Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

PROTOCOLO

PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CALIDAD DE MAÍZ EN ZONAS BAJAS



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 7

1. GENERALIDADES SOBRE LA SEMILLA DE MAÍZ 8

1.1. IMPORTANCIA DEL INSUMO SEMILLA 8

1.2. FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA SEMILLA 9

1.2.1. LA GERMINACIÓN, EL VIGOR, LA SANIDAD, LA PUREZA FÍSICA Y VARIETAL 9
1.2.2. VALOR GENÉTICO Y CALIDAD VARIETAL 10
1.2.3. CALIDAD FITOSANITARIA 10
1.2.4. CALIDAD FISIOLÓGICA 11
1.2.5. CALIDAD FÍSICA 12

2. PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CALIDAD Y EL FITOMEJORAMIENTO PARTICIPATIVO (FP) . .

2.1. PRODUCCIÓN LOCAL DE SEMILLA 14

2.2. ¿QUÉ ES UNA SEMILLA? 14

2.3. ¿CÓMO ESTAR SEGUROS DE LA CALIDAD DE SEMILLA? 16

2.4. IMPORTANCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE SEMILLA 16

2.5. USO DEL GRANO COMO SEMILLA 17

2.6. ENFERMEDADES QUE SE TRANSMITEN EN LA SEMILLA 17

2.7. ¿LA CALIDAD DE SEMILLA ME ASEGURA EL ÉXITO? 17

2.8. EXPERIENCIAS SOBRE PRODUCCIÓN LOCAL DE SEMILLA 18

2.9. SEMILLA CERTIFICADA 18

2.10. ¿QUÉ ES UN CULTIVAR O VARIEDAD Y UN HÍBRIDO? 20

2.11. ENTES OFICIALES DE CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS DE CENTROAMÉRICA 22

3. PROTOCOLO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA 22

3.1. COMITÉ DE SEMILLAS 22

3.1.1. FLEXIBILIDAD DEL PROTOCOLO DE PRODUCCIÓN LOCAL DE SEMILLA 23
3.1.2. ACTIVIDADES DEL COMITÉ DE SEMILLAS 23

3.2. SELECCIÓN DEL TERRENO 24

3.3. VARIEDAD Y CANTIDAD DE SEMILLA PARA LA SIEMBRA 24

3.4. MANEJO AGRONÓMICO 24

3.5. FISCALIZACIÓN DEL CULTIVO 25

3.6. MÉTODO DE MUESTREO 25

3.7. MUESTREO DE LOS CAMPOS DE PRODUCCIÓN 25

3.8. RECOMENDACIONES PARA LOS REPRODUCTORES DE SEMILLAS 28

3.9. NORMAS PARA LA ACEPTACIÓN DE LOS CAMPOS DE PRODUCCIÓN 28

3.10. MUESTREO DE LA SEMILLA PRODUCIDA 29

3.11. ACOPIO DE LA SEMILLA 31

3.11.1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SEMILLA. 31
3.11.2. NORMA DE CALIDAD 32
3.12. ETIQUETA PARA LOS SACOS CON SEMILLA QUE ENTREGA EL REPRODUCTOR 33
3.12.1. NORMA DE ETIQUETADO 33
3.13. CONTROL POSCOSECHA 34
3.14. EQUIPO BÁSICO PARA EL ACONDICIONADO 35
3.14.1. PRE LIMPIEZA 35
3.14.2. ACONDICIONAMIENTO 35
3.14.3. ALMACENAMIENTO 35
3.14.4. CONSERVACIÓN, MULTIPLICACION Y CARACTERIZACIÓN DE VARIEDADES CRIOLLAS 36

BIBLIOGRAFÍA 37

GLOSARIO 39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Semilla de maíz de calidad con un porcentaje de germinación de 95 y vigor del xx . . 9
Figura 2. Campo de semilla de maíz con alto porcentaje de pureza varietal. 10
Figura 3. Plantas de maíz afectadas por manchas y tizones foliares como Curvularia y Bipolaris maydis respectivamente. 11
Figura 4. Semilla de maíz con bajo contenido de humedad, alta uniformidad y tamaño de grano adecuado. 13
Figura 5. Evaluación participativa con agricultores en procesos de desarrollo de nuevas variedades de maíz. 14
Figura 6. Campo de semilla de maíz con alto potencial genético. 15
Figura 7. Semilla de maíz de alta calidad pos-cosecha.??? 18
Figura 8. Campos de semilla de maíz en proceso de certificación. 20
Figura 9. Características heterogeneidad de una variedad local (izquierda) y uniformidad de un híbrido de maíz (derecha). 21
Figura 10. Reunión Comité de Semillas 22
Figura 11. Distribución de la oferta de semilla según demanda de semilla por parte de los usuarios. 23
Figura 12. Terreno con acceso adecuado para las inspecciones de semilla. 24
Figura 13. Esquema del desarrollo y crecimiento del cultivo de maíz. 25
Figura 14a. Secuencia de pasos para inspección de lote de semilla de maíz. 26
Figura 14b. Inspección de lote de semilla de maíz por el Comité de Semillas antes de la siembra. 26
Figura A. Formulario de evaluación de lote de semilla de maíz. 27
Figura B. Formulario de muestreo de semilla de maíz. 30
Figuras 14c, 14d y 14e. Libro de control de ingreso, clasificadora y limpiadora de grano y muestreo de semilla de maíz. 31
Figura 14f. Análisis fitopatológico de la semilla de maíz. 32
Figura 14g. Determinación de la humedad en semilla de maíz. 32
Figura 14h. Etiquetas para la identificación de semilla certificada de maíz. 33
Figura 14i. Área de acondicionamiento de la semilla de maíz. 33
Figura 14j. Área de almacenamiento de semilla de maíz. 34
Figura 14k. Determinación del porcentaje de germinación y vigor de semilla de maíz. 34
Figura 15. Infraestructura de acondicionado, clasificación y almacenamiento de semilla de maíz 35
Figura 16. Conservación, caracterización y uso de variedades criollas de maíz. 36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Normas para la aceptación de campos de producción de semilla local de maíz de polinización abierta. 28

Cuadro 2. Aislamiento para los campos de producción de semilla de maíz. 29

INTRODUCCIÓN

En las actuales circunstancias de globalización y apertura de mercados, es necesario que la producción agrícola se conduzca en forma eficiente y competitiva. Para ello es fundamental la reconversión de los sistemas productivos, mediante la innovación tecnológica, con base en un mejor y mayor uso del conocimiento e información, para poder elevar la productividad de los cultivos de forma sostenible y enfrentar los cambios en el entorno de manera más apropiada.

Es un hecho indiscutible que la semilla de buena calidad, producto de la investigación participativa con variedades locales o bien del desarrollo de variedades mejoradas, representa un insumo estratégico por excelencia para sustentar las actividades agrícolas, contribuyendo significativamente a mejorar la producción en términos de calidad y rentabilidad.

Al tratar el tema de la calidad en semillas, en general se valoran las ventajas y beneficios que conlleva la utilización de semilla de buena calidad; sin embargo, no siempre se tiene un pleno conocimiento de los múltiples factores que determinan los atributos de calidad.

En primera instancia, se podría juzgar la calidad de un lote de semillas por su apariencia física, observando su tamaño, forma, color, uniformidad y otras características propias de las semillas de determinada variedad, pero esta valoración es insuficiente porque existen otros atributos de mayor relevancia como la pureza varietal, la capacidad germinativa, la viabilidad, el vigor y la sanidad, que no pueden determinarse a simple vista.

Por la naturaleza tan particular que presentan las semillas en relación a su calidad, es que, se hace necesario considerar una serie de cuidados especiales para garantizar la calidad durante las fases de producción: reproducción o multiplicación, cosecha, secado, acondicionamiento, almacenamiento y mercadeo.

En todo sistema de producción agrícola, debe considerarse inicialmente el material genético que ofrezca la mejor respuesta productiva a las condiciones locales, con un uso racional de otros insumos de la producción. No se puede desligar ese componente genético, es decir la variedad, del vehículo que lo transporta, la semilla. Una semilla de buena calidad no garantiza un comportamiento satisfactorio en el campo, si no tiene a su vez el componente genético adecuado para responder ante determinada condición.

La situación inversa también se cumple, una variedad con determinado potencial genético no logrará expresarse a plenitud si la semilla no reúne ciertas condiciones mínimas de calidad. Estos dos elementos estrechamente relacionados deben manejarse conjuntamente.

Un programa de mejoramiento genético que promueve el desarrollo de nuevas variedades bajo enfoques de mejoramiento acorde a las necesidades del agricultor y del mercado, no tendrá éxito si las semillas de esas variedades no llegan al usuario en la cantidad y calidad requerida, y en el lugar y momento oportuno.

En muchos casos se desconocen los diferentes aspectos involucrados en la calidad de semillas, por lo que es necesario una mayor divulgación y educación en esta materia, con el fin de facilitar al productor nacional la información básica de tal forma que, esté en capacidad de diferenciar este insumo biológico por su calidad.

En conclusión, se puede enfatizar que una semilla de alta calidad es un organismo vivo que:

1. Favorece un establecimiento rápido y uniforme en el campo (Vigor).

2. Permite una población adecuada de plantas (Germinación).
3. Está libre de organismos patógenos (Sanidad).
4. Mantiene las características morfológicas propias de la variedad (Pureza Varietal).
5. Está exenta de semillas de malezas (Pureza Física).
6. Permite la expresión del potencial genético propio de la variedad.

En este documento se brinda una alternativa para la producción de semilla local de maíz a grupos organizados de agricultores, fundamentado en un protocolo de producción y análisis de calidad. Se incluye información sobre la calidad de semilla y su importancia, de manera a evitar que ésta sea un medio de transporte de patógenos, plagas y malezas que infeste los campos de producción y perjudiquen al cultivo. La información sobre el manejo agronómico para producción de semilla de maíz no se incluye, debido a que ésta se presenta en otros escritos publicados al respecto en la región Mesoamericana.

La buena calidad de la semilla no es sólo responsabilidad del grupo organizado de agricultores que la produce, sino también de los programas de mejora genética, que son los encargados de brindar la semilla genética o básica de las nuevas variedades. Es labor importante de la parte estatal y académica (Ministerios de Agricultura, Institutos de Investigación y Universidades), así como de otros actores como las ONG´s suministrar los documentos oficiales con la descripción básica de cada variedad y el personal técnico para la capacitación, producción y fiscalización del proceso de producción de semilla.

El propósito del protocolo es contribuir significativamente a la calidad de la semilla, mediante una serie de procedimientos y formularios de fiscalización. Esta semilla se espera que supere la calidad de la semilla que guardan y utilizan los productores para establecer sus plantaciones. La aplicación de este protocolo, aunado a una capacitación en muestreo de lotes e identificación de enfermedades, brindará a las asociaciones de productores independencia en la producción, incrementara el acceso y la disponibilidad de semilla de buena calidad, de las variedades localmente adaptadas.

El protocolo se orienta a grupos organizados que tengan acceso al crédito y demás beneficios que se les brinda a las pequeñas y medianas empresas, donde pueda darse la producción de semilla con base en las necesidades de sus asociados y una demanda externa potencial. La producción de semilla de calidad dará prestigio a la asociación de productores y seguridad a sus clientes.

El objetivo de este protocolo es contribuir al establecimiento de sistemas privados de producción local de semilla, que verifiquen la calidad de la semilla con base en los servicios de laboratorios privados o gubernamentales.

1. GENERALIDADES SOBRE LA SEMILLA DE MAÍZ

1.1. IMPORTANCIA DEL INSUMO SEMILLA

Entre las razones por las cuales se da tanto énfasis a la semilla como insumo esencial y estratégico en toda actividad agrícola, se pueden mencionar las siguientes cualidades:

1. La semilla es el único insumo indispensable: no se puede prescindir de esta.
2. A diferencia de la mayoría de los insumos utilizados en la producción agrícola, con la excepción de algunos insumos biológicos tipo plaguicidas e inoculantes, la semilla es un ente vivo por su naturaleza, esto lo hace sumamente sensible al deterioro en el establecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.
3. Es el elemento que encierra el potencial genético determinante de aspectos agronómicos y comerciales tales como: rendimiento, adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades, calidad y otros.
4. En muchos casos, es el principal vehículo de plagas de importancia económica que pueden afectar los cultivos o bien infestar zonas libres de estas.
5. La utilización de semilla de calidad permite potenciar el aprovechamiento de los demás insumos aplicados.

1.2. FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA SEMILLA

La expresión del potencial genético de la variedad no se logra a plenitud si no se presentan ciertas condiciones favorables, incluyendo el ambiente (clima-suelo), el manejo tecnológico adecuado y la calidad de semilla.

Al tratar de definir el concepto de calidad en semillas, se podría decir que es un conjunto de cualidades deseables que debe poseer la semilla, que permitan un buen establecimiento del cultivo con plantas vigorosas, sanas y representativas de la variedad en referencia. La calidad en semillas comprende muchos atributos, entre ellos se incluyen:

1.2.1. LA GERMINACIÓN, EL VIGOR, LA SANIDAD, LA PUREZA FÍSICA Y VARIETAL

Para una mejor comprensión, la calidad en semillas puede entenderse como la integración de cuatro componentes: genéticos, físicos, fisiológicos y fitosanitarios (*Figura 1*).



Figura 1. Semilla de maíz de calidad con un porcentaje de germinación de 95 %

1.2.2. VALOR GENÉTICO Y CALIDAD VARIETAL

Se debe diferenciar el componente o valor genético de una variedad, del factor varietal como elemento de la calidad de las semillas.

Se entiende como valor genético el cúmulo de información determinada por el genotipo de una variedad que define las características de la resistencia o tolerancia a plagas, adaptación a ambientes específicos, potencial de rendimiento, hábito de crecimiento, ciclo vegetativo, calidad industrial y culinaria entre otras. Mientras tanto, el concepto de calidad varietal se aplica al "porcentaje de pureza varietal" o sea el porcentaje de semilla que corresponde a la variedad en particular (*Figura 2*).



Figura 2. Campo de semilla de maíz con alto porcentaje de pureza varietal.

1.2.3. CALIDAD FITOSANITARIA

Una de las estrategias más efectivas para el combate de patógenos (hongos, bacterias, virus) en los cultivos es a través del mejoramiento genético, sin embargo, no siempre es factible lograr desarrollar variedades resistentes a determinados patógenos.

Las semillas pueden ser un medio ideal para el transporte de inóculo de patógenos de origen viral, bacterial o fungoso, e inclusive de nematodos, que afectan la germinación y consecuentemente la emergencia y población de plantas, o bien causan problemas patológicos en los cultivos una vez establecidos. Igualmente, pueden diseminar enfermedades ausentes en determinadas regiones. En algunos cultivos la calidad sanitaria de las semillas es esencial, como en la papa, el frijol y el maíz, representando uno de los factores de mayor relevancia en la producción de este tipo de semillas. Diversas evaluaciones realizadas en Costa Rica han determinado la incidencia de una serie de patógenos portados en la semilla de algunos de estos cultivos.

Dichas evaluaciones indican que la semilla es un medio de diseminación muy efectivo para determinados patógenos y que, su transmisión a la plántula puede provocar problemas agronómicos serios; de ahí que, la utilización de semilla de buena calidad

sanitaria proveniente de variedades resistentes o tolerantes constituye el método más económico y eficiente para su combate.

Prácticas recomendables para la producción de semilla sana son la utilización de terrenos nuevos o libres de inóculo, la zonificación, épocas de siembra adecuadas, el entre sacamiento o raleo de plantas enfermas, el control fitosanitario y el mismo tratamiento de la semilla.

También es importante indicar que, en cultivos como el maíz, aunque no se transmiten muchas enfermedades por semilla como en otros cultivos, el concepto de calidad de semilla no pierde importancia ni vigencia (*Figura 3*).



Figura 3. Plantas de maíz afectadas por manchas y tizones foliares como Curvularia y Bipolaris maydis respectivamente.

1.2.4. CALIDAD FISIOLÓGICA

La capacidad germinativa y el vigor son los principales atributos involucrados dentro del componente de calidad fisiológica en semillas. El concepto de vigor en semillas es un tanto complejo, sin embargo, en forma muy general se podría decir que es el potencial biológico de la semilla que favorece un establecimiento rápido y uniforme bajo condiciones incluso desfavorables de campo. En tanto que germinación, es el proceso fisiológico mediante el cual emergen y se desarrollan a partir del embrión aquellas estructuras esenciales, para la formación de una planta normal bajo condiciones favorables.

La semilla presenta su más alto nivel de vigor y potencial germinativo cuando alcanza la madurez fisiológica. En este estado la semilla tiene el máximo peso seco (máxima cantidad de reservas nutritivas acumuladas) y el embrión ha completado su desarrollo. A partir de este momento, se inicia el proceso de deterioro de la semilla en forma continua e irreversible hasta perder su capacidad germinativa. El deterioro podría entenderse como la serie de cambios que ocurren en las semillas con el transcurrir del tiempo afectando funciones vitales y su desempeño hasta provocar su muerte.

En el proceso de deterioro de las semillas, el cual es influenciado por factores genéticos y ambientales, lo que primero se ve afectado es el vigor antes que la germinación.

Por ello cada vez hay más interés de estudiar y conocer mejor los mecanismos bioquímicos relacionados con el vigor, así como la identificación e implementación de pruebas para su medición.

Como se ha visto, la calidad fisiológica depende de múltiples factores, pudiendo verse afectada en cualquier fase del proceso de producción. Retrasos en la cosecha si las condiciones ambientales no son favorables, situación que es común en los ambientes tropicales, deficiencias en el desarrollo de los cultivos, retrasos en el secado de la semilla, daños mecánicos durante la recolección y trilla o en el acondicionado y el almacenamiento bajo condiciones desfavorables, son factores que afectan la calidad fisiológica.

Las siguientes cualidades se describen para entender mejor la calidad fisiológica, en particular el vigor y su influencia en el desempeño de las semillas:

1. Velocidad de germinación.
2. Uniformidad de germinación, emergencia y desarrollo de la planta bajo diferentes condiciones.
3. Habilidad para emerger en suelos con problemas de preparación, húmedos y con patógenos.
4. Desarrollo morfológico normal de plántulas.
5. Potencial de rendimiento de los cultivos.
6. Capacidad de almacenamiento de la semilla bajo condiciones óptimas y adversas.

1.2.5. CALIDAD FÍSICA

Una semilla de calidad física es la que presenta un alto porcentaje de semilla pura y el mínimo contenido de semilla de malezas, de otros cultivos y materia inerte. Es bien conocido que a través de la semilla se introducen a un país, región o finca diversas malezas, muchas de las cuales son de difícil erradicación. Estas malezas, no solo provocan un problema de calidad del producto cosechado, sino también un problema de manejo a nivel de campo y un aumento en los costos de producción, al incrementarse los costos para su control.

Las semillas cosechadas generalmente vienen con algunos contaminantes como pueden ser residuos de las plantas, semilla de malezas, semillas dañadas por plagas, porciones de suelo y otros, así como altos contenidos de humedad, por lo que requieren su acondicionamiento, labor que se realiza en las plantas de beneficio de semillas, y que están equipadas para el secado, la limpieza, clasificación, enfarde o empaque y almacenamiento de semillas. De esta manera se adecua la semilla para su comercialización.

Otros atributos físicos en las semillas son el contenido de humedad, el tamaño, la uniformidad y densidad (*Figura 4*).



Figura 4. Semilla de maíz con bajo contenido de humedad, alta uniformidad y tamaño de grano adecuado.

2. PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CALIDAD Y EL FITOMEJORAMIENTO PARTICIPATIVO (FP)

En Centroamérica los pequeños productores emplean variedades criollas y mejoradas de maíz, que se han seleccionado con base en su comportamiento agronómico, bajo las condiciones de fertilidad natural de sus campos de producción, clima e insumos a su alcance.

Los fitomejoradores de maíz, utilizando métodos convencionales de mejoramiento genético, generalmente no incorporan a los agricultores dentro del proceso de selección de nuevas variedades. Tanto el desarrollo de híbridos como de variedades, ha sido el factor con el cual se han ofrecido nuevos materiales genéticos de maíz a los agricultores de la región centroamericana. En la región, en los últimos veinte años se han desarrollado nuevas variedades de cultivo bajo la metodología de Fitomejoramiento Participativo.

Como solución a la baja adopción de variedades mejoradas, surgió la Producción Artesanal de Semillas (PAS), pero luego de su implementación el uso de variedades mejoradas se ha mantenido similar. Con la introducción del enfoque de Fitomejoramiento Participativo (FP), donde existe la evaluación, selección y validación con la participación y bajo las condiciones de los agricultores, se favorece en muchos casos a una mayor dis-

posición de los agricultores a adoptar y desarrollar los nuevos materiales genéticos. Esto se debe a que los agricultores conocen y deciden en conjunto con los fitomejoradores, desde las primeras etapas de selección, sobre los cultivares que mejor se adaptan a su entorno productivo (*Figura 5*).

Si bien es cierto que este enfoque para el desarrollo de variedades no ha resuelto por completo el problema de acceso, disponibilidad y calidad de semilla es importante reconocer que ha hecho contribuciones significativas. Por lo tanto, este protocolo pretende fortalecer los conocimientos y capacidades de las organizaciones de agricultores para mejorar los procesos de producción local de semilla.



Figura 5. Evaluación participativa con agricultores en procesos de desarrollo de nuevas variedades de maíz.

2.1. PRODUCCIÓN LOCAL DE SEMILLA

Para los pequeños agricultores de la región centroamericana la producción local de semilla representa una alternativa muy favorable, ya que les permite garantizar la conservación y el uso de variedades que se adaptan a las condiciones de sus sistemas productivos, contar con un insumo accesible económicamente, así como estar en capacidad de aumentar sus rendimientos utilizando semilla de calidad, además de contrarrestar la dependencia de semillas que se ofrecen por parte de las empresas privadas y que normalmente tienen un alto costo.

2.2. ¿QUÉ ES UNA SEMILLA?

La semilla es cada uno de los cuerpos que forman parte del fruto que da origen a una nueva planta; es la estructura mediante la cual se realiza la propagación de las plantas. La semilla se produce por la fecundación y maduración de un óvulo. Una semilla contiene un embrión del que puede desarrollarse una nueva planta bajo condiciones apropiadas. Así mismo, contiene una fuente de alimento almacenado y envuelta en una cubierta protectora.

También se puede mencionar que una semilla es una unidad de diseminación y reproducción sexual que se desarrolla a partir de los óvulos de las flores. Para que una semilla se desarrolle debe producirse en primer lugar la polinización, llegada del grano de polen al estigma de la flor, seguida del desarrollo del tubo polínico y la fecundación del óvulo. A partir de este momento empiezan a producirse una serie muy compleja de procesos incluyendo el desarrollo del embrión, órganos de almacenamiento y cubiertas de las semillas, que finalizan con el desarrollo del fruto y la diseminación.

Desde el punto de vista de la agricultura, la semilla es un insumo indispensable, es un ente vivo que es sensible al deterioro y que encierra el potencial genético determinante de adaptabilidad, rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades. En muchos cultivos depende principalmente del potencial genético almacenado en la semilla (*Figura 6*).

Según la botánica, se entiende por semilla todo tubérculo, bulbo, rizoma o parte de la planta que pueda utilizarse para la reproducción de esta.

Es importante tener en cuenta que, desde los orígenes de la agricultura, las semillas han sido un componente fundamental de la cultura, los sistemas productivos, la soberanía y seguridad alimentaria de los pueblos.

Las semillas son el resultado de un trabajo colectivo y acumulado de cientos de generaciones de agricultores y agricultoras que las han domesticado, conservado, utilizado e intercambiado. Diferentes grupos humanos de diferentes regiones del mundo han mejorado y adaptado las semillas a la diversidad de climas, ambientes, suelos y otros factores.



Figura 6. Campo de semilla de maíz con alto potencial genético.

2.3. ¿CÓMO ESTAR SEGUROS DE LA CALIDAD DE SEMILLA?

La semilla de maíz presenta una serie de rasgos que caracterizan y califican su calidad particular. Estos rasgos se relacionan con los atributos genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.

Los atributos genéticos son la productividad, la resistencia a enfermedades, las características del grano, el hábito de crecimiento, las cualidades culinarias, la duración del ciclo vegetativo, el color de la flor, el tamaño, la forma y el peso de la semilla.

Los atributos físicos son la presencia de semillas puras, semillas de otras especies y de malezas, el material inerte utilizado, así como el contenido de humedad, el tamaño, el color, la uniformidad y la densidad.

Los atributos fisiológicos son la germinación, el vigor que se relaciona directamente con la velocidad y uniformidad de germinación, la habilidad para emerger en suelos con problemas de preparación y el desarrollo morfológico normal de plántulas. Adicionalmente, es importante considerar la capacidad de almacenamiento de la semilla bajo diferentes condiciones y el potencial de rendimiento de los cultivos. Finalmente, la latencia de la semilla es otro atributo de este tipo.

En cuanto a la pérdida de la calidad fisiológica, existen una serie de efectos que resulta apropiado destacar como la baja germinación y densidad de plantas emergidas, el desarrollo más lento de la planta que las vuelve más vulnerables y menos competitivas, lo que se refleja en una pérdida en productividad y un incremento significativo en costos de producción.

Los atributos sanitarios se relacionan con las plagas y enfermedades transmisibles por semilla, siendo el método más eficiente de combatirlas la utilización de semilla de buena calidad proveniente de variedades tolerantes o resistentes.

Por lo tanto, la semilla de buena calidad debe contener las siguientes características:

- Un rápido y uniforme establecimiento de las plantas en el campo como indicativo de buen vigor.
- Una población adecuada de plantas resultado directo de una buena germinación.
- Semilla libre de patógenos que evidencia una alta sanidad.
- Semilla sin contaminantes varietales producto de la pureza varietal.
- Semilla libre de semilla de malezas como garantía de pureza física.
- Todo esto permite la mayor expresión del potencial genético propio de la variedad.

2.4. IMPORTANCIA DE LA DISPONIBILIDAD DE SEMILLA

En las condiciones que se encuentran la gran mayoría de los pequeños productores de la región centroamericana resulta de vital importancia que la disponibilidad de semilla de maíz sea la adecuada.

Se entiende por disponibilidad, la cantidad suficiente de semillas de cultivos deseados ya sea por autoabastecimiento o que puede ser obtenida a una distancia razonable, y en el momento adecuado de la siembra.

Por lo tanto, el proceso de producción de semilla local de calidad requiere ser administrado y ejecutado por los mismos agricultores, de manera que, con un acompañamiento técnico bien estructurado, exista capacidad instalada en las localidades campesinas para reducir al mínimo posible, la dependencia del acceso a semilla producida por terceros.

2.5. USO DEL GRANO COMO SEMILLA

Es una práctica común en algunas localidades rurales que los agricultores utilicen el grano de maíz como semilla. Sin embargo, esta técnica o práctica no es muy recomendable, ya que implica acarrear una serie de problemas sanitarios al favorecer la transmisión de enfermedades y plagas mediante el grano utilizado. Adicionalmente, la productividad y rentabilidad del cultivo de maíz se afecta seriamente al no contar con una adecuada calidad de semilla con los atributos mencionados en el apartado 2.3.

Bajo un esquema de producción de semilla local, es importante destacar que la calidad de la semilla se vincula directamente con un manejo técnico adecuado de los campos de producción de semilla. No es recomendable tampoco, seleccionar las mejores plantas de un campo comercial de maíz, debido a que, de esa forma, se inicia un proceso de deterioro difícilmente reversible y que causa prejuicios al agricultor en el mediano y largo plazo.

2.6. ENFERMEDADES QUE SE TRANSMITEN EN LA SEMILLA

En el cultivo de maíz muy pocas enfermedades se trasmiten por semilla. En este sentido, se puede indicar que la pudrición causada por el hongo *Fusarium moniliforme* que provoca la pudrición de la mazorca, puede ser transmitida por semilla. Su infección es favorecida por alta humedad relativa, insectos barrenadores, deficiencias nutricionales, punta descubierta y por daño de pájaros. Otra enfermedad es la causada por el virus del mosaico del enanismo del cual se conoce que existe transmisión por semilla entre 0.2 y 0.5 por ciento.

2.7. ¿LA CALIDAD DE SEMILLA ME ASEGURA EL ÉXITO?

Uno de los insumos más importantes en un sistema agrícola es la calidad de la semilla que se utiliza, de igual manera los recursos económicos, la calidad del suelo de la finca, las buenas condiciones ambientales y el valor del producto en el mercado, entre otros.

Por lo tanto, la calidad de la semilla no asegura el éxito total de la inversión que hace un agricultor en su finca. Es importante indicar, sin embargo que si los otros factores mencionados son adecuados, la utilización de una semilla de baja calidad, afecta seriamente la competitividad del productor en particular o de una asociación de productores (*Figura 7*).



Figura 7. Semilla de maíz de alta calidad pos-cosecha.

2.8. EXPERIENCIAS SOBRE PRODUCCIÓN LOCAL DE SEMILLA

En la región centroamericana se han llevado a cabo en los últimos diez años, experiencias de producción local de semilla, tanto en el cultivo del maíz, como en cultivos asociados a los sistemas productivos de pequeños productores, principalmente en el cultivo de frijol. Como producto de estas actividades se ha generado valiosa experiencia en este campo y se han fortalecido las capacidades de instituciones y organizaciones de productores.

Este documento de protocolo pretende recopilar dichas experiencias y ofrecer una serie de recomendaciones y orientaciones técnicas, que permitan capitalizar las experiencias generadas previamente y la capacidad instalada en producción de semilla de maíz.

2.9. SEMILLA CERTIFICADA

Existen normas para la producción de semilla certificada, el semillerista debe estar inscrito ante la entidad oficial de certificación de semillas del país. Este semillerista debe aceptar y acatar las recomendaciones técnicas de la ONS. El lote debe ser accesible durante el proceso de producción. Como regla general se deben eliminar las plantas enfermas y fuera de tipo, antes de la floración en un 5 a un 10%.

Para el proceso de producción de semilla de maíz existen una serie de normas de aislamiento que deben ser analizadas, para identificar aquellas que se pueden adoptar, tomando en cuenta las condiciones particulares de cada lote de producción. A continuación, se mencionan tres normas más comunes:

- Por distancia de plantación: para la original o genética y básica 300 metros, y para la certificada 200 metros. Se entiende como la distancia mínima con otra fuente de polen de maíz.
- Por fecha de siembra (22 a 30 días antes o después) estigmas y la producción de polen: número de días a la producción de polen de la variedad.
- Combinando la distancia y la fecha (puede ser la más segura) fecha de siembra insertado entre dos aislamientos de distancia
- Es muy importante considerar la experiencia de campo, la madurez diferencial, la dirección de los vientos y las barreras naturales o artificiales.

La densidad y distancia de siembra recomendados según el sistema de producción se pueden resumir de la siguiente manera:

- 40.000 a 50.000 plantas/hectárea
- 0,80 m entre surcos o hileras y 0,30 m entre plantas por una semilla por golpe para siembra mecanizada.
- 0,80 m entre surcos o hileras y 0,60 m entre plantas por dos semillas por golpe para siembra a macana o espeque o chuzo o barreta.

Así mismo, existen otras consideraciones importantes a tomar en cuenta, entre ellas podemos mencionar:

- **Existencias de reserva:** suficiente remanente para producir semilla adicional o requerida.
- **Localización de los campos:** ambientes y sitios utilizados que permitan una reproducción adecuada de la variedad de interés. Variedad con amplio rango de adaptación.
- **Cantidad de semilla a producir:** planear y programar con tiempo. Conocer las necesidades existentes de semilla.

Finalmente es recomendable considerar además los siguientes aspectos:

- Tener en cuenta el área a cubrir con la cantidad de semilla a producir
- Establecer el intervalo de reemplazo de la semilla utilizada particularmente
- Definir la estrategia de producción (número de generaciones)
- Conocer los requerimientos de semilla básica y original y las necesidades potenciales de semilla certificada.
- Calcular los requerimientos de terreno para las diferentes categorías.
- Establecer el porcentaje de eliminación de plantas indeseables en cada categoría y las densidades de siembra para cada categoría.

Las categorías de semilla principales en el cultivo de maíz son las siguientes:

- Semilla genética: la del mejorador o el dueño del material. Parcela pequeña y manejable para mantener alto grado de pureza.

- Semilla básica o de Fundación: primer aumento de semilla original mediante la polinización libre en lotes bien aislados. Se eliminan plantas enfermas o fuera de tipo antes de la polinización (10-15 % plantas). Mantener identidad genética y la pureza de la variedad. Departamento de semillas.
- Semilla Registrada: etapa intermedia del proceso. Se realiza en lotes aislados a partir de semilla básica. Participan semilleristas selectos supervisados por ente oficial y se considera para volúmenes intermedios de semilla.
- Semilla Certificada: última etapa del proceso se realiza en lotes aislados a partir de semilla de categorías anteriores. Participan semilleristas selectos supervisados por el ente oficial. El acondicionamiento y tratamiento adecuado antes de entregarlo a agricultores. Se utiliza para altos volúmenes de semilla (*Figura 8*).



Figura 8. Campos de semilla de maíz en proceso de certificación.

2.10. ¿QUÉ ES UN CULTIVAR O VARIEDAD Y UN HÍBRIDO?

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie única por la gran diversidad genética de la planta, de la mazorca y del grano, su adaptación a gran rango de ambientes, por su resistencia a enfermedades e insectos, su tolerancia a distintos estreses ambientales, sus múltiples usos como alimento humano o animal y la gran variedad de productos que se obtienen de esta especie.

Los cultivares de maíz han sido mantenidos, desarrollados y mejorados por agricultores-mejoradores durante muchas generaciones y son cultivados aún hoy día (*in situ*).

Las variedades criollas o locales de los agricultores se basan en la percepción de sus necesidades, experiencia y capacidades naturales; no han sido sometidos a los procesos de selección y al trabajo por parte de los fitomejoradores profesionales de maíz. No representan una fuente de diversidad genética como aquella de los bancos de germoplasma y son fuente de características para la adaptación local, la estabilidad económica y la

sostenibilidad del agricultor. Sin embargo, son una fuente importante de la diversidad *in situ* o en finca, que es ampliamente reconocida y valorada a nivel mundial.

Son características no disponibles en las variedades mejoradas donde el rendimiento es el objetivo principal y dirigido a ambientes favorables con prácticas especiales de manejo y cultivo. Algunos de los cultivares locales han sido excelentes fuentes de genes para resistencia a hongos o insectos y podrían serlo para otros estreses.

Las variedades, las variedades sintéticas, los híbridos y las líneas puras representan las fuentes de materiales genéticos más usados en casi todos los programas de mejoramiento de maíz. Tales programas abarcan solamente una minúscula fracción de la diversidad genética.

Un híbrido de maíz proviene de la cruza de maíces genéticamente diferentes que al unirse se complementan y permiten obtener una descendencia con lo mejor de cada padre. Cuando interviene sólo un par de padres es un híbrido simple, triple si son tres y doble cuando intervienen cuatro padres.

Una variedad sintética es aquella que resulta del cruzamiento entre varios progenitores puros (generalmente entre cinco y nueve) que han sido seleccionados porque se obtiene descendencia con buen comportamiento. Los padres se pueden mantener y la variedad volverse a sintetizar (construir).

Una variedad de polinización libre no proviene del cruzamiento entre plantas genéticamente puras, sino entre aquellas que comparten características similares, pero mantienen cierta variabilidad entre ellas. (*Figura 9*).



Figura 9. Características heterogeneidad de una variedad local (izquierda) y uniformidad de un híbrido de maíz (derecha).

2.11. ENTES OFICIALES DE CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS DE CENTROAMÉRICA

En el cuadro siguiente se incluyen los entres oficiales de certificación de semillas para el área centroamericana:

En Costa Rica la encargada de fiscalizar la producción de semilla es la Oficina Nacional de Semillas; en Nicaragua el Departamento de Semillas de la Dirección General de Protección y Sanidad Agropecuaria del Ministerio Agropecuario y Forestal; en Honduras el CERTISEM, adscrito al Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de la Secretaria de Agricultura y Ganadería ; en El Salvador, Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal; en Guatemala, el Departamento de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; en México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

3. PROTOCOLO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA

En toda asociación o cooperativa de agricultores, interesados en la producción local de semilla, debe establecerse un comité de semillas. Se sugiere que esté integrado al menos por tres de sus socios.

3.1. COMITÉ DE SEMILLAS

Los miembros del Comité de Semillas se deben capacitar en el reconocimiento de las enfermedades, identificación de plantas fuera de tipo, semillas afectadas por enfermedades, en la evaluación de germinación y las técnicas de muestreo de los campos de producción. También deben capacitarse en las estrategias de comercialización, así como en la operación eficiente de los equipos de acondicionamiento de la semilla, y de las condiciones de almacenamiento (*Figura 10*).



Figura 10. Reunión Comité de Semillas

3.1.1. FLEXIBILIDAD DEL PROTOCOLO DE PRODUCCIÓN LOCAL DE SEMILLA

Los requisitos de calidad que se indican en el protocolo de producción de semilla son de aplicación rigurosa para los factores que se pueden controlar (terreno, aislamiento, presencia de patógenos o su combate, limpieza de la semilla), pero deben ser flexibles para los factores en que no se tiene control, como la humedad del grano en época lluviosa y las condiciones de almacenamiento que se disponen.

3.1.2. ACTIVIDADES DEL COMITÉ DE SEMILLAS

1. Establecer la demanda potencial de semilla por variedad, entre los socios y posible demanda externa. En la *Figura 11* se muestra esta demanda del año 2015 en Costa Rica, donde se indica la porción de semilla que utiliza cada actor o produce de la cadena productiva (INTA).

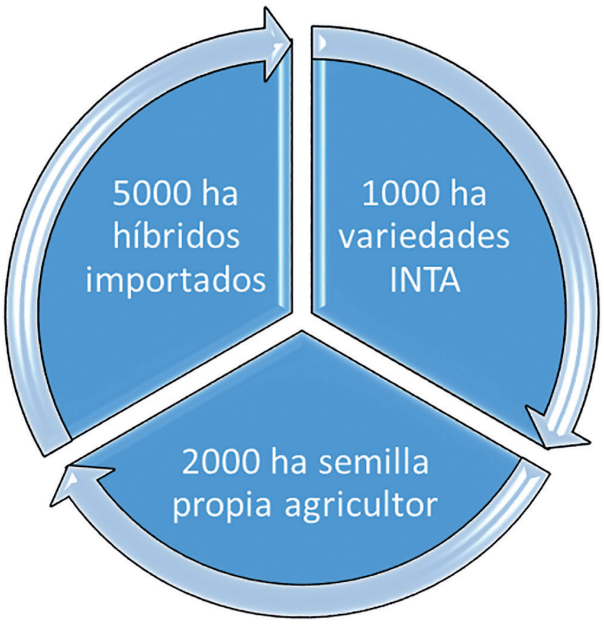

Figura 11. Distribución de la oferta de semilla según demanda de semilla por parte de los usuarios.

2. Con base en los recursos disponibles debe establecer el volumen de compra. La organización de agricultores debe tener un "fondo especial" dedicado a esta actividad, que limitará el total de semilla que se pueda comprar. Por lo cual el Comité de Semillas con base en los recursos disponibles para la compra, debe incluir la supervisión de los campos de producción, verificación de la semilla en campo y en laboratorio.
3. Gestionar ante las instituciones estatales de investigación, ONG y empresa privada, la semilla de fundación de las variedades a incrementar.
4. Aprobar los protocolos de producción de semilla.
5. Seleccionar los agricultores reproductores de semilla y analizar con ellos el protocolo de producción de semilla que aplicará el Comité.

3.2. SELECCIÓN DEL TERRENO

1. El Comité de Semillas, selecciona y efectúa la inspección previa de las fincas aptas para la producción de semilla.
2. No se debe haber sembrado maíz por lo menos un año en el terreno seleccionado.
3. El terreno deberá rotarse con leguminosas.
4. Con esta estrategia se evita la contaminación con otras variedades y se reduce la presencia de patógenos en el suelo o en los rastrojos.
5. La ubicación del terreno debe ser de fácil acceso, con el propósito de facilitar las fiscalizaciones. (*Figura 12*).



Figura 12. Terreno con acceso adecuado para las inspecciones de semilla.

3.3. VARIEDAD Y CANTIDAD DE SEMILLA PARA LA SIEMBRA

El Comité de Semillas asignará la variedad y la cantidad de semilla a reproducir, con base en las características de los terrenos seleccionados y la época de siembra.

3.4. MANEJO AGRONÓMICO

La siembra debe efectuarse en la época veranera o segunda época de siembra en el pacífico de Centroamérica, en donde la cosecha coincide con una época seca.

Además, se debe emplear una mayor distancia entre surcos o hileras de siembra, que la usada a nivel comercial. El combate de malezas se debe iniciar de 15 a 30 días antes de la siembra, siendo de suma importancia evitar la competencia provocada por las malezas en el cultivo en diversos estadios, utilizando los medios que se tengan al alcance del productor, lo que facilitaría posteriormente el combate de malezas entre surcos, con el uso de cobertores de boquilla (*Figura 13*). Al momento de la siembra, iniciar el control preventivo de plagas y enfermedades con la aplicación de fungicidas e insecticidas sistémicos a la semilla.

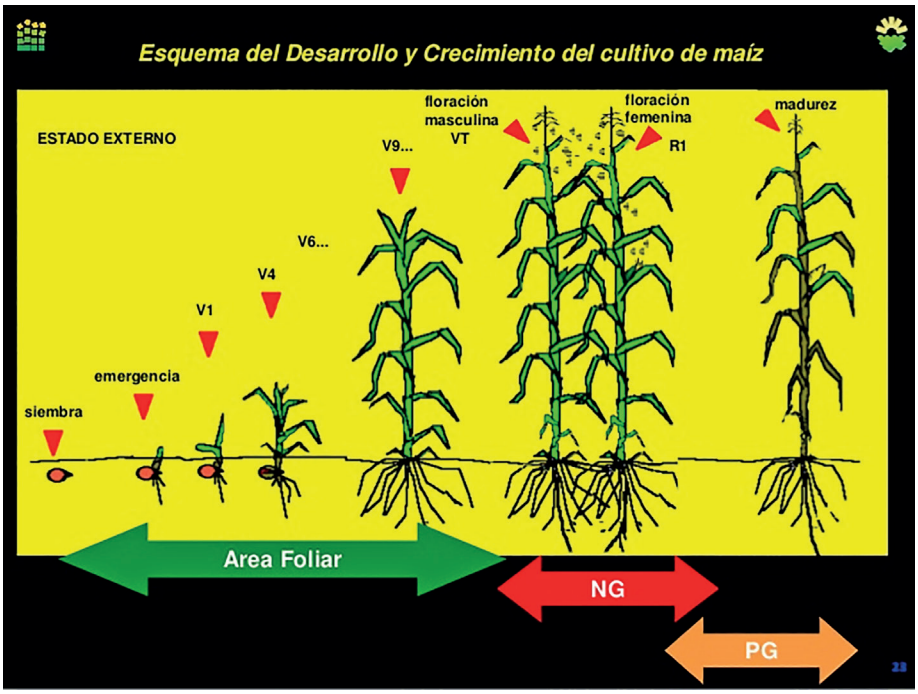

Figura 13. Esquema del desarrollo y crecimiento del cultivo de maíz.

3.5. FISCALIZACIÓN DEL CULTIVO

Se planifica la fiscalización del cultivo, con al menos cuatro visitas: 1. Desarrollo Vegetativo, 2. Floración, 3. Llenado de grano y 4. Previo a la cosecha.

3.6. MÉTODO DE MUESTREO

Se utiliza un método de muestreo, para garantizar la selección al azar de los puntos de evaluación de la sanidad del cultivo. Este método además debe asegurar una duración en el campo, no mayor de dos horas, debido a la limitación en tiempo de los integrantes del Comité de Semillas para evaluación de los campos (los cuales son también agricultores con actividades propias), así como los costos que implica esta inspección.

3.7. MUESTREO DE LOS CAMPOS DE PRODUCCIÓN

Se debe establecer un croquis para identificar los puntos de muestreo, de manera que el productor de semilla pueda conocer los puntos muestreados, se sugiere que el productor acompañe al fiscalizador. Cada punto muestreado debe abarcar todas las plantas ubicadas en los dos metros lineales (aproximadamente 10 plantas). Si se obtienen cinco muestras, el total de plantas por evaluar por lote, será de aproximadamente 50.

Se sugiere iniciar la evaluación luego de caminar 30 pasos por el perímetro, penetrar 30 pasos y efectuar la evaluación. Seguir 30 pasos más para efectuar otra evaluación hasta llegar al otro límite del terreno. Luego caminar 20 pasos por el perímetro y penetrar de nuevo con 30 pasos (Figura 14a). En la *Figura 14b* se observan los integrantes del Comité de Semillas, técnicos y el agricultor reproductor de semilla, en la evaluación del lote.

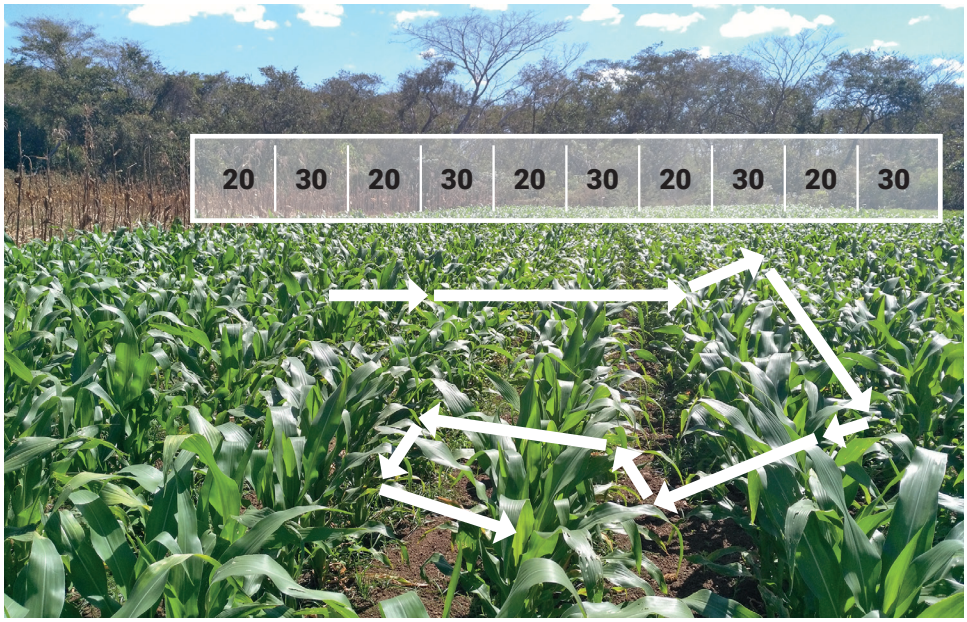

Figura 14a. Secuencia de pasos para inspección de lote de semilla de maíz.



Figura 14b. Inspección de lote de semilla de maíz por el Comité de Semillas antes de la siembra.

El formulario para la evaluación del cultivo se presenta en la *Figura A*. Este formulario lo llena el fiscal (miembro del Comité de Semillas, o un técnico, capacitado en inspección de lotes de semilla) y luego lo firma el reproductor (*Figura A*). Se recomienda elaborar un croquis del lote de producción de semilla (en el envés de la hoja de fiscalización), para tener de respaldo y verificación de los sitios muestreados. Se sugiere anotar las observaciones efectuadas al lote de semilla, una vez concluido el muestreo (*Figura A*), y luego revisar en grupo (Comité Semillas, técnico y reproductor) dichas anotaciones (*Figura A*).

INSPECCION DE CAMPO

Lote de Producción ASOPRO: _____ Día Mes Año
Comité de Semillas

Productor	Visita N.°			
Provincia	Cantón	Distrito	Finca	Lote
Fecha siembra	Fecha probable cosecha		Producción estimada	
Origen semilla	Área (ha)		Variedad	
	Kilos		Linea	
			Híbrido	

Enfermedades	Follaje	% en campo	Mazorca	% en campo	Etapa Fisiológica
☐ Fusarium	☐	_____	☐	_____	○ Vegetativa
☐ Virus	☐	_____	☐	_____	○ Floración
☐ Mancha de asfalto	☐	_____	☐	_____	○ Llenado grano
☐ Tizón Foliar	☐	_____	☐	_____	○ Vegetativa
☐ Roya	☐	_____	☐	_____	
☐ Otra (s) _____	☐	_____	☐	_____	
	☐	_____	☐	_____	

Presencia de malezas	Estado General	Aislamiento de campos cercanos
☐ Alto	☐ Bueno	Básica 300 m
☐ Medio	☐ Regular	Registrada 200 m
☐ Bajo	☐ Malo	

Observaciones y recomendaciones

_____	_____	_____	_____
Nombre del Productor	Firma	Nombre del Inspector	Firma

Original: Productor. Copia 1: Inspector. Copia 2: Comité Técnico.

PROYECTO GCP/RLA/182/SPA-COSTA RICA: "REFORZAMIENTO DE LAS POLÍTICAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE GRAOS BÁSICOS EN APOYO A LA AGRICULTURA CAMPESINA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN PAÍSES MIEMBROS DEL CAC

Figura A. Formulario de evaluación de lote de semilla de maíz.

3.8. RECOMENDACIONES PARA LOS REPRODUCTORES DE SEMILLAS

Debe manejarse como rutina la eliminación de plantas fuera de tipo, o plantas de otras variedades. Se sugiere iniciar esta labor luego de la emergencia de las plántulas, para observar además plántulas enfermas y eliminar las plántulas diferentes de la variedad a incrementar.

3.9. NORMAS PARA LA ACEPTACIÓN DE LOS CAMPOS DE PRODUCCIÓN

Las normas para la aceptación de campos de producción de semilla local, basado en que habrá un combate agroquímico preventivo antes de la floración, se dan en el *Cuadro 1*. La incidencia de las enfermedades es para efectos de sanidad de semilla, sólo se verifica su presencia.

Cuadro 1. Normas para la aceptación de campos de producción de semilla local de maíz de polinización abierta.

FACTOR	ESTÁNDAR
CAMPO	
Lote o área de producción	Nuevo 1/
Plantas fuera de tipo	1/1000
LABORATORIO	
Semillas de otras variedades	4 /kg
Semilla pura (mínimo)	98%
Materia inerte (máximo)	2%
Semillas de malezas	0
Semillas de otros cultivos	0
Germinación (mínimo)	85%
Humedad (máximo)	12%

Antes de la cosecha de la semilla, los productores deben avisar al Comité de Semillas, con al menos 15 días,

Cuando el lote de incremento de semilla está de cosecha, sólo debe cosecharse este lote, se debe colocar la semilla en sacos debidamente identificados con colilla externa y colilla dentro del saco, con el nombre de la variedad, lote, agricultor y fecha de cosecha. Debe lo más pronto posible, limpiar y clasificar la semilla, y asegurar que el secado sea adecuado. Altas temperaturas o fuertes exposiciones al sol reducirán su vigor y germinación

La práctica más común es el secado al sol, en este sentido se debe indicar el efecto negativo de un secado rápido y de las altas temperaturas en un secador artificial, así mismo existen secadores apropiados para semilla, que pueden ser utilizados en el secado del grano de maíz. Se debe almacenar la semilla de maíz, separado del grano comercial. La máquina trilladora se debe limpiar antes y después de desgranar cada variedad, para evitar contaminación física.

En cuanto a las normas para aislamiento de los campos de producción de semilla, existen recomendaciones de acuerdo a la categoría de semilla que se pretende producir (*Cuadro 2*).

Cuadro 2. Aislamiento para los campos de producción de semilla de maíz.

Categoría	**Distancia**
Registrada	300 m
Certificada	500 m
Básica	500 m

3.10. MUESTREO DE LA SEMILLA PRODUCIDA

El formulario para el Muestreo de la Semilla de Maíz se presenta en la *Figura B*.

MUESTREO
Semillas del maíz

Día	Mes	Año

Nombre del propietario: _____

Localidad: _____

Variedad: _____

Fecha de cosecha: _____

Muestra recolectada en: ☐ Finca ☐ Planta de procesamiento

☐ Otro, especificar: _____

Fase de reproducción: Sí ☐ No ☐

Etiquetadas del N.° _____ Al N.° _____

Lote N.° _____ N.° de bultos en el lote: ____ (____ qq) (____ kg) _____

Tratada Sí ☐ No ☐ Producto _____ Dosis _____

Observaciones _____

_____

_____

_____

_____

_____

Certificamos que lo anterior es correcto y que las muestras se obtuvieron cumpliendo con el protocolo para la obtención de semillas de alta calidad

_____ _____

Firma responsable de la semilla Firma del inspector

_____ _____ _____ _____

Nombre Cédula Nombre Cédula

Figura B. Formulario de muestreo de semilla de maíz.

3.11. ACOPIO DE LA SEMILLA

Se debe establecer el flujo de proceso: limpieza, clasificación, empaque, almacenamiento y tratamiento de la semilla.



Figura 14c



Figura 14d



Figura 14e

Figuras 14c, 14d y 14e. Libro de control de ingreso, clasificadora y limpiadora de grano y muestreo de semilla de maíz.

En la *Figura 14c* se muestra el libro para control de ingreso de semilla de la asociación de productores. En la *Figura 14d* se muestra una clasificadora de maíz por tamaño de grano y la selección visual de la semilla antes de su empacado. En la *Figura 14e* se observa el método para el muestreo de la semilla que se enviará al laboratorio para verificar su sanidad.

3.11.1 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SEMILLA.

El mayor énfasis se dará al contenido de humedad, la pureza física, y la capacidad de germinar. En el Cuadro 3, se dan las normas de laboratorio, para la aceptación de la semilla producida. En la *Figura 14f* se observa el análisis fitopatológico realizado a una muestra de semilla de una asociación de productores, y en la *Figura 14g* se aprecia un espacio para análisis de semilla, con base en un determinador de humedad, balanza y cribas. Se debe considerar que uno de los objetivos de la limpieza y clasificación de la semilla, es la “buena apariencia”, que independiente de la calidad, es tomada en cuenta por el que adquiere la semilla.

3.11.2. NORMA DE CALIDAD

La norma de calidad que se aplicará para el recibo de semilla, considera un máximo de 2,2 % (0,5 terrón; 0,5 germinado; 0,5 contraste; 0,5 hongo en semilla, y 0,2 % para semilla de otras variedades), para la cosecha de primera época (régimen lluvioso).



Figura 14f. Análisis fitopatológico de la semilla de maíz.



Figura 14g. Determinación de la humedad en semilla de maíz.

3.12. ETIQUETA PARA LOS SACOS CON SEMILLA QUE ENTREGA EL REPRODUCTOR

3.12.1. NORMA DE ETIQUETADO

Todo saco con semilla que se entregue para proceso y cumpla las normas de calidad, deberá llevar una etiqueta (color amarillo para genética, el color morado para la semilla registrada, el color azul para la semilla certificada y el color verde para la semilla autorizada). En la *Figura 11h*, se indica el contenido de la etiqueta, a doble espacio y letra grande (tamaño 14 en negrita).



Figura 14h. *Etiquetas para la identificación de semilla certificada de maíz.*

El área de pesaje y envasado de la semilla se muestra en la *Figura 11i*. El área de almacenamiento de semillas, cuando se dispone de cuarto con control de temperatura, se presenta en la *Figura 14j*. Si no hay control de temperatura se sugiere el empleo de un deshumidificador.



Figura 14i. Área de acondicionamiento de la semilla de maíz.



Figura 14j. Área de almacenamiento de semilla de maíz.

3.13. CONTROL POSCOSECHA

Es conveniente efectuar una evaluación poscosecha de la semilla de cada variedad.

El método es fácil, económico y rápido. Las características que se deben de cumplir son: el porcentaje de germinación, el vigor y la posible aparición de patógenos en la semilla. Esta valoración se puede efectuar al recibir la semilla, luego de transcurridos cuatro meses en almacenamiento se vuelve a repetir el mismo proceso, y antes de su venta.

La evaluación se puede efectuar con base en bandejas plásticas, empleadas por los horticultores para la germinación de semillas de tomate y chile. Bandejas de 80 posturas, son convenientes. Se requieren cinco bandejas para valorar 400 semillas que sirve para comparar con los resultados obtenidos por el laboratorio. Se evalúa el porcentaje de germinación y el vigor, y la pureza genética, y se determina si hay plantas fuera de tipo. También se puede emplear un método más económico para hacer pruebas de germinación con el empleo de papel toalla, tal como se muestra en la *Figura 11k*.

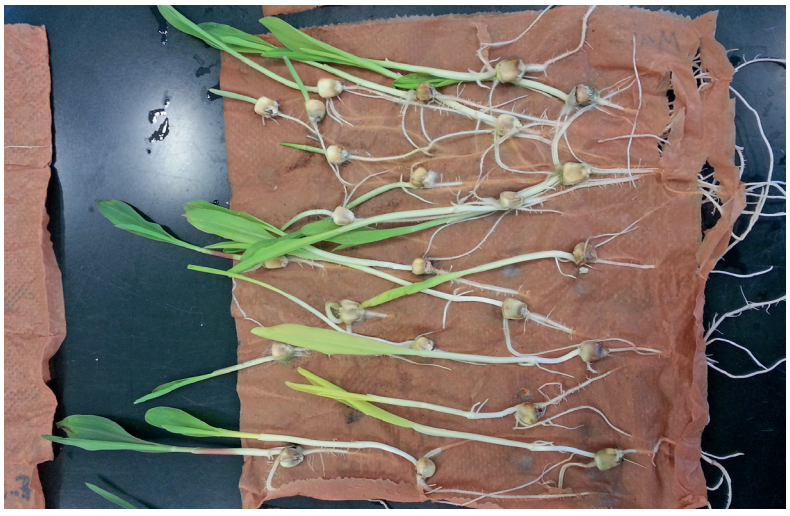

Figura 14k. Determinación del porcentaje de germinación y vigor de semilla de maíz.

3.14. EQUIPO BÁSICO PARA EL ACONDICIONADO

Para el acondicionamiento de la semilla, se requiere de una infraestructura básica, donde se ubican los equipos de limpieza y clasificación, así como el área de almacenamiento. Se requiere de equipo para lograr una adecuada y rentable limpieza y clasificación de la semilla, y que forme parte de la línea de acondicionado del grano. En este sentido, se recomienda para pequeñas organizaciones utilizar el equipo con que se cuenta para el procesamiento del grano comercial, ya que no es lógico tener equipo sólo para semilla y utilizarlo una vez al año, además no es económicamente rentable (*Figura 15*).



Figura 15. Infraestructura de acondicionado, clasificación y almacenamiento de semilla de maíz

Es importante indicar adicionalmente, que las asociaciones de productores le den énfasis al acondicionado de la semilla con base en el mismo equipo de acondicionado del grano, de manera que se consideren medidas más estrictas en relación con la limpieza del equipo cuando se acondiciona la semilla.

Se debe distinguir entre una empresa semillera, en particular para una empresa dedicada al abastecimiento de semilla a entes gubernamentales, en relación con el abastecimiento de una semilla para una asociación de pequeños productores que no tienen acceso a semilla

3.14.1. PRE LIMPIEZA

La pre limpieza, es básica, para poder analizar la calidad de la semilla en su apariencia y contaminantes. Se emplea una máquina que elimina las basuras livianas y el grano pequeño o mal formado.

3.14.2. ACONDICIONAMIENTO

El acondicionamiento tiene como objetivo continuar con la limpieza, clasificar y dar buena apariencia a la semilla. Se pueden emplear máquinas de zarandas, de vibración o de bandas y la selección manual por el grupo de mujeres.

3.14.3. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento se debe efectuar cuando la semilla tenga al menos un máximo de 13 % de humedad. Lo más común y accesible son los silos. Si el almacenamiento es por periodos mayores a un año, es conveniente almacenar en condiciones de temperatura regulada. La semilla se puede secar artificialmente, pero la temperatura de secado no puede ser superior a 43 °C.

3.14.4. CONSERVACIÓN, MULTIPLICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE VARIEDADES CRIOLLAS

En relación con las variedades criollas estas deben ser identificadas, colectadas, caracterizadas y conservadas en condiciones adecuadas que permitan su posterior regeneración y multiplicación, de manera que la reproducción y uso de semilla sea más adecuado (*Figura 16*).



Figura 16. Conservación, caracterización y uso de variedades criollas de maíz.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, p.; Mora, p. 1994. Sistemas locales de semillas: maíz y frijol. Instituto para el Desarrollo y la Acción Social (IDEAS). San José, Costa Rica. 192 p.

Carrillo, O. 2006. Certificación de semillas y control de calidad. Oficina Nacional de Semillas. San José, Costa Rica. 10 p. Disponible en: http://www.ofinase.go.cr/publicaciones/certif.doc

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Metodologías para obtener semillas de calidad: arroz, frijol, maíz, sorgo. Serie CIAT 07Sse-(1) 83. Cali, Colombia. 198 p.

Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1999. Desarrollo, Mantenimiento y Multiplicación de Semilla de Variedades de Polinización Libre. Programa de Maíz. Segunda Edición. México, D.F. 16 p.

Comisión Nacional de Semillas. Ley para la producción certificación y comercio de semillas en costa rica y reglamento. 1978. San José, Costa Rica. 42 p.

Hampton, J. G. 2001. ¿Qué significa calidad de semillas? Seed News 5 (5). También en: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed55/print_artigo55_ esp.htm

Macrobert, I.F., Setimela, P.S.; Gethi, J; Worku, M. 2014. Manual de producción de semilla de maíz híbrido.CENTRO INTERNACIONAL PARA EL MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT). México, D.F. 36 p.

Oficina Nacional de Semillas. 1979. Ley de semillas # 6289. San José, Costa Rica.23 p. San José, Costa Rica. Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. 28 p. http://www.ofinase.go.cr/htm/reglamento_ley_oficina_semillas.htm

Oficina Nacional de Semillas. 1984. Reglamento a la Ley de semillas # 6289. San José, Costa Rica. Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. 2 p. Disponible en: http://www.ofinase.go.cr/htm/ley_6289.htm

Oficina Nacional de Semillas. 1990. Reglamento Técnico para la producción de semilla certificada de maíz. San José, Costa Rica. Plegable (2 páginas). Disponible en: http://www.ofinase.go.cr/htm/reglamento_tecnico_maíz.htm

Oficina Nacional de Semillas. 2006. Reglamento para el registro de variedades comerciales. San José, Costa Rica. Disponible en: http://www.ofinase.go.cr/ htm/reglam_reg_variedades_comerciales.htm

Quirós ,W.; Carrillo, O. 2006. La importancia del insumo semilla de buena calidad. Oficina Nacional de Semillas. 7 p. http://www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc

REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO. 2006. Registro de variedades comerciales. Requisitos de inscripción. 12 p. Disponible en: http://www.reglatec.go.cr/descarga/variedades.pdf

GLOSARIO

- **Etiqueta:** Documento impreso por lo general en cartulina, con un color específico según la categoría de la semilla, numerado y con un área para coserla o pegarla al empaque o recipiente que contiene la semilla.
- **Fenología:** Estudio de los fenómenos periódicos de la vida animal y vegetal en relación con las condiciones ambientales. Se interpreta ocasionalmente como etapas de desarrollo del cultivo.
- **Fitomejoramiento:** Mejoramiento genético de plantas, para uso como alimento humano, alimento animal, ornamental, etc.
- **Generación:** Tiempo necesario para que ocurra un ciclo completo de vida sexual (Ejemplo: ciclo vegetativo del maíz, para altitudes menores a los 1.000 m, varía entre 100 y 130 días, desde la siembra hasta la cosecha de las semillas).
- **Genética:** Es el estudio de la herencia. El modo en que los caracteres de los organismos (plantas y animales e insectos, etc.), se trasmiten a generaciones sucesivas.
- **Genotipo:** Conjunto de características heredadas, que distinguen una variedad de otra.
- **Grano:** Se considera grano cuando no importa o no se valora si tiene alto % de germinación, o alto vigor. Se desconoce a que variedad o variedades pertenece. Puede estar contaminada con patógenos, plagas o semilla de malezas. El uso de grano como semilla puede conducir a un mal establecimiento del cultivo (baja germinación o bajo vigor), puede introducir hongos o bacterias y malezas al terreno.
- **Híbrido:** En una planta sería la primera generación (las semillas obtenidas de la cruza de dos variedades donde cada variedad tiene un componente genético diferente) o las plantas provenientes de la siembra de estas semillas.
- **Inóculo:** En agricultura se refiere a las partes sexuales o asexuales de hongos y bacterias, o virus, que en contacto con una planta (hojas, tallos, raíces) inician la infección. El inóculo se puede transmitir por el salpique del suelo contaminado, o por el viento, que lo lleva de una planta enferma a una planta sana. También existe inóculo de bacterias que le sirven al frijol al proveerlo de nitrógeno. Se coloca este tipo de inóculo en el suelo o en la semilla.
- **Línea pura:** Descendencia de un individuo homocigoto autofencundado. En el caso del maíz se daría para la siembra de una semilla de una variedad. La cosecha de esta planta se siembra de nuevo, y así sucesivamente, con lo que se obtiene una línea pura (siempre y cuando no se dé una cruza natural en el campo por efecto de abejas u otros insectos polinizadores, el viento o por una contaminación en el campo o en el área de trillado y almacenamiento, con semilla de otra variedad).
- **Planta fuera de tipo:** Planta que es diferente de las plantas de la variedad en su morfología, color de tallos, flor, grano, etc.
- **Pureza física:** Se refiere, en la producción local de semilla, a la pureza de las semillas, que se garantiza mediante la aplicación de una normativa o protocolo de producción

de semilla y se expresa en porcentaje de peso (cantidad de basura por kilo de semilla, cantidad de semilla contaminante por kilo de semilla, etc.).

- **Reproductor de semilla:** Se identifica a los agricultores que a juicio de la Oficina Nacional de Semillas, Órgano Certificador o Comité de Semillas de la Asociación de Agricultores, lo autorice con base en su experiencia, condiciones agroecológicas y de acceso, donde producirá la semilla, además de capacitación o experiencia comprobada en producción comercial de semilla o grano.
- **Semilla:** Es semilla cuando está viva, germina más del 80% (adecuada población se establece en el campo), tiene alto vigor, lo que favorece un rápido y uniforme establecimiento en el campo. No está contaminada con patógenos, plagas o semillas de malezas. Identifica en su totalidad a la variedad (Ej.: semilla de Dorado).
- **Semilla certificada:** Es la semilla para venta comercial, que fue obtenida bajo altos estándares de producción y bajo la fiscalización de un ente oficial del país. El color de la etiqueta, para la semilla certificada de Costa Rica, es azul.
- **Semilla híbrida:** Semilla obtenida del cruce de dos o más variedades, líneas o poblaciones.
- **Silvestre:** Planta que crece en forma natural, sin la intervención del hombre (ejemplo las malezas). De varias de estas plantas de la especie Zea mays, el hombre obtuvo las variedades criollas de maíz.
- **Variedad criolla:** Variedades que no fueron obtenidas por la mejora genética moderna. Provienen de selección efectuada por aborígenes (indígenas) y recientemente por agricultores.
- **Variedad mejorada:** Plantas que provienen de un proceso de mejora genética y son además incluidas en el registro nacional de variedades.
- **Viabilidad:** Es la capacidad biológica de la semilla para germinar.