas por condiciones climáticas propias de zonas tropicales y subtropicales, especialmente cuando hay alta humedad relativa y temperaturas elevadas. A continuación, se presentan las enfermedades de mayor relevancia que impactan este cultivo (tabla 3):



Tabla 3. Enfermedades fúngicas en el cultivo de sorgo dulce forrajero

Enfermedad	Agente causal	Etapas de aparición	Síntomas característicos	Parte afectada
Tizón de la panoja	<i>Fusarium verticillioides</i>	Reproductiva (panoja y grano)	Granos con malformaciones, panojas parcialmente vacías y recubiertas por una capa de esporulación blanquecina o rosada; se observa una tonalidad rojiza o rosada en los tejidos afectados.	Panoja y grano
Complejo de hongos en la panoja	<i>Fusarium verticillioides</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Curvularia lunata</i> , <i>Penicillium polonicum</i> , <i>Diaporthe melonis</i> , <i>Alternaria alternata</i>	Reproductiva (formación y llenado de grano)	Panojas con decoloración, moho visible, aborto floral, vaneo y deterioro de los granos. Aparición de moho verdoso amarillento sobre la semilla.	Panoja y grano
Moho negro del grano	<i>Aspergillus niger</i>	Reproductiva (maduración del grano)	Esporulación negra sobre los granos, pudrición de la panoja y del grano; deterioro del grano y pérdida de calidad.	Grano (semilla)
Pudrición por antracnosis	<i>Colletotrichum graminicola</i>	Vegetativa y reproductiva	Lesiones pequeñas de forma circular, con tonalidades marrón rojizas, visibles tanto en el haz y envés de las hojas como en los tallos.	Hojas y tallos
Mancha gris de la hoja	<i>Cercospora sorghi</i>	Vegetativa (madurez foliar)	Manchas alargadas y grises en las hojas, rodeadas de un halo rojizo o púrpura.	Hojas
Curvularia	<i>Curvularia lunata</i>	Vegetativa y reproductiva	Los daños que produce el hongo en la semilla de sorgo inician con pequeñas manchas circulares negras en la testa, clorosis y debilitamiento.	Semilla, hojas (en fase vegetativa inicial)

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta una tabla resumen con algunas de las principales enfermedades que afectan al sorgo dulce forrajero, las condiciones ambientales que favorecen su desarrollo, las estrategias de control químico y otras prácticas recomendadas para su manejo integral (tabla 4). Esta información es fundamental para la toma de decisiones acertadas en el manejo fitosanitario del cultivo, mitigar pérdidas en la producción y garantizar la calidad del grano.



Tabla 4. Condiciones predisponentes de la enfermedad y su manejo

Enfermedad	Condiciones ambientales favorables	Control químico	Otro control
Tizón de la panoja	Las temperaturas de suelo frías (20 °C) favorecen el desarrollo de la enfermedad (Seminis, 2020). El marchitamiento es beneficiado por las altas temperaturas del aire y del suelo (24 a 30 °C) (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [Senasica], 2015).	Carbendacima + tebuconazol	Rotación de cultivos, manejo de residuos y uso de variedades tolerantes (Senasica, 2015).
Complejo de hongos en la panoja	Alta humedad y temperaturas cálidas favorecen el desarrollo de hongos como <i>Fusarium</i> , <i>Cladosporium</i> y <i>Alternaria</i> (Mengesha et al., 2021).	Azoxystrobin + difenoconazol	Aireación del cultivo, espaciamiento adecuado, y manejo del riego (Mengesha et al., 2021).
Moho negro del grano	Durante la etapa de maduración y cosecha del sorgo, la combinación de altas temperaturas y elevados niveles de humedad genera un ambiente favorable para la proliferación de hongos. En estas condiciones, pueden desarrollarse especies del género <i>Aspergillus</i> (Ackerman et al., 2021)	Tebuconazol, carboxina + thiram	Cosecha oportuna, secado del grano para almacenamiento del 12 al 15 % y buena ventilación en almacenamiento.
Pudrición por antracnosis	Alta humedad (>90 %) y temperaturas entre 25 y 30 °C. Se desarrolla principalmente en épocas lluviosas (Akweru, 2010; Mengesha et al., 2021).	Tiabendazol + mancozeb	Uso de variedades resistentes, rotación de cultivos, eliminación de residuos y malezas susceptibles (Mengesha et al., 2021).
Mancha gris de la hoja	Favorecido por alta humedad relativa y temperaturas relativamente bajas en las noches, la infección requiere de una humedad superior al 95 % (Sarria et al., 2005).	Tratamiento de semillas con carboxina Tebuconazol, carboxina + thiram	Buena aireación, evitar fertilizaciones con exceso de nitrógeno, rotación de cultivos.
Curvularia	Ambientes cálidos que oscilan entre 25 y 28 °C y alta humedad relativa (95 %), lluvias frecuentes, y elevada humedad en el dosel (entre las hojas y tallos) favorecen su desarrollo (Senasica, 2018).	Propineb al 0.2 %, tiofanato-metil y mancozeb	Aplicación de <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Streptomyces</i> spp. como agentes biocontroladores (Basha & Ulaganathan, 2002).

Fuente: Elaboración propia

Las enfermedades bacterianas, menos frecuentes que las fúngicas, pueden causar daños significativos bajo condiciones favorables para su desarrollo. Las bacterias patógenas asociadas al sorgo dulce se destacan en la tabla 5.



Tabla 5. Enfermedades bacterianas en el cultivo de sorgo dulce forrajero

Enfermedad	Nombre de la bacteria	Síntomas comunes	Parte afectada
Tizón bacteriano del sorgo	<i>Xanthomonas vasicola</i> pv. <i>holcicola</i>	Manchas acuosas que se vuelven necróticas; vetas en las hojas.	Hojas
Mancha bacteriana	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	Lesiones necróticas rodeadas por halos cloróticos.	Hojas
Pudrición blanda (en condiciones de humedad)	<i>Dickeya</i> spp.	Tejido blando y acuoso, con olor fétido.	Tallo y hojas

Fuente: Elaboración propia

Ataque de aves en el cultivo de sorgo dulce forrajero

El ataque de aves es un problema frecuente en el cultivo de sorgo debido al fácil acceso a las panículas y al alto valor nutricional del grano. Se emplean diversas estrategias para controlar estos ataque en los cultivos de sorgo, entre ellas el aislamiento manual de las panículas con papel, técnica funcional cuando son pequeñas extensiones de tierra (figura 17). Un método útil para grandes extensiones de cultivo es el uso de dispositivos que producen sonido, como elementos con pólvora o cañones espantapájaros a base de gas propano. También puede hacerse pajareo o emplear productos de síntesis química con antraquinonas y thiram para repeler aves en etapa de llenado de granos.



Figura 17. Identificación y manejo de ataque de aves. a. Ataque de aves en panoja de sorgo forrajero; b. Estrategia de control para pájaro en áreas pequeñas con bolsas de papel.
Fotos: Jorge Leonardo Abril Castro y Karen Viviana Osorio Guerrero

La estrategia de control debe iniciarse cuando el grano se encuentre en las etapas de grano lechoso–pastoso (90 a 95 DDBs), aunque es recomendable realizar monitoreos constantes para minimizar pérdidas en el cultivo.

Eliminación de plantas fuera de tipo o enfermas

Esta actividad se desarrolla durante todo el ciclo del cultivo con el fin garantizar la pureza genética y calidad fitosanitaria de la semilla de sorgo. Consiste en eliminar plantas indeseables o con defectos antes de la emisión del polen, para eliminar plantas cruzadas con pasto Johnson, de otras variedades o enfermas (figura 18).



Se recomienda que la eliminación de plantas sea realizada o supervisada por una persona conocedora de las características de la variedad a multiplicar. Para asegurar la calidad genética del material, es indispensable que esta práctica se realice antes de que inicie la floración. Así se evitan cruzamientos naturales con plantas no deseadas.



Figura 18. Identificación y eliminación de plantas atípicas. a. Cultivo de sorgo dulce forrajero con presencia de planta atípica; b. Eliminación de plantas atípicas cruzadas con pasto Johnson en cultivo de sorgo dulce forrajero. Fotos: Vidal Garisao Florián y Jesús Antonio Rivera Avilez



Volcamiento de plantas y aplicación de reguladores de crecimiento

Una de las ofertas tecnológicas claves de AGROSAVIA para impactar los sistemas productivos ganaderos en la región Caribe y en los Llanos Orientales es la variedad de sorgo dulce forrajero Agrosavia JJT-18. Desde su lanzamiento en 2014, ha tenido un auge y gran demanda por parte de los ganaderos del país, principalmente por sus características varietales: altura superior a los tres metros, alta capacidad de rebrote y de productividad de forraje por hectárea, mayor tolerancia a condiciones de suelos de baja a media fertilidad, y moderado régimen pluviométrico. Sin embargo, la producción de semilla certificada del cultivar ha sido un reto para la Corporación, principalmente por los problemas de volcamiento en los campos de multiplicación, factor asociado a la altura considerable de las plantas. Si no se implementan estrategias de manejo, el encamado en los lotes comerciales puede ser del 40 al 80 % (figura 19) y esto afecta los indicadores financieros del proyecto por su impacto directo en los rendimientos y calidad de la semilla.

Una de las estrategias es el uso de reguladores de crecimiento, como trinexapac-etil y paclobutrazol (PBZ) en dosis de 1-2/ha aplicadas 20 a 40 días después de la emergencia, en cultivos de Agrosavia JJT-18 para la producción de semilla. Permite disminuir la altura de las plantas y mejorar su condición estructural, y es un factor importante para reducir volcamientos, que comprometen los rendimientos y la calidad del producto.





Figura 19. Volcamiento de cultivo de sorgo dulce forrajero en el municipio del Espinal, Tolima.

Foto: Karen Viviana Osorio Guerrero

Estos reguladores son efectivos en la reducción de la altura de las plantas de sorgo variedad Agrosavia JJT-18 (figura 20), con beneficios específicos como los que se indican a continuación:

a. Trinexapac-etil

- Dosis recomendada: 1-2 por hectárea.
- Estado fenológico: aplicar en los estados 1 a 3, equivalentes a 20-40 días después de la emergencia.



Beneficios

- Reducción significativa de la altura de las plantas. Disminuye el riesgo de volcamiento.
- Impacto limitado en la longitud y peso de las panojas. Permite mantener niveles óptimos de rendimiento de semilla.
- No se afecta la calidad fisiológica de la semilla después de su aplicación.
- Baja incidencia en los costos de producción (0,9 % para una hectárea y 1,8 % para dos hectáreas).
- Costo accesible en el mercado regional (COP 150.000 a 300.000 por hectárea).

b. Paclobutrazol (PBZ)

Ventajas técnicas

- Reduce moderadamente la altura de las plantas.
- Mantiene altos porcentajes de germinación al no afectar la estructura de las panojas.

Limitaciones económicas

- Precio elevado debido a escasez del ingrediente activo y baja demanda en la región Caribe (COP 450.000 por litro).
- Incremento significativo en los costos de producción (3 % para una hectárea; 6 % para dos hectáreas).
- Rol en el plan: aunque el PBZ tiene un costo más elevado, se recomienda como una alternativa secundaria para situaciones en las que el trinexapac-etil no esté disponible en el mercado.



Recomendación

Priorizar el uso de trinexapac-etil por su combinación de eficacia técnica y viabilidad económica en caso de que se requiera para manejar volcamiento en sorgo dulce forrajero. Sin embargo, es importante mantener el PBZ como respaldo para garantizar la continuidad del manejo agronómico.



Figura 20. Efecto de la aplicación de regulador de crecimiento en la altura de las plantas de sorgo dulce forrajero: plantas sin aplicación de regulador (izquierda) y plantas con aplicación del regulador (derecha).
Foto: Laura María Restrepo Martínez







Capítulo 4

Cosecha, acondicionamiento y almacenamiento de la semilla

Punto óptimo de cosecha

El momento de cosecha se determina cuando la plantación alcanza el 90 % de la madurez fisiológica. El mejor indicador para esta etapa (punto de madurez) es la presencia del punto negro en la semilla, además del cambio de coloración de la panoja: los granos pasan de color verde (formación) a blanco cuando finaliza la acumulación de peso seco (figura 21). Es en este momento cuando la semilla es capaz de funcionar a nivel integral, cuando presenta altos contenidos de materia seca, buena germinación, excelente vigor y tamaño homogéneo. Cabe señalar que en esta fase de producción es fundamental el control de aves puesto que estas se alimentan de las semillas formadas.



Figura 21. Cambio de coloración de la panoja. a. Granos de color verde en formación; b. Blanco listo para cosecha.
Fotos: Jesús Antonio Rivera Avilez

Cosecha de panojas

Para estimar el grado de maduración del grano, debe medirse la humedad con un determinador, tomando una muestra aleatoria que sea representativa del lote. El contenido de humedad óptima de la muestra del grano para programar la cosecha debe estar entre 15 y 17 %, y el grano debe presentar una textura harinosa, indicativa de su madurez fisiológica.

La cosecha mecanizada del sorgo se realiza con una cosechadora de granos equipada con barra de corte y molinete de trilla, donde se efectúan el desgrane y la limpieza del grano (figura 22). En algunas zonas de clima seco y cálido, la cosecha se realiza cuando el grano alcanza una humedad de hasta 16 %. En estos casos, es fundamental hacer una calibración eficiente de la combinada para evitar daños por partida del grano y desperdicio por exceso de aire.



Figura 22. Cosecha mecanizada de sorgo dulce forrajero: cosechadora con cabezote.
Foto: Sair Jaramillo Bonilla



Durante el proceso de trilla, se debe ajustar el cilindro, el cóncavo y la velocidad, además de regular las cribas, con el fin de evitar daños en el grano y lograr una cosecha eficiente sin desperdicios por daño mecánico.

Durante la cosecha, la presencia de hojas verdes y macollas puede aumentar la humedad del grano. Este problema puede subsanarse mediante la aplicación de desecantes químicos, que facilitan la cosecha sin afectar la calidad del grano.

Secado de grano

Una vez la semilla es trasladada al sitio de beneficio, se realiza una revisión para determinar el porcentaje de humedad y calidad. El propósito del secado de la semilla es reducir la humedad a un porcentaje adecuado para el almacenamiento y garantizar la germinación. El proceso debe monitorearse para controlar la temperatura y la humedad del ambiente. El secado de la semilla reduce los daños ocasionados por hongos y bacterias, reduce la actividad metabólica y facilita el almacenamiento. El secado puede hacerse de varias maneras:

- **Secado al aire libre:** consiste en esparcir la semilla en un lugar limpio, seco, sombreado y con buena circulación de aire (figura 23). Este método se utiliza en regiones de clima seco y de baja humedad, e incluye remover la semilla con frecuencia para un secado homogéneo.





Figura 23. Proceso de secado de panojas de sorgo dulce Agrosavia JJT-18. a. En placa de concreto; b. Desgranado sobre plástico.

Fotos: Laura María Restrepo Martínez

- **Secado al sol:** se expone la semilla a la luz solar directa en sitios adecuados para esta labor. Esta consiste en remover la semilla de manera periódica y hacer revisiones constantes para evitar el sobrecalentamiento. La semilla se debe recoger en la tarde para evitar daño por lluvia y bajas temperaturas durante la noche.
- **Secado con ventilación forzada:** se emplean ventiladores que generan corrientes de aire y calefacción para acelerar el proceso de secamiento. Se ponen los bultos en plantas con un túnel en el centro que distribuye el aire de manera uniforme.



Limpieza y clasificación de semillas

La limpieza de las semillas tiene como propósito eliminar impurezas como residuos de plantas, semillas de otras especies y granos dañados de sorgo. Esta labor se lleva a cabo con cribas o ventiladores que generan corrientes de aire para expulsar impurezas de menor peso y tamaño, y residuos allí existentes.

La limpieza de las semillas por medio de zarandas desbrozadoras inicia cuando la semilla llega a la primera de estas zarandas. Esto permite el paso de las semillas y de las impurezas pequeñas, mientras elimina los residuos grandes como tallos y hojas. Luego, la semilla pasa a una segunda zaranda, con perforaciones más pequeñas que la semilla, donde se retiran las impurezas más pequeñas. En esta etapa, intervienen corrientes de aire para eliminar residuos de menor densidad y polvo.

Los métodos de clasificación de semilla son similares a los empleados en el proceso de limpieza. La separación por cribas o tamices, mediante cilindros, corrientes de aire, flotación o diferencia de peso, resulta eficiente para clasificar las semillas por ancho y espesor. Otro método consiste en clasificar la semilla por peso específico. Se realiza en una mesa de gravedad donde se separan las semillas. El proceso requiere graduar el suministro de semilla, la regulación del aire y la inclinación lateral y logitudinal de la plataforma.

Tratamiento para almacenamiento

La protección de semillas para almacenamiento es clave para preservar su viabilidad y calidad hasta el momento de la siembra. Un almacenamiento adecuado previene la pérdida de poder germinativo, el deterioro fisiológico y la infestación por plagas y enfermedades. La semilla de sorgo puede tratarse químicamente con carboxina + thiram (200 gramos del ingrediente activo por kilogramo de semilla). La mezcla



se aplica en seco mediante espolvoreo y agitación, y se asegura una cobertura homogénea. Con este tratamiento, la semilla puede almacenarse hasta por un año sin comprometer su calidad fisiológica y sanitaria (Osorio-Guerrero et al., 2024).

Otro método alternativo y en proceso de desarrollo para la protección de las semillas de sorgo dulce forrajero requiere el uso de equipos de alta tecnología. Consiste en el recubrimiento de las semillas con microorganismos benéficos, como *Trichoderma koningiopsis* (Osorio-Guerrero et al., 2024). Este tratamiento actúa como una barrera contra hongos contaminantes.

Empacado y almacenamiento

Como parte del proceso de poscosecha, la semilla beneficiada se empaca en lonas de polipropileno para su almacenamiento. Si la semilla es para autoconsumo, se recomienda almacenarla adecuadamente. Un almacenamiento correcto es clave para preservar su calidad fisiológica y sanitaria, y asegurar la conservación hasta su uso final o siembra.

Por otro lado, si la semilla está destinada a certificación, debe prepararse para su posterior muestreo por parte del ente certificador de calidad en Colombia, que en este caso es la sede regional del ICA, en cumplimiento de la Resolución 00015141 (2024).

Una vez emitidos los resultados del análisis de calidad por el ICA, los lotes de semillas aprobados se empacan en lonas de polipropileno de 7 kg y se almacenan en cuartos fríos con una temperatura controlada de 8 a 12 °C y una humedad relativa inferior al 60 %. Estas condiciones garantizan un almacenamiento óptimo hasta su distribución final.



Recomendación

En caso de que el ICA rechace el lote de semillas, y siempre y cuando los parámetros evaluados estén muy cerca de lo aceptado por el ente certificador, se puede solicitar una segunda revisión con la contramuestra.

Una vez el ICA autoriza el uso de la semilla en la categoría solicitada, se debe realizar su etiquetado. El capítulo VI y el anexo VI de la Resolución 00015141 (ICA, 2024) detallan los requisitos relacionados con el rótulo, la etiqueta y el reempaque de la semilla. La etiqueta debe contener la información que se indica en la figura 24. Su color depende de la categoría producida y aprobada. La etiqueta será de color blanco para categoría básica (básica 1 y básica 2); rosado para la categoría registrada (registrada 1 y registrada 2), y azul para la categoría certificada (certificada 1 y certificada 2).

Dimensión de la etiqueta – Entre xx a xx cm		
Dimensión de la etiqueta - Entre xx a xx cm	ETIQUETA DE SEMILLA CATEGORÍA	XX00003 – 000000001
		PRODUCTOR
		LOTE DE SEMILLA No.
		ESPECIE
		CATEGORÍA
		CULTIVAR
		FECHA DE PRODUCCIÓN
		EL PRODUCTOR DE SEMILLA DECLARA QUE ESTA SEMILLA SE PRODUJO CUMPLIENDO CON LOS REGLAMENTOS TÉCNICOS Y LAS TOLERANCIAS NORMALIZADOS POR EL ICA, PARA LA ESPECIE EN ESTA CATEGORÍA Y ES PLENAMENTE RESPONSABLE DE LA VERACIDAD DE LO DECLARADO EN ESTE DOCUMENTO
		PARÁMETROS DE CALIDAD DECLARADOS POR EL PRODUCTOR
		GERMINACIÓN (mínimo %)
		SEMILLA PURA (mínimo %)
		CONTENIDO DE HUMEDAD (máxima %)
		SEMILLAS DE MALEZAS PROHIBIDAS (No. máximo)
		SEMILLAS DE MALEZAS NOCIVAS (No. máximo)
		SEMILLAS DE MALEZAS COMUNES (No. máximo)
		TRATAMIENTO QUÍMICO APLICADO
		FECHA DE ANÁLISIS

Figura 24. Especificaciones de la etiqueta para la semilla sexual certificada.
Fuente: ICA (2024)



Para la asignación de códigos a las etiquetas, la resolución actual dice lo siguiente:

La asignación del número de códigos dependerá del potencial productivo del cultivar, las condiciones potenciales de la zona de producción y las pérdidas por actividades en acondicionamiento. Una vez se tenga el informe final de cosecha y acondicionamiento y de acuerdo con el número de lotes según la producción alcanzada para muestreo, y de acuerdo con los resultados analíticos y autorización del ICA, el productor asignará los códigos. (ICA, 2024, p. 92).

De acuerdo con la Resolución 00015141 (ICA, 2024), la asignación de los códigos estará dada por la generación de la información que se detalla en la tabla 6.

Tabla 6. Asignación de códigos para las etiquetas

Productor de semillas	Código DANE	Código cultivo	Categoría	Año	N.º consecutivo empresa	N.º lote muestreo de semillas	N.º código de empresa

- Productor de semillas:** tres caracteres del nombre del productor en mayúsculas.
- Código DANE:** asignado al departamento y municipio donde se ubica el campo de multiplicación de semilla.
- Código cultivo:** carácter numérico de la especie: ajonjolí: 01; algodón: 02; arroz: 03; arveja: 04; avena: 05; cebada: 06; frijol: 07; maíz: 08; maní: 09; papa: 10; sorgo: 11; soya: 12; trigo 13; yuca: 14; cítricos:15.
- Categoría:** iniciales en mayúsculas de las categorías súper élite: SE; élite: E; básica: B; registrada: R; certificada: C, seguidas de la generación cuando corresponda.
- Año:** los dos dígitos finales del año de siembra del campo de multiplicación.
- N.º consecutivo empresa:** los tres dígitos consecutivos asignados por la empresa durante el año a cada campo de multiplicación. Los dígitos asignados inician a partir del 001.
- N.º lote muestreo de semillas:** los dos dígitos que asigna la empresa de acuerdo con el peso máximo en kilogramos por especie para la toma de muestras de semillas con destino al laboratorio.
- N.º código:** los cuatro dígitos consecutivos que asigna la empresa dentro del número de lotes muestreados de semillas de acuerdo con la presentación de la semilla en kilogramos.

Fuente: ICA (2024)



Condiciones óptimas de almacenamiento de semillas

El ambiente óptimo de almacenamiento debe mantenerse con una temperatura de 8 a 12 °C y una humedad relativa inferior a 60 %. El contenido de humedad de la semilla debe ser inferior al 13 %, ya que este y la temperatura de la semilla son los factores más críticos. Reducir la temperatura en 5 °C y la humedad en 1 % duplica el tiempo de almacenamiento potencial. Además, las condiciones de alta temperatura y humedad favorecen la reproducción y crecimiento de hongos e insectos en el almacenamiento. Es importante considerar que la calidad de la semilla no mejora con el almacenamiento, ya que el proceso de deterioro es irreversible. Un buen almacenamiento solo hace este proceso más lento.

Los contenedores o instalaciones de almacenamiento deben permanecer libres de polvo, restos de cultivos, paja y granos sobrantes. Las semillas portadoras de enfermedades e insectos deben ponerse en cuarentena para evitar su ingreso a los lugares de almacenamiento.

A continuación, se presenta una guía para el almacenamiento que muestra la relación entre contenido de humedad de la semilla de sorgo y el riesgo asociado a su almacenamiento, así como el tiempo estimado de conservación en buenas condiciones (tabla 7).

Tabla 7. Guía para el almacenamiento de semilla de sorgo dulce forrajero

Riesgo por humedad de la semilla			
Sorgo	Bajo*	Bajo-medio	Medio-alto
	Hasta 14 %	14-16 %	Mayor a 16 %
*Para semillas, este valor es 1-2 % menor			
Riesgo por tiempo de almacenamiento			
	Bajo	Medio	Alto
Sorgo 14 %	6 meses	12 meses	18 meses
Sorgo 14-16 %	2 meses	6 meses	12 meses
Sorgo > 16 %	1 mes	2 meses	3 meses

Fuente: Carrasco et al. (2011)



A mayor humedad de la semilla, menor será el tiempo seguro de almacenamiento, ya que el exceso de agua favorece el desarrollo de hongos, plagas y el deterioro fisiológico. Para garantizar una conservación prolongada, el sorgo debe mantenerse con una humedad inferior o cercana al 13 %, especialmente si está destinado al uso como semilla.







Capítulo 5

Pruebas de calidad de semillas en sorgo dulce forrajero

Las pruebas de calidad en semillas de sorgo dulce forrajero son esenciales para garantizar el éxito de la producción agrícola, ya que permiten evaluar características clave como la pureza, la germinación y la sanidad. Estas evaluaciones aseguran que el productor siembre material genético de alta calidad, lo que se traduce en cultivos más uniformes, saludables y productivos. Además, las pruebas ayudan a minimizar los riesgos económicos al reducir pérdidas por semillas defectuosas o contaminadas, y favorecen el cumplimiento de normativas. En resumen, realizar pruebas de calidad de semillas es una estrategia clave para optimizar el rendimiento y la rentabilidad agrícolas.

Calidad física de la semilla de sorgo dulce forrajero

Es fundamental para asegurar un buen establecimiento del cultivo y obtener cosechas exitosas. Esto implica evaluar la pureza de las semillas, eliminando impurezas como tierra, restos vegetales o semillas de otras especies, además de verificar que las semillas sean uniformes, estén completas y no tengan daños visibles. También se debe controlar el contenido de humedad para evitar problemas de almacenamiento y asegurar una buena germinación.

¿Cómo se realiza la evaluación de la pureza de la semilla de sorgo?

Se debe homogeneizar la muestra de semillas, y tomar una muestra de trabajo de 90 g (International Seed Testing Association [ISTA], 2016). Es importante registrar el peso con una balanza de dos dígitos decimales, para calcular el porcentaje de cada componente.

Posteriormente, de forma manual y con la ayuda de una lupa, se revisa y fracciona la muestra de trabajo en *semilla pura*, *materia inerte* y *otras semillas* (figura 25). Se deben describir e identificar los tipos de materia inerte y de semillas de otras especies presentes en la muestra, información que se analiza con el fin de ajustar los procesos de cosecha y poscosecha.



Figura 25. Componentes encontrados en la prueba de pureza física. a. Semilla pura; b. Materia inerte: semillas partidas, sin embrión y gluma; c. Semillas manchadas.

Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

Para continuar el procedimiento, se pesa cada componente clasificado en semilla pura, materia inerte y otras semillas, y se registra el peso.

Se suma el peso de los componentes encontrados en la muestra de trabajo analizada, correspondiente al 100 %. El porcentaje de cada componente se calcula dividiendo el peso de cada uno entre el peso total de los componentes. Se multiplica por 100, y el resultado se registra con una cifra decimal. La sumatoria de los porcentajes debe ser igual a 100. En la tabla 8, se presenta un ejemplo del resultado de una prueba de pureza física en una muestra de sorgo.

Tabla 8. Resultados de pureza física de una muestra de sorgo

Análisis de pureza física			Año: 2024	Mes: 03	Día:12
Componente	Peso (g)	%	Descripción de materia inerte		
Muestra trabajo (t)	90,4		Pedazos de semillas	X	
Semilla pura (sp/t) *100	88,9	98,4	Partes de planta	X	
Materia inerte (mi/t) *100	0,90	0,9	Semillas vanas		
Otras semillas (os/t) *100	0,6	0,7	Piedras, tierra	X	
TOTAL (t)	90,4	100	Insectos		

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior muestra que se analizó la pureza física en una muestra de trabajo de 90,4 g. Los resultados indicaron un contenido de semilla pura del 98,4 % (88,9 g), mientras que la materia inerte representó el 0,9 % (0,9 g), compuesta principalmente por pedazos de semillas, partes de plantas, piedras y tierra. Además, se identificó un 0,7 % (0,6 g) de otras semillas no deseadas. El peso total analizado fue de 90,4 g, que confirmó la alta calidad física de la muestra al presentar un bajo porcentaje de impurezas.



Calidad fisiológica de sorgo dulce forrajero

Se refiere a su capacidad para germinar y desarrollarse adecuadamente bajo condiciones óptimas. Esto implica evaluar la viabilidad, es decir, qué porcentaje de semillas puede germinar y convertirse en plántulas sanas, así como su vigor, que mide la rapidez y uniformidad con la que lo hacen. Una buena calidad fisiológica asegura un adecuado establecimiento del cultivo, plantas más fuertes y productivas, y reduce el riesgo de pérdidas en campo. Invertir en semillas de alta calidad fisiológica es clave para lograr cosechas exitosas.

- **Prueba de germinación**

El objetivo de esta prueba es evaluar el potencial de germinación de un lote de semillas, y predecir cómo será su comportamiento cuando sea sembrado en campo.

- **¿Cómo se realiza la prueba?**

Del componente de semilla pura se toman cuatro muestras de 100, 50 o 25 semillas, según disponibilidad. La prueba puede llevarse a cabo de dos maneras, con toallas o papel de germinación como sustrato:

1. Las semillas se colocan y distribuyen en una doble capa de papel humedecido. Se forman rollos con el papel, y estos se introducen en una bolsa plástica para mantener la humedad.
2. Sobre una doble capa de papel humedecido, se colocan las semillas y se introducen las capas dentro de un recipiente de plástico con tapa que permita la entrada de luz (figura 26).

También se puede emplear una mezcla de suelo y arena en una proporción 1:1, previamente pasada por una malla con orificios de 2 mm.





Figura 26. Pruebas de germinación. a. Entre papel, con rollos que permiten el desarrollo de las semillas; b. Sobre papel; c. Emergencia dos días después de siembra en mezcla suelo:arena (flechas rojas); d. Crecimiento y desarrollo de plántulas diez días después de siembra.
Fotos: John Freddy Rodríguez Molina

Los montajes se ubican en un cuarto de crecimiento o en algún lugar donde se pueda alcanzar una temperatura promedio de 25 °C, con buena iluminación y protegido de la lluvia (figura 27).





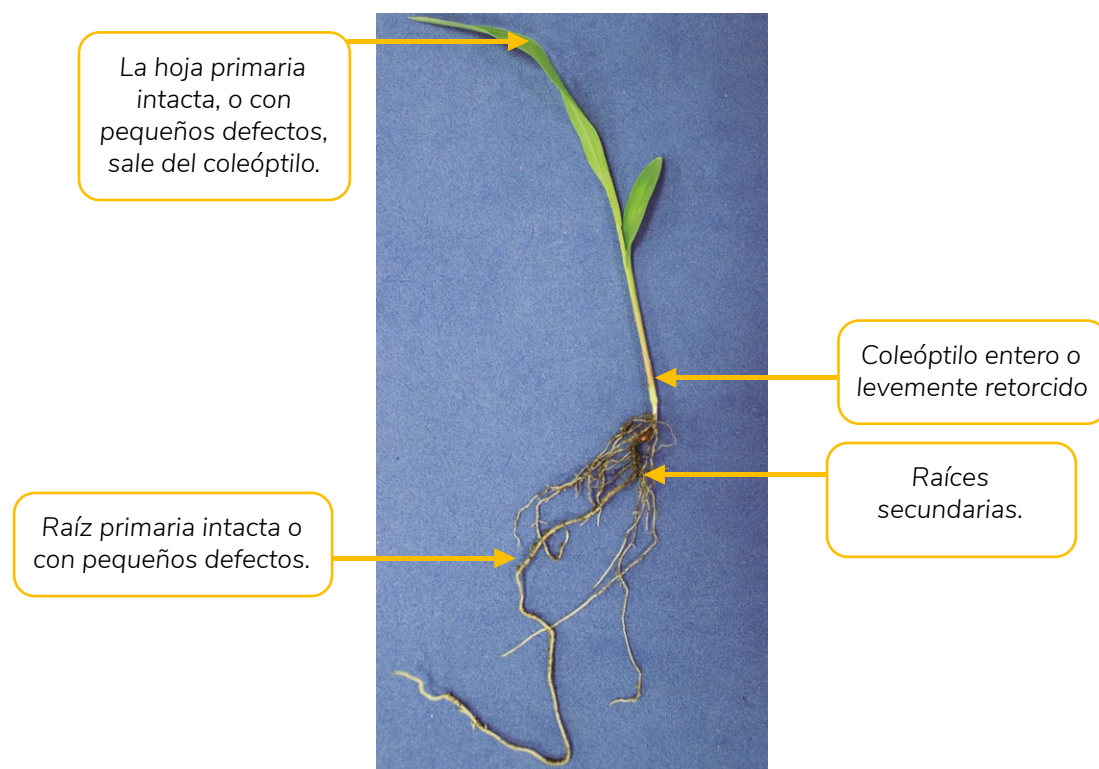
Figura 27. Cuarto de crecimiento del laboratorio de producción vegetal-semillas en el Centro de Investigación Tibaitatá.
Foto: John Freddy Rodríguez Molina

Cuando se emplean toallas de papel o de germinación, la evaluación se hace a los cuatro y diez DDS. En caso de emplear suelo:arena, la evaluación se efectúa únicamente al día diez. En cada revisión se retiran y observan las plántulas, y se evalúa el desarrollo de sus estructuras fundamentales para clasificarlas como normales o anormales. Durante la primera evaluación (4 DDS), se retiran las plántulas normales, mientras que la evaluación de las anormales se realiza al día diez. Las semillas sin germinar deben ser tenidas en cuenta y se clasifican en frescas, duras o muertas.

En la figura 28 se describen las características de las plántulas normales y anormales de sorgo dulce forrajero. Esta información es útil para evaluar la calidad fisiológica de un lote de semillas y predecir su capacidad de desarrollo en campo.



Plantas normales

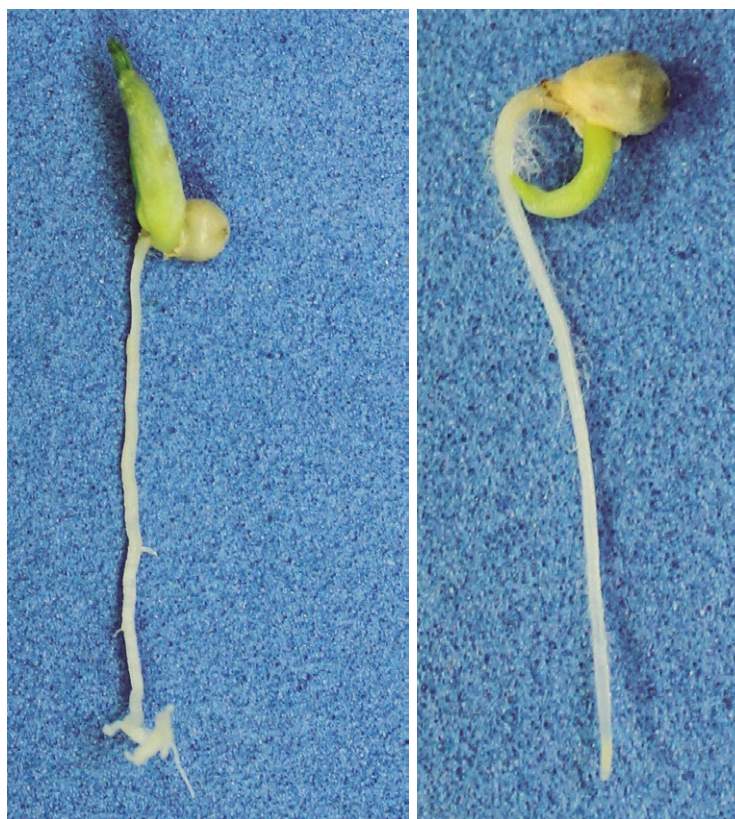


Una plántula normal forma una planta adulta cuando se desarrolla en suelo con humedad, temperatura y luz óptimas.



Plantas anormales

Coleóptilo deforme,
punta dañada ausente.



Sin raíz primaria ni
secundaria, coleóptilo
deforme y podrido debido a
una infección.



Plantas anormales

Raíz raquílica,
con geotropismo
negativo, podrida.



Coleóptilo
curvado en forma
de lazo, podrido
y hendido en la
base. Raíz ahilada
y podrida.



Plantas anormales



Coleóptilo curvado, deforme, podrido. Raíz ahilada y podrida. Hoja defectuosa.



Coleóptilo deforme, roto, ausente, podrido. Hoja defectuosa sin desarrollo.

Figura 28. Ejemplos de plántulas normales y anormales de sorgo forrajero.
Fotos: John Freddy Rodríguez Molina



El porcentaje de germinación corresponde al promedio de plántulas normales de las cuatro réplicas, expresado en porcentaje. También se calcula el porcentaje de plántulas anormales, semillas frescas, duras y muertas. En la tabla 9 se muestra un ejemplo del registro y cálculo de este parámetro. El porcentaje de germinación se expresa en número cerrado. Toda esta información, en el marco del control interno en la producción de semilla, debe ser analizada para ajustar los procesos de producción y beneficio.

La tabla 9 presenta un modelo del formato utilizado por AGROSAVIA para registrar y calcular el porcentaje de germinación en una muestra de sorgo. Allí se evalúan plántulas normales, anormales y semillas no germinadas. Además, incluye un ejemplo práctico para facilitar su comprensión.

Tabla 9. Formato para el registro y cálculo del porcentaje de germinación de una muestra de sorgo

Prueba de germinación estándar											
Fecha inicio año: 2024		Mes: 11		Día: 09		Fecha finalización año: 2023		Mes: 11		Día: 19	
Repeticiones: 4		Semillas/repetición: 100		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	29	56		85		12	0	0	3	100	
2	29	63		92		8	0	0	0	100	
3	25	57		82		14	0	0	4	100	
4	28	50		78		14	0	0	8	100	
TOTAL	111	226		337		48	0	0	15	400	
Porcentaje (%)	28	57		84		12	0	0	4	100	
Germinación (%)				84		Observaciones:					

Fuente: Elaboración propia

- **Calidad sanitaria de la semilla**

Corresponde a la ausencia o presencia de enfermedades, plagas y microorganismos dañinos que pueden afectar el desarrollo del cultivo. Las semillas con buena calidad sanitaria disminuyen el riesgo de transmisión de patógenos al campo, evitan pérdidas económicas y reducen la necesidad de tratamientos químicos. El uso de semillas sanas asegura un mejor establecimiento del cultivo, plantas más vigorosas y cosechas más productivas.

- **¿Cómo se evalúa la calidad sanitaria en semillas de sorgo dulce forrajero?**

Para evaluar la prevalencia de contaminantes fúngicos en las semillas, se utiliza una variante del ensayo de papel filtro. El método consiste en crear condiciones de cámara húmeda en cajas Petri de plástico (150 × 25 mm), con una doble servilleta estéril (toallas absorbentes de 24 × 25 cm) humedecida con 13 mL de agua destilada estéril por caja. Sobre la servilleta húmeda se distribuyen uniformemente 50 semillas por caja, asegurándose de que queden separadas.

Se realizan entre cuatro y ocho repeticiones por tratamiento. Las cajas Petri se sellan en el borde con papel encerado para mantener las condiciones de humedad y se incuban a 25 ± 3 °C, con una humedad relativa del 90 ± 5 % durante siete días. Al finalizar este periodo, se examinan las cajas para evaluar el crecimiento micelial de los hongos sobre las semillas.

Una vez concluido el proceso, se determina porcentaje de germinación total, semillas sanas, semillas sanas germinadas y la prevalencia de hongos contaminantes, diferenciados por género (figura 29). Para la identificación de hongos asociados a las semillas de sorgo, se puede consultar el *Manual ilustrado de hongos presentes en semillas de cultivos semestrales: arroz, maíz, soya y sorgo* (Patiño-Moscoso et al., 2023), que reúne información clave para su reconocimiento.



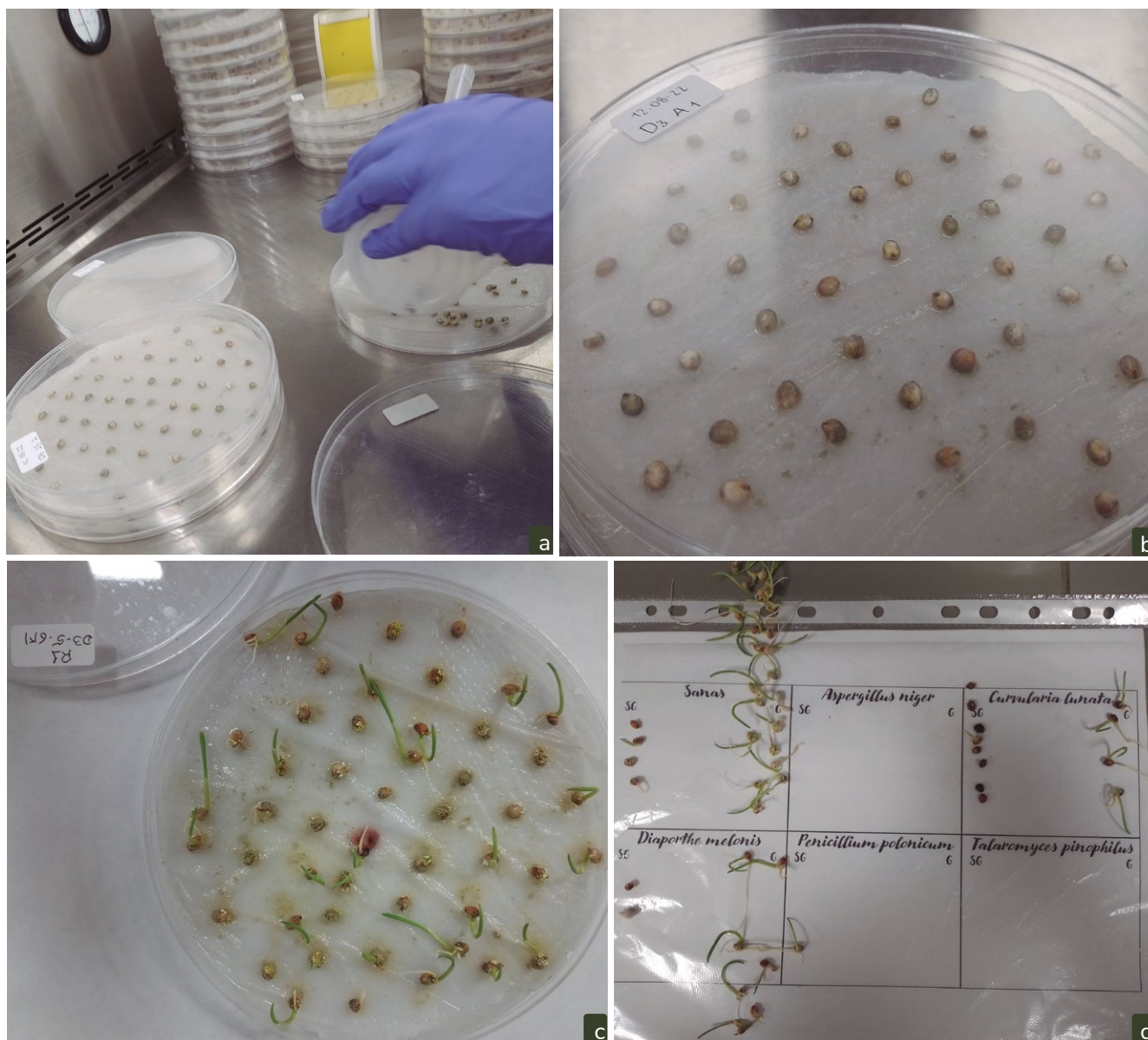


Figura 29. Prueba de calidad sanitaria en sorgo. a. Montaje de la prueba en cajas Petri; b. Semillas de sorgo en cámara húmeda; c. Semillas de sorgo después de siete días en cámara húmeda; d. Lectura de calidad sanitaria. Fotos: Manuel Alfonso Patiño Moscoso



Otro método para evaluar la prevalencia de hongos en semillas es el de diluciones seriadas. Este procedimiento inicia con la preparación de solución salina estéril al 0,85 %. Para cada repetición, se dispone un matraz Erlenmeyer con 270 mL de esta solución y se añaden 30 gramos de semillas de sorgo dulce forrajero, para obtener una dilución 10^{-1} . La boca de cada frasco se cubre con papel aluminio y los Erlenmeyer se colocan en un agitador Shaker orbital a 150 rpm, a una temperatura de 28 °C y en oscuridad total durante una hora.

En una cámara de flujo laminar, se preparan las diluciones seriadas por triplicado de la siguiente manera: se toman 100 mL de la solución madre (dilución 10^{-1}) y se mezclan con 900 mL de solución salina estéril al 0.85 %. La mezcla se agita en un vórtex durante 10 segundos para obtener la dilución 10^{-2} . A partir de esta, se toman 100 mL y se mezclan nuevamente con 900 mL de solución salina estéril, cuyo resultado es la dilución 10^{-3} . A continuación, se toman 100 mL de cada dilución con una micropipeta y se siembran superficialmente en cajas Petri que contengan medio PDA suplementado con Triton y cloranfenicol. La gota se dispersa uniformemente con rastrillo sobre el medio de cultivo. Este procedimiento se realiza por triplicado. Finalmente, las cajas Petri se rotulan según la dilución y repetición correspondiente, se envuelven en vinipel y se incuban a 28 °C durante siete días (figura 30).



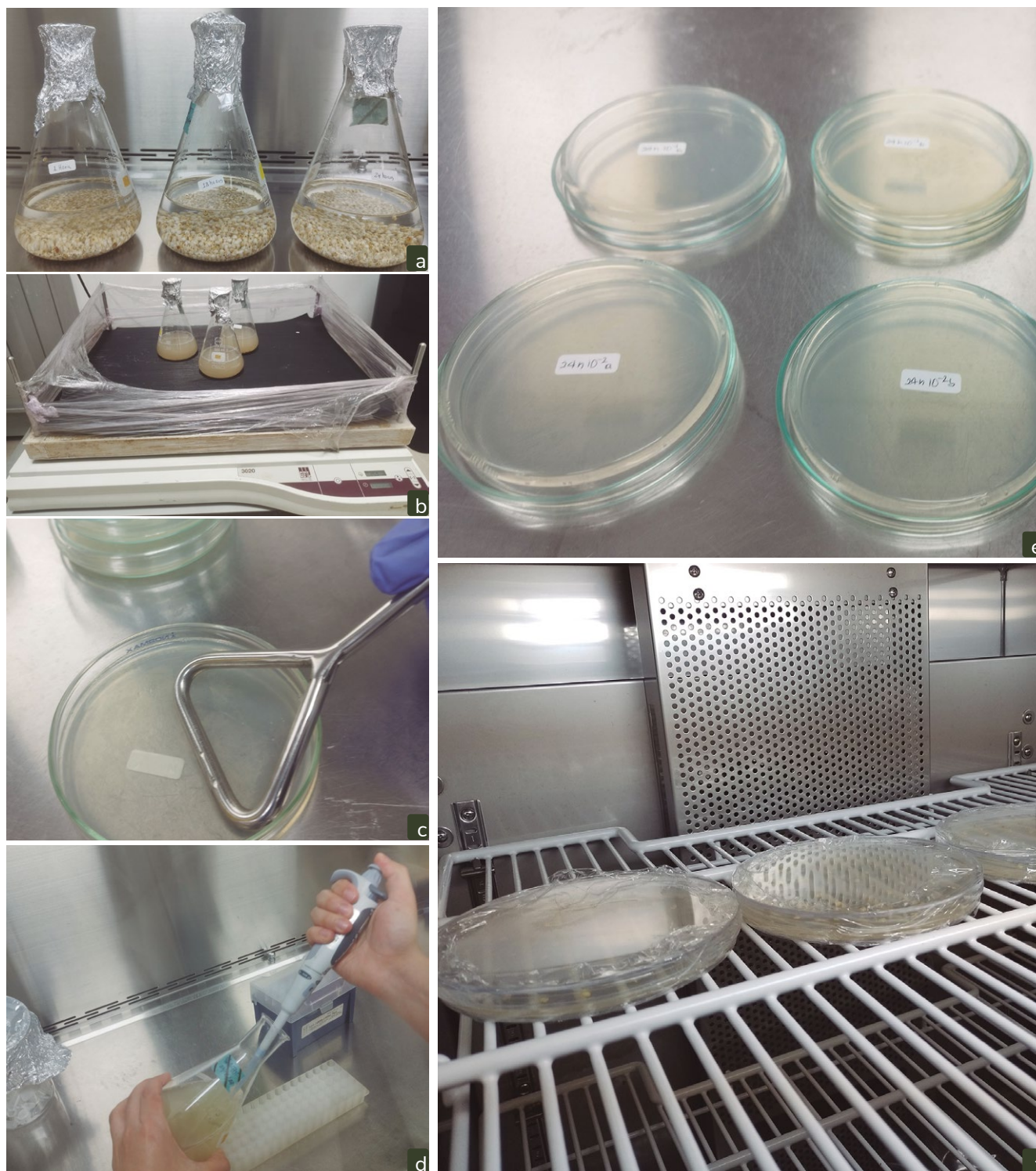


Figura 30. Prueba de calidad sanitaria por el método de diluciones seriadas. a. Erlenmeyer con semillas de sorgo en solución salina al 0,85 %; b. Erlenmeyer en agitador Shaker orbital; c. Preparación de diluciones; d. Dispersión de la disolución en la caja Petri; e. Cajas Petri rotuladas; f. Cajas Petri en cámara de incubación. Fotos: Manuel Alfonso Patiño Moscoso



Pasado el tiempo de incubación, se realiza el recuento de las colonias de hongos presentes en las cajas Petri correspondientes a cada dilución y repetición (figura 31). Para determinar el número de unidades formadoras de colonias (UFC) de hongos por gramo de semilla, se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{UFC. g semilla}^{-1} = \text{Número de colonias}_{(\text{Dilución } X)} * \text{Factor de dilución}_{(\text{Dilución } X)} * 10$$

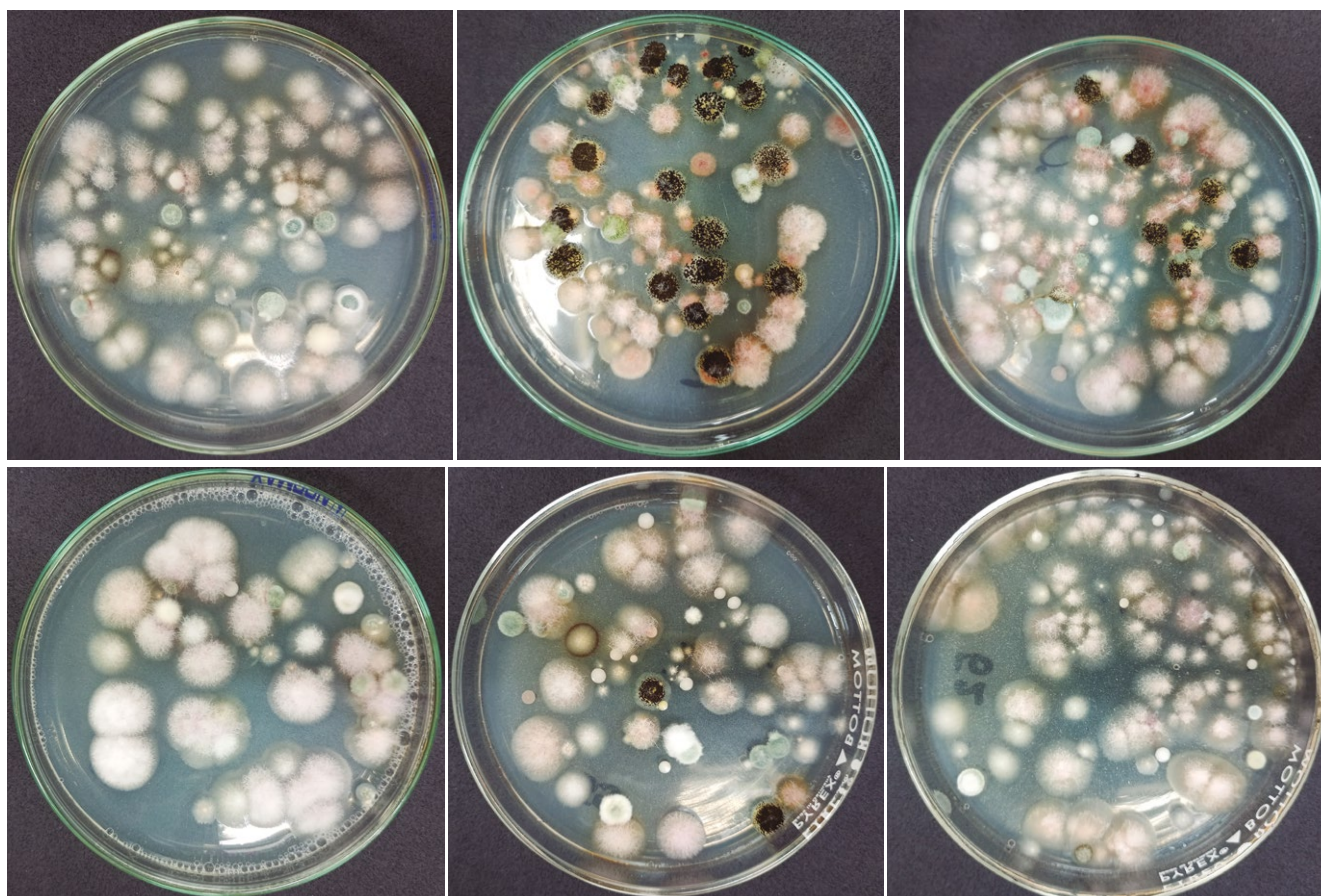


Figura 31. Crecimiento de colonias de hongos contaminantes de semilla de sorgo.

Fotos: Manuel Alfonso Patiño Moscoso

- **Esquema de aseguramiento de la calidad (EAC) en sorgo dulce forrajero**

En la figura 32, se establecen los puntos críticos durante el proceso productivo, es decir, aquellos puntos donde exista riesgo de disminución o pérdida de atributos físicos, genéticos, fisiológicos y sanitarios de calidad de las semillas.



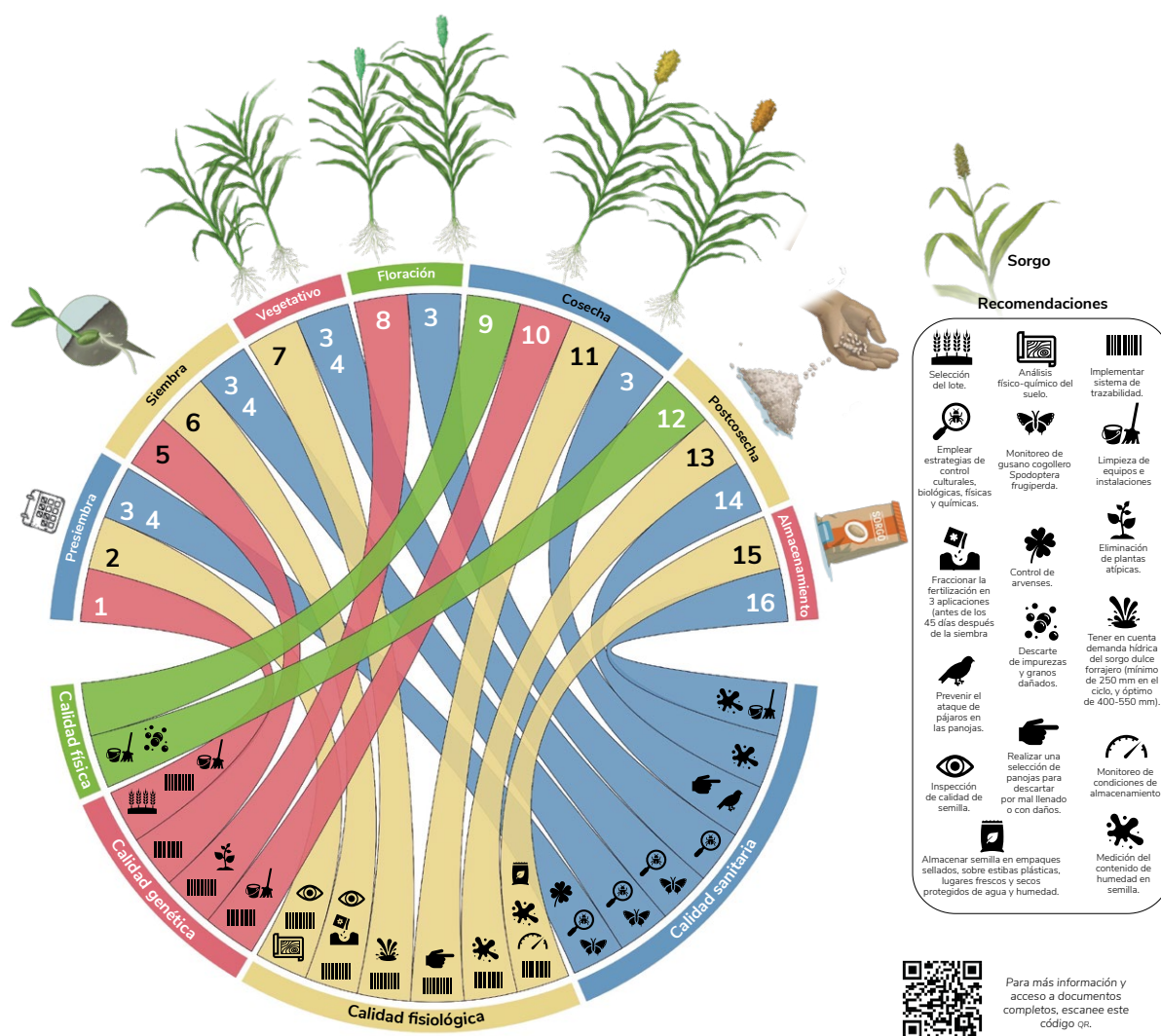


Figura 32. Esquema de aseguramiento de calidad para semilla de sorgo dulce forrajero.

Fuente: Manuel Alfonso Patiño Moscoso



AGROSAVIA - SORGO
JT18
MONT. 2016-04-04 10:00:00
Santitas
Pantitas - Caring - Santitas





Capítulo 6

Trazabilidad en la producción de semilla de sorgo dulce forrajero

¿Qué es la trazabilidad agrícola?

Existen diversos conceptos sobre el término *trazabilidad agrícola*. Se destaca especialmente la definición del ICA en la Resolución 00015141 (2024). Esta normativa define así la trazabilidad agrícola:

Proceso que permite identificar una especie vegetal desde la producción de la semilla hasta la adquisición de los productos vegetales terminados por parte del consumidor final, incluida la producción de la semilla, la transformación, procesamiento, transporte, distribución y comercialización, y demás información asociada a todos los eslabones de la cadena productiva. (ICA, 2024, pp. 9-10)

En este sentido, el concepto se ajusta para describir el proceso de producción de semillas de sorgo dulce forrajero, y para diferenciar las acciones específicas necesarias cuando el material se destina a la producción de ensilaje.

De igual manera, Gaspar Celda (2017) define la trazabilidad agrícola como el proceso que abarca la recolección, documentación, mantenimiento y aplicación de la información relacionada con todas las etapas de la cadena de suministro de un producto. Este enfoque permite garantizar a consumidores y partes interesadas el acceso a datos

precisos sobre la ubicación, el origen y la historia del producto, y ante problemas de calidad, facilita la implementación de medidas correctivas. Esta definición complementa y se alinea con lo establecido en la Resolución 00015141 (ICA, 2024).

En este contexto, aplicar la definición de trazabilidad agrícola propuesta por Gaspar Celda (2017) a la producción de semilla de sorgo dulce forrajero implica comprender el sistema productivo y también identificar y registrar cada acción realizada en el cultivo. Para ello, es necesario implementar un método adecuado para documentar la información, mediante un libro de campo físico o digital, una bitácora, dispositivos electrónicos como tabletas o computadoras, o incluso software diseñado específicamente para este propósito.

Conceptos claves de trazabilidad

En agricultura, la trazabilidad se clasifica principalmente en tres tipos (Mecalux, 2024):

- **Trazabilidad hacia adelante:** permite rastrear el recorrido del producto desde su origen hasta el consumidor final. Ayuda a monitorear el destino de los lotes y asegurar la calidad en la cadena de suministro.
- **Trazabilidad hacia atrás:** se enfoca en identificar el origen del producto y los insumos utilizados durante su producción. Es útil para responder ante problemas como contaminación o irregularidades.
- **Trazabilidad interna:** registra y controla todos los procesos internos dentro de una unidad productiva, como prácticas agrícolas, manejo de insumos y almacenamiento. Facilita la gestión eficiente y la toma de decisiones.

Estos tres tipos de trazabilidad agrícola son esenciales para garantizar la calidad, la seguridad alimentaria, y cumplir con normativas y certificaciones.



¿Qué información debo recopilar?

La identificación y registro son fundamentales para asegurar la trazabilidad en agricultura. A continuación, se detalla qué información debe recopilarse y cómo gestionarla de manera efectiva:

1. Datos del cultivo

- Variedad y origen de la semilla, junto con los datos de germinación, para ajustar la densidad de siembra.
- Fechas de siembras y su proyección de cosecha.
- Técnicas de cultivo empleadas (siembra directa, mecánica, etc.).

2. Establecimiento del cultivo

- Después de la siembra, proyectar momento de emergencia, germinación y desarrollo de plantas establecidas en campo. Así se asegura una cantidad mínima de individuos que puedan garantizar un rendimiento por área establecida.

3. Manejo del cultivo

- Mano de obra (número de jornales, definido sobre la base de un tiempo establecido para la zona de producción; costo del jornal o actividad; horas trabajadas, y diferenciación de la actividad respecto al costo).

4. Insumos utilizados

- Fertilizantes, insecticidas, fungicidas, coadyuvantes, herbicidas aplicados en el cultivo de sorgo dulce forrajero (cantidad, fecha y método de aplicación manual o mecanizado).
- Productos biológicos o tratamientos especiales aplicados, en semillas o durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.



5. Manejo de la cosecha y poscosecha

- Métodos de recolección, beneficio y almacenamiento.
- Identificación de lotes y etiquetado.

6. Transporte y distribución

- Registro del transporte (fechas, rutas, condiciones) y cadena de frío para la conservación de la calidad de la semilla (fisiológica).
- Información de los intermediarios o distribuidores.
- En lo posible registrar el comportamiento de la semilla adquirida por los productores y su comportamiento en la zona establecida.

7. Información climática

- Precipitación.
- Clima-viento.

Esta información debe incluir una descripción detallada (figura 33) de cada acción o labor realizada en el sistema productivo, según aspectos como operatividad de la labor, inversión de mano de obra, insumos requeridos, relación entre el estado fenológico del cultivo y la acción ejecutada. Además, con la recopilación de estos datos se puede proyectar el costo de cada labor, al sumar el valor de la mano de obra y los insumos necesarios. Es fundamental actualizar y registrar la información cada vez que se complete una acción en el sistema productivo, para asegurar la trazabilidad y mantenerla al día. Para ello, es importante conocer el valor de la mano de obra en la región, el costo de los insumos y el de la maquinaria con sus implementos según la labor a realizar.

Para complementar la toma de la información anteriormente descrita, es importante tener registros climáticos (precipitación-temperatura media) del lote *in situ*. Con estos datos se pueden programar momentos de riego, visualizar la cosecha, o predecir problemas sanitarios al interior de la producción de la semilla y la afectación de su calidad sanitaria.





Figura 33. Diagrama de toma de información para la trazabilidad del cultivo.
Fuente: Elaboración propia

¿Cómo registrar la información?

Existen diversas formas de registrar la trazabilidad del cultivo de sorgo dulce forrajero, adaptadas a las necesidades y recursos disponibles. A continuación, se presentan algunas opciones para organizar y asegurar la información de manera efectiva:

- **Formatos digitales:** bases de datos, libros de campo (figura 34) o software especializado para un registro más organizado y seguro. Puede emplearse Excel para crear una base de datos propia que permita efectuar la trazabilidad del cultivo de sorgo dulce forrajero. En ella se deben detallar todas las actividades, incluidos datos climáticos como precipitación y temperatura, con el fin de establecer su relación con el riego, si aplica el caso en el que se esté llevando la trazabilidad.



Autoguardado Libro de Campo Produccion de semilla Sorgo J1T 18 unificada Última modificación: Hace 2 h

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Ayuda Acrobat

Comentarios Compartir

Pegar Fuente Alineación Número Estilos Celdas

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Edición Confidencialidad Complementos Analizar datos Crear un PDF

F12

AGROSAVIA
Corporación colombiana de Investigación agropecuaria

LIBRO DE CAMPO
LOTES DE MULTIPLICACION DE SEMILLA

Nº DE INSCRIPCION: GEOPOSICIONAMIENTO: 06°08'13.8"N 75°25'06.8"O
m.s.n.m: 100mt

AGRICULTOR : AGROSAVIA

FINCA EXPERIMENTAL: C.I.MOTILONIA, VEREDA: VIA AGUSTIN CODAZZI-BECERRIL MUNICIPIO: AGUSTIN CODAZZI

LOTE 10: SECTOR 2-LO1 VARIEDAD: Densidad de Siembra: KG DE SEMILLA/HA: 7

FECHA DE SIEMBRA: 27/03/2025 Area Siembra: 50000m² RESPONSBALE: Deimer Fuentes - Tatiana Sánchez

TELEFONO:

FECHA	LABORES/PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	Agente a controlar	dosis/ha/m²	Ing
18/03/2025	Primer pase de rastra labor realizada por el operario y el implemento en 5Ha desde 8 am hasta 11:30 am	1				
21/03/2025	Segundo pase de rastra labor realizada por el operario y el implemento en 5Ha desde 8:45 am hasta 12:30 am	1				
26/03/2025	Pase de pulidor labor realizada por el operario y el implemento en 5Ha desde 9 am hasta 11:30 am	1				
27/03/2025	Siembra mecánica de precisión labor realizada por el tractorista con el implemento y un operario de ayudante en 5Ha desde 9:15 am hasta 12:45 m	kg/ha	35		7 kg/ha	Semilla sc

DN 20251 CIMOTSG00003 DN 20251 CIMOTSG00005 +

Listo

Figura 34. Formato digital para registrar la trazabilidad del cultivo.

Foto: Sair Jaramillo Bonilla



- **Etiquetado con códigos de barras o QR:** identificación rápida y precisa de lotes y trazabilidad en tiempo real (figura 35). AGROSAVIA, en sus procesos de producción, utiliza la herramienta GRIN-Global.

AGROSAVIA



Sorgo
DN 20251 CIMOTSG00005
JJT18

Lote
10 (Pivote)

Plantas
5.00 Hectárea(s)
CERTIFICADA
22/04/2025

Figura 35. Etiquetado con código QR.
Foto: Sair Jaramillo Bonilla

- **Documentación física:** formularios y registros en papel (figura 36), útiles como respaldo o en zonas con acceso limitado a tecnología.



AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

LIBRO DE CAMPO
Acompañamiento al Estado para el fortalecimiento de los fundamentos de gobernanza en el cumplimiento de los derechos humanos fundamentales de poblaciones vulnerables
Convenio 2165

AGRICULTOR: Ligia C.
FINCA: El Varadero MUNICIPIO: Tamames de N.
LOTE: 1 VARIEDAD: El Varadero Densidad de Siembra: 1 p/ha
FECHA DE SIEMBRA: 25 y 28 de Mayo

m.s.n.m: mt GEOPOSICIONAMIENTO: "N "O
KG DE SEMILLA/HA: 52 Hilo RESPONSABLE: Agro Savia
Area Siembra: m² TELEFONO:

FECHA	LABORES	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	Hora inicio labor	Observaciones/Detalles
25 de M	Trabajamos para bajar con la moto azada para preparar el terreno para la siembra de la semilla. Alas 2 pm semos varo la moto azada por inordinacion de bujia la bajamos al mecanico y nos la arreglo.		8	8 AM - 4 PM	semos varo la moto azada. Se le pago a 6 campesinos de 50
28 M	Fuimos a la visita de los delegados de Agro Savia. Los señores mencionaron la torre Sair Lara milla Jesus Antonio Rivera Abiz Miguel Asprilla y Camila Belez Ruiz delegada de la Jmata del Barrio de Atrato choco. Iniciando con la terminacion de Atrata del lote.				se iso mirar la moto azada del mecanico y era que se le quito inordinado gracias a Dios no vero nada malo

Figura 36. Formato físico para registrar trazabilidad en el cultivo.
Foto: Sair Jaramillo Bonilla



Con esta información debidamente organizada, es posible proyectar tanto el costo de cada labor como su historial detallado dentro del proceso productivo. Estos datos estructurados constituyen un material de consulta y apoyo para la toma de decisiones en cada temporada de producción de semilla, ya que cada semestre de producción (ciclo A o B) puede presentar variaciones climáticas y diferencias en el desarrollo de arvenses, entre otras características.

La seguridad de la información desempeña un papel fundamental en la trazabilidad de los procedimientos. Adoptar medidas de protección en los datos y restringir el acceso a información sensible asegura la integridad y confiabilidad de los registros. Garantizar la calidad, confidencialidad y precisión de los datos es clave para mantener la calidad y confianza en la trazabilidad de los procesos al interior del ciclo productivo, sin importar el tamaño de la producción (pequeña, mediana o grande).

Beneficios de implementar la trazabilidad en el cultivo de sorgo dulce forrajero

Implementar la trazabilidad en un cultivo de sorgo ofrece varios beneficios:

- Mejora el control de calidad y la eficiencia del proceso productivo.
- Permite identificar rápidamente posibles problemas, reducir pérdidas y cumplir con normativas y certificaciones agrícolas.
- Facilita la toma de decisiones basadas en datos precisos, fortalece la confianza de los clientes y abre oportunidades para acceder a mercados más exigentes y regulados en los que se pueden obtener respuestas a preguntas clave de los demandantes de la semilla.







Glosario

Calicata: excavación o pozo de exploración abierto en el suelo, generalmente de forma rectangular o cuadrada, con el fin de observar directamente sus diferentes horizontes.

Categoría de semilla: unidad de clasificación dentro del sistema de producción de semillas, que tiene como referencia el origen genético, el número de generaciones y la caracterización para su identificación.

Certificación de semillas: proceso avalado por el ICA en el que un productor, bajo su responsabilidad, cumple con los requisitos específicos de calidad para la producción de semillas. Esto lo logra a través del control de calidad en todas las fases o etapas del ciclo, incluidos el conocimiento del origen genético y el control de generaciones.

Disoluciones seriadas: método para reducir progresivamente la concentración de una sustancia en un líquido (generalmente agua o un solvente específico) mediante diluciones sucesivas y proporcionales. Se utiliza en laboratorios para preparar soluciones con diferentes concentraciones de manera controlada.

Etiqueta: material impreso, grabado o adherido en envases o en empaques, con información de las características y los parámetros de calidad de semilla indicados en la Resolución 00015141 (ICA, 2024), según clase y categoría.

Fenología: estudio de las diferentes etapas de desarrollo de la planta, desde que nace hasta que completa su ciclo. Cada cultivo pasa por fases como germinación, crecimiento, floración, fructificación y maduración, y estas etapas dependen del clima, la temperatura, la luz y la humedad.

ICA: Instituto Colombiano Agropecuario.

ISTA: Asociación Internacional de Análisis de Semillas.

Materia inerte: semillas partidas, sin embrión, piedras, terrones de suelo, insectos, semillas manchadas o arrugadas, o partes de la planta.

Penetrómetro: instrumento utilizado para medir la resistencia del suelo a la penetración. Esto ayuda a evaluar su compactación y dureza. Se usa en agricultura para determinar si el suelo está demasiado compactado y si podría afectar el crecimiento de las raíces y la absorción de agua y nutrientes.

Planta adventicia: aquella que crece de manera espontánea en un lugar donde no fue sembrada intencionalmente. En otras palabras, es una planta que aparece sin haber sido cultivada. Muchas veces se considera maleza, especialmente cuando compite con cultivos agrícolas por luz, agua o nutrientes.



Regulador de crecimiento: sustancia que modifica el crecimiento de las plantas. Se puede obtener de forma natural o sintetizarlo químicamente.

Semilla pura: aquella que pertenece únicamente a la especie que se quiere sembrar y que no está mezclada con otras semillas ni contaminada con impurezas como tierra, basura, restos de hojas o semillas de malezas.

Trazabilidad: proceso que permite identificar una especie vegetal, desde la producción de la semilla hasta la adquisición de los productos vegetales terminados, por parte del consumidor final. Incluye producción de semilla, transformación, procesamiento, transporte, distribución y comercialización, y cualquier otra información asociada a los eslabones de la cadena productiva.







Referencias

- Abril, J. L. (2024). *Viabilidad financiera para la producción de semilla certificada de la variedad de sorgo forrajero Agrosavia JJT-18* [Tesis de maestría]. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/12734>
- Ackerman, A., Wenndt, A., & Boyles, R. (2021). The sorghum grain mold disease complex: Pathogens, host responses, and the bioactive metabolites at play. *Frontiers in Plant Science*, 12, 660171. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.660171>
- Akwero, A. (2010). *Characterisation of sorghum germplasm and sorghum anthracnose epidemics in Uganda* [Tesis doctoral, Makerere University]. <http://hdl.handle.net/10570/3737>
- Basha, S., & Ulaganathan, K. (2002). Antagonism of *Bacillus* species (strain BC121) towards *Curvularia lunata*. *Current Science*, 82(12), 1457-1463.
- Bernal, J. H., Rincón Castillo, Á., Guevara, E. J., Hernández, R. S., & Flórez Díaz, H. (2014). *Sorgo forrajero Agrosavia JJT-18* [Boletín técnico]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.boletin.2014.1>
- Buntin, G. D. (2012). *Grain sorghum insect pests and their management* [Cooperative Extension Bulletin 1283]. University of Georgia.
- Carrasco, N., Zamora, M., & Melin, A. (Eds.). (2011). *Manual de sorgo* (1.ª ed.). Ediciones INTA. https://www.researchgate.net/profile/Natalia-Carrasco/publication/327938885_Manual_de_sorgo_Sorghum_handbook/links/5bae2292299bf13e60525872/Manual-de-sorgo-Sorghum-handbook.pdf

- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” [CENTA]. (2018). *Cultivo del sorgo* (*Sorghum bicolor* L. Moench).
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. (2025). *Sorgo dulce Agrosavia JJT-18*. <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-pecuaria/ganader%C3%ADa-y-especies-menores/material-reproductivo-vegetal-semillas/302-sorgo-dulce-agrosavia-jjt-18>
- Demagnet F. R., & Canales, C. (2020). *Manual cultivo del sorgo forrajero*. Universidad de La Frontera. <https://consorciolechero.cl/wp-content/uploads/2021/04/MANUAL-CULTIVO-DEL-SORGO-FORRAJERO.pdf>
- Flórez-Gómez, D. L., Osorio-Guerrero, K. V., Rodríguez-Yzquierdo, G. A., Jaramillo-Bonilla, S., Ortigón-Herrera, L. E., Gómez-Delgado, E., & Brochero-Aldana, G. A. (2024). Efecto de retardantes de crecimiento en la disminución del volcamiento de sorgo dulce forrajero. *Agronomía Costarricense*, 48(1), 67-78. <https://doi.org/10.15517/rac.v48i1.59131>
- Gaspar Celda, L. (2017). *Propuesta de sistema de trazabilidad para una cadena de suministro sostenible en el sector agroalimentario* [Trabajo de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/b17ec823-ac36-4842-8e6d-dc95febaa109/content>
- Getachew, G., Putnam, D. H., De Ben, C. M., & De Peters, E. J. (2016). Potential of sorghum as an alternative to corn forage. *American Journal of Plant Sciences*, 7(7), 1106-1121. <https://doi.org/10.4236/ajps.2016.77106>
- Godoy, J. C. (2016). *Identificación de las causas de pérdida de competitividad del cultivo de sorgo (Sorghum spp.) en Colombia: revisión* [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/765>
- Gómez, I. A. (2024). *Rendimiento y calidad del ensilaje de grano húmedo y del forraje remanente de variedades de sorgo (Sorghum bicolor) en el trópico húmedo y seco de Costa Rica* [Trabajo de licenciatura, Universidad Nacional de Costa Rica]. <https://repositorio.una.ac.cr/server/api/core/bitstreams/65d82b8a-e067-40d4-99cc-839d18709ba9/content>



- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2024). Resolución 00015141. "Por la cual se establecen los requisitos y condiciones para la producción, importación, exportación y almacenamiento de semillas producto del mejoramiento genético para la investigación, 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". <https://www.ica.gov.co/getattachment/f6795834-cf0e-4284-8ccd-d353b93c6240/202400015141.aspx>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [Intagri]. (2016). La calidad de la semilla en cultivos hortícolas. <http://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-calidad-de-la-semilla-en-cultivos-horticolos>
- International Seed Testing Association (ISTA). (2016). Reglas internacionales para el análisis de las semillas.
- Mecalux. (2024). Tipos de trazabilidad aplicados en logística y con ejemplos. <https://www.mecalux.es/blog/tipos-de-trazabilidad>
- Mejía Kerguelén, S. L., Suárez-Paternina, E. A., Tapia-Coronado, J. J., & Atencio-Solano, L. M. (2020). Sorgo dulce forrajero Corpoica JYT-18 (*Sorghum bicolor*): alternativa forrajera para la alimentación de bovinos en la región Caribe. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.brochure.7404005>
- Mejía Kerguelén, S., Tapia-Coronado, J. J., Atencio-Solano, L. M., & Cadena-Torres, J. (2019). Producción y calidad nutricional del forraje del sorgo dulce en monocultivo e intercalado con maíz y frijol. *Pastos y Forrajes*, 42(2), 133-142. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942019000200133
- Mengesha, G. G., Dojamo, T. S., Tesema, M. L., & Cheleko, D. C. (2021). An evaluation of sorghum genotypes and reduced rates of fungicide application against anthracnose (*Colletotrichum sublineolum*) management at Arba Minch and Derashe in Southern Ethiopia. *Ethiopian Journal of Science and Sustainable Development*, 8(2), 32-46. <https://doi.org/10.20372/ejssdastu:v8.i2.2021.262>



- Mezzalama, M. (2016). *Calidad de la semilla* [Presentación PowerPoint]. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). <http://libcatalog.cimmyt.org/Download/cis/58348.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2018). *Ganaderos tienen en la siembra de sorgo forrajero una buena alternativa de alimentación para sus animales*. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Ganaderos-tienen-en-la-siembra-de-sorgo-forrajero-una-buena-alternativa-de-alimentaci%C3%B3n-para-sus-animales-.aspx>
- Moyano, D. K. R., Pulgarín, A. C., & Moyano, C. F. R. (2021). Factores determinantes en la adopción de prácticas de sostenibilidad ambiental en las empresas. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle*, 14(56), 163–190.
- Okosun, O. O., Allen, K. C., Glover, J. P., & Reddy, G. V. (2021). Biology, ecology, and management of key sorghum insect pests. *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 4. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmaa027>
- Osorio-Guerrero, K. V., Patiño-Moscoso, M. A., Flórez-Gómez, D. L., & Cortés-Rojas, D. F. (2024). *Trichoderma koningiopsis* applied as seed coating protects sweet sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) from fungal contaminants during storage. *European Journal of Plant Pathology*, 169(3), 581–591. <https://doi.org/10.1007/s10658-024-02855-8>
- Patiño-Moscoso, M. A., Osorio-Guerrero, K. V., Flórez-Gómez, D. L., Sarmiento-Moreno, L. F., Vargas-Ramírez, D. N., & Medina-Mérida, M. J. (2023). *Manual ilustrado de hongos presentes en semillas de cultivos semestrales: arroz, maíz, soya y sorgo*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7407037>
- Rodríguez, N. (2016). Control de malezas en sorgo granífero. Manejo de plagas y tecnología de cultivos en sistemas mixtos de producción. *Boletín Tecnológico*, 91, 19-28.



- Rubiano Rodríguez, J. A., Gómez Ramírez, L. F., Sierra Baquero, P. V., Sánchez Doria, T., Fuentes Cassiani, D. A., & De Oro Aguado, R. F. (2023). *Plagas asociadas al cultivo de sorgo forrajero Agrosavia JJT-18 (Sorghum bicolor [L.] Moench) en el departamento del Cesar, Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7406566>
- Sarria, G., Vanegas, H., & Narro, L. (2005). *Enfermedades resurgentes del maíz tropical en Colombia* (1.^a ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/2266>
- Seminis. (2020). *Podredumbre de cuello y raíces por Fusarium*. Bayer Crop Science.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). (2015). *Ficha técnica: Fusarium spp. (Hypocreales: Nectriaceae): podredumbre de raíces*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600884/Podredumbre_de_ra_ces.pdf
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). (2018). *Ficha técnica: Curvularia lunata*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/600866/Curvularia_lunata.pdf
- Toledo, R. (2023). *Representación y breve descripción de las etapas de desarrollo de sorgo*. Universidad Nacional de Córdoba. https://www.researchgate.net/publication/384329249_Representacion_y_breve_descripcion_de_las_etapas_de_desarrollo_de_sorgo_Sorghum
- Yáñez-Juárez, M. G., López-Orona, C. A., Ayala-Tafoya, F., Partida-Ruvalcaba, L., Velázquez-Alcaraz, T. D. J., & Medina-López, R. (2018). Los fosfitos como alternativa para el manejo de problemas fitopatológicos. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36(1), 79–94. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1710-7>
- Yosef, E., Carmi, A., Nikbachat, M., Zenou, A., Umiel, N., & Miron, J. (2009). Characteristics of tall versus short-type varieties of forage sorghum grown under two irrigation levels, for summer and subsequent fall harvests, and digestibility by sheep of their silages. *Animal Feed Science and Technology*, 152(1-2), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.01.018>





Terminó de diseñarse en diciembre de 2025.
Bogotá, D. C., Colombia

Los sorgos forrajeros se consideran un cultivo potencial para la suplementación nutricional en animales de levante y ceba durante épocas críticas para la consecución de alimento. A su vez, enfrentan limitantes para la producción de semilla, puesto que no existe información técnica suficiente acerca del manejo agronómico y las estrategias resilientes a los efectos adversos del clima que ponen en riesgo la producción de calidad. El sorgo forrajero Agrosavia JYT-18 no es ajeno a las situaciones previamente descritas.

El Manual técnico para la producción de semilla de sorgo dulce Agrosavia JYT-18 para los valles interandinos y el Caribe seco de Colombia es una guía pensada para acompañar a los productores en cada paso del proceso de producción de semilla, desde la preparación del terreno hasta el almacenamiento final. Este manual es una herramienta para fortalecer el conocimiento de quienes producen semilla de sorgos dulces, fomentar la innovación y contribuir al desarrollo de una agricultura más eficiente y sostenible en el país.



correo: bac@agrosavia.co
teléfono: (+57) 601 914 4677

Distribución gratuita
Prohibida su venta

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Centro de Investigación Tibaitatá.
Km 14 vía Mosquera-Bogotá, Cundinamarca.
Código postal 250047, Colombia.

Línea de atención al cliente: (+57) 601 914 4677
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co