



Manual técnico de producción de semilla de variedades de maíz para el Caribe húmedo colombiano

José Jaime Tapia Coronado
Sergio Luis Mejía Kerguelen
Liliana Margarita Atencio Solano
Luis Alfonso Sánchez Rodríguez
Dubert Yamil Cañar Serna

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Manual técnico de producción de semilla de variedades de maíz para el Caribe húmedo colombiano

José Jaime Tapia Coronado
Sergio Luis Mejía Kerguelen
Liliana Margarita Atencio Solano
Luis Alfonso Sánchez Rodríguez
Dubert Yamil Cañar Serna

Mosquera, Colombia, 2020

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Manual técnico de producción de semilla de variedades de maíz para el Caribe húmedo colombiano / José Jaime Tapia Coronado [y otros cuatro] -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

84 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye fotos, tablas

ISBN E-book: 978-958-740-451-7

1. Maíz 2. *Zea mays* 3. Producción de semillas 4. Manejo del cultivo 5. Características del sitio 6. Cosecha 7. Almacenamiento de semillas.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Centro de Investigación Turipaná. Kilómetro 13, vía Montería Cereté, Córdoba. Código postal 230550, Colombia.

Centro de Investigación Palmira. Diagonal a la intersección de la Carrera 36A con Calle 23. Código postal 763531, Colombia.

Esta publicación es resultado del macroproyecto titulado “Programa Nacional Semillas: Programa de fortalecimiento al sistema nacional de semillas producto de la intervención de sistemas locales de semillas”.

Colección Transformación del Agro

Fecha de recepción: 19 de mayo de 2020

Fecha de evaluación: 6 de agosto de 2020

Fecha de aceptación: 7 de octubre de 2020

Publicado en Mosquera, Cundinamarca, en enero de 2021

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Editor: Jorge Enrique Beltrán V.

Corrección de estilo: Amalia Tapiero

Diagramación: María Paula Berón R.

Fotografía de cubierta: Variedades de maíz Corpoica V-114 y Corpoica V-159 (José Jaime Tapia)

Citación sugerida: Tapia Coronado, J. J., Mejía Kerguelen, S. L., Atencio Solano, L. M., Sánchez Rodríguez, L. A., Cañar Serna, D. Y. (2021). *Manual técnico de producción de semilla de variedades de maíz para el Caribe húmedo colombiano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7404517>

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

Los autores	15
Agradecimientos	19
Presentación	21
Recomendaciones de uso del manual	25
Semilla de maíz para comercialización	25
Semilla de maíz para autoconsumo	26
Capítulo 1	
<hr/>	
El cultivo del maíz y la producción de semillas	29
Capítulo 2	
<hr/>	
Selección del terreno y de la semilla para la siembra	33
2.1 Selección del terreno	33
2.1.1 Localización	34
2.1.2 Características del lote	34
2.1.3 Aislamiento	34
2.2 Selección de la variedad y la semilla	35
Capítulo 3	
<hr/>	
Adecuación del terreno y manejo agronómico del cultivo	39
3.1 Adecuación del terreno	39
3.2 Tratamiento de la semilla antes de la siembra	41
3.3 Siembra	43
3.4 Riego	44
3.5 Manejo de arvenses	45
3.6 Manejo de la fertilización	48

3.7 Manejo fitosanitario	49
3.8 Eliminación de plantas fuera de tipo o enfermas	54

Capítulo 4

Cosecha, acondicionamiento y almacenamiento de la semilla	57
4.1 Cosecha de las mazorcas	58
4.2 Selección de las mazorcas	59
4.3 Secado de las mazorcas	60
4.4 Desgrane de las mazorcas	63
4.5 Limpieza y clasificación de la semilla	65
4.6 Tratamiento, limpieza y clasificación de la semilla	68
4.7 Identificación del producto no conforme	72
Glosario	75
Referencias	79





Lista de figuras

Figura 1	Aislamiento por espacio en lotes destinados a la producción de semilla de maíz	35
Figura 2	Semilla de maíz amarillo seleccionada para la siembra	36
Figura 3	Uso de arado de discos para la labranza convencional en un lote próximo a sembrar	41
Figura 4	Tratamiento de la semilla de maíz	42
Figura 5	Métodos de siembra en el cultivo de maíz	44
Figura 6	Competencia directa de las arvenses con el cultivo de maíz	45
Figura 7	Fertilización manual del cultivo de maíz en etapa V6 (5 a 6 hojas verdaderas)	49
Figura 8	Planta de maíz afectada por el gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	50
Figura 9	Principales plagas del cultivo de maíz	52
Figura 10	Algunas de las principales enfermedades del cultivo de maíz que afectan la producción de semilla	54
Figura 11	Lote de producción de semilla de maíz	55
Figura 12	Malformación de mazorcas ocasionada por el carbón común (<i>Ustilago maydis</i>)	55
Figura 13	Proceso de cosecha del maíz	58
Figura 14	Selección manual de mazorcas	59
Figura 15	Plantas de maíz descopadas para favorecer el secado natural	61
Figura 16	Secado de mazorcas	62
Figura 17	Desgrane mecánico de las mazorcas	63
Figura 18	Desgrane manual de las mazorcas	64

Figura 19	Semilla útil del centro de las mazorcas para su posterior desgrane	64
Figura 20	Proceso manual de limpieza y clasificación de semilla	65
Figura 21	Mesa de gravedad utilizada para limpiar y clasificar la semilla de maíz	66
Figura 22	Pruebas de germinación de la semilla de maíz	67
Figura 23	Control de insectos con velas en silos metálicos o plásticos	69
Figura 24	Empaque tipo bolsa de papel triple capa utilizado en la comercialización de semilla de maíz	70
Figura 25	Almacenamiento de semilla de maíz en envases plásticos con tapa	71
Figura 26	Cuarto frío con control de temperatura y humedad relativa en el Centro de Investigación Turipaná	72





Lista de tablas

Tabla 1	Principales departamentos productores de maíz en la región Caribe húmedo de Colombia	31
Tabla 2	Criterios de calidad de la semilla a utilizar para la siembra	37
Tabla 3	Principales arvenses que afectan la producción de semilla de maíz	46
Tabla 4	Requerimientos nutricionales del maíz	48
Tabla 5	Principales plagas que afectan el cultivo de maíz	51
Tabla 6	Principales enfermedades que afectan el cultivo del maíz	53
Tabla 7	Criterios de calidad de la mazorca en el proceso de producción de semilla	60
Tabla 8	Criterios de calidad de la semilla	66



Los autores

José Jaime Tapia Coronado

jtapia@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo y magíster en Ciencias Agronómicas con énfasis en Fisiología de Cultivos, de la Universidad de Córdoba, Colombia. Ha trabajado en proyectos de investigación y de transferencia de tecnología en cultivos transitorios (maíz, sorgo, algodón, fríjol) y ganadería (recursos forrajeros y manejo del pastoreo). Actualmente, es investigador máster adscrito a la Red de Innovación de Cultivos Transitorios y Agroindustriales con sede en el Centro de Investigación Turipaná de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Sergio Luis Mejía-Kerguelen

smejia@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo con maestría y doctorado en Ciencias Agrarias, con énfasis en Mejoramiento Genético de Plantas. Desde hace 25 años trabaja en AGROSAVIA en el área de cultivos transitorios (maíz, por ejemplo), de los cuales se han liberado comercialmente algunos genotipos. En el área de pastos y forrajes, ha evaluado el potencial de producción y manejo de un gran número de gramíneas forrajeras que se adaptan al trópico bajo. Tiene amplia experiencia en programas de conservación de forrajes y producción de semilla básica y certificada de maíz y sorgo a nivel comercial. Investigador PhD de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Liliana Margarita Atencio Solano

latencio@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma y magíster en Ciencias Agronómicas con énfasis en Fisiología Vegetal, de la Universidad de Córdoba, Colombia. Ha trabajado en investigación, en las áreas de fisiología vegetal y mejoramiento genético de plantas, en los sistemas de producción de arracacha, maíz y gramíneas forrajeras. Actualmente, es investigadora máster y se encuentra vinculada a la Red de Innovación de Raíces y Tubérculos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Luis Alfonso Sánchez Rodríguez

lasanchezr@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Córdoba. Ha trabajado en proyectos de investigación relacionados con las áreas de hortalizas y transitorios, específicamente, en el cultivo de plátano en laderas y conservación de suelos, maíz y forrajes. Actualmente es profesional de apoyo a la investigación adscrito a la Red de Transitorios y Agroindustriales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Turipaná.

Dubert Yamil Cañar Serna

dcanar@agrosavia.co

Ingeniero agroindustrial con maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Experiencia en la aplicación de conceptos técnicos y tecnológicos en la transformación industrial de materias primas y aprovechamiento de subproductos del sector agroindustrial. Experiencia en el manejo y uso de herramientas para el análisis molecular, en palinológica y citogenética dirigida a la investigación sostenible de los recursos biológicos. Conocimientos en el diseño y establecimiento de herramientas virtuales de divulgación agropecuaria destinada a asistentes técnicos, extensionistas, productores e investigadores y procesos de sistematización de experiencias. Cuenta con experiencia en la implementación de herramientas de trazabilidad para la producción de semilla y material de propagación que permita la identificación y el rastreo de inventarios, dentro del marco normativo expedido por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Es investigador máster de la Red de Cultivos Transitorios y Agroindustriales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Palmira.





Agradecimientos

Los autores expresamos nuestros agradecimientos a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), que, a través del Departamento de Semillas, ha coordinado el programa “Plan Nacional de Semillas”. Igualmente, agradecemos el apoyo incondicional de la Corporación y las gestiones realizadas por esta para el desarrollo del proyecto titulado “Recuperación, limpieza y escalamiento de variedades mejoradas y regionales de maíz en diferentes pisos térmicos de Colombia”, el cual permitió identificar las herramientas y las estrategias para fortalecer los sistemas de producción de semillas de diversas especies en Colombia, principalmente de maíz. Agradecemos también a la Asociación de Productores Agrícolas Medio Ambientales de Nova (APAMA), de Chinú, Córdoba, y a la Asociación de Explotación y Comercialización Agropecuaria Entorno (Asoentorno) de Los Palmitos, Sucre, la cuales, a través de sus experiencias y aprendizajes facilitaron el desarrollo y la puesta en práctica de un esquema de producción tradicional de semilla de maíz, ilustrado en este manual. Finalmente, agradecemos al Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural (MADR) por promover y financiar dicho programa en Colombia.



Presentación

Entre las actividades que realiza AGROSAVIA se destacan la promoción de la investigación científica, el fomento del desarrollo tecnológico en el sector agropecuario y la difusión de resultados de las diferentes áreas del conocimiento asociadas a la producción y el acondicionamiento del material de siembra con atributos de calidad.

Este manual concentra los resultados de las experiencias generadas en torno a la producción y la conservación tradicional de semillas de maíz en comunidades de productores y campesinos del Caribe húmedo colombiano, las cuales contaron con el acompañamiento técnico de AGROSAVIA. Cabe destacar que la producción de maíz en la región se ha convertido en una actividad productiva de importancia tanto para pequeños como para medianos y grandes agricultores, situación que, además, está asociada a las diversas expresiones culturales y socioeconómicas de las comunidades campesinas de la región.

En este escenario, el presente manual se divide en cuatro capítulos. El primero, escrito con el fin de mostrar las particularidades del cultivo y la configuración histórica de la región en torno a la producción del material de siembra, consiste en una breve descripción de la importancia del maíz en Colombia. Posteriormente, en el segundo capítulo, se describe el proceso seguido para seleccionar el terreno y la semilla para la siembra. En el tercer capítulo se profundiza, de manera descriptiva, en las actividades desarrolladas para adecuar el terreno donde se establecerá la unidad productiva y en el manejo agronómico que debe hacerse para lograr un control fitosanitario óptimo. Finalmente, en el cuarto capítulo, se presentan las actividades

que deben realizarse en las etapas de cosecha, acondicionamiento y almacenamiento; esto incluye los procesos de selección de las mazorcas, el secado, el desgrane, la limpieza, la clasificación y el empaque de la semilla. Al final del manual, hay un glosario que permite ampliar la información de manera práctica y sencilla para que el lector tenga una comprensión integral del escrito.

En consecuencia, el presente manual busca dar a conocer la importancia del procedimiento seguido para la producción y la obtención de semilla de maíz de calidad. Asimismo, por medio de este documento, se pretende difundir las recomendaciones prácticas para el proceso basadas en las experiencias de los productores, quienes contaron con el acompañamiento técnico de AGROSAVIA y trabajaron con variedades de maíz de libre polinización.





Recomendaciones de uso del manual

Este manual técnico es concebido como un material didáctico de difusión y divulgación, por lo tanto, la información consignada aquí es de libre distribución. Esto, con el objetivo de fortalecer las capacidades prácticas e intelectuales en la producción y el acondicionamiento de la semilla de variedades de maíz de buena calidad en el Caribe húmedo colombiano. Es importante resaltar que la producción de semilla se puede realizar bajo dos enfoques: primero, como unidad de negocio para la comercialización de la semilla, y, segundo, para el autoconsumo. A continuación, se aborda cada uno de estos enfoques.

Semilla de maíz para comercialización

La producción de semilla de maíz para comercialización se rige de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Resolución 003168 de 2015 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). En esta se “reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en Colombia” (Resolución 003168, 2015, p. 1). Bajo esta condición el productor debe cumplir los siguientes requisitos:

- Poseer el registro como productor y comercializador de semilla de maíz, el cual debe solicitarse ante el ICA.
- Realizar una solicitud de inscripción del lote de multiplicación de semilla ante la gerencia seccional del ICA que incluya información del lote como: la localización (deben especificarse las coordenadas geográficas), el área, el nombre de la variedad, la producción estimada, el origen de la semilla para la siembra, la fecha de siembra, la categoría a producir y la información general de contacto del responsable.
- Realizar el pago correspondiente a la inscripción del lote de multiplicación de semilla de acuerdo con la tarifa vigente del ICA.

- Registrar todas las actividades desarrolladas a lo largo del proceso de producción de semillas en un libro o libreta de campo.
- Enviar un informe de la cosecha al ICA que incluya el registro fotográfico e indique la cantidad neta de semilla obtenida.
- Realizar una solicitud para la toma de muestras de semilla por medio de un funcionario del ICA. Incluye el pago correspondiente al análisis de la semilla de acuerdo con la tarifa vigente del ICA. Este análisis se hace para conocer la calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla, como, por ejemplo, el porcentaje de germinación, el vigor, la pureza y la presencia de plagas y enfermedades.

Semilla de maíz para autoconsumo

En el caso de la producción de semilla de maíz para el autoconsumo no es necesario estar registrado ante el ICA. Esta actividad tiene como finalidad que el productor produzca su propia semilla con criterios de calidad y con énfasis especial en el cuidado de las variedades locales por su adaptación ambiental. Es vista como una alternativa de ahorro en la economía familiar y como base para la seguridad alimentaria de las familias. Bajo este enfoque, el presente manual ofrece recomendaciones de producción de semilla: le muestra al productor la importancia de la calidad de la semilla, de manera tal que evite que esta sea el medio de transporte de patógenos, plagas y arvenses que infesten sus terrenos y cultivos. Así pues, se proponen las siguientes recomendaciones para el uso del manual:

- Como material de referencia para productores de semilla que ayude a orientar su producción a la multiplicación de semilla de buena calidad. De esta forma se pretende enriquecer los aprendizajes y las prácticas, tanto individuales como colectivas.

- Como material de referencia para asistentes técnicos que se caracterice por ofrecer directrices orientadas a la producción y el acondicionamiento del material de siembra con atributos de calidad. Además, con este manual se busca incentivar la transferencia de tecnología en la región para el fortalecimiento de capacidades y el apalancamiento de procesos productivos y organizativos.

El manual presenta los pasos metodológicos propuestos en el proceso de producción de semilla de variedades de maíz como un punto de partida que puede ser enriquecido a partir de la experiencia del lector, las condiciones de su región, sus conocimientos y capacidades y conforme a las posibilidades de sus recursos.



Capítulo 1

El cultivo del maíz y la producción de semillas

De los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFGAA), el maíz constituye uno de los más importantes para las comunidades tradicionales de Colombia, particularmente para aquellas de la región del Caribe húmedo. Asimismo, el maíz representa el 13 % del área agrícola nacional, después del café y el arroz (Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT] & Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT], 2019). Adicionalmente, se ha establecido que el 90 % de los productores que siembran maíz son, primordialmente, pequeños (con 10 hectáreas o menos) y medianos productores (entre 10 y 30 hectáreas) (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya [Fenalce], 2018).

En Colombia se producen principalmente dos tipos de maíz de acuerdo con el color del grano: blanco y amarillo. El maíz de grano blanco es utilizado para el consumo humano, mientras que el maíz de grano



amarillo es destinado, en gran parte, a la alimentación animal. Actualmente la producción de maíz de grano amarillo ha ido incrementando debido a cambios en los patrones de la dieta humana. Estos se basan en el alto consumo de alimentos de origen animal para cuya producción se requiere de este tipo de maíz como principal insumo y materia prima. En consecuencia, la demanda de maíz amarillo aumentó un 85 % con respecto al maíz blanco (CIAT & CIMMYT, 2019).

Para el año 2019 se produjeron 1.017.989 t de maíz amarillo y 586.803 t de maíz blanco, con lo que se obtuvo una producción nacional total de maíz de 1.604.792 t en una superficie de siembra de 598.507 hectáreas (Fenalce, 2019).

Desde el punto de vista socioeconómico existen dos sistemas de producción: el tecnificado y el tradicional. El sistema de producción tecnificado se implementa en regiones altamente desarrolladas que cuentan con sistemas avanzados de tecnología y buena productividad, lo cual incluye las grandes superficies, los terrenos planos de mediana a alta fertilidad, el uso de genotipos mejorados (como híbridos), la alta mecanización y el mayor acceso a insumos (Fenalce, 2018). Este sistema produce 1.226.733 t de maíz, las cuales representan el 76,44 % de la producción nacional (Fenalce, 2019).

Por otro lado, el sistema de producción tradicional suele implementarse en regiones con limitación de diferentes recursos. El objetivo de este sistema de producción es el autoabastecimiento y se fundamenta en la economía campesina. Se caracteriza por el uso de variedades mejoradas o materiales criollos; la baja mecanización debido a la alta inclinación de las pendientes del terreno y los altos costos de los servicios de mecanización; el acceso limitado a insumos agrícolas; los suelos de baja fertilidad y las siembras en asocio con otros cultivos. Este sistema produce 378.059 t de maíz, cifra que corresponde a un 23,56 % del total nacional (Fenalce, 2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, en Colombia la mayor producción de maíz se concentra en la región del Caribe húmedo, la cual abarca las microrregiones Valle del Sinú, Golfo de Morrosquillo, Depresión Momposina, Sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar, Faja Litoral y Bajo Cauca Antioqueño (Pulido et al., 2002). En esta región el maíz constituye la base de la cultura, la seguridad y la soberanía alimentaria de las poblaciones indígenas y campesinas. Es considerada como uno de los centros de diversificación del maíz donde se ha establecido una relación de interdependencia entre el hombre y el cultivo, relación que se mantiene hasta nuestra generación. Ahora bien, la producción de maíz en el Caribe húmedo está concentrada principalmente

en los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar (tabla 1). Allí, el 30,2 % se cultiva bajo el sistema de producción tradicional y el 69,8 % bajo el sistema de producción tecnificado (Fenalce, 2019).

Tabla 1. Principales departamentos productores de maíz en la región Caribe húmedo de Colombia

Sistema	Departamento	Maíz amarillo			Maíz blanco		
		ha	t	t/ha	ha	t	t/ha
Tradicional	Córdoba	20.000	39.500	1,3	9.400	17.800	1,4
	Sucre	9.686	24.215	2,2	1.442	3.606	3,9
	Bolívar	4.220	19.388	5,0	7.180	15.550	2,4
	Total 3 departamentos	33.906	83.103	2,8	18.022	36.956	2,6
Total nacional		110.937	241.957	2,1	63.436	136.102	2,4
Tecnificado	Córdoba	11.700	57.850	2,9	14.300	72.900	2,5
	Sucre	15.019	52.567	3,4	4.198	14.693	2,4
	Bolívar	9.580	47.240	10,7	6.350	31.750	6,7
	Total 3 departamentos	36.299	157.657	5,7	24.848	119.343	3,9
Total nacional		134.008	776.032	6,4	78.059	450.700	5,3
Total 3 departamentos (Tecnificado + Tradicional)		70.205	240.760	4,3	42.870	156.299	3,0

ha: Área sembrada en hectáreas; t: Producción de maíz en toneladas; t/ha: Rendimiento promedio de maíz en toneladas por hectárea.

Fuente: Elaboración propia con información tomada de Fenalce (2019)

En este contexto, se destaca que el 90 % de los productores de maíz son pequeños y medianos productores cuyas áreas de cultivo operan, principalmente, bajo el sistema productivo tradicional. En estos sistemas la semilla utilizada para la siembra se obtiene de ciclos de cultivos anteriores, sin embargo, es común que presente problemas como baja germinación y pureza, y daños por plagas y enfermedades; fenómenos que afectan directamente la calidad de la semilla. Esta problemática se debe, principalmente, al desconocimiento del proceso de producción y obtención de semilla de buena calidad por parte del productor.



Capítulo 2

Selección del terreno y de la semilla para la siembra

En este apartado se presentan las actividades necesarias (previamente ajustadas por AGROSAVIA para la región Caribe húmedo) para hacer la selección del terreno y de la semilla para la siembra. Dichas actividades están diseñadas de acuerdo con los principios metodológicos orientados a la producción de semilla con atributos de calidad. A continuación, se explica cada una de ellas.

2.1 Selección del terreno

Uno de los aspectos principales para iniciar adecuadamente el proceso de producción de semilla de calidad radica en la buena selección del terreno. A continuación, se describen los aspectos más importantes a tener en cuenta.

2.1.1 Localización

El terreno debe ser de fácil acceso y estar ubicado en áreas en las que haya poco movimiento de animales, pues puede ocasionar daños. En lo posible debe estar cerca a fuentes de agua para disponer oportunamente de la aplicación de riego complementario en caso de ser necesario, especialmente en las zonas con periodos marcados de sequía.

2.1.2 Características del lote

Se recomienda que los suelos tengan una fertilidad de media a alta y buen drenaje. Se deben descartar lotes en los cuales se haya cultivado maíz en ciclos anteriores, a menos que se busque multiplicar la misma variedad previamente cultivada. Asimismo, cuando se seleccione el lote debe delimitarse el área mediante un cercado fuerte y seguro.

2.1.3 Aislamiento

Consiste en aislar o separar los lotes de producción de semilla de los lotes de otras variedades de la misma especie. Esto se debe a que el maíz es una planta alógama, que se caracteriza por un alto grado de polinización cruzada. Con base en esto, dicho aislamiento se puede realizar de diferentes maneras, que son descritas a continuación.

- **Tiempo:** se recomienda que el productor realice la siembra con una diferencia mínima de 30 días (antes o después de la siembra de los otros lotes) (Grupo Semillas 2018; Urbina 2015). Esto, con el fin de evitar que la floración tenga lugar en el mismo periodo que la de los lotes de maíz vecinos. Para este tipo de aislamiento es importante conocer las características de los materiales, principalmente la edad de floración y si son precoces o tardíos. Estas características son útiles para determinar si se debe ampliar o reducir el plazo de siembra de los materiales (Díaz et al., 2017; Food and Agriculture Organization [FAO], 2005).
- **Espacio:** se debe establecer una distancia mínima de 300 m entre los lotes de producción de semilla y otros lotes de maíz (Resolución 003168, 2015) (figura 1).
- **Barreras naturales:** las barreras naturales consisten en el uso de árboles, arbustos o plantas de la misma variedad de maíz con el fin de reducir la contaminación por polen de otras variedades (Dardón & Aldana, 2011; Urbina, 2015). Alrededor del lote de multiplicación de semilla se puede sembrar otro tipo de cultivo, como yuca y frijol, entre otros. Generalmente, este tipo de aislamiento se realiza cuando la disponibilidad de lotes es baja y se dan siembras muy cercanas en el tiempo.

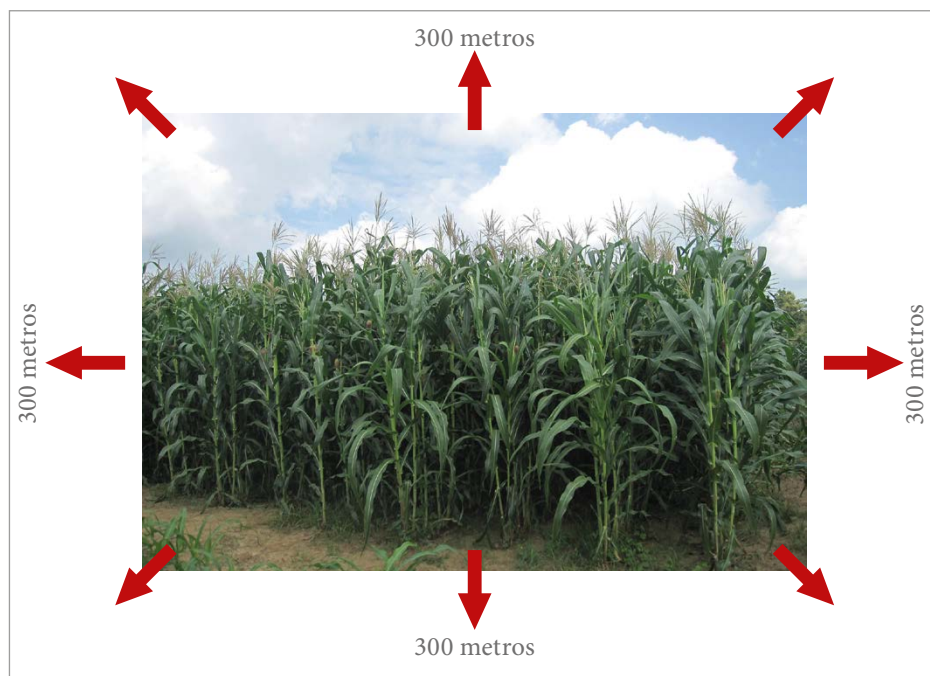


Foto: José Jaime Tapia

Figura 1. Aislamiento por espacio en lotes destinados a la producción de semilla de maíz.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las experiencias de AGROSAVIA en la región, se recomiendan los aislamientos por tiempo y espacio. Para garantizar que no se presente contaminación con otras variedades o genotipos de maíz, una buena opción para el productor es sembrar el mismo material en lotes vecinos y destinar un área dentro del lote para la obtención de semillas siguiendo los requerimientos técnicos que describe el presente manual.

2.2 Selección de la variedad y la semilla

Para esta sección es importante que el productor tenga claridad sobre si lo que va a utilizar para la siembra es semilla o grano. Esto, para garantizar la obtención de semilla de calidad. Así pues, a continuación, se presentan las definiciones de semilla y grano.

- Grano: es el producto del cultivo que se utiliza como materia prima para la industria o la alimentación humana o animal. Este no cumple con los criterios de calidad para ser semilla.
- Semilla: es el resultado de un proceso de multiplicación y producción que se lleva a cabo bajo parámetros de calidad (física, fisiológica, genética y sanitaria) con el

fin de garantizar el desarrollo de una nueva planta (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa], 2017).

- Se recomienda tener en cuenta que la semilla a utilizar para la siembra en el proceso de multiplicación y producción de semilla debe cumplir con las características que se describen a continuación.
- Debe corresponder a variedades con buena adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona donde se va a producir y ser acorde a las necesidades del agricultor.
- La semilla se debe adquirir de proveedores debidamente registrados ante el ICA como productores de semilla.
- Se debe conocer el origen de la semilla: si es de autoabastecimiento, propia o comprada. En cualquiera de los casos, la semilla para sembrar debe provenir de lotes debidamente almacenados o de lotes recientemente cosechados (figura 2) y en los que se haya realizado seguimiento al proceso de producción de semilla de calidad.



Foto: José Jaime Tapia

Figura 2. Semilla de maíz amarillo seleccionada para la siembra.

- La semilla para sembrar debe cumplir con las variables de calidad física, fisiológica, sanitaria y genética. Estas variables contribuyen a la determinación de semillas en condiciones óptimas que no generen dudas sobre sus características. Por ello, el lote empleado para la producción de semilla deberá cumplir con las recomendaciones mencionadas anteriormente.
- Una vez seleccionada la semilla a sembrar, se deben verificar los criterios de calidad (tabla 2).

Tabla 2. Criterios de calidad de la semilla a utilizar para la siembra

Tipo de calidad	Descripción
Genética	<ul style="list-style-type: none"> • Semilla original de la variedad a multiplicar adaptada a las condiciones, sin presencia de granos de otras variedades
Física	<ul style="list-style-type: none"> • Semilla libre de impurezas como granos partidos y otras partículas (terrones, tuza, piedras) • Semilla libre de semillas de arvenses, otros cultivos u otras variedades • Semillas uniformes en color
Fitosanitaria	<ul style="list-style-type: none"> • Semilla libre de enfermedades y plagas
Fisiológica	<ul style="list-style-type: none"> • Semilla con alto vigor y buena germinación (preferiblemente mayor al 90 %)

Fuente: Elaboración propia



Capítulo 3

Adecuación del terreno y manejo agronómico del cultivo



Este capítulo hace referencia a aquellas actividades como la labranza, el manejo de arvenses, la fertilización y el manejo de plagas y enfermedades que se deben realizar en el cultivo de maíz para obtener semilla de calidad. A continuación, se describe brevemente cada una de ellas.

3.1 Adecuación del terreno

La adecuación del terreno es una actividad de mucha importancia que debe realizarse antes de la siembra. Su buena y oportuna ejecución trae múltiples beneficios: favorece la incorporación y la descomposición de la materia orgánica; mejora la aireación, el drenaje, el movimiento y la retención de agua en el suelo; rompe el ciclo de las plagas y las enfermedades del suelo y facilita su control; contribuye al control de las arvenses y favorece la germinación de la semilla y el posterior crecimiento y desarrollo de la planta (Manqui et al., 2012).

La adecuación del terreno para el establecimiento de cultivos de maíz se lleva a cabo en función de la topografía o el relieve del terreno, el tipo de suelo y los recursos económicos del productor. En suelos de planicies y lomeríos poco pronunciados se puede realizar labranza convencional o labranza mínima.

- **Labranza convencional:** la labranza convencional consiste en la utilización de implementos agrícolas como el arado de cincel y discos (rastra pesada y liviana). Solo se justifica si el terreno presenta problemas de compactación. Sin embargo, se recomienda realizar un pase de arado de cincel seguido de un pase de rastra pesada (arado de discos), y, posteriormente, uno o dos pases de rastra liviana. De esta manera las arvenses y los restos de cosechas se incorporan al suelo (figura 3). Ahora bien, lo ideal es mover el suelo lo mínimo posible y nunca pulverizarlo.
- **Labranza mínima:** la labranza mínima es conocida como siembra directa o labranza cero. Puede ser utilizada cuando no se presentan problemas de compactación en el suelo y consiste en realizar la siembra en suelos que no han sido labrados previamente. En caso de ser necesario solo se eliminan las arvenses presentes en el lote de forma mecánica o de forma química (dependiendo de su incidencia y estado fisiológico). La labranza mínima es muy utilizada en aquellas zonas donde no se cuenta con maquinaria y presenta ventajas como: el ahorro de combustible; el incremento de la materia orgánica y el nitrógeno del suelo (proporcionado por los residuos del cultivo anterior); la preservación de la estructura del suelo; la preservación de la entomofauna y la prevención de la erosión del suelo, entre otros. Estos beneficios le otorgan el carácter conservacionista a la labranza cero (Baker & Saxton, 2009).



Foto: José Jaime Tapia

Figura 3. Uso de arado de discos para la labranza convencional en un lote próximo a sembrar.

3.2 Tratamiento de la semilla antes de la siembra

El tratamiento de las semillas tiene como objetivo protegerlas del ataque de insectos plaga y hongos o bacterias que puedan afectar su germinación y el posterior desarrollo de las plántulas. El tratamiento puede ser químico, para lo cual se utilizan insecticidas o fungicidas.

El tratamiento químico puede hacerse con una mezcla de un insecticida a base de imidacloprid (dosis 3 cm³/kg) y un fungicida a base de carboxina + thiram (dosis 2,5 g/kg). Esta mezcla de productos se disuelve en agua en una relación de 3:1 (agua:producto). Una vez hecha la mezcla, se toma una bolsa plástica de grosor calibre 6 en la cual se deposita la semilla y se adiciona la mezcla del producto. Posteriormente se cierra y asegura la bolsa para agitarla, de manera que toda la semilla quede impregnada lo más homogéneamente posible con el producto. Por último, la semilla se esparce sobre una superficie seca, bajo sombra, y se somete a un secado rápido durante un periodo de 5 a 10 minutos.

Es importante resaltar que el uso de insecticidas a base de imidacloprid se debe realizar en el momento de la siembra debido a que en caso de aplicar el tratamiento varios días antes de la siembra puede disminuir el vigor de la semilla.

Además, es fundamental que, al usar productos, principalmente químicos, se utilicen equipos de protección personal como guantes, tapabocas, máscaras, entre otros. Estas medidas deben tomarse con el fin de prevenir intoxicaciones o lesiones personales por su manipulación (figura 4).



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 4. Tratamiento de la semilla de maíz. a. Aplicación del producto a la semilla en bolsa plástica; b. Proceso de mezcla del producto y la semilla; c. Secado de la semilla.

3.3 Siembra

La siembra es uno de los aspectos principales para garantizar el éxito del cultivo. A partir de esta, todas las labores de manejo servirán para mostrar el máximo potencial del cultivo, o, simplemente, para atenuar una caída en la producción.

Es importante que el establecimiento de los lotes de multiplicación de semilla coincida con la época de inicio de las precipitaciones. En la región Caribe húmedo hay dos épocas marcadas de precipitación. Normalmente, la primera inicia entre los meses de abril y mayo y la segunda entre los meses de agosto y septiembre. Ahora bien, cuando las siembras se realizan de manera extemporánea a las fechas recomendadas, se recomienda el uso de riego complementario. Preferiblemente, la cosecha debe coincidir con la época seca del año, con el fin de facilitar el secado natural de las mazorcas y evitar problemas de pudrición que afecten la calidad sanitaria de la semilla.

- **Método de siembra y densidad de población:** la siembra de la semilla de maíz se puede efectuar de dos formas; mediante siembra manual o siembra mecanizada. El método de siembra dependerá de la disponibilidad de la maquinaria, la forma en que se haya adecuado el terreno, el estado de humedad del suelo y las condiciones ambientales.

Para el caso de la siembra mecanizada (figura 5a) se emplean sembradoras de precisión debidamente calibradas con el fin de lograr una distribución homogénea de la semilla en el campo. Mientras que para la siembra manual (figura 5b) se deben utilizar guías para las líneas de siembra como pitas de polipropileno. Para ambos métodos, se sugiere sembrar a 0,8 metros entre surcos, depositando entre 4 y 5 semillas por metro lineal; esto garantiza una población final de alrededor 50.000 plantas por hectárea (figura 5c).

En la siembra un factor importante a tener en cuenta es la distribución espacial de la semilla, de la que depende que no exista competencia por agua, luz y nutrientes. Si se cumplen estas condiciones se logrará un crecimiento uniforme del cultivo.



Fotos: José Jaime Tapia y José Antonio Cantero

Figura 5. Métodos de siembra en el cultivo de maíz. a. Siembra mecanizada de precisión; b. Siembra manual a chuzo; c. Cultivo de maíz en surcos separados a 0,8 m.

3.4 Riego

La demanda hídrica del maíz oscila entre 450 y 550 mm durante el cultivo, con un uso diario de 2 mm/día en las primeras etapas hasta 6,5 mm/día en la etapa de maduración (Oñate, 2016). En la región Caribe húmedo, las siembras se realizan principalmente en los meses de abril y mayo, y agosto y septiembre (durante la temporada de lluvias). Sin embargo, en zonas donde los periodos secos sean muy prolongados, se debe recurrir al riego complementario durante las etapas de germinación, crecimiento vegetativo y floración con el fin de evitar afectaciones en el desarrollo de la planta y la posterior formación y llenado de la mazorca.

3.5 Manejo de arvenses

El rendimiento de un cultivo, y, por ende, la producción de semilla, está determinada en gran parte por la presencia e influencia de las arvenses, por lo cual es importante identificar las arvenses presentes en el lote y el tipo de competencia (luz, agua, espacio, etc.) e interferencia (alelopatía, eficiencia y calidad de cosecha, etc.) que ejercen en el cultivo (Moreno, 2017).

En lotes de producción de semilla se debe hacer un buen control de arvenses desde la preemergencia, ya que la época crítica de competencia de arvenses en el cultivo de maíz tiene lugar desde la siembra hasta la etapa vegetativa V10 (diez hojas verdaderas), es decir, aproximadamente a los 30 o 35 días. En esta etapa las plantas cierran las calles en el cultivo, limitan la entrada directa de luz al suelo y generan un control natural de las arvenses. Se ha comprobado que, durante este periodo, la competencia entre las arvenses y el cultivo causa una reducción en los rendimientos de maíz, que pueden llegar al 40 % o más (Soltani et al., 2013) (figura 6).



Foto: José Jaime Tapia

Figura 6. Competencia directa de las arvenses con el cultivo de maíz.

Para definir el mejor método de control, es importante distinguir entre las arvenses que son dicotiledóneas (hojas anchas) y monocotiledóneas (hojas angostas). En la tabla 3 se presentan las arvenses que más afectan el cultivo de maíz, principalmente la producción de semilla en la región Caribe húmedo de Colombia. Estas son de fácil multiplicación y presentan una alta competencia con el cultivo, lo que afecta negativamente el desarrollo de las plantas y la calidad la semilla.

Tabla 3. Principales arvenses que afectan la producción de semilla de maíz

Tipo de maleza	Nombre científico	Nombre común
Hoja ancha	<i>Cucumis melo</i>	Meloncillo
	<i>Ipomoea</i> spp.	Batatilla
Hoja angosta (gramíneas)	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Caminadora
	<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto Estrella
	<i>Echinochloa colonum</i>	Liendra de puerco
	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo común
Hoja angosta (ciperáceas)	<i>Cyperus</i> spp.	Coquito, cortadera y estrellita blanca

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los métodos de control o manejo de arvenses están:

Control cultural: este tipo de control consiste en la utilización de materiales genéticos adaptados a la zona de producción, la rotación de cultivos, la densidad poblacional adecuada y la fertilización balanceada.

Control mecánico: este tipo de control tiene como propósito evitar que las arvenses compitan con el cultivo, principalmente durante la época crítica, es decir, durante los primeros 30 y 35 días. Las arvenses se pueden destruir por arranque manual, con el uso de guadañadora, machete, pala o implementos de tracción animal.

Control químico: comúnmente, este es el método más utilizado para controlar y eliminar las arvenses. Ahora bien, el grado de toxicidad de un producto químico para control de arvenses, y, por lo tanto, su dosificación depende de la textura del suelo. Es por ello que en suelos de textura arcillosa y con altos contenidos de materia orgánica estos productos presentan menor grado toxicidad, por lo que

se requiere una mayor dosis en comparación a los suelos arenosos y con bajo contenido de materia orgánica (Ospina, 2015). Las principales ventajas de este control son: mayor selectividad y espectro de acción y rapidez de aplicación.

Es importante resaltar que un manejo adecuado de arvenses debe contemplar la integración de los tres tipos de control mencionados anteriormente. Por lo tanto, el manejo adecuado depende del monitoreo constante en el lote. Allí deben identificarse: el tipo de planta, el hábito de crecimiento, el estado fenológico, el tipo de reproducción, el grado de infestación, entre otros factores. Asimismo, se debe tener en cuenta que si las plantas arvenses diseminan alguna enfermedad deben ser extraídas o expulsadas del lote. Ahora bien, por las condiciones del Caribe húmedo y la alta presión de arvenses como el coquito (*Cyperus rotundus*) y la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), antes de la siembra y una vez hayan emergido las plantas arvenses, se aplica un herbicida no selectivo a base de glifosato en dosis que varían entre los 2 y los 4 L/ha. Si el terreno presenta una alta infestación de arvenses de hoja ancha se puede mezclar con un herbicida a base de 2,4 D-Amina a una dosis de 1 L/ha.

Cuando no se hace control de arvenses antes de la siembra, una vez finalizada esta actividad y hasta un periodo máximo de 2 días después de la siembra, se puede aplicar un herbicida preemergente de acción sistémica (selectivo al cultivo) como Dual Gold en dosis de 1,5/L ha. Este puede ser aplicado en mezcla con herbicidas no selectivos, como el glifosato, y un herbicida selectivo, sistémico y de contacto, como la atrazina, en dosis entre 2 y 3 L/ha y 1,5 y 2 L/ha, respectivamente, según el nivel de infestación del terreno.

A los 15 días después de la emergencia del cultivo se aplica un herbicida en post emergencia temprana para el control de arvenses de hoja ancha (máximo 2 hojas verdaderas) como atrazina en dosis de 2 L/ha (si no fue utilizada en preemergencia). Se recomienda que el uso de herbicidas se realice cuando la población de arvenses sea alta y en caso de que las prácticas manuales y culturales no sean eficientes, de manera tal que no exista el riesgo de afectación en el desarrollo de la planta, la calidad de la mazorca y la semilla de maíz.

3.6 Manejo de la fertilización

Para establecer un plan de fertilización en el cultivo se recomienda realizar un análisis fisicoquímico del suelo. Con base en los resultados de estos análisis y los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz (tabla 4) debe definirse el plan de fertilización. Es importante tener en cuenta que el maíz es un cultivo sensible a la fertilización, por lo que esta actividad puede llevarse a cabo a través de fertilizantes sintéticos o abonos orgánicos. La fertilización sintética proporciona nutrientes en cantidades mayores que se ajustan a las necesidades de la planta, sin embargo, los abonos orgánicos traen consigo grandes beneficios, como el aporte de nutrientes y materia orgánica, que favorecen la actividad biológica en el suelo (de los microorganismos) y la conservación de este (Álvarez-Solis et al., 2010). Por este motivo debe promoverse el manejo integrado de estos.

Tabla 4. Requerimientos nutricionales del maíz

Nutriente	N	P	K	Ca	Mg	S
Requerimiento (kg/ton)	22	4	19	3	3	4

Fuente: Ortigoza et al. (2019)

De acuerdo con las experiencias de AGROSAVIA en la producción de semilla utilizando variedades de maíz de libre polinización para obtener un rendimiento de 4 t/ha, se recomienda fraccionar la fertilización en cuatro aplicaciones:

- La primera fertilización se realiza al momento de la siembra y consiste en aplicar una mezcla de 23 kg/ha de P_2O_5 (fuente de fósforo), 30 kg/ha de K_2O , 10 kg/ha de elementos menores y 2 t/ha de abono orgánico como compost o lombriabono. Esta mezcla debe ser incorporada al suelo con una rastra pesada (arado de discos).
- La segunda aplicación se realiza cuando el cultivo esté en etapa V6 (es decir, cuando la planta presente de 5 a 6 hojas verdaderas), lo cual ocurre a los 15 días después de la emergencia (DDE), aproximadamente (figura 7). En esta etapa se aplica una mezcla de 46 kg/ha de N_2 (fuente de nitrógeno) con 30 kg/ha de K_2O (fuente de potasio).
- La tercera fertilización se realiza cuando el cultivo esté en etapa V10 (10 hojas verdaderas), la cual tiene lugar a los 30 días DDE. En esta etapa se aplican 23 kg/ha de N_2 (fuente de nitrógeno).

- La cuarta fertilización se realiza cuando el cultivo está en etapa V12 (12 hojas verdaderas), es decir a los 40 días DDE. En esta etapa se aplican 46 kg/ha de N₂ (fuente de nitrógeno).



Foto: Jose Jaime Tapia

Figura 7. Fertilización manual del cultivo de maíz en etapa V6 (5 a 6 hojas verdaderas).

3.7 Manejo fitosanitario

El control fitosanitario debe hacerse de manera preventiva para evitar altas infestaciones y epidemias. Para esto deben tenerse en cuenta la biología y el comportamiento de los patógenos e insectos, así como de los enemigos naturales. Una de las principales plagas del cultivo del maíz es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) (figura 8).



Foto: Sergio Mejía & José Jaime Tapia

Figura 8. Planta de maíz afectada por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

A continuación, se mencionan las principales plagas y enfermedades que afectan la producción del cultivo de maíz en el Caribe húmedo (tablas 5 y 6).

Tabla 5. Principales plagas que afectan el cultivo de maíz

Nombre común	Nombre científico	Daño que ocasiona	Control
Gusano cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Afectación foliar. Raspaduras en las hojas jóvenes y adultas y en las mazorcas.	Control químico: Spinetoram 100 cm ³ /ha. Control biológico: <i>Bacillus thuringiensis</i> . Control con extractos de hojas o frutos de plantas como el neem (<i>Azadirachta indica</i>), el tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) o el árbol del paraíso (<i>Melia azedarach</i>).
Pulgón	<i>Rhopalosiphum maidis</i>	Cuando las poblaciones son muy grandes producen el enrollamiento de la hoja, situación que favorece la aparición de fumagina ya que estos insectos secretan sustancias azucaradas. También son transmisores de virus.	Imidacloprid 200 cm ³ /ha. Control biológico por <i>Trichogramma</i> spp.
Barrenador del tallo	<i>Diatraea saccharalis</i>	En estado pupal perforan el tallo haciendo galerías y en estado adulto forman orificios para su salida.	Control biológico: se usan <i>Telenomus alecto</i> y <i>Trichogramma</i> spp. para los huevos. El uso del control con productos químicos es difícil debido a la ubicación de la larva dentro del tallo.

Fuente: Ospina (2015)



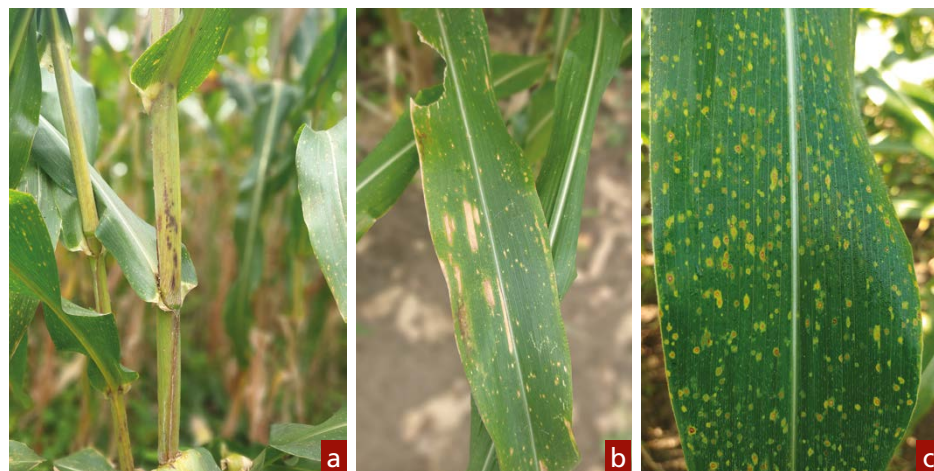
Foto: Sergio Mejía & José Jaime Tapia

Figura 9. Principales plagas del cultivo de maíz. a. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*); b. Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*); c. Pulgón del maíz (*Rhopalosiphum maidis*).

Tabla 6. Principales enfermedades que afectan el cultivo del maíz

Nombre común	Nombre científico	Daño que ocasiona	Parte de la planta afectada	Control
Mancha café	<i>Physoderma maydis</i>	Afectación foliar y en tallos. Pequeñas manchas en la nervadura central, nudos y entrenudos en forma circular de color café oscuro (figura 10a)	Hojas y tallos	Por experiencias en el Caribe húmedo, estas enfermedades tienen un bajo porcentaje de infestación y no afectan considerablemente el desarrollo del cultivo. Por tal motivo, no se emplean productos químicos para su control.
Curvularia	<i>Curvularia lunata</i>	Producen manchas pequeñas necróticas o cloróticas con una aureola de color claro (figura 10c).	Hojas	
Cercospora	<i>Cercospora zea-maydis</i>	Las lesiones comienzan como manchas necróticas pequeñas, regulares y alargadas de color café grisáceo. Crecen de manera paralela a las nervaduras (figura 10b).	Hojas	
Mildeo velloso	<i>Peronosclerospora sorghi</i>	Produce manchas cloróticas y necróticas en las hojas y las vainas. En algunas ocasiones se presenta crecimiento velloso y puede generar enanismo en las plantas.	Hojas	
Carbón común	<i>Ustilago maydis</i>	Formación de agallas de tamaño variable y de color verde a grisáceo.	Inflorescencia femenina (mazorca)	
Carbón de la espiga	<i>Ustilagoidea virens</i>	Formación de masas y crecimiento excesivo de la espiga.	Inflorescencia masculina (espiga)	Eliminación de las plantas

Fuente: CIMMYT (2004); Varón & Sarria (2007)



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 10. Algunas de las principales enfermedades del cultivo de maíz que afectan la producción de semilla. a. Mancha café (*Physoderma maydis*); b. Cercospora (*Cercospora zeae-maydis*); c. Curvularia (*Curvularia lunata*).

3.8 Eliminación de plantas fuera de tipo o enfermas

Este proceso se desarrolla durante todo el ciclo del cultivo con el fin de garantizar la pureza genética (figura 11). La actividad consiste en la eliminación de plantas indeseables o con defectos antes de la emisión de polen, de esta manera se retirarán las plantas de otras variedades y aquellas que estén fuera de tipo: es decir, plantas muy altas o enanas, con problemas de volcamiento, enfermas con baja cobertura y con malformación de mazorcas (Dardón & Aldana, 2011). Se considera que las plantas fuera de tipo se pueden diferenciar fácilmente entre los 30 y 35 días del cultivo, antes de la etapa de floración. Se recomienda que la eliminación de las plantas se realice bajo la supervisión de una persona que conozca la variedad a multiplicar. Algunas características que permiten hacer una buena eliminación de plantas son el color y el tamaño de la espiga; el tamaño y el vigor de la planta y la pubescencia y la coloración de las hojas y el tallo, entre otras.



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 11. Lote de producción de semilla de maíz.

Además, se recomienda eliminar todas las plantas con enfermedades que afecten la formación, el desarrollo y la calidad de la semilla (figura 12), como carbón común (*Ustilago maydis*) y carbón de la espiga o falso carbón (*Ustilago violacea*). Estas ocasionan daños directamente en los órganos reproductivos (las espigas y las mazorcas).




Foto: Luis Sánchez Rodríguez

Figura 12. Malformación de mazorcas ocasionada por el carbón común (*Ustilago maydis*).



Capítulo 4

Cosecha, acondicionamiento y almacenamiento de la semilla



Las actividades que se realizan en esta etapa son tan importantes como las ejecutadas en las etapas anteriores, ya que todas son cruciales para obtener lotes de semillas de calidad y un mínimo de pérdidas o material de descarte. Al finalizar el proceso de producción es fundamental garantizar la pureza física y genética de la semilla, un alto porcentaje de germinación y la ausencia de plagas y enfermedades. Desde esta perspectiva, en el presente capítulo se detallan las principales actividades y procedimientos para el acondicionamiento de la semilla con el fin de que los productores realicen un trabajo exitoso que les permita garantizar la calidad de los inventarios de semilla de maíz.

4.1 Cosecha de las mazorcas

La cosecha de las mazorcas debe hacerse de forma manual. Asimismo, es necesario usar costales de polipropileno tipo papero para depositarlas, pues permiten una mayor circulación de aire dentro del costal y evitan los problemas relacionados con la incidencia de enfermedades (figura 13). El maíz está apto para cosechar cuando el grano alcanza su madurez fisiológica y las plantas llegan a su máximo nivel de acumulación de materia seca. Como indicador visual de la madurez fisiológica, en su base, la semilla presenta una capa negra formada por las células de la placenta que inicialmente la unían a la tuza (Urbina, 2015). Este momento se caracteriza por una alta humedad del grano, del 30 al 35 %, por lo que, si se cosecha, la semilla puede deteriorarse y dañarse durante el desgrane. Por lo tanto, se recomienda esperar entre dos o tres semanas, cuando el 80 % de las mazorcas están agobiadas y con una humedad menor al 20 %. Durante este tiempo debe prevenirse el ataque de pájaros y roedores a la mazorca.



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 13. Proceso de cosecha del maíz. a. Recolección manual de mazorcas; b. Mazorcas aptas para la cosecha; c. Empaque de mazorcas en sacos de polipropileno (paperos).

Todas las labores correspondientes a la cosecha deben contemplarse desde el inicio del cultivo y planificarse con anterioridad para que no se presenten dificultades ni interrupciones en ninguna de las etapas. Así se minimizan pérdidas en relación con la cantidad y el deterioro de la calidad de la semilla.

4.2 Selección de las mazorcas

Se sugiere realizar una primera selección manual de las mazorcas en campo, es decir, al momento de la cosecha. Teniendo en cuenta esto, se deben descartar aquellas que presenten problemas como presencia de plagas y enfermedades (mazorcas podridas), mazorcas que caen al suelo, mazorcas con malformaciones, mazorcas con mal llenado de granos o mazorcas que sean muy pequeñas, entre otros problemas (figura 14a).



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 14. Selección manual de mazorcas. a. Mazorcas descartadas por pudrición al momento de la cosecha; b. Clasificación de mazorcas en la zona de beneficio de semilla.

Este proceso debe repetirse nuevamente en la zona de beneficio de la semilla (figura 14b), la cual se caracteriza por ser un lugar seco y fresco (temperatura no mayor a los 32 °C), ya que es allí donde las mazorcas son clasificadas manualmente para descartar aquellas con problemas sanitarios. En la tabla 7 se presentan los criterios que deben cumplir las mazorcas para la producción de semilla de calidad.

Tabla 7. Criterios de calidad de la mazorca en el proceso de producción de semilla

Calidad	Descripción
Genética	<ul style="list-style-type: none"> • Color de los granos correspondiente a la variedad que se está multiplicando
Física	<ul style="list-style-type: none"> • Mazorcas con buena cobertura • Uniformidad en el tamaño de las mazorcas • Buen llenado • Hileras bien formadas
Fitosanitaria	Libre de enfermedades y plagas
Fisiológica	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de la capa negra en la base del grano (madurez fisiológica) • Humedad del grano inferior a un 20 %

Fuente: Elaboración propia

4.3 Secado de las mazorcas

Teniendo en cuenta que la humedad de la semilla al momento de la cosecha es muy alta para su almacenamiento, se sugiere que antes del desgrane las mazorcas se sometan a un proceso de secado. Por lo anterior, es necesario determinar la humedad de la semilla desde campo hasta su almacenamiento.

Generalmente, muchos productores determinan la humedad en campo; presionan con la uña o los dientes la semilla, o usan equipos portátiles que permiten conocer la humedad con mayor precisión. Otra forma sencilla para verificar la humedad de la semilla es a través de la prueba de sal. Para esto, se utiliza un envase de vidrio pequeño y de boca ancha al que se le añade una cuchara de sal seca y un puñado de semilla de maíz. Después se tapa el envase, se agita y se deja reposar por 15 minutos. Posteriormente, se vuelve a agitar y si la sal se pega a las paredes del envase, es un indicador de que la semilla aún presenta alta humedad y requiere de secado (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2013). En caso contrario, si las paredes del envase están limpias, quiere decir que la semilla ha alcanzado la humedad adecuada.

El proceso de secado debe ser rápido, ya que, con respecto a la humedad relativa del aire, las semillas pueden perder o ganar humedad fácilmente (Aguirre & Peske, 1992), situación que conlleva su deterioro. La humedad óptima de la semilla para empacarla y almacenarla de forma segura debe ser, como máximo, 14 %.

Existen diferentes formas de realizar el secado, algunas más sencillas y económicas que otras. En campo, algunos productores optan por doblar o cortar el tercio superior de la planta en épocas próximas a la cosecha con el fin de exponer la mazorca al sol y favorecer el secado natural (figura 15). Así buscan reducir sustancialmente la humedad de la semilla, sin embargo, esta condición favorece el ataque por pájaros y roedores, además de la caída de mazorcas al suelo (Caro-Greiffenstein, 1998). Otra forma de secar la semilla es mediante la exposición plena de las mazorcas cosechadas al sol durante 2 o 3 días. Para este tipo de secado se recomienda el uso de una carpa plástica o estibas sobre las cuales se coloquen las mazorcas, pues esto impide el contacto directo con el suelo (figura 16c). Las mazorcas se deben mover varias veces en el día para obtener un secado homogéneo; asimismo, hay que recogerlas en la noche para evitar que la semilla absorba humedad.

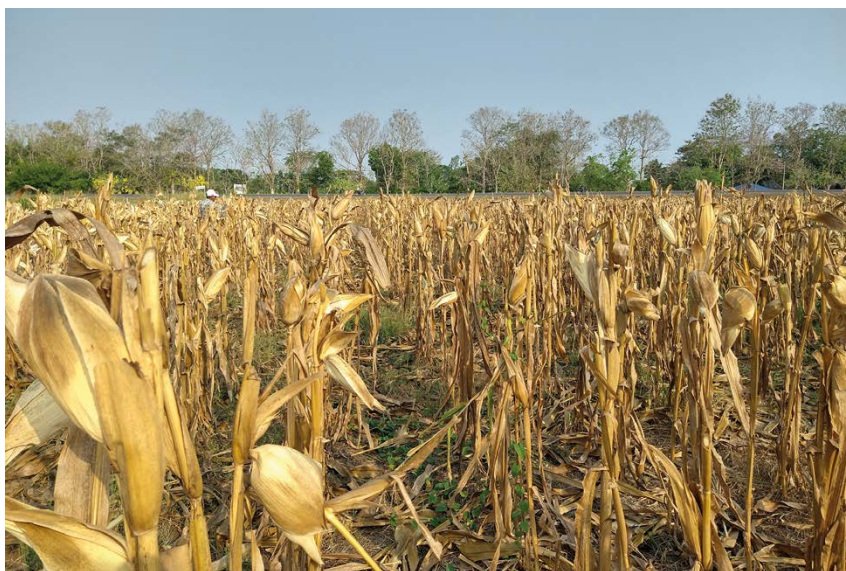


Foto: José Jaime Tapia

Figura 15. Plantas de maíz descopadas para favorecer el secado natural.

Por último, si la producción de semilla es una actividad que el productor realiza constantemente y en la que el volumen de semilla producido es considerado alto, se pueden utilizar secadores artificiales, por ejemplo, un secador tipo estacionario. Este consiste en un cuarto con piso falso en madera y con forma de rejilla a través de la cual se da paso al aire caliente que puede ser proporcionado por un secador de combustible como ACPM o gas (figuras 16a y 16b). Para evitar que las semillas se quemen, el secado no puede exceder los 42 °C.



Fotos: Juan Leonardo Cardona Iglesias

Figura 16. Secado de mazorcas. a. Quemador industrial para secado artificial; b. Cuartos de secado; c. Exposición de mazorcas al sol utilizando estibas de madera.

Antes y después de finalizar el proceso de secado, se debe realizar la limpieza del lugar utilizado. Así se puede evitar la contaminación cruzada con otras semillas y los problemas relacionados con plagas y enfermedades.

4.4 Desgrane de las mazorcas

Este proceso consiste en separar la semilla de la tuza. Puede hacerse de forma mecánica, mediante el uso de una desgranadora de motor eléctrico, combustible o acoplada a un tractor (figuras 17a y 17b). En estas condiciones, el desgrane es un proceso más eficiente ya que puede tener un rendimiento de 1 tonelada por hora de trabajo. Se recomienda limpiar los equipos cuidadosamente antes y después de su uso para evitar la contaminación en la semilla.



Fotos: José Jaime Tapia & José Antonio Cantero

Figura 17. Desgrane mecánico de las mazorcas. a. Desgrane de las mazorcas mediante una desgranadora mecánica con motor de combustible; b. Desgrane de mazorcas con una desgranadora acoplada al tractor.

El desgrane también puede realizarse de forma manual (figura 18), proceso que contribuye a la obtención de una semilla más limpia, puesto que se generan menos impurezas en comparación con el desgrane mecanizado. Este proceso es sencillo, pero requiere más tiempo y suficiente personal, ya que el grano se separa de la tuza con las manos.



Foto: José Jaime Tapia

Figura 18. Desgrane manual de las mazorcas.

Inicialmente, el productor puede separar y descartar los granos ubicados en los extremos (figura 19), es decir, los granos de la base y la punta de la mazorca, que se caracterizan por ser redondos y pequeños. Debido a que son planos y grandes, luego se seleccionan como semilla útil los granos que se encuentran en el centro de la mazorca.



Foto: José Jaime Tapia

Figura 19. Semilla útil del centro de las mazorcas para su posterior desgrane.

4.5 Limpieza y clasificación de la semilla

La limpieza y la clasificación de las semillas pueden hacerse de forma manual o mecánica. De forma manual, el proceso inicia con la limpieza de las semillas, para lo cual se hace uso de una zaranda en la cual se separan las impurezas con un movimiento de vaivén o lanzando las semillas de modo que el viento natural las arrastre. Para este proceso también puede usarse un ventilador que suministre una corriente de aire que facilite el proceso de separación de impurezas. Posteriormente, la semilla pasa a selección o clasificación manual en mesas o superficies planas y cómodas (figura 20). Allí se descartan las impurezas que tengan el mismo tamaño de la semilla, así como las semillas con decoloraciones, daños, manchas, semillas arrugadas, rajadas, con coloraciones diferentes a las características del material producido, entre otros.



Foto: José Jaime Tapia

Figura 20. Proceso manual de limpieza y clasificación de semilla.

Otra opción es la clasificación mecánica, que consiste en el uso de equipos más especializados. Primero se utiliza la máquina de aire y las zarandas, donde la separación de impurezas se basa en la separación o clasificación de la semilla por tamaño (grande, mediana y pequeña). Posteriormente está la mesa gravimétrica, que se basa en el principio del peso específico. De este modo se eliminan semillas partidas, defectuosas e inmaduras; terrones y piedras (figura 21).



Foto: José Jaime Tapia

Figura 21. Mesa de gravedad utilizada para limpiar y clasificar la semilla de maíz.

El lugar, los equipos y los materiales utilizados se deben limpiar antes y después de realizar esta actividad con el fin de evitar la contaminación de la semilla. Es importante que esta actividad sea realizada o supervisada por personas que conozcan las características del material a producir. En la tabla 8 se presentan los criterios de calidad que debe cumplir la semilla de maíz.

Tabla 8. Criterios de calidad de la semilla

Calidad	Básica
Genética	<ul style="list-style-type: none"> Semilla del genotipo a multiplicar
Física	<ul style="list-style-type: none"> Uniformidad en tamaño y color Semilla sin granos quebrados, daños físicos o de insectos Semilla libre de materia inerte e impurezas, de malezas
Fitosanitaria	<ul style="list-style-type: none"> Libre de enfermedades y plagas
Fisiológica	<ul style="list-style-type: none"> Germinación entre 85 y 95 % Germinación uniforme Humedad del 14 %

Fuente: Resolución 003168 (2015)

Teniendo en cuenta que la calidad fisiológica determina la calidad de la semilla y es uno de los criterios que, por distintos factores, es afectado más fácilmente, se recomienda, en lo posible, la realización de monitoreos semanales a través de pruebas de germinación a la semilla. Puede realizarse en cajas de Petri (figura 22a) o en bandejas preparadas con suelo (figura 22b). Para ello se realizan tres o cuatro muestras, cada muestra de 50 semillas, que se colocan sobre un recipiente con papel (puede ser papel absorbente, algodón, servilletas o en tierra), el cual se debe mantener húmedo. Al cabo de los 5 días del montaje de la prueba, se cuantifica el número de semillas emergidas, expresado en porcentaje de germinación.



Fotos: José Jaime Tapia

Figura 22. Pruebas de germinación de la semilla de maíz.
a. Pruebas en cajas de Petri; b. Pruebas en el suelo.

Las semillas que no cumplan con los criterios de calidad anteriormente descritos (mezcla de varios genotipos, semillas de malezas, pérdida de vigor y poder germinativo, entre otros aspectos) pueden ser utilizadas como grano (Sagarpa, 2017). En este caso, no debe haber sido tratada con productos químicos o haber estado en condiciones que favorecieran el desarrollo de compuestos tóxicos como las micotoxinas (producidos por los hongos *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. y *Fusarium* spp.), las cuales afectan el uso industrial que se quiera hacer de la misma, así como la salud humana o animal.

4.6 Tratamiento, limpieza y clasificación de la semilla

Una vez realizado el proceso de limpieza y clasificación, se recomienda proteger la semilla para evitar daños durante el almacenamiento. Una forma muy común usada por los semilleristas es la aplicación de fungicidas a base de carboxin + thiram en una dosis de 2 a 2,5 cm³/kg de semilla.

De forma artesanal, la semilla también puede ser tratada mediante el uso de ceniza. La ceniza es el producto de la combustión de la madera y está compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles como sales minerales en forma de polvo depositado en el lugar donde se ha quemado el combustible. Este producto se consigue muy fácilmente en el campo debido a que comúnmente las estufas son a base de leña.

Otra estrategia para controlar insectos es con velas (figura 23). Este método se utiliza, principalmente, cuando la semilla se empaca en recipientes metálicos, los cuales se abren solo al momento de utilizar la semilla. Para ello se colocan tres o cuatro velas pequeñas sobre un plato y se ubican sobre la semilla dentro del recipiente. Luego se prenden las velas y se tapa herméticamente el recipiente dejando las velas al interior. Las velas se apagarán cuando el oxígeno se haya agotado, por lo cual se generará dióxido de carbono que matará a los insectos que estén en el interior del empaque (Urbina, 2015).



Figura 23. Control de insectos con velas en silos metálicos o plásticos.

Fuente: Urbina (2015)

Después de hacerle tratamiento a las semillas, se procede a empacarlas. Dependiendo del destino, el tiempo de almacenamiento y los recursos del productor, existen diferentes tipos de empaque. En el ámbito comercial, los productores de semilla utilizan bolsas de papel de varias capas (figura 24). Este tipo de empaques es el que más se utiliza en el mercado debido a que permite la manipulación en el transporte y el almacenamiento en cuartos fríos.

Si las cantidades de semilla son pequeñas se pueden utilizar envases de vidrio o plástico con tapa, de modo tal que al momento de cerrarlos queden bien sellados y se evite el contacto con el aire y la humedad (figura 25). Este tipo de envases pueden utilizarse por periodos largos y se deben ubicar en un lugar seco, fresco y de baja luminosidad. Una de las alternativas utilizadas por los productores para eliminar la humedad al interior de estos envases consiste en la utilización de cenizas, sal, sílice gel o papel absorbente (Grupo Semillas, 2018).



Foto: José Jaime Tapia

Figura 25. Almacenamiento de semilla de maíz en envases plásticos con tapa.

La forma más adecuada (pero costosa) de almacenar la semilla es en cuartos fríos (figura 26). Allí es posible controlar la temperatura, que debe estar entre 6 y 10 °C, y la humedad relativa, que debe ser inferior al 60 %. Estas condiciones ayudan a prolongar el tiempo de almacenamiento y conservar la calidad de la semilla. Se sugiere que los empaques de semilla sean acomodados en estibas plásticas o de madera. Asimismo, al momento de ingresar la semilla al cuarto se deben registrar en el libro de campo los siguientes datos: fecha, cantidad de semilla, tratamiento y porcentaje de germinación de la semilla de maíz.



Foto: José Jaime Tapia

Figura 26. Cuarto frío con control de temperatura y humedad relativa en el Centro de Investigación Turipaná.

Es importante que en el empaque utilizado se indique, de manera visible, el nombre del material, la fecha de producción y el tratamiento que se le haya hecho a la semilla (insecticida o fungicida). Asimismo, el lugar de almacenamiento no debe permitir la entrada de niños, animales o personas que puedan hacer otros usos de la semilla, principalmente como alimento.

4.7 Identificación del producto no conforme

A partir de la cosecha, el material que sea descartado (como mazorcas o semillas que no cumplan con los criterios de calidad para continuar el proceso) será considerado como producto no conforme, lo cual implica una pérdida del producto final. Así pues, el producto no conforme le indica al productor que existen fallas en el proceso de producción de semilla. Esto quiere decir que debe revisar cada una de las etapas del proceso para identificar las causas y definir las medidas de control que permitan minimizar o evitar pérdidas durante el proceso de producción de semilla de maíz. La información debe ser registrada en el libro de campo.





Glosario

Para una mayor comprensión de la información consignada en el presente manual, a continuación, se proporcionarán algunas definiciones de términos referentes al proceso de producción de maíz. Dichas definiciones están basadas en la Resolución 003168 del ICA (2015); FAO (2011); Pantoja et al. (2014); Rodríguez et al. (2008) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa] & el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas [SNICS] (2013).

Alógama: hace referencia a plantas que se reproducen por polinización cruzada, en la cual pueden intervenir dos o más plantas. En este tipo de reproducción, el polen de una planta puede ser transportado por el viento, insectos o cualquier otro medio, que, incluso, puede ser el hombre. Así, el polen llega a los estigmas de otra planta y desencadena la fecundación y la posterior formación del fruto y la semilla.

Acondicionamiento: proceso a través del cual la semilla pasa por prelimpieza, secamiento, clasificación, pesaje, empaque, identificación o tratamiento.

Beneficio de la semilla: se refiere a las actividades u operaciones de secamiento, acondicionamiento y almacenamiento requeridas para obtener un lote de semillas de alta calidad.

Calidad de semillas: conjunto de atributos de la semilla que involucra los factores genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.

Calidad física: atributo que está determinado por la presencia de materiales extraños (terrones, piedras, tuza) y semillas de otras especies y variedades.

Calidad fisiológica: atributo asociado a las características propias de la semilla como la germinación, el vigor, el contenido de humedad y la uniformidad en el campo.

Calidad genética: atributo relacionado con la identidad varietal y la pureza genética.

Calidad sanitaria: atributo que está determinado por la contaminación por arvenses, patógenos, insectos y ácaros.

Germinación: es la emergencia y el desarrollo de una planta capaz de alcanzar la fase reproductiva a partir del embrión de la semilla. Su primera expresión es la aparición de la radícula. Se evalúa con base en el porcentaje de plántulas normales obtenidas en una muestra y permite determinar el potencial de germinación máximo de un lote de semillas y estimar su valor potencial para la siembra en campo.

Libro de campo: libro en el que se registran las prácticas agrícolas realizadas o las novedades presentadas en el cultivo. En este se relacionan el área, la densidad de siembra, el tipo de semilla, la fecha de las labores realizadas, los productos y las dosis aplicadas, la incidencia de plagas y enfermedades, el producto no conforme, los eventos climáticos, entre otros aspectos.

Madurez fisiológica: estado en el cual el grano está completamente desarrollado. Es el momento en que la semilla alcanza su máxima calidad biológica y se independiza de los nutrientes suministrados por la planta. Se detecta fácilmente por un punto o capa negros de los granos.

Producto no conforme (PNC): semilla que no cumple con los criterios de calidad (físicos, fisiológicos, genéticos y sanitarios) en el proceso de producción de semilla.

Semilla: es el óvulo fecundado y maduro o la parte del vegetal que se utilice para la siembra.

Variedad de polinización libre (VPL): es aquella variedad cuya reproducción tiene lugar mediante polinización aleatoria (no controlada) y en la cual se observa que la población de plantas presenta una relativa uniformidad de los caracteres distintivos de la misma.



Colombia renace
FONDO COLOMBIANO DE PAZ



GOBIERNO
DE COLOMBIA



MINAGRICULTURA



colombia renace
FONDO COLOMBIANO DE PAZ

MAÍZ

agropecuaria - AGROSAVIA

de conformidad con los reglamentos
de esta categoría y es responsable de la

90
98
1
1
14
Fungicida

Resolución N° 796 de 1999
(En ampliación)

AGROSAVIA

AGROSAVIA

Productor: Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA

Lote semilla:

Especie: Maíz (Zea mays)

Categoría: Certificada

Cultivar: Corpaica V-114

Fecha de producción:

AGROSAVIA declara que esta semilla se produjo cumpliendo con los reglamentos técnicos y las exigencias para la especie en esta categoría y es responsable de la veracidad de lo declarado en este documento.

SEMILLA CERTIFICADA	Germinación declarada (mínimo %)	90
	Semilla pura declarada (mínimo %)	98
	Mezcla varietal declarada (máximo %)	1
	Semillas de otros cultivos declaradas (Semillas/kg máximo)	1
	Humedad máxima declarada (máximo %)	14
	Tratamiento químico aplicado declarado	Fungicida
	Fecha de análisis	

Resolución N° 796 de 1999
(En ampliación)

Peso neto
6 kg

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



Referencias

- Aguirre, T., & Peske, R. (1992). *Manual para el beneficio de semillas*. [Manual]. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Álvarez-Solis, J., Gómez-Velasco, D. A., León-Martínez, N.S., & Gutiérrez-Miceli, F. A. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44(5), 575-586.
- Baker, C. J., & Saxton K. E. (2009). Los «¿qué?» y los «¿por qué?» de la agricultura con labranza cero. En C. J. Baker & K. E. Saxton (Eds.). *Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación* (pp. 1-12). Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO].
- Caro-Greiffenstein, A. (1998). *Breves normas de control de calidad en granos almacenados*. Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO].
- Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT] & Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT]. (2019). *Maíz para Colombia: Visión 2030*. CIMMYT & CIAT.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT]. (2004). *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo* (cuarta edición). CIMMYT.
- Dardón, D. E., & Aldana, L. F. (2011). *Manual técnico agrícola: Producción artesanal de semilla de maíz*. [Manual]. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas [ICTA] <http://www.funsepa.net/guatemala/docs/produccionArtesanalSemillaMaiz.pdf>
- Díaz, R. S., Ávila, M. A., Espinosa, A., Manjarrez, F. J. (2017). *Producción artesanal de semilla de maíz azul en el Estado de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya [Fenalce]. (2018). *Aspectos técnicos de la producción de maíz en Colombia* [Manual]. Fenalce. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19418/45021_60774.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya [Fenalce]. (2019). *Indicadores Cerealistas* [Indicadores de producción de cereales y leguminosas]. Fenalce. <https://www.fenalce.org/archivos/indicerealista2019.pdf>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2005). *Producción artesanal de semilla de maíz para el pequeño agricultor*. FAO.
- Food and Agriculture Organization [FAO] (2011). *Manual técnico: producción artesanal de semillas de hortalizas para la huerta familiar*. <http://www.fao.org/3/i2029s/i2029s.pdf>
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2014). *Manual técnico para la construcción y el uso de los silos metálicos familiares para almacenar cereales y leguminosas de grano*. FAO.
- Grupo Semillas. (2018). Producción y conservación de semillas nativas y criollas de buena calidad y sanidad. Grupo Semillas.
- Instituto Colombiano de Agricultura [ICA]. (2015). *Resolución 003168. “Por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica o unidades”*.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA]. (2013). *Guía para el almacenamiento hermético de semillas y granos*. IICA, Red SICTA & Cooperación Suiza en América Central.
- Manqui, F., Allende, M., & Villablanca, A. (2012). *Preparación de Suelos*. Informativo INIA-URURI. [Informativo N° 61]. INIA-URURI. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR38633.pdf>
- Moreno, R. (2017). *Manejo de malezas en el cultivo de maíz* [Trabajo presentado en la Jornada de actualización en el cultivo de maíz – INTA EEA Marcos Juárez]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_maiz_malezas_moreno_mj17.pdf
- Oñate, L. A. (2016). *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (Zea mays) var. Blanco Harinoso Criollo, bajo las condiciones climáticas del Cantón Cevallos*. [Tesis de grado, Universidad Técnica De Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/Tesis-116%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20371.pdf>
- Ortigoza, J., López, C., & González, J. (2019). *Guía Técnica: Cultivo de maíz*. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción [FCA/UNA] & Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA].

- Ospina, J. (2015). *Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas* [Manual]. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya [Fenalce]. <https://studylib.es/doc/7860584/manual-del-cultivo-de-maiz>.
- Pantoja, A., Smith-Pardo, A., García, A., Sáenz, A., Rojas, F. (2014). *Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe*. Food and Agriculture Organization [FAO].
- Pulido, J. I., Romero, M., Rivero, S. T., Duarte, O. A. (2002). *Atlas de los sistemas de producción bovina módulo región Caribe*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica].
- Rodríguez, I., Adam, G., & Durán, J. (2008). Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. [Memoria de investigación]. *Agricultura Revista Agropecuaria*, 78, 836-842.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa]. (2017). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*. Sagarpa.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa] & Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas [SNICS]. (2013). *Regla para la calificación de semilla de maíz (Zea mays L.)*. Sagarpa & SNICS.
- Soltani, N., Nurse, R., Page, E., Everman, W., Sprague, C., & Sikkema, P. (2013). Influence of late emerging weeds in glyphosate-resistant corn. *Agricultural Sciences*, 4(6), 275-281. <http://dx.doi.org/10.4236/as.2013.46039>
- Urbina, R. (2015). *Control de Calidad en la Producción 'Tradicional' y 'No Convencional' de Semilla de Variedades de Maíz (Zea mays L.) de Polinización Libre*. HarvestPlus.
- Varón, F., & Sarria, G. A. (2007). *Enfermedades del maíz y su manejo*. [Manual]. Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. <http://hdl.handle.net/11348/6414>

*El Manual técnico de producción de semilla
de variedades de maíz para el Caribe húmedo colombiano*
se publicó en Mosquera, Cundinamarca,
en el mes de enero de 2021.

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

La producción de maíz en el Caribe húmedo colombiano se ha convertido en una actividad productiva de importancia tanto para pequeños como para medianos y grandes agricultores, quienes desarrollan sus cultivos bajo el sistema tradicional o el sistema tecnificado. El presente manual busca resaltar la importancia de la semilla con calidad en el sistema productivo y fortalecer las capacidades prácticas e intelectuales en la producción y el acondicionamiento de la semilla de variedades de maíz de libre polinización, desde dos enfoques: como unidad de negocio para la comercialización de la semilla, que se rige bajo los lineamientos establecidos en la Resolución 003168 de 2015 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y, para el autoconsumo, como mecanismo de obtención de su propia semilla y con énfasis especial en el cuidado de las variedades locales por su adaptación ambiental. Se especifican los criterios de calidad sanitaria, física, genética y fisiológica que debe cumplir la semilla, además de las recomendaciones para el desarrollo de las actividades orientadas a la producción de semilla.



BAC

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: bac@agrosavia.co

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

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

www.agrosavia.co

Distribución gratuita
Prohibida su venta



El campo
es de todos

Minagricultura