

# MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS LOCALES DE SEMILLAS



**AGRICULTURA**

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



**SNICS**

SERVICIO NACIONAL DE  
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN  
DE SEMILLAS

# MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS LOCALES DE SEMILLAS

---



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



**SNICS**  
SERVICIO NACIONAL DE  
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN  
DE SEMILLAS



El presente documento proporciona información para establecer estrategias enfocadas a mejorar el método usado por el agricultor de seleccionar su semilla para la siembra del siguiente ciclo agrícola, así como la conservación de la diversidad de sus semillas en bancos comunitarios de semilla, el mejoramiento de sus variedades mediante el método participativo y la producción de semilla a nivel local.





# AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

## DIRECTORIO AGRICULTURA

**Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula**

Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural

**Ing. Víctor Suarez Carrera**

Subsecretario de Alimentación y Competitividad

**Dr. Salvador Fernández Rivera**

Coordinador General de Desarrollo Rural

**Ing. José Santiago Argüello Campos**

Director General de Fomento a la Agricultura

## DIRECTORIO SNICS

**Dr. Leobigildo Córdova Téllez**

Titular General del SNICS

**Dr. Marco Antonio Caballero García**

Director de Certificación de Semillas

**Ing. Víctor Manuel Vásquez Navarrete**

Director de Variedades Vegetales

**M. C. Nancy Yazmin Hernández Nicolás**

Directora de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

**Lic. Filiberto Gastelum Serna**

Área Jurídica del SNICS

## CRÉDITOS

Dr. Higinio López Sánchez  
Dr. Pedro Antonio López  
Dr. Abel Gil Muñoz  
Dra. Magnolia López Soto  
M. C. Jesús Ramírez Galindo

### REVISIÓN TÉCNICA

Dr. Leobigildo Córdova Téllez  
Dr. Marco Antonio Caballero García

### DISEÑO EDITORIAL

Renato Horacio Flores González

### APOYO LOGÍSTICO

Ing. Elizabeth Cruz Nopal  
Ing. Yaron David Haro Vasseur  
Lic. Miguel Ángel López Arreguín

## AGRADECIMIENTOS

### **Ing. Santiago José Argüello Campos**

Director General de Fomento a la Agricultura de la  
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

### **Lic. Hugo Raúl Paulín Hernández**

Subsecretario de Planeación, Evaluación y Desarrollo Regional de la  
Secretaría del Bienestar

### **M. C. Ana Laura Altamirano Pérez**

Titular de la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno de Puebla

### **Ing. Jorge André Díaz Loeza**

Titular de la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno de Yucatán

### **Dr. Rafael Ortega Paczka**

Profesor-Investigador Universidad Autónoma Chapingo (UACH)

### **M. C. Fulgencio Humberto Castro García**

Subdirector del Centro Regional Universitario Sur (CRUS) y Profesor-  
Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH)

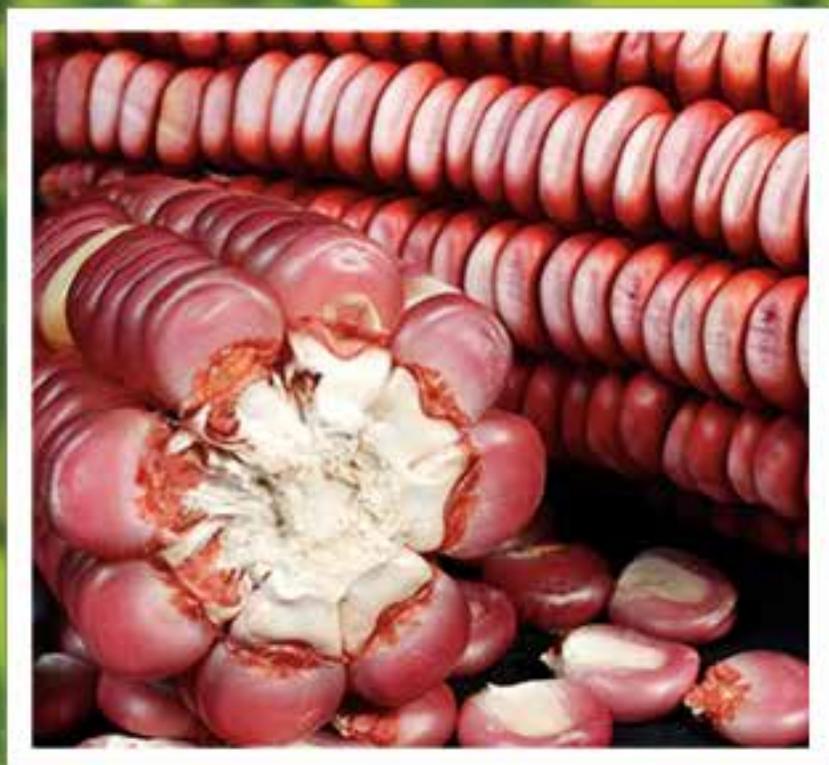
### **Dr. César del Ángel Hernández-Galeno**

Investigador Campo Experimental Iguala, Gro.  
INIFAP

### **Dr. Javier Orlando Mijangos Cortés**

Investigador Centro de Investigación Científica de Yucatán AC (CICY)

**A los técnicos (as) y coordinadores (as) de la Estrategia de  
Acompañamiento Técnico del Programa Producción para el Bienestar  
de la Subsecretaría de Alimentación y Competitividad.**



# I. PRÓLOGO

En México, existen muchas unidades de producción agrícola que utilizan semilla nativa (criolla), producto de selección de la cosecha para el siguiente ciclo agrícola. Existen varias metodologías que engloban las estrategias que permiten atender las necesidades de semilla para estas unidades de producción, conocidas como Sistemas Locales de Semilla, Sistemas Tradicionales de Semilla o Sistemas Informales de Semilla.

México es considerado uno de los principales países megadiverso y es centro de origen y/o de diversificación de varios cultivos de importancia alimenticia a nivel nacional y mundial. Mucha de la diversidad se mantiene en las unidades de producción que utilizan semilla nativa. En este sentido, las estrategias que se implementen para mejorar la productividad y calidad de los productos generados en dichas unidades deben considerar la conservación de esa diversidad.

El Manual para el Diseño de Sistemas Locales de Semilla, se elaboró considerando un diagnóstico con el enfoque de las cadenas de valor de producción de grano y de producción de semilla de variedades nativas. Se detectó falta de conocimiento para utilizar diversos sistemas de semilla, un mejor método en la autoselección de semilla y en la producción y conservación de semillas de calidad.

Para solventar la problemática detectada se plantean las siguientes estrategias: selección de semilla para autoconsumo mediante el método de selección masal; bancos comunitarios de semillas para el resguardo de los propios agricultores, en un lugar seguro, de materiales de construcción locales; selección de variedades sobresalientes, mediante el método de mejoramiento participativo y su producción artesanal; y variedades mejoradas de materiales nativos, su multiplicación y certificación para nichos agroecológicos.

La implantación de las estrategias requiere la articulación de las cadenas de valor asociadas a cada estrategia, articulación de apoyo financiero por parte del gobierno federal y estatal, vinculación de los centros de enseñanza e investigación con los agricultores y técnicos que participan en estos Sistemas de Semilla. El Manual da cuenta de lo que se debe hacer para lograr el propósito y coadyuvar a incrementar la productividad, mantener la diversidad y mejorar el bienestar de la población.



## II. RESUMEN

México, en la actualidad, para satisfacer su seguridad alimentaria tiene que hacer uso de importaciones de granos básicos como maíz, frijol, trigo y arroz; por lo tanto, no cuenta con soberanía alimentaria. Para atender el desafío de lograr la autosuficiencia alimentaria se ha propuesto incrementar la producción de alimentos en las dos grandes modalidades de la agricultura: comercial y familiar, mediante el uso de mejores semillas. El objetivo del Programa Nacional de Semillas (PNS) 2020-2024 es proporcionar semilla de calidad a agricultores del sector comercial, mediante variedades mejoradas, y a agricultores del sector de autoconsumo de la agricultura familiar, mediante semillas nativas. En el caso de la agricultura familiar, en el objetivo prioritario 2 del PNS se propone desarrollar los sistemas locales de producción de semilla nativas acorde a las necesidades de cada localidad o nicho ecológico, mediante un Manual para el diseño de sistemas locales de semilla, que contiene las siguientes estrategias:

*Selección de semilla para autoconsumo mediante el método de selección masal.* Actualmente, en los sistemas locales de semilla la mayor parte de los agricultores aplican esquemas de selección masal simple, para obtener grano y semilla que obtienen posterior a la cosecha y que almacenan principalmente en costales o tambos de plástico. Por otra parte, aun y cuando el método de selección masal visual estratificada es poco conocido existe interés en los agricultores y técnicos de campo para conocerlo e implementarlo. Por lo anterior, en esta estrategia se promueve el uso de recipientes herméticos para el almacenamiento de la semilla y el método de selección masal visual estratificada, mediante el cual se logrará un mayor incremento en la producción de grano y semilla en la parcela de cada uno de los agricultores. Para lograrlo es necesario contar con financiamiento, con un asesor técnico para la selección y conservación de semilla nativa, además de proveedores de insumos y tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento.

*Bancos comunitarios de semillas (BCS) para el resguardo de los propios agricultores, en un lugar seguro, de materiales de construcción locales.* La necesidad de esta estrategia se sustenta en que la semilla nativa en los nichos ecológicos está en riesgo a causa de factores bióticos y abióticos, debido a que la cantidad de bancos comunitarios de semilla en México es mínima y en los pocos existentes no se obtiene la máxima calidad de semilla, tanto en la cosecha como durante el acondicionamiento. Por lo anterior, en esta estrategia se propone establecer BCS en los nichos ecológicos en donde la semilla esté en riesgo, en los que se deberán atender las directrices establecidas para obtener la máxima calidad de semilla desde la cosecha, para mejorarla mediante el acondicionamiento y para conservarla durante el almacenamiento. Para lograr lo propuesto, al igual que en la anterior estrategia se requiere financiamiento, así como la participación de asesores y proveedores de tecnología y de insumos agrícolas.



*Selección de variedades nativas sobresalientes mediante el método de mejoramiento participativo y su producción artesanal.* La razón de esta estrategia es que la semilla mejorada disponible en el mercado no cumple con las expectativas del productor en cuanto a rendimiento de grano y rastrojo, ni con los usos que le proporcionan sus variedades nativas, además de que los agricultores y los técnicos de campo no han participado en programas de selección de variedades ni en la producción artesanal de semilla, a pesar de que ambos tienen interés en participar en programas de este tipo. Por lo tanto, se plantea una estrategia de mejoramiento genético en nichos ecológicos en las regiones de interés, que considera esquemas de mejoramiento participativo y la producción artesanal de semillas, con la meta de lograr un incremento de la producción de alimentos mediante el aprovechamiento de la diversidad genética vegetal local contenida en las poblaciones nativas. Adicional a las necesidades de apoyo mencionadas en las estrategias anteriores, en ésta se requerirá de la participación institucional para establecer leyes y normas, de una mayor participación de los agricultores, de un fitomejorador y de un asesor para gestionar empresas rurales.

*Variedades mejoradas de materiales nativos y su multiplicación y certificación para nichos ecológicos.* La justificación de esta estrategia es la escasez de variedades mejoradas derivadas de poblaciones nativas para los nichos agroecológicos, la falta de capacitación en el proceso de registro de variedades y la producción de semilla calificada, la existencia de variedades comerciales no específicas para nichos agroecológicos, la poca participación de agricultores en el mercado de semillas registradas y la venta de semilla de variedades nativas que no cuenta con certificación. Para desarrollar esta estrategia se contempla mejorar a las variedades nativas sobresalientes mediante métodos genotécnicos, para posteriormente hacer su registro, producción y certificación de semilla mediante empresas de agricultores en cada nicho agroecológico. Adicional a los apoyos mencionados en la anterior estrategia, en este caso se requiere capacitar y asesorar continuamente a agricultores y técnicos en el registro de variedades, certificación de semilla, así como la validación y transferencia de las variedades.

Por lo tanto, el desarrollo de los sistemas locales de semilla implica una mayor participación de agricultores, de técnicos asesores, de fitomejoradores, de proveedores y de instituciones, pero de manera coordinada.

# CONTENIDO

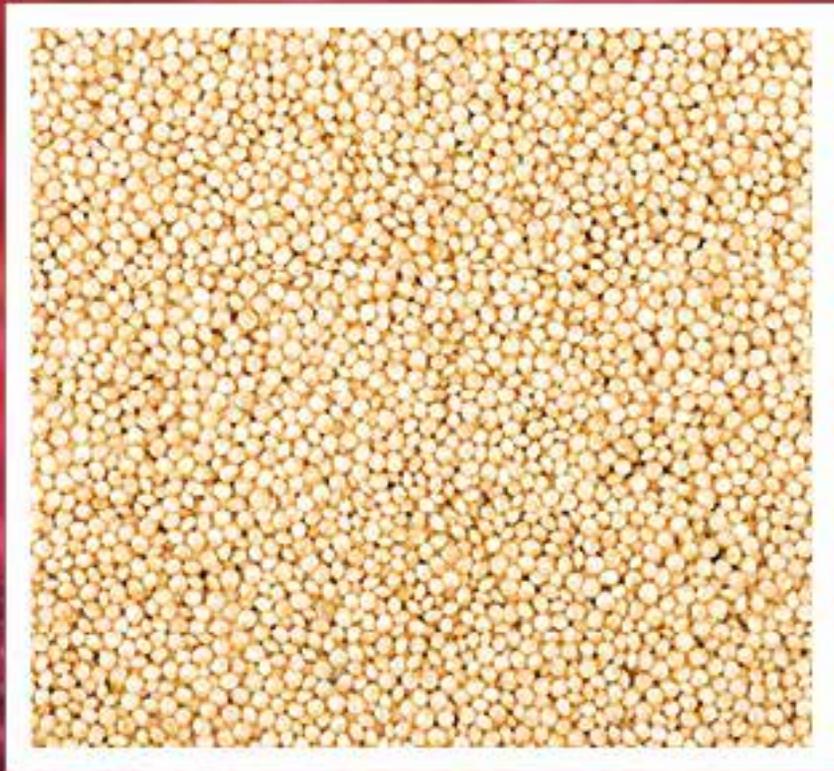
## CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	17
II.	MARCO DE REFERENCIA	21
2.1	Marco normativo	21
2.2	Marco legal	23
2.3	Diversidad vegetal, diversidad del maíz en México y uso de semilla nativa: generalidades	30
III.	LOS SISTEMAS LOCALES DE SEMILLA	33
3.1	Mejoramiento genético	33
3.2	Producción de semilla	34
3.3	Distribución de la semilla	34
3.4	¿Poblaciones nativas, variedades nativas o variedades criollas?	34
IV.	BASES TEÓRICAS DE LOS SISTEMAS LOCALES DE SEMILLA	37
4.1	Definición de semilla y grano	37
4.2	Importancia de la semilla	37
4.2.1	Conservación de la diversidad genética.	37
4.2.2	Fuente de genes.	38
4.2.3	Seguridad y soberanía alimentaria.	38
4.2.4	Cambio climático.	38
4.3	Calidad de semilla	39
4.3.1	Genética	39
4.3.2	Calidad sanitaria	39
4.3.3	Calidad física	39
4.3.4	Calidad fisiológica	39
4.4	Máximo nivel de calidad en campo	40
4.4.1	Nutrición	40
4.4.2	Aislamiento	40
4.4.3	Madurez fisiológica	41
4.5	Mantenimiento de la máxima calidad obtenida en campo	41
4.5.1	Acondicionamiento	41
4.5.2	Almacenamiento	43
4.6	Factores que influyen en el deterioro de la semilla	43
4.6.1	Calidad inicial de la semilla	43
4.6.2	Condiciones durante el almacenamiento	44
4.7	Conceptos básicos de las cadenas de valor	46
4.7.1	Definición de la cadena de valor	46
4.7.2	Dimensiones de la cadena de valor	46
V.	DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LOS SISTEMAS LOCALES DE SEMILLA	49
5.1	Encuestas a agricultores y técnicos de campo	49
5.2	Datos sociodemográficos de los encuestados	50
5.2.1	Agricultores	50
5.2.2	Técnicos de campo	52

VI.	ESTRATEGIA I:	
	SELECCIÓN DE SEMILLA PARA AUTOCONSUMO MEDIANTE EL MÉTODO DE SELECCIÓN MASAL	57
6.1	Ámbito de aplicación de la estrategia	57
6.2	La importancia de seleccionar la semilla	58
6.3	Panorama actual del método de selección y almacenamiento tradicional de la semilla	59
	Selección de semilla por los agricultores	59
	Almacenamiento tradicional de semilla	60
6.4	Biología reproductiva de la planta de maíz	61
6.5	La selección masal visual estratificada	63
	Antecedentes	63
	Descripción general del método	64
	El lote de selección	64
	Siembra del lote de selección	65
	Selección de plantas	68
	Cosecha del lote de selección	69
	Manejo postcosecha	69
6.6	Recomendaciones a tener en cuenta al aplicar el método (derivadas de la encuesta a agricultores)	71
6.7	Recomendaciones a tener en cuenta al aplicar el método (derivadas de la encuesta a técnicos)	72
6.8	Algunas modificaciones del método	73
6.9	Ventajas y desventajas de la selección masal	74
6.10	Visión de cadenas de valor para formalizar la producción de semilla de autoconsumo	74
	Actores directos	76
	Actores Indirectos	76
	Influencias del entorno	79
	Perfil de las cadenas de valor	79
VII.	ESTRATEGIA II:	
	BANCOS COMUNITARIOS DE SEMILLAS PARA EL RESGUARDO DE LOS PROPIOS AGRICULTORES, EN UN LUGAR SEGURO, DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN LOCALES	83
7.1	¿Por qué los bancos comunitarios de semilla son necesarios?	83
	7.1.1 Factores adversos que amenazan a las semillas	83
7.2	La existencia de bancos comunitarios de semilla en México es casi nula	84
7.3	En México se debe promover la construcción de bancos comunitarios de semilla	84
7.4	Construcción del banco comunitario de semilla	85
	7.4.1 Participantes	85
	7.4.2 Lugar	85
	7.4.3 Diseño y material de construcción	85
	7.4.4 Financiamiento para construcción del banco comunitario de semillas	88
7.5	Manejo de la semilla antes de su almacenamiento	90
	7.5.1 Máxima calidad de semilla desde la cosecha	90
	7.5.2 Mejoramiento de la calidad de semilla obtenida en la cosecha	91
7.6	Manejo de la semilla durante el almacenamiento	93
	7.6.1 Tipo de semilla almacenada	93
	7.6.2 Control de la humedad relativa y temperaturas altas	93

7.6.3	Monitoreo del contenido de humedad de la semilla	93
7.6.4	Monitoreo de roedores, plagas y enfermedades	93
7.6.5	Periodo de almacenamiento	93
7.6.6	Monitoreo de la calidad fisiológica de la semilla	93
7.6.7	Responsables del manejo	94
7.7	Problemática asociada al Banco comunitario de semillas	94
7.7.1	Financiamiento	94
7.7.2	Eficiencia para mantener la calidad fisiológica de la semilla	94
7.7.3	Durante el almacenamiento	94
7.7.4	Uso y distribución de la semilla	94
7.7.5	Usuarios del banco comunitario de semillas	95
7.8	Visión de cadena de valor para formalizar los bancos comunitarios de semillas	95
7.8.1	Actores directos	96
7.8.2	Actores indirectos	97
7.8.3	Influencias del entorno	98
7.8.4	Perfil de la cadena de valor	99
VIII. ESTRATEGIA III:		
SELECCIÓN DE POBLACIONES SOBRESALIENTES MEDIANTE		
EL MÉTODO DE MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO Y PRODUCCIÓN ARTESANAL		
8.1	Ámbito de aplicación de la estrategia	101
8.2	Mejoramiento genético vegetal: algunas generalidades	102
8.3	Esquema de mejoramiento genético en los nichos ecológicos	103
	Delimitación del nicho ecológico	106
	Colecta de poblaciones nativas	106
	Evaluación del material colectado	107
	Selección de los materiales sobresalientes (por rendimiento de grano)	108
	Descripción varietal de las poblaciones sobresalientes	110
	Premejoramiento de las poblaciones sobresalientes	111
8.4	Opiniones de agricultores y técnicos respecto de la estrategia	111
8.5	Fitomejoramiento participativo	112
8.6	¿Qué se entiende por fitomejoramiento participativo?	112
	¿Cómo se lleva a la práctica?	113
	Recomendaciones para su implementación.	115
8.7	Producción artesanal de semilla	116
	Normas y procedimientos	116
	Organización para la producción	117
	Cómo llevar a la práctica la producción artesanal	118
8.8	Visión de la cadena de valor para formalizar la selección de poblaciones nativas sobresalientes	121
	Actores directos	122
	Actores Indirectos	123
	Influencias del entorno	125
	Perfil de la cadena de valor	126
IX. ESTRATEGIA IV:		
VARIEDADES MEJORADAS DE MATERIALES NATIVOS Y SU MULTIPLICACIÓN		
Y CERTIFICACIÓN PARA NICHOS ECOLÓGICOS		
9.1	Obtención de variedades	129
	Variedades de polinización libre	130
	Híbridos convencionales	130
9.2	Descripción varietal	132
	Manual para la descripción de variedades de maíz	133

	Manual gráfico para la descripción de variedades de maíz	133
9.3	Difusión/promoción de las variedades	133
9.4	Inscripción en el CNVV	135
	Requisitos	136
	Formatos	136
9.5	Derechos de obtentor	136
	Convenios institucionales	137
9.6	Producción y certificación de semillas	137
	Requisitos y normas, capacitación	138
	Análisis económico	139
9.7	Organización para la producción y distribución de semillas	140
	Identificación de las cadenas de valor	140
9.8	Formación de la empresa rural – Microempresas	141
	Agricultores particulares	142
	Distribución y venta de semilla	143
9.9	Visión de cadena de valor para la producción de semilla certificada	143
	Actores directos	145
	Actores indirectos	147
	Influencias del entorno	149
	Perfil de la cadena de valor	150
X.	REFLEXIONES FINALES	153
	Contexto de las estrategias	154
	Utilidad de las estrategias planteadas	154
	Necesidades de apoyo para el funcionamiento de las estrategias	155
	Cambio de Paradigmas	155
XI.	BIBLIOGRAFÍA	157



# I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la humanidad enfrenta desafíos tales como disminuir la pobreza y el hambre, mitigar los efectos del cambio climático, conservar la biodiversidad y los recursos naturales y lograr la seguridad y soberanía alimentaria mediante la autosuficiencia. En México, los cultivos maíz, frijol, arroz y trigo son los de mayor consumo y por lo tanto son parte importante de la seguridad alimentaria. Para mantenerla, México tiene que hacer importaciones en los cuatro cultivos y en el caso de los tres últimos importa más del 25%<sup>1</sup>, con lo cual logra la seguridad alimentaria pero no la soberanía alimentaria pues no hay autosuficiencia.

Para coadyuvar atender el desafío de la autosuficiencia de alimentos en México se ha propuesto el Programa Nacional de Semilla 2020-2024 (PNS), con el fin de contribuir a incrementar la productividad mediante el uso de semilla de calidad, tanto en la agricultura comercial como en la agricultura familiar. Para proporcionar semilla de calidad en el caso de la agricultura familiar, en el segundo objetivo prioritario del PNS se propone desarrollar los Sistemas Locales de Producción de Semilla Nativas acorde a las necesidades de cada localidad, región o nicho ecológico. Para ello, se ha elaborado el presente “Manual para el Diseño de Sistemas Locales de Semilla”, que contiene las siguientes estrategias a desarrollar en las variedades nativas:

- I.** Selección de semilla para autoconsumo mediante el método de selección masal.
- II.** Bancos comunitarios de semillas para el resguardo de los propios agricultores, en un lugar seguro, de materiales de construcción locales.
- III.** Selección de variedades -nativas- sobresalientes mediante el método de mejoramiento participativo y su producción artesanal.
- IV.** Variedades mejoradas de materiales nativos y su multiplicación y certificación para nichos ecológicos.

<sup>1</sup> Valencia R, R.; H. Sánchez B.; D. Robles O. (2019) Soberanía Alimentaria de granos básicos en México: un enfoque de cointegración de Johansen a partir del TLCAN. Análisis económico, vol. XXXIV, núm. 87.



Para cada estrategia se presenta la situación actual, con base en un diagnóstico, y los cambios que se proponen. Para ello, en primera instancia se describe el marco de referencia que justifica la propuesta y que contiene el marco normativo y legal, así como la diversidad genética existente en México. También se presentan las bases teóricas y prácticas que sustentan los cambios propuestos, además de las cadenas de valor que acompañan a cada una de las estrategias, para asegurar el desarrollo de los Sistemas Locales de Semilla a nivel localidad o nicho ecológico en el corto, mediano y largo plazo, con lo cual se podrá contribuir a lograr la autosuficiencia de alimentos en México en el corto, mediano y largo plazo.

Para la elaboración del Manual para el Diseño de Sistemas Locales de Semillas se consultaron fuentes primarias y fuentes secundarias. Las fuentes primarias se abordaron a través de tres entrevistas a profesionales con experiencia en Sistemas Locales de Semillas, y mediante la aplicación de dos tipos de encuestas, a agricultores y a técnicos de campo. Las fuentes secundarias consultadas fueron libros, manuales, artículos y documentos publicados en internet, específicamente los relacionados con normatividad, legislación y estadísticas de producción y diversidad genética.



# II. MARCO DE REFERENCIA

La elaboración del Manual para el Diseño de Sistemas Locales de Semilla requiere de la revisión del marco normativo y legal en el cual se estarán desarrollando los sistemas locales de semillas. En éste se deben presentar las relaciones que hay con los planes, programas y leyes actuales en México en los cuales se pueda apoyar dicho sistema. Para ello es necesario presentar las cuatro estrategias mencionadas con antelación.

## 2.1 Marco normativo

**Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND).** Dentro de todos los planteamientos enunciados en éste hay un objetivo principal: el bienestar general de la población, dando preferencia a los pobres, tanto de la ciudad como del medio rural. Los medios para lograrlo son el crecimiento económico y el incremento de la productividad y la competitividad de manera racional. Para lograr este objetivo en el caso del medio rural se consideran los siguientes planes: A) Autosuficiencia alimentaria y rescate del campo y B) una ciencia y tecnología adecuada a las necesidades de los agricultores de cada una de las regiones agrícolas del país, especialmente de los que pertenecen a la pequeña agricultura, que históricamente han sido relegados del bienestar. De esa manera se logrará que los agricultores y sus familias tengan “condiciones adecuadas para que puedan vivir con dignidad y seguridad en la tierra en que nacieron”, evitando así la necesidad de migrar a otras partes.

Algunos programas considerados en el PND, que ayudarán a lograr el bienestar en el campo, son los precios de garantía a productos alimentarios básicos, fortalecimiento del mercado interno, proyectos regionales, promover y facilitar el acceso al crédito de las micro, pequeñas y medianas empresas y creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados, de tal manera que se logre construir la modernidad desde abajo, entre todos y sin excluir a nadie. Sin duda alguna, todos estos planes ayudarán para el desarrollo de sistemas locales de semilla.

Dentro del plan de autosuficiencia alimentaria y rescate al campo se llevan a cabo seis programas; cuatro de ellos apoyarán también el desarrollo de los Sistemas Locales de Semilla: A) Programa Producción para el Bienestar, que beneficiará a 2.8 millones de pequeños y medianos agricultores que conforman el 85% de las unidades productivas del país. Con los apoyos se pretende alentar la autosuficiencia en la producción de semilla y otros insumos, mediante el uso de maquinaria y equipo apropiado para la agricultura de pequeña escala; además se entregarán \$1,600/ha a parcelas de hasta 5 ha y \$1,000/ha a parcelas entre 5 y 20 ha; B) Programa de Precios de Garantía por tonelada para los cultivos de maíz (\$5,610), frijol (\$14,500), trigo (\$5,790) y arroz (\$6,120), en beneficio de 2 millones de pequeños agricultores; C) Distribución de fertilizantes químicos y biológicos en beneficio de agricultores; D) Creación del organismo Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX), cuyas funciones están relacionadas con la venta y distribución de fertilizantes y semillas mejoradas, promover la creación de micro, pequeñas y medianas empresas privadas asociadas a la comercialización de productos alimenticios y apoyar las tareas de investigación científica y desarrollo tecnológico. Todas las acciones involucran varios eslabones de la cadena de valor de los sistemas locales de semillas, que se proponen en este Manual.

**Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024.** Este programa es congruente con el PND, pues está orientado principalmente a satisfacer las necesidades de seguridad alimentaria en México y pretende mejorar las condiciones de vida de los productores del campo, aplicando políticas diferenciadas, siendo equitativo e incluyente en la distribución de la riqueza que el sector agrícola genera, no sólo en la perspectiva de la producción destinada a la exportación de los productos del campo, sino también en el ámbito de la producción, distribución y consumo de los productos locales, siempre tomando en cuenta el reto de los efectos del cambio climático, el cual es un elemento que afecta directamente a la producción agropecuaria. Para lograr lo anterior, este programa sectorial se basa en tres grandes objetivos que a continuación se transcriben: A) Lograr la autosuficiencia alimentaria vía el aumento de la producción y la productividad agropecuaria; B) Contribuir al bienestar de la población rural mediante la inclusión de los productores históricamente excluidos de las actividades productivas rurales, aprovechando el potencial de los territorios y los mercados locales; C) Incrementar las prácticas de producción sostenible en el sector agropecuario frente a los riesgos agroclimáticos.

La propuesta del Manual para el Diseño de Sistemas Locales de Semillas, en sus cuatro estrategias, está ampliamente soportada por el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y por el Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024, en cuyos objetivos y acciones se sustenta el Programa Nacional de Semillas 2020-2024. Particularmente, la propuesta del Manual para el Diseño de los Sistemas Locales de Semillas con un enfoque de cadenas de valor, pretende generar un círculo virtuoso al contribuir a lograr la seguridad alimentaria en cultivos básicos y estratégicos de consumo diario por la población mexicana, tal es el caso de maíz y frijol. Esta seguridad alimentaria debe permitir a su vez la generación de riqueza y su distribución equitativa entre productores, procurando la equidad de género y siendo incluyente al tomar en cuenta, en primera instancia, a aquellos sectores de las poblaciones rurales históricamente marginados. En este caso concreto, se señala a los pequeños agricultores que tienen como insumo básico de sus sistemas de producción el uso y conservación de las semillas nativas, las cuales adquieren mayor relevancia ante la amplia diversidad ambiental y humana que podemos localizar en el territorio nacional. Es precisamente en estas condiciones de pequeños agricultores y de agricultura familiar donde recae el compromiso y el fenómeno de la conservación y aprovechamiento de la semilla de especies nativas, entre ellas de maíz y frijol.

Lo señalado en párrafos previos se visualiza para los agricultores que practican la agricultura familiar a pequeña escala o de minifundio, en varias de las acciones propuestas como parte del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y del Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024. Por ejemplo, apoyos para acceder oportunamente a los insumos necesarios y a precios accesibles para incrementar la productividad, disponibilidad de crédito, y seguro agrícola en aquellas regiones con condiciones ambientales más erráticas. Otras acciones que apoyarán el desarrollo de los Sistemas Locales de Semilla será la capacitación oportuna y continua, así como la asesoría técnica especializada que acompañe al agricultor durante todo el ciclo productivo. También se requerirá de la disponibilidad de fuentes de financiamiento alternas para la investigación y generación de innovaciones tecnológicas, de manera continua. Desde luego, para que todos los eslabones de esta cadena funcionen apropiadamente se debe reconocer la importancia, tanto cultural como productiva, de las semillas nativas, las cuales han demostrado, a través de cientos y miles de años, una mayor y mejor adaptación a las condiciones específicas de producción en los agroecosistemas o nichos ecológicos. Estos nichos, abundantes y dispersos en que habitan los grupos humanos en nuestro país, resguardan el acervo genético de estas variedades nativas donde se encuentran concentrados los genes de adaptación, que permiten hacer frente a las contingencias ambientales.

## 2.2 Marco legal

Además del marco normativo, también algunas leyes contribuirán para el desarrollo de los Sistemas Locales de Semilla, con base en sus atribuciones y objetivos.

**Ley de Desarrollo Rural Sustentable.** Contempla el fomento a los sistemas familiares de producción, con el objetivo de incrementar la producción de granos mediante insumos como la semilla, con lo cual se podrá contribuir a lograr un desarrollo rural sustentable y la seguridad y soberanía alimentaria. Algunos artículos que consideran objetivos y acciones que sustentarán el diseño de los Sistemas Locales de Semillas son:

Artículo 3º.- Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

- XXIII. Productos Básicos y Estratégicos. Aquellos alimentos que son parte de la dieta de la mayoría de la población en general o diferenciada por regiones, y los productos agropecuarios cuyo proceso productivo se relaciona con segmentos significativos de la población rural u objetivos estratégicos nacionales.
- XXVIII. Seguridad Alimentaria. El abasto oportuno, suficiente e incluyente de alimentos a la población.

Artículo 4º.- Para lograr el desarrollo rural sustentable el Estado, con el concurso de los diversos agentes organizados, impulsará un proceso de transformación social y económica que reconozca la vulnerabilidad del sector y conduzca al mejoramiento sostenido y sustentable de las condiciones de vida de la población rural, a través del fomento de las actividades productivas y de desarrollo social que se realicen en el ámbito de las diversas regiones del medio rural, procurando el uso óptimo, la conservación y el mejoramiento de los recursos naturales y orientándose

a la diversificación de la actividad productiva en el campo, incluida la no agrícola, y a elevar la productividad, la rentabilidad, la competitividad, el ingreso y el empleo de la población rural.

Artículo 8º.- Las acciones de desarrollo rural sustentable que efectúe el Estado, atenderán de manera diferenciada y prioritaria a las regiones y zonas con mayor rezago social y económico, mediante el impulso a las actividades del medio rural, el incremento a la inversión productiva, el fomento a la diversificación de oportunidades de empleo e ingreso y la promoción de vínculos entre los ámbitos rural y urbano, para facilitar a los agentes de la sociedad rural el acceso a los apoyos que requiere su actividad productiva, así como a los servicios para su bienestar.

- Para lo anterior, el Estado promoverá lo necesario para formular y llevar a cabo programas de atención especial, con la concurrencia de los instrumentos de política de desarrollo social y de población a cargo de las dependencias y entidades de la administración pública federal competentes, de las entidades federativas, y los municipios.

Artículo 32º.- El Ejecutivo Federal, con la participación de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios y los sectores social y privado del medio rural, impulsará las actividades económicas en el ámbito rural.

- Fracción I. El impulso a la investigación y desarrollo tecnológico agropecuario, la apropiación tecnológica y su validación, así como la transferencia de tecnología a los productores, la inducción de prácticas sustentables y la producción de semillas mejoradas incluyendo las criollas.
- VIII. El fomento a los sistemas familiares de producción.

Artículo 178º.- El Estado establecerá las medidas para procurar el abasto de alimentos y productos básicos y estratégicos a la población, promoviendo su acceso a los grupos sociales menos favorecidos y dando prioridad a la producción nacional.

Artículo 179º.- Se considerarán productos básicos y estratégicos, con las salvedades, adiciones y modalidades que determine año con año o de manera extraordinaria, la Comisión Intersecretarial, con la participación del Consejo Mexicano y los Comités de los Sistemas-Producto correspondientes.

Artículo 182º.- Las acciones para la soberanía y la seguridad alimentaria deberán abarcar a todos los productores y agentes intervinientes, impulsando la integración de las cadenas productivas de alimentos.

**Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas y su reglamento.** En esta Ley se contemplan varios aspectos relacionados con la semilla, elemento central de los Sistemas Locales de Semilla. Los artículos de esta Ley que más apoyarán las estrategias planteadas en el Manual son los siguientes:

Artículo 3º.- Para los efectos de esta Ley, se entiende por:

- XXIX. Variedades Vegetales de Uso Común: Variedades vegetales inscritas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, cuyo plazo de protección al derecho de obtentor conforme a la Ley Federal de Variedades Vegetales haya transcurrido, así como las utilizadas por comunidades rurales cuyo origen es resultado de sus prácticas, usos y costumbres.

Artículo 4º.- La Secretaría tendrá las siguientes atribuciones:

- V. Fomentar la investigación, conservación, producción, calificación y utilización de semillas de variedades vegetales mejoradas y de uso común sobresalientes y celebrar convenios de colaboración, concertación y participación con instituciones públicas o privadas de enseñanza e investigación y con personas físicas o morales.
- IX. Promover la producción de semillas, dando prioridad a la de los cultivos considerados como básicos y estratégicos en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable.

Artículo 16º.- La política en materia de semillas tendrá como objetivos:

- Promover y fomentar la investigación científica y tecnológica para el mejoramiento y obtención de semillas, así como para la conservación y aprovechamiento de variedades vegetales de uso común.
- II. Fomentar e implementar mecanismos de integración y vinculación entre la investigación, la producción, el comercio y la utilización de semillas.
- III. Promover esquemas para que los pequeños productores tengan acceso preferente a nuevas y mejores semillas.

Artículo 18º, fracción IV:

- Promover el establecimiento de un marco normativo integral en semillas, variedades vegetales y recursos fitogenéticos, que favorezca su aplicación eficaz.

Artículo 23º.- La inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal; ésta podrá ser solicitada por los interesados en términos de lo establecido en la Ley Federal de Variedades Vegetales. Asimismo, no implica la evaluación del comportamiento agronómico de la variedad vegetal o de su capacidad de adaptación y rendimiento en una región agroclimática determinada; esta evaluación podrá realizarse por los Comités Consultivos previstos en el artículo 37 del presente ordenamiento.

Artículo 25.- La calificación (certificación) de semillas se realizará conforme a los métodos y procedimientos que se establezcan en las Reglas que expida la Secretaría; el SNICS vigilará su cumplimiento.

Artículo 31, fracción II y III:

- Los cultivos base de la dieta alimenticia nacional, así como de importancia económica, cultural, social, industrial y con potencial en la producción nacional y de exportación.
- Los cultivos preferentes a nivel regional.
- Variedades mejoradas de materiales nativos y su multiplicación y certificación para nichos agroecológicos.

Además de los planes y leyes que se enfocan a lograr la autosuficiencia, seguridad y soberanía alimentaria, otras leyes de índole federal y estatal contribuirán al desarrollo de los Sistemas Locales de Semilla, pues la parte esencial de todas es el fomento y la protección del maíz nativo.

**Ley Federal para el Fomento y Protección del Maíz Nativo.** Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de abril de 2020. Las fracciones del objeto de la Ley relacionadas con los Sistemas Locales de Semillas y sus estrategias consideran lo siguiente:

- I. Declarar a las actividades de producción, comercialización y consumo del Maíz Nativo y en Diversificación Constante, como manifestación cultural de conformidad con el Artículo 3º de la Ley General de Cultura y Derechos Culturales
- II. Declarar a la protección del Maíz Nativo y en Diversificación Constante en todo lo relativo a su producción, comercialización y consumo, como una obligación del Estado para garantizar el derecho humano a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad, establecido en el tercer párrafo del artículo 4º. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y
- III. Establecer mecanismos institucionales para la protección y fomento del Maíz Nativo y en Diversificación Constante.

En este documento queda explícita la obligación del Estado a garantizar el derecho humano a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad, a través de la protección del maíz nativo en todo lo referente a su producción, comercialización y consumo. En el Artículo 2º se definen los Bancos Comunitarios de Semillas de Maíz Nativo (centros de producción, selección, conservación y distribución de semillas de Maíz Nativo, que tienen por objeto su preservación y administración de forma colectiva, para su producción mediante sistemas tradicionales). Como se observa, las estrategias propuestas para los Sistemas Locales de Semillas quedan alineadas a lo establecido de manera genérica en esta Ley.

**Ley de Fomento y Protección al Maíz como Patrimonio Originario, en Diversificación Constante y Alimentario para el Estado de Tlaxcala.** Ley publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Tlaxcala el 18 de enero de 2011. Las fracciones del objeto de la Ley relacionadas con los Sistemas Locales de Semillas y sus estrategias, consideran lo siguiente:

- I. Declarar al maíz criollo tlaxcalteca como Patrimonio Alimentario del Estado de Tlaxcala;
- II. Fomentar el desarrollo sustentable del maíz criollo;
- III. Promover la productividad, competitividad y biodiversidad del maíz criollo;
- IV. Promover las actividades de los productores, así como de las comunidades que descienden de aquellos que originariamente han cultivado el maíz;
- V. Establecer los mecanismos de protección al maíz criollo, en cuanto a su producción, comercialización, consumo y diversificación constante como Patrimonio Alimentario del Estado de Tlaxcala;
- VI. Regular el almacenamiento, distribución y comercialización del maíz criollo en cualquiera de sus etapas en materia de Sanidad Estatal, así como en materia de conservación, mejoramiento y preservación del hábitat de las tierras; y

- VII.** Establecer las instituciones y procedimientos necesarios para que las autoridades estatales y municipales tramiten y obtengan las declaratorias federales para la protección del maíz criollo, tales como zona libre de OGMs, denominaciones de origen y otros relativos a la producción del maíz que procedan.

En esta Ley se identificaron diversos artículos en los cuales quedan enmarcadas las estrategias propuestas para los Sistemas Locales de Semillas, los cuales se enumeran y resumen a continuación:

- Estrategia Bancos comunitarios de semillas: Artículos 48° al 50°, los cuales establecen que a través de la Secretaría de Fomento Agropecuario y el Consejo Estatal del Maíz (CEM) se buscará preservar y conservar el maíz nativo, a través de la conservación *in situ* y los fondos de semilla. Se señala que estos últimos deberán garantizar el acceso a la diversidad de maíz, y se marca el derecho de los ejidos y municipios a establecer y constituir Fondos de Semillas de maíz criollo, con el objeto de protegerlo y fomentarlo.
- Estrategia Selección de variedades sobresalientes: En el Artículo 24° se declara que el CEM fomentará, asesorará y apoyará a los productores originarios en la gestión de denominaciones de origen y derechos de obtentor de variedades vegetales. En el Reglamento de esta Ley se incluyó el Artículo 8° que señala *“Para que el maíz criollo tlaxcalteca pueda ser comercializado o puesto en circulación, además de cumplir con las normas federales y oficiales mexicanas, el envase deberá llevar una etiqueta con: Nombre del cultivo, género y especie, denominación de la variedad, identificación de la categoría de semilla, y otros elementos que aparecen en las etiquetas de variedades calificadas”*.
- Estrategia Variedades mejoradas de materiales nativos: El desarrollo de esta estrategia permitiría atender lo estipulado en el Artículo 25°, en el cual se menciona que la creación de un programa estatal de semillas es una acción que se considera de utilidad pública, ya que, entre otros aspectos, garantizaría la eficiencia, productividad, competitividad y biodiversidad del maíz y de quienes trabajan con él.

**Ley de Fomento y Protección del Maíz Criollo como Patrimonio Alimentario del Estado de Michoacán de Ocampo.** Publicada en el Periódico Oficial del Estado el 1 de marzo de 2011. Las fracciones del objeto de la Ley relacionadas con los Sistemas Locales de Semillas y sus estrategias consideraron lo siguiente:

- I.** I: Fomentar, proteger y establecer al maíz criollo michoacano, como Patrimonio Alimentario del Estado de Michoacán;
- II.** II: Promover el desarrollo sustentable del maíz criollo michoacano;
- III.** III: Promover la productividad, competitividad, sanidad y biodiversidad del maíz;
- IV.** V: Promover el desarrollo sustentable de los productores organizados y registrados que cultivan y producen el maíz criollo e integrarlos al mercado económico y ambiental, con la finalidad que se vean beneficiados ellos y sus comunidades;
- V.** VII: Establecer los mecanismos de fomento y protección al maíz, en cuanto a su producción, comercialización, consumo y diversificación constante como Patrimonio Alimentario del Estado de Michoacán;

- VI.** X: Crear y mantener actualizado el Inventario de los Centros de Abasto y Fondo de Semillas de Maíz; y
- VII.** XII: Conservar, potenciar y aprovechar sustentablemente al germoplasma que contiene las diversas variedades de maíz criollo.

El análisis del articulado de esta Ley mostró la existencia de varios artículos en los cuales tienen cabida las estrategias propuestas para el Manual para el Diseño de Sistemas Locales de Semillas, que se sintetiza a continuación:

- Estrategia Selección de semillas para autoconsumo: El Artículo 9º establece los derechos de los productores originarios y custodios del maíz, resaltando los siguientes: conservar, utilizar, intercambiar y vender la semilla de maíz (Fracción I), y la capacitación y tecnificación para la mejor producción del maíz (Fracción II).
- Estrategia Bancos comunitarios de semillas: Se relaciona con los Artículos 27º y 32º. El primero establece que en los Centros de Abasto deberá existir un área destinada al Fondo de Semillas del maíz cuya única finalidad es la preservación y conservación del germoplasma. El segundo declara el derecho de las comunidades, ejidos y municipios a establecer y constituir Centros de Abasto y Fondos de Semilla de Maíz. Es conveniente apuntar que los Artículos 25º a 30º del Reglamento correspondiente explican con cierto detalle el funcionamiento de los Centros de Abasto y Fondos Comunitarios.
- Estrategia Selección de variedades sobresalientes: Se relacionan las siguientes fracciones del Artículo 30º, referente al objeto del Programa Estatal de Semillas de Maíz: Fracción I: “Asegurar el abasto”, Fracción II: “Proteger y fomentar el cultivo y producción del maíz”, Fracción III: “La distribución de las semillas en los Centros de Abasto regionales”, Fracción IV: “Impulsar la investigación (...)” y Fracción V: “Fomentar la eficiencia, productividad, competitividad, sanidad y biodiversidad del maíz, de las cadenas productoras, comunidades y productores, ejido y pueblos que originariamente han trabajado con maíz”. Es de resaltar que en el Artículo 30º del Reglamento de esta Ley se agrega como uno de los objetos de los Centros de Abasto el contribuir al mejoramiento participativo (...) del maíz
- Estrategia Variedades mejoradas de materiales nativos: Se relaciona de manera directa con el Artículo 26º, que refiere la creación de los Centros de Abasto para fomentar el suministro de semilla de maíz. Esta estrategia también contribuye al cumplimiento de las diversas fracciones del Artículo 30º enumeradas en el inciso anterior.

**Ley de Protección y Conservación del Maíz Criollo en su estado Genético para el Estado de Morelos.** Publicada en el Periódico Oficial 5199 “Tierra y Libertad” el 25 de junio de 2014. Las fracciones del objeto de la Ley relacionadas con los Sistemas Locales de Semillas y sus estrategias consideran lo siguiente:

- I.** Garantizar la protección del cultivo de los maíces criollos en territorio morelense;
- II.** Promover el desarrollo sustentable de los maíces criollo;
- III.** Fomentar la productividad, la competitividad y la biodiversidad del maíz morelense;
- IV.** Promover la conservación y el aprovechamiento tecnológico de los maíces criollos del Estado de Morelos; y

- V. Establecer los mecanismos de fomento y protección al maíz, en cuanto a la investigación, producción, comercialización, consumo y diversificación constante como Patrimonio Alimentario del Estado de Morelos.

En la revisión de esta Ley también se detectaron diversos artículos en los cuales tendrían aplicabilidad las diversas estrategias planteadas para el Manual para el Diseño de Sistemas Locales de Semillas, que son:

- Estrategia Selección de semillas para autoconsumo: Se asocia particularmente con dos fracciones del Artículo 5º, en el cual se declaran los derechos de los productores originarios y custodios del maíz: Fracción I: Conservar, utilizar, intercambiar y vender la semilla de maíz, para fines de consumo y siembra (...) y Fracción II: Recibir capacitación, asistencia técnica (...). En el Reglamento de esta Ley, específicamente en el Artículo 35º se declara que los productores de maíz nativo podrán solicitar a la Secretaría correspondiente la realización de acciones que permitan el *mejoramiento total o parcial de sus materiales genéticos*.
- Estrategia Bancos comunitarios de semillas: Se apoyaría el cumplimiento de lo marcado en el Artículo 20º [“Las Comunidades, Ejidos y Municipios tendrán derecho a establecer y constituir Centros de Abasto y Fondos de Semilla de Maíz (...)”] y el Artículo 38º (referente al establecimiento de un Programa Especial para la comercialización de los maíces criollos que contemple la cosecha, el adecuado manejo postcosecha, el almacenaje, la conservación natural y el valor agregado del grano. La posibilidad de establecer Centros de Abasto y Fondos de Semilla de Maíz Criollo en las comunidades, ejidos y municipios se remarca en el Artículo 37º del Reglamento de esta Ley.
- Estrategia Selección de variedades sobresalientes: Coadyuvaría a una de las acciones clave del Artículo 32º, en cuanto a que se generarían elementos que permitirían dar la asistencia técnica necesaria para recuperar el germoplasma nativo de maíz. También se atendería lo contenido en el Artículo 35º del Reglamento correspondiente, pues se tendrían las bases para poder fomentar el mejoramiento total o parcial del maíz nativo.
- Estrategia Variedades mejoradas de materiales nativos: Se considera que esta estrategia responde a lo dispuesto en el Artículo 38º previamente descrito.

El análisis de las tres Leyes Estatales evidencia que las estrategias consideradas en el Manual para el Diseño de Sistemas Locales de Semillas no se contraponen a aquellas, y que de hecho aporta elementos que contribuirán a hacer operativos diversos planteamiento contenidos en varios artículos de las Leyes, tal es el caso de los Fondos Locales de Semillas (Bancos Comunitarios), de los Programas Estatales de Semillas, de las acciones de fomento a la producción, almacenamiento y comercialización de estos maíces, e incluso del mejoramiento de los materiales (mencionado esto último en el Reglamento de la Ley de Morelos y Michoacán). Por otra parte, se considera que las estrategias del Manual para el Diseño de Sistemas Locales de Semillas también apoyarían el logro de otros temas, como la asesoría y apoyo a quienes cultivan maíces nativos, con la meta final de contribuir a una mejora en sus condiciones de vida.

Un último aspecto que se considera conveniente resaltar es que las tres Leyes Estatales coinciden en que con ellas se debe promover el desarrollo sustentable, la productividad, la competitividad y la biodiversidad del maíz nativo (entre otros temas principales). Adicionalmente, en las de Tlaxcala y Michoacán, se declara a este tipo de maíz como Patrimonio Alimentario (esto es, un cultivo que permite a la población de dichos estados ejercer su derecho a la alimentación, y que forma parte de su cultura y tradiciones). La relevancia de lo antes expuesto estriba en que explícitamente se reconoce y apoya la necesidad de incrementar la producción de maíz, situación que directamente contribuye a la soberanía y seguridad alimentaria de México.

### **2.3. Diversidad vegetal, diversidad del maíz en México y uso de semilla nativa: generalidades**

Debido a la gran cantidad de especies que existen en México, este es considerado parte del grupo de las 17 naciones megadiversas del planeta (aquéllas que concentran el 75% de las especies conocidas). En la obra “El Capital Natural de México”, preparada por la CONABIO<sup>2</sup>, se reporta que en territorio nacional hay 26,231 especies (cifra que sólo considera plantas vasculares, mamíferos, aves, reptiles y anfibios), cantidad que lo ubica como el quinto país con mayor diversidad en el mundo. De ese total, las especies vasculares (entre las que se incluye el maíz), representan el 89.3%. Incluido en la gran cantidad de especies vegetales que existen en el mundo se encuentra un grupo particular, que es el que contribuye al sustento de la humanidad. A ese grupo de especies se les conoce como recursos fitogenéticos. En ellos, a su vez, está contenido un subconjunto de gran importancia, el cual corresponde a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. En México, este grupo incluye a 229 especies, de las cuales 50 son autóctonas (24 anuales y 26 perennes) y 179 introducidas. Para tener una idea de la relevancia de las especies anuales autóctonas, baste señalar que con ellas se siembran, en promedio, diez millones de hectáreas al año y generan un volumen de producción de aproximadamente 35 millones de toneladas. De entre esas especies, las más importantes son el maíz y el frijol.

Hablando específicamente del maíz y su diversidad, es conveniente apuntar que actualmente se reconoce la presencia de 64 razas en la República Mexicana, 59 de ellas clasificadas como nativas. Cada una de estas razas está integrada a su vez por una gran cantidad de poblaciones nativas (también llamadas variedades nativas, y conocidas en el ámbito rural como variedades criollas). De acuerdo con el Dr. Pedro Antonio López<sup>3</sup>, una población nativa puede definirse, en un contexto agronómico, como *“un conjunto de individuos que se reproducen en un ambiente local, aunque su origen evolutivo no sea la localidad o región donde actualmente se reproducen. Este grupo de individuos es el resultado de un proceso de selección empírica dirigida por el agricultor para satisfacer sus necesidades de consumo y para enfrentar sus particulares condiciones socioeconómicas y naturales de producción.*

<sup>2</sup> CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2020, 10 de noviembre) Capital natural de México. Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/capitalNatMex>

<sup>3</sup> López, P. A. (2011) Diversidad de los Recursos Genéticos. Introducción. En: A. Handall S.; B. Cantú M.; O. A. Villarreal E. B.; P. A. López; L. López R.; A. Cruz A. y F. Camacho R. (Coords.) La biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado (pp. 195-196). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

*Estas poblaciones son diferentes y distinguibles unas de otras, por lo que es posible precisar su identidad y caracterizarlas morfológica y genéticamente. Una de sus características es que presentan una amplia variación en su estructura genética, aunque esta variación no es aleatoria, sino que es el producto del proceso de selección natural y artificial que las originó”.*

A diferencia de la clasificación a nivel de razas, al momento no existe una cifra precisa del número total de poblaciones nativas que existen en el país. No obstante, puede tenerse una idea a partir de los cálculos hechos por el Dr. Abel Gil Muñoz<sup>4</sup>, quien partiendo del dato del número de agricultores que se estima emplean semillas nativas para la producción de maíz (dos millones aproximadamente) y fijando el número de poblaciones que cada uno conserva y cultiva en dos o tres materiales, concluye que potencialmente se tienen entre cuatro y seis millones de poblaciones nativas. Aclara que no se espera que sean totalmente distintas entre sí, sino por contrario, presenten un espectro de variación amplio y continuo.

Las cifras de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2017, coordinada por el INEGI<sup>5</sup>, muestran que en México, el 77.5% de las unidades de producción agrícola a cielo abierto en el país utilizan semilla nativa (criolla). En el caso específico de maíz, datos provenientes de un estudio del mercado de semilla mejorada de este cereal en México<sup>6</sup> revelan que para el año 2010, sólo el 47% de la superficie total de maíz había sido sembrada con semillas mejoradas. Ello implica que en 4.17 millones de hectáreas se emplearon semillas nativas. En ese mismo trabajo se menciona que si bien es cierto que se notó un aumento en el uso de semilla mejorada entre los años 2000-2015, el patrón de adopción ha sido irregular, concentrándose su uso en las zonas de producción comercial. En este sentido, conviene señalar los hallazgos de otra investigación sobre el uso de variedades mejoradas en maíz<sup>7</sup>. En ella se detalla que el aumento en la tasa de uso de semilla mejorada depende en gran medida del aumento en el tamaño de la unidad de producción, y se estima que la tasa de utilización de semilla criolla (nativa) en México oscila entre 3.4 y 98%, dependiendo del estado de la República de que se trate, aunque se observa que la mayor parte de los ubicados del centro del país hacia el sureste y algunos del norte y noreste presentan tasas de uso superiores al 60%.

<sup>4</sup> Gil Muñoz, A. (2011) Estudio de caso 5.1 Los patrones varietales en maíz. En: A. Handall S.; B. Cantú M.; O. A. Villarreal E. B.; P. A. López; L. López R.; A. Cruz A.; F. Camacho R. (Coords.). La biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado (pp. 232-233). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

<sup>5</sup> INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020, 16 de septiembre) Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2017/>

<sup>6</sup> García-Salazar, J. A. y Ramírez-Jaspeado, R. (2014) El mercado de la semilla mejorada de maíz (*Zea mays* L.) en México. Un análisis del saldo comercial por entidad federativa. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37(1), 69-77

<sup>7</sup> García-Salazar, J. A. y Ramírez-Jaspeado, R. (2013) El tamaño de las unidades de producción de maíz (*Zea mays* L.): Un desafío para elevar la tasa de utilización de semilla mejorada. *Agrociencia* 47, 837-849



# III. LOS SISTEMAS LOCALES DE SEMILLA

Los Sistemas Locales de Semilla, también conocidos como Sistemas Tradicionales de Semilla o Sistemas Informales de Semilla, han existido desde que la humanidad ha seleccionado su semilla para usarla en el siguiente ciclo agrícola. Básicamente consiste de tres elementos: mejoramiento genético, producción de semilla y distribución de semilla.

## 3.1. Mejoramiento genético

Tomando como ejemplo al maíz, el agricultor selecciona su semilla mediante un método de mejoramiento conocido como Selección Masal Simple. Mediante selección visual el agricultor separa las mazorcas más grandes, con hileras de grano uniformes y completas, sanas y con olote delgado. La selección lo hace en el lugar donde almacena la mazorca, conocido en algunos lugares como Troje o Troja. De esta manera, el resultado del mejoramiento genético es un incremento en rendimiento de 1.5% anual, cálculo realizado por el Dr. Amalio Santacruz Varela<sup>8</sup> mediante un análisis de regresión a datos de producción de grano reportados por el SIAP en el periodo de 1980 a 2018 para la región de temporal, que es donde se usa la Selección Masal Simple. Una alternativa para incrementar la producción es el uso del método Selección Masal Visual Estratificada, pues, de acuerdo a la investigación realizada principalmente por el Dr. José D. Molina Galán, si se hace de manera rotativa se obtienen incrementos por ciclo de selección de 3.05% a 6.56%, si se realiza en la parcela, en lugar de la troje, del agricultor año tras año.

<sup>8</sup> Cálculo realizado por el Dr. Amalio Santacruz Varela mediante un análisis de regresión a datos de producción de grano reportados por el SIAP en el periodo de 1980 a 2018 para la región de temporal, que es donde se usa la Selección Masal Simple.

## 3.2. Producción de semilla

Además del mejoramiento genético que el agricultor hace al seleccionar su mazorca en la Troje, el agricultor produce la semilla en su parcela, con insumos en cantidades no definidas para producir semilla, herramientas y equipo de acuerdo a sus posibilidades económicas y a las condiciones ambientales presentes en su región. Después de la cosecha, el agricultor lleva la mazorca a la Troje para su secado y posterior desgrane de la parte central de la mazorca. Después de obtener el grano algunos agricultores los protegen del ataque de plagas y enfermedades mediante productos químicos u orgánicos e incluso material inerte como ceniza, en algunos casos volcánica. Finalmente la envasa y la guarda en algún espacio de la casa destinada para ello.

## 3.3. Distribución de la semilla

La semilla que produce el agricultor es principalmente para autoconsumo, es decir para sembrarla, y algunos llegan a intercambiar por otra variedad o incluso por otro cultivo, pero pocos llegan a venderla. El intercambio o la venta se ha estado incrementando pues, debido al cambio climático, algunos agricultores han perdido su semilla.

Como puede observarse, los Sistemas Locales de Semilla son similares en sus elementos a los Sistemas Formales de Semilla realizado por instituciones o empresas privadas. La diferencia radica en que el destino es principalmente para autoconsumo y el paquete tecnológico que utilizan no fue definido para producir semilla de calidad, debido a que la investigación no lo ha diseñado, y a que carecen de financiamiento para adquirirlo si lo hubiera. Tampoco tienen mecanismos de difusión de la semilla pues no se requieren. Por lo tanto, para desarrollar los Sistemas Locales de Semilla se deberá contar con tecnología adecuada para la producción de semilla y financiamiento para adquirirla en los dos primeros elementos, principalmente para las estrategias en que se esté considerando la venta de semilla.

## 3.4. ¿Poblaciones nativas, variedades nativas o variedades criollas?

Con el fin de uniformizar conceptos, se hace la aclaración de que en este Manual se usa el término “poblaciones nativas” que, en el contexto agronómico, es el término más apropiado para referirnos a las poblaciones de maíz originarias de México, creadas y manejadas por los agricultores. Estas poblaciones suelen agruparse para conformar las razas de maíz reconocidas; sin embargo, en el lenguaje cotidiano, en el ámbito rural y político, a estas poblaciones también se les identifica como “variedades criollas”, “variedades nativas”, “maíces criollos” o “maíces nativos”.





# IV. BASES TEÓRICAS DE LOS SISTEMAS LOCALES DE SEMILLA

## 4.1 Definición de semilla y grano

La diferencia entre ambas definiciones estriba básicamente en su uso. Ambas se obtienen en la parcela del agricultor y reciben un manejo similar hasta que la mazorca llega a la Troje. De ahí se toman mazorcas para obtener grano para consumo humano o animal, y mazorcas para obtener semilla, cuyo uso será generar las plantas que cultivarán en el siguiente ciclo agrícola. Es a partir de aquí que el manejo es diferente. La semilla se separa del granel y recibe un manejo que garantice que llegue a la siembra con el menor daño por plagas y enfermedades posible, para generar plántulas vigorosas, lo que es muy importante en regiones con condiciones ambientales adversas.

## 4.2. Importancia de la semilla

La semilla es muy importante desde cuatro enfoques: se conserva la diversidad genética, es fuente de genes, apoya la seguridad y soberanía alimentaria y ayuda a gestionar el cambio climático.

### 4.2.1 Conservación de la diversidad genética

La semilla es el medio por el cual se conserva la diversidad genética existente en los Sistemas Locales de Semilla, en relación a especies, razas o tipos dentro de especies y poblaciones dentro de razas o tipos. Por ejemplo, en maíz se conservan 60 razas y de acuerdo con el Dr. Abel Gil Muñoz, de 3.6 a 5.4 millones de poblaciones nativas.

### 4.2.2 Fuente de genes

La semilla, constituida por células, contiene genes llamados constitutivos, cuyas proteínas se encargan del mantenimiento de todas las funciones celulares. También contienen genes que participan en la generación de metabolitos secundarios, responsables de la respuesta de las plantas a factores ambientales adversos como la sequía, heladas, calor, enfermedades, plagas, etc. o para darle sabor a frutos de plantas como las hortalizas o color a flores y hojas, entre otros muchos usos. Por lo tanto, es muy importante no perder genes pues se podría afectar el funcionamiento de las células o perder la resistencia a factores adversos o los atributos de calidad de fruto, flores u hojas.

### 4.2.3 Seguridad y soberanía alimentaria

La semilla es el medio por el cual se generan y/o acumulan las biomoléculas (proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, etc.) y minerales que requieren los humanos y animales para crecer y desarrollarse. Para lograrlo es necesario que alrededor de ella confluyan factores como la nutrición vegetal, la genética, la fitopatología, la entomología, factores ambientales, socioeconómicos y culturales. De esa manera se logra incrementar la producción de alimentos necesarios para alimentar a la población de un país de manera adecuada en cantidad y calidad; es decir, se logra obtener la seguridad y la soberanía alimentaria.

### 4.2.4 Cambio climático

El cambio climático es una realidad. Las bases científicas indican que éste es generado por dos factores, la actividad solar y la presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Evaluaciones recientes indican que la concentración de CO<sub>2</sub> se está incrementando en la atmósfera, a consecuencia de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), de la quema de la vegetación y de la actividad volcánica. El incremento ha sido 34% en el periodo de 1780 a 2007. Otro de los gases invernadero es el metano, cuya concentración se incrementó a más del doble después de la revolución industrial. Existe una alta correlación entre los gases de efecto invernadero y el incremento de la temperatura, que ha sido de 0.5 °C en los pasados 100 años, lo que ha ocasionado cambios en el clima y en el ambiente, lo que sin duda pondrá en riesgo la habilidad de futuras generaciones para satisfacer sus necesidades humanas básicas de manera sustentable. Por lo anterior, los Sistemas Locales de Semilla se han visto afectados por fenómenos meteorológicos más intensos, como la sequía, heladas, granizo, calor, inundaciones, plagas y enfermedades, lo que obliga a buscar mecanismos de mitigación de los efectos del cambio climático. En ese sentido, los Sistemas Locales de Semilla cuentan con tres elementos clave: la diversidad genética, la plasticidad fenotípica y la adaptación que han sido generados por el cultivo de las poblaciones nativas, a lo largo de cientos o miles de años en las parcelas de los agricultores que integran los Sistemas Locales de Semilla. Los tres elementos pueden ser aprovechados mediante el mejoramiento genético de las poblaciones nativas locales y la producción de semilla de las variedades mejoradas que éste genere, variedades que presenten tolerancia a los factores ambientales ya citados.

## 4.3 Calidad de semilla

La calidad de semilla se refiere a una serie de atributos que debe tener un lote o volumen determinado de semillas, que se utilizará por los agricultores para incrementar características de interés antro-pocéntrico, como el rendimiento de grano; entre los atributos tenemos:

### 4.3.1 Calidad genética

Se refiere a que una variedad, cuya semilla ha sido multiplicada a partir de la semilla de una variedad generada y registrada por el fitomejorador, no debe cambiar respecto a las características registradas en la descripción de la variedad. Para asegurar la máxima calidad genética, durante la producción de semilla, el lote de producción debe aislarse de otros que contengan variedades diferentes.

### 4.3.2 Calidad sanitaria

Se refiere a la condición de sanidad de las semillas, que puede ser afectada principalmente por la presencia de microorganismos patógenos como hongos, bacterias y virus. La calidad de la semilla puede verse comprometida por la presencia y reproducción de estos microorganismos después de que ésta ha alcanzado su madurez fisiológica en campo, o si la semilla no es cosechada a tiempo. También durante el almacenamiento, sobre todo si la semilla no se secó adecuadamente, o si en el almacén hay alta cantidad de humedad relativa y temperatura, y si el envase no es impermeable.

### 4.3.3 Calidad física

Se refiere al grado de pureza física de la semilla; es decir, si existe o no la presencia de semillas de otros cultivos o malezas, materia inerte, así como la integridad de la semilla (semilla quebrada, tamaño y peso de la semilla). Para determinar este atributo se debe evaluar a la cantidad de sus componentes; es decir, las semillas de otros cultivos o malezas, materia inerte, semilla quebrada y el tamaño y peso de la semilla, además del contenido de humedad y el peso volumétrico. La calidad física se expresa en porcentaje.

### 4.3.4 Calidad fisiológica

La calidad fisiológica de las semillas se mide por su viabilidad, la capacidad de germinación y su vigor.

#### **Viabilidad**

Se refiere a la capacidad de los tejidos vivos de la semilla para germinar en condiciones de temperatura y humedad adecuadas a cada especie. Se mide en porcentaje, tanto en semillas que no presentan latencia, como en aquellas que sí la presentan por razones fisiológicas, bioquímicas o morfológicas, después de eliminar la latencia.

#### **Germinación**

Capacidad de las semillas para desarrollar estructuras esenciales que indican su capacidad para desarrollar una planta normal bajo condiciones favorables en campo. Se mide en porcentaje respecto a la cantidad de plántulas anormales.

## **Vigor**

Se define como la suma total de aquellas propiedades de la semilla (constitución genética, nutrición de la planta madre, madurez fisiológica al momento de la cosecha, tamaño y peso) que determinan el nivel potencial de actividad y desarrollo durante la germinación y emergencia de la plántula en diferentes ambientes, sobre todo los adversos. Existen varios métodos para medir el vigor, por ejemplo, el envejecimiento acelerado, primer conteo en la germinación, velocidad de crecimiento y emergencia y cantidad de materia seca en estructuras de la plántula.

## **4.4 Máximo nivel de calidad en campo**

El máximo nivel de calidad de la semilla se logra en la parcela a través de la nutrición y el aislamiento del cultivo, y de la madurez fisiológica de la semilla al momento de la cosecha.

### **4.4.1 Nutrición**

La nutrición de la planta madre es muy importante para obtener semillas con una máxima calidad física y fisiológica. Los tres elementos más importantes son el Nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K). Las funciones principales del nitrógeno (N) son: a) formar parte de moléculas vitales para el crecimiento y desarrollo celular, tales como clorofila, ácidos nucleicos, enzimas y fitohormonas, b) Participa en numerosos procesos de biosíntesis de azúcares y fitohormonas, c) controla la absorción y transporte de iones y compuestos. Por lo tanto, la aplicación de nitrógeno en cantidades adecuadas aumenta el contenido de proteínas en las plantas y mejora la absorción y transporte de nutrientes, promueve el crecimiento de raíces, hojas, flores, frutos y semillas y mantiene niveles adecuados de fitohormonas y fotoasimilados. Las funciones principales del fósforo (P) son: a) participa en la transferencia de energía en las células vegetales, b) componente de ácidos nucleicos, coenzimas, fosfolípidos y ácido fólico, c) estimula el desarrollo de semillas y la formación de raíces y d) participa en la síntesis del almidón. Las funciones principales del potasio (K) son: regula el estado del agua y la activación de muchas enzimas, b) participa en la fotosíntesis y respiración, c) participa en la formación y translocación de azúcares, almidón y hormonas del crecimiento vegetal, d) regula la apertura y cierre estomatal y e) está relacionado con la resistencia de plantas a los factores de estrés biótico y abiótico, que están presentes en los Sistemas Locales de Semilla. Dada la importancia de la nutrición de las plantas será necesario precisar los paquetes tecnológicos (variedades y fertilizantes) para las diferentes regiones de la agricultura tradicional del país.

### **4.4.2 Aislamiento**

El aislamiento, relacionado con la máxima calidad genética, puede ser mediante distancia (200 m), tiempo (1 mes) o surcos que formen un "bordo". La finalidad de los tres es evitar que llegue polen extraño a las plantas de las que se obtendrá la semilla. En el caso de los Sistemas Locales, debido a que no se puede aislar por distancia, por la cantidad y tamaño de las parcelas, ni por tiempo, pues la siembra de todas las parcelas depende del establecimiento de las lluvias, se recomienda tomar semilla de la parte central de la parcela, cuyas orillas constituirán el bordo.

### 4.4.3 Madurez fisiológica

La madurez fisiológica es la etapa en la que la semilla alcanza su máximo nivel de viabilidad, germinación y vigor, lo que indica que la semilla ya está madura en términos fisiológicos y sólo requiere perder agua para que pueda germinar. Es la etapa recomendada para cosechar la semilla, pues a partir de ahí es que la semilla inicia el deterioro, proceso inevitable e irreversible, causado por factores ambientales como la lluvia, el calor, ataque de plagas y enfermedades. En el caso del maíz, un indicador de madurez fisiológica es la llamada capa negra. Esta capa se forma por el colapso de células especializadas en la transferencia de nutrientes de la planta madre a la semilla, lo que evita el movimiento de azúcares pues ya no son necesarios. El tejido de esas células, localizado en la base del grano, se oscurece. En esta etapa la semilla ha alcanzado su madurez fisiológica y ha iniciado el proceso de secado, por lo que ya se puede realizar la cosecha.

## 4.5 Mantenimiento de la máxima calidad obtenida en campo

La calidad de una semilla no se puede mejorar después de la cosecha, por lo que hay que hacer lo necesario para preservar su calidad durante el acondicionamiento y almacenamiento.

### 4.5.1 Acondicionamiento

El acondicionamiento es una serie de pasos que se siguen para mantener y mejorar la calidad de semilla obtenida en campo. También se prepara a la semilla para que su calidad no disminuya durante el almacenamiento y la conserve hasta que se siembre.

#### **Secado de la mazorca**

El secado de la mazorca es muy importante pues permite que la semilla pierda humedad y la mazorca pueda ser desgranada sin que dañe la calidad física de la semilla. Si el contenido de humedad de la semilla es alto, como sucede si la mazorca se cosecha en madurez fisiológica, lo recomendable es secarla inicialmente sin exponerla al sol, lo que podrá hacerse cuando el contenido de humedad disminuya y se logre así bajar el contenido de humedad de la semilla a niveles deseables (10 a 12%).

Desgrane: El desgrane se debe realizar después de que la semilla en la mazorca haya disminuido su contenido de humedad, idealmente por debajo de 12%, pues eso facilitará el desprendimiento de la semilla del olote, evitando el daño mecánico. El desgrane puede hacerse a mano o mediante el apoyo de herramientas o equipo. En cualquiera de los casos se debe evitar dañar a la semilla: descabezado, agrietamiento, ruptura e incluso el daño interno no visible.

#### **Selección de la semilla**

Si la mazorca se desgrana totalmente deberá hacerse un paso adicional, la selección de la semilla. Si el desgrane es manual, o mediante el apoyo de alguna desgranadora, la semilla se puede seleccionar al desgranar la parte central de la mazorca. De esta manera se obtendrá semilla de buen tamaño y

uniforme, que es uno de los objetivos de la selección de semilla. Si la mazorca se desgrana totalmente la semilla se pasa por una máquina que la clasificará por peso, tamaño y forma. Esto permitirá seleccionar la semilla deseada, de acuerdo a las necesidades del consumidor.

### **Tratamiento de la semilla**

Después de haber seleccionado a la semilla, y previo al envasado o durante éste, se debe proteger a la semilla del ataque de hongos e insectos, principalmente. El ataque de ambos puede estar influenciado por el contenido de humedad de la semilla y por las condiciones de temperatura y humedad relativa del almacén. Por lo tanto, si el contenido de humedad de la semilla es bajo y si la humedad relativa y la temperatura de almacenamiento también son bajas, posiblemente el tratamiento de la semilla no sea necesario si se utiliza un envase que proteja de insectos o roedores. El tratamiento de la semilla puede hacerse con fungicidas e insecticidas químicos o biológicos. Los hongos más comunes durante el almacenamiento son de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* y las plagas más comunes son la palomilla (*S. cerealella*), picudos del género *Sitophilus*, barrenadores de los granos (*P. truncatus* y *R. dominica*) y gorgojos (*A. obtectus* y los del género *Cryptolestes*).

### **Envasado de la semilla**

El envasado de la semilla es muy importante para conservar su calidad, pues su función es mantener bajo su contenido de humedad y aislarla de la humedad relativa y la temperatura. Existen varios tipos de envase, cuyas características pueden cumplir o no con las funciones del envase.

- Recipientes metálicos. Son los mejores pues proporcionan una barrera absoluta a la humedad, gases, luz, roedores e insectos, por lo que protegen los aspectos físicos de calidad, incluyendo el contenido de humedad de la semilla. El aluminio laminado como material para la fabricación de envases de almacenamiento tiene baja tasa de transmisión de vapor de agua, debido a la presencia de perforaciones muy delgadas, asociadas a un mayor espesor. Para un mejor funcionamiento debe estar unido a otros materiales para producir combinaciones con casi todas las características deseadas. Con la selección apropiada de materiales se pueden producir combinaciones que restrinjan completamente la transferencia de vapor.
- Recipientes de vidrio. Estos envases proporcionan esencialmente la misma protección que los de metal, pero el vidrio se rompe fácilmente, razón por la cual casi no se usan para envasar semilla.
- Polietileno. Es la película termoplástica más extensamente usada. Las películas de baja densidad se consideran mejores debido a las diferencias en resistencia y elasticidad, a pesar de que las películas de media y alta densidad muestran progresivamente menos permeabilidad a la humedad.
- Papel. Es ampliamente usado para empacar semilla; puede constar de varias capas, que pueden ser de diferente grosor. Cuando se requiere protección contra la humedad se incluyen materiales impermeables como asfalto, polietileno o aluminio laminado.

### 4.5.2 Almacenamiento

La humedad relativa indica la cantidad de agua dispersa en el aire, y en combinación con la temperatura tiene efecto en la semilla; por esta razón se debe mantener ambientes de baja humedad y baja temperatura. Cuando se hace alusión a un lugar para conservar semilla, la gran mayoría de las referencias se enfoca a cuartos fríos donde la temperatura y humedad relativa se mantienen a niveles bajos en forma artificial; no obstante, este tipo de almacén es costoso. Una alternativa viable es aprovechar condiciones naturales de lugares fríos, ubicados en altas altitudes, o en su defecto el lugar más fresco de la casa o el almacén.

En México, condiciones naturales adecuadas para almacenamiento se encuentran en las faldas de los volcanes, donde la temperatura es baja y estable. Un ejemplo de esta alternativa es el almacén de semillas operado por la Academia de Ciencias Agrícolas Xining de Qinghai, China, en donde la semilla se guarda en baúles de acero sellados. Las características y condiciones de este almacén son las siguientes: latitud de 37° N, longitud de 102° E, altitud de 2295 msnm, temperatura media interna de 9.7 y externa de 12.5°C, temperatura máxima interna de 21.8 °C y precipitación anual de 430 mm. En estas condiciones la semilla de chícharo y haba no disminuyen apreciablemente la germinación después de 11 y 15 años de almacenamiento, respectivamente; en trigo se ha obtenido 68% de germinación después de 16 años de almacenamiento.

Por lo tanto, la mejor alternativa para conservar la calidad de la semilla durante el almacenamiento es secar la semilla a niveles entre 6 y 10% de humedad, aplicar fungicidas e insecticidas, guardarla en envases metálicos herméticos aisladas de la humedad relativa del exterior, y colocarlos en lugares fríos. En los Sistemas Locales de Semilla se deben buscar las condiciones de almacenamiento que más se acerquen a lo descrito.

## 4.6 Factores que influyen en el deterioro de la semilla

El deterioro implica cambios degenerativos inevitables e irreversibles que se presentan después de que la semilla ha alcanzado su madurez fisiológica, cuyas consecuencias se reflejan en una disminución de la capacidad de germinación y vigor. El deterioro es un proceso catabólico inevitable e irreversible, pues todo ente viviente eventualmente debe deteriorarse y morir. La velocidad del deterioro dependerá de si la semilla es ortodoxa (sobrevive en condiciones de baja humedad y baja temperatura), como el maíz, o si es recalcitrante (no sobrevive), como la semilla del caucho (*Hevea brasiliensis*)

### 4.6.1 Calidad inicial de la semilla

El nivel de calidad de las semillas al ser colocadas en condiciones de almacenamiento, es variable en función del manejo previo a esta etapa. El nivel de calidad inicial de las semillas, depende de los siguientes factores:

### **Factor genético**

Diversos trabajos de investigación han demostrado que existen diferencias en la longevidad de la semilla, entre especies y entre variedades de la misma especie, siendo de mayor magnitud la diferencia entre especies. Por ejemplo, la longevidad de las semillas de soya disminuye más rápidamente que la de otros cultivos como el maíz. También se han reportado diferencias a nivel de familias, en donde sobresalen por su mayor longevidad las leguminosas.

### **Vigor de las plantas progenitoras**

El vigor de la planta madre está influenciado por diversos factores en los que puede destacar la nutrición, la sanidad, el ataque de plagas, etc. y aunque existen pocos trabajos al respecto, no es aventurado afirmar que las semillas formadas en plantas vigorosas, presenten un mayor potencial de almacenamiento, que las formadas en plantas débiles.

### **Madurez a la cosecha de la semilla**

La determinación del momento oportuno para realizar la cosecha puede evitar cantidades excesivas de semillas inmaduras, semillas mal formadas y semillas deterioradas, debido a que el periodo de cosecha, dependiendo de la especie, puede durar días, semanas o meses. Por lo tanto, las pérdidas pueden ser leves, drásticas e incluso totales cuando la semilla se almacena en condiciones adversas o por largos periodos de tiempo.

### **Daño mecánico**

El daño mecánico se refiere al daño físico que sufre la semilla durante las operaciones de cosecha, transporte, beneficio y almacenamiento. El daño puede ser visible o no; en el primer caso se incluyen las semillas quebradas, agrietadas y compactadas y en el segundo se consideran a las semillas con lesiones internas. El primer grupo de semillas es eliminado durante el beneficio, en tanto las semillas con daños internos, acompañarán a las semillas sanas hasta el almacenamiento, en donde, dependiendo del grado de deterioro, podrán sobrevivir y llegar a la nueva siembra, originando una disminución en la emergencia y establecimiento en campo. El daño de mayor peligro es el daño interno cuando afecta al tejido embrionario, acelerando con ello el proceso de deterioro y por lo tanto, la pérdida de viabilidad. Sin embargo, el daño visible también implica algunos riesgos, debido a que las semillas con daño mecánico son más susceptibles a la infestación por microorganismos e insectos, convirtiéndose en focos de infección para el resto del lote de semillas.

## **4.6.2 Condiciones durante el almacenamiento**

La dinámica del deterioro de las semillas durante el periodo de almacenamiento, está en función directa de los siguientes factores:

### **Contenido de humedad de la semilla y temperatura del almacén**

Los factores más críticos que afectan la longevidad de la semilla durante el almacenamiento, son el contenido de humedad de la semilla y la temperatura del almacén. La humedad de la semilla es el factor más importante, ya que se ha observado que cuando la semilla es almacenada con bajos contenidos de humedad, la temperatura de almacenamiento, no afecta en gran medida a la longevidad, por lo que la semilla puede almacenarse en un amplio intervalo de temperaturas. El efecto nocivo de la humedad está en función de la cantidad de ésta en la semilla. En términos generales, si es superior

a 30% la semilla puede germinar, entre 18 y 30% puede ocurrir un rápido deterioro por la presencia de microorganismos y hay un gasto excesivo de reservas debido a la alta intensidad respiratoria, si es menor a 8 ó 9% existe una baja o nula actividad de los insectos y si es menor a 4 ó 5% la semilla es inmune al ataque de hongos de almacén, aunque el deterioro puede presentarse por procesos oxidativos.

Cada tipo de semilla alcanza un contenido de humedad en equilibrio (equilibrio higroscópico) con la humedad relativa y temperatura del ambiente. En ese sentido, se ha encontrado que a baja humedad relativa (50%), el contenido de humedad de la semilla no se modifica significativamente con el cambio de temperatura (10, 21 y 32 °C); sin embargo, se ha observado que las diferencias son más notables con alta humedad relativa (70%), notándose cierto grado de asociación entre el contenido de humedad de la semilla y la temperatura. En combinación con la humedad, la temperatura de almacenamiento es el segundo factor más importante en la conservación de la longevidad de las semillas, ya que conforme aumenta la temperatura la viabilidad disminuye, por lo que la temperatura deseable para almacenar semilla oscila entre 0 y 5 °C, siempre y cuando no exista alta humedad relativa en el almacén. Si la semilla es almacenada por largos periodos de tiempo, es conveniente reducir la temperatura y el contenido de humedad de la semilla. En general, por cada incremento en la humedad de la semilla dentro de un intervalo de 5 a 14%, la viabilidad se reduce a la mitad. Lo mismo sucede con incrementos de 5 °C en la temperatura de la semilla, dentro de un intervalo de 0 a 50 °C.

### **Presencia de microflora**

Probablemente, las bacterias no juegan un papel importante en el deterioro de las semillas, debido a que necesitan agua libre para poder desarrollarse; entonces, los hongos son los únicos microorganismos que causan deterioro en la semilla. Humedad y temperatura alta, provocan un contenido de humedad de equilibrio de la semilla relativamente alto. Bajo esas condiciones, es posible que se aumente el desarrollo de los hongos, con lo cual, la semilla pierde más rápidamente su viabilidad durante el almacenamiento. Los hongos pueden contaminar a la semilla, ya sea en el campo o en el almacén. Los hongos de almacén, son casi exclusivamente de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. Los principales efectos deletéreos de los hongos de almacén son decoloración de la semilla, producción de micotoxinas, producción de calor, con lo cual se aumenta la respiración, desarrolla olores y endurecimiento de la semilla e incremento de ácidos grasos libres por el rompimiento de los lípidos.

### **Presión del oxígeno**

El tercer factor en la sobrevivencia de la semilla en el almacén, es la presión parcial del oxígeno. Altas cantidades de oxígeno reducen la viabilidad de la mayoría de las especies, especialmente con alto contenido de humedad de la semilla, pues estas condiciones aceleran la respiración.

### **Composición química de la semilla**

La composición química de la semilla interacciona con la humedad relativa y la temperatura durante el almacenamiento, lo que puede modificar su contenido de humedad. Se ha observado que las proteínas son los compuestos más higroscópicos, la celulosa y el almidón un poco menos y los lípidos son los compuestos hidrofóbicos en la semilla. Por esta razón, las semillas que difieren en su composición química difieren también en sus niveles de hidratación en un ambiente determinado, es decir, semillas con alto contenido de proteína o almidón y poco aceite, presentan un contenido de humedad mucho mayor que una semilla con alto contenido de aceite. Semillas con alto contenido de almidón y

45% de humedad relativa en el ambiente pueden adquirir un 11% de contenido de humedad, mientras que aquellas con alto contenido de aceite en el mismo ambiente, el contenido de humedad de la semilla puede ser de 4 a 6%.

## **4.7 Conceptos básicos de las cadenas de valor**

### **4.7.1 Definición de la cadena de valor**

Una cadena de valor es una serie conectada de organizaciones, recursos y fuentes de conocimiento involucrados en la creación y entrega de valor al consumidor final.

### **4.7.2 Dimensiones de la cadena de valor**

En el presente documento la cadena de valor se abordó en tres dimensiones: los actores directos, los actores indirectos y las influencias del entorno, a los que se agregó un perfil general de la cadena.

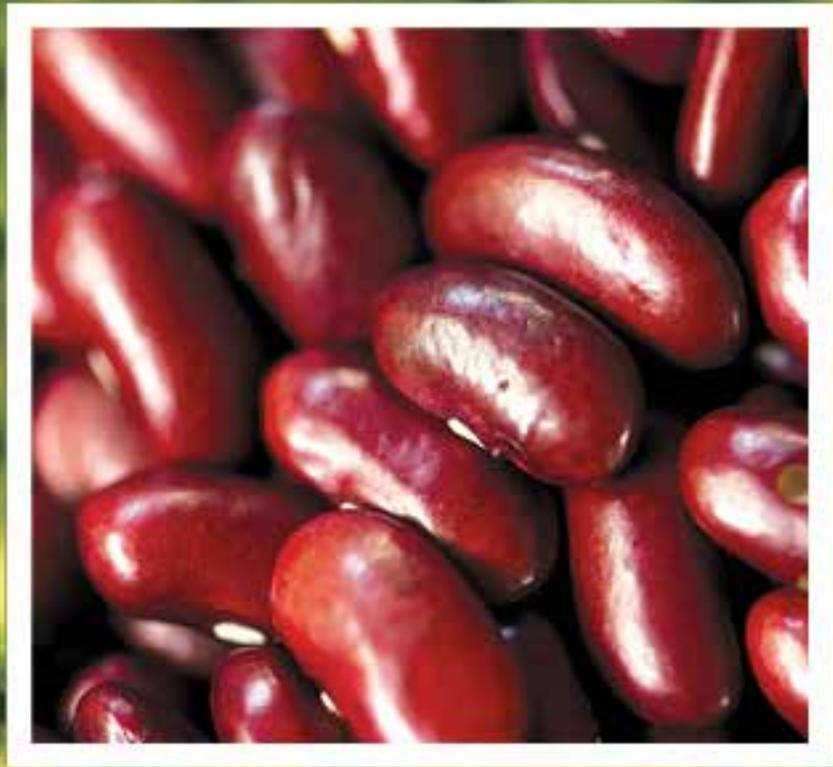
**Actores directos:** Son quienes participan en el proceso productivo, manejo postcosecha, transformación o comercialización. Toman posesión del producto en algún momento, son dueños y por ello asumen un riesgo directo.

**Actores indirectos:** Son quienes prestan servicios operativos o de apoyo, pueden tener el producto por un momento, pero no son toman posesión o no son dueños, por lo que no asumen un riesgo directo.

**Las influencias del entorno,** se refiere a que las cadenas de valor no existen por sí solas sino están inmersas en el contexto socio-económico, político, cultural y en ecosistemas propios de cada país; por lo que, los actores directos se ven afectados positiva o negativamente sin poder ejercer control directo de estas fuerzas.

El perfil de la cadena de valor responde a los cuestionamientos ¿Cuáles son las acciones clave en la cadena de valor?, ¿Cómo está organizada la cadena?, ¿Quiénes son los actores clave?, ¿Cómo fluyen en la cadena los productos, servicios, pagos, e información?, ¿Cuáles son los socios clave?, ¿Cuáles son las influencias externas que afectan el desempeño de la cadena?, y los puntos por donde puede empezar el apalancamiento clave para mejorar la cadena.





# V. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LOS SISTEMAS LOCALES DE SEMILLA

## 5.1 Encuestas a agricultores y técnicos de campo

Las encuestas se diseñaron con el objetivo de captar el nivel de conocimiento y de aplicación de los métodos de mejoramiento de poblaciones nativas, que corresponden a las cuatro estrategias referidas en el Manual para Diseño de Sistemas Locales de Semillas. Se diseñaron y aplicaron dos tipos de encuestas, a agricultores y a técnicos de campo, actores directos clave de las cadenas de valor de semillas nativas. Para el levantamiento de información en campo, se contó con el apoyo de técnicos (as) de campo, coordinadores (as) de la estrategia de acompañamiento técnico del Programa Producción para el Bienestar de la Subsecretaría de Alimentación y Competitividad, de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

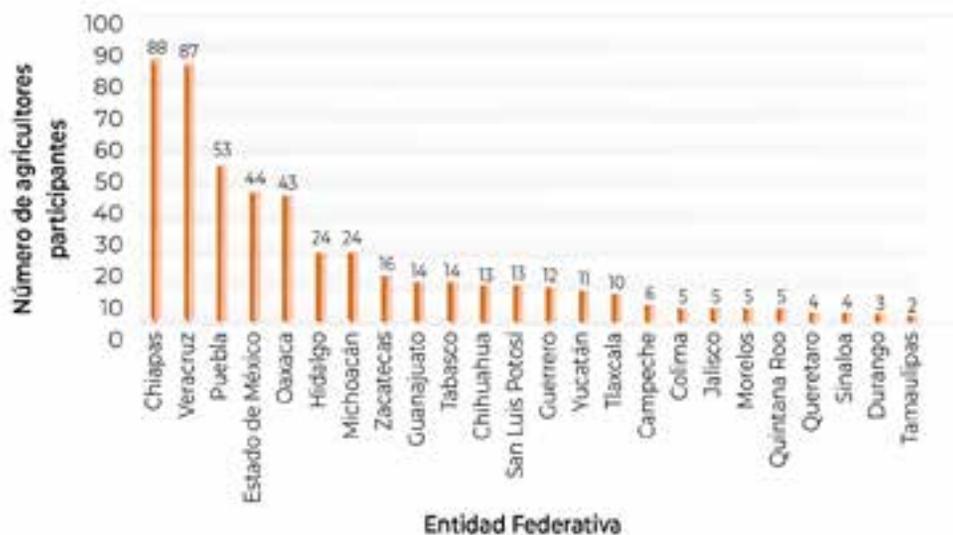
Las encuestas aplicadas a los agricultores consideraron 68 preguntas de los siguientes tópicos: sistema de producción, selección de semilla, almacenamiento de semilla, selección masal visual estratificada, bancos comunitarios de semilla, selección de poblaciones nativas, fitomejoramiento participativo, producción artesanal de semilla, generación de variedades, registro, producción y certificación de semillas, difusión y promoción de variedades mejoradas y organización para la producción y distribución de semillas.

Las encuestas aplicadas a los técnicos consideraron 81 preguntas de los siguientes tópicos: selección masal, bancos comunitarios de semilla, cosecha y acondicionamiento de semilla, almacenamiento de la semilla, selección de poblaciones nativas, fitomejoramiento participativo, producción artesanal de semilla, obtención, registro, producción y certificación de semillas, difusión y promoción de variedades mejoradas y organización para la producción y distribución de semilla.

## 5.2 Datos sociodemográficos de los encuestados

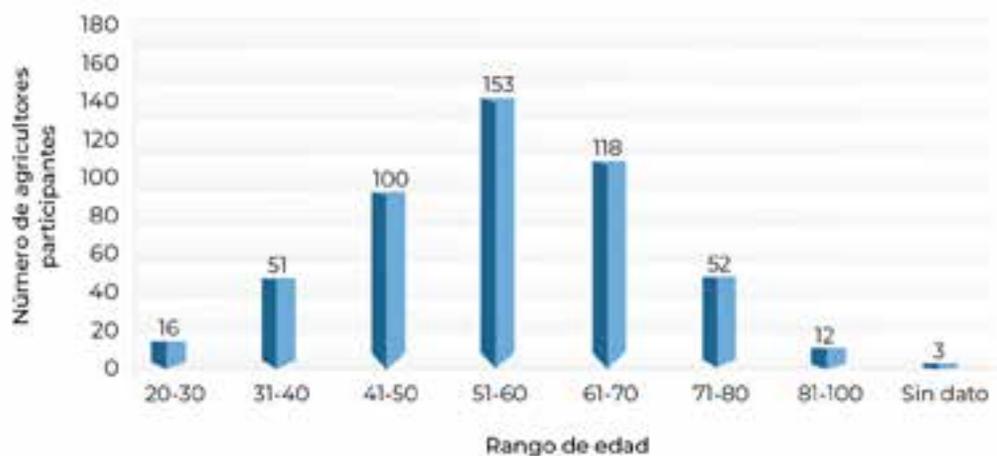
### 5.2.1 Agricultores

En total se aplicó el cuestionario a 505 agricultores de 24 estados de la República, destacando la participación de los estados de Chiapas, Veracruz, Puebla, Estado de México y Oaxaca (Figura 5.1).



**Figura 5.1.** Participación de agricultores por estado. Encuesta año 2020.

En cuanto a la edad de los agricultores, los resultados indican que, 153 (30%) agricultores tienen un rango de edad de 51 a 60 años, seguido de 118 (23%) agricultores, con un rango de edad entre 61 y 70 años (Figura 5.2).



**Figura 5.2.** Rangos de edad de los agricultores. Encuesta año 2020.

En cuanto a los programas en los que participan, destaca que de los 505 agricultores entrevistados, el 93% (471 agricultores) colaboran en el programa Producción para el Bienestar. Sin embargo, también se identificaron otros programas, como “Custodios de razas nativas de maíz”, implementado por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, a través del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) (Figura 5.3).



**Figura 5.3.** Distribución de los programas en los que colaboran los agricultores. Encuesta año 2020.

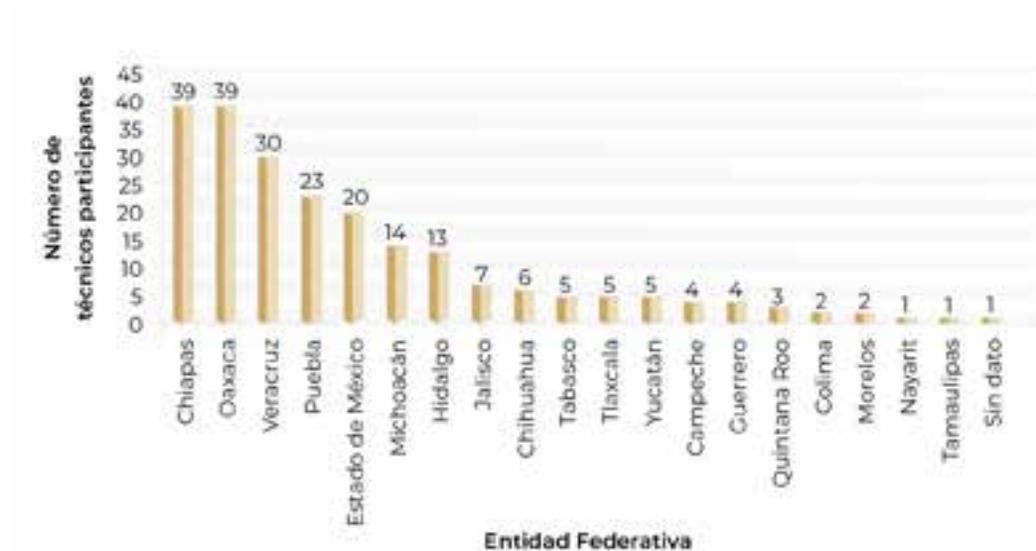
En cuanto a la superficie sembrada con maíz, destaca que 60% (306 agricultores) siembran de una a dos hectáreas, 6% (83 agricultores) siembran hasta tres hectáreas y solo 4% (22 agricultores) siembran más de 10 hectáreas (Figura 5.4).



**Figura 5.4.** Superficie sembrada con maíz. Encuesta a agricultores, 2020.

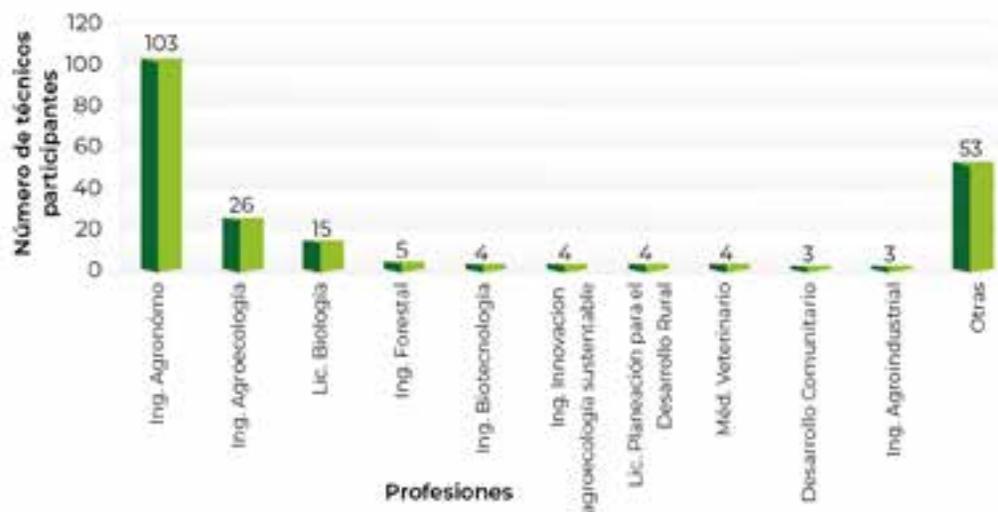
## 5.2.2 Técnicos de campo

Los técnicos de campo son Prestadores de Servicio Integral que dan soporte técnico y capacitación a los agricultores, a través del programa Producción para el Bienestar, de la Subsecretaría de Desarrollo Rural. En total se aplicó el cuestionario a 224 técnicos de 20 estados de la República, destacando la participación de los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla y Estado de México (Figura 5.5).



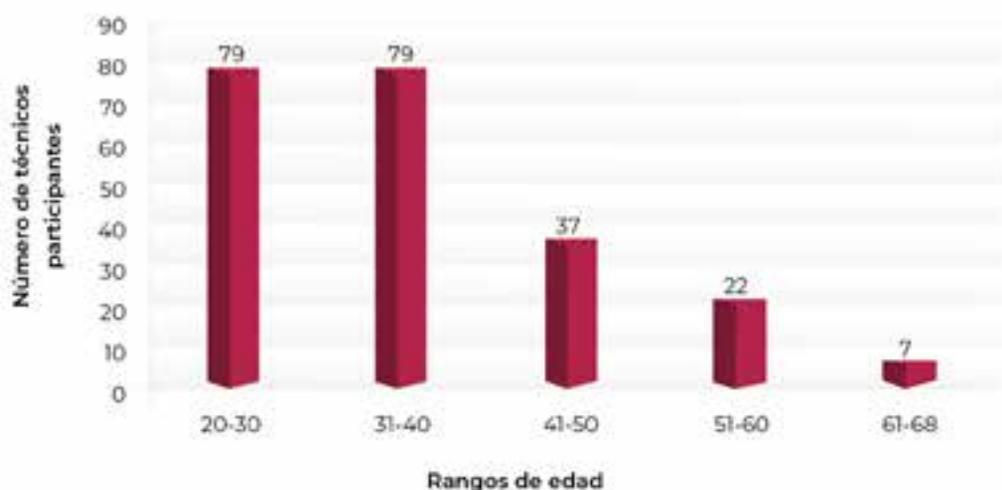
**Figura 5.5.** Participación de técnicos de campo, por estado. Encuesta año 2020.

El perfil de los técnicos, es diverso, pero sobresale el de ingenieros agrónomos con 46% (103 técnicos), el de Agroecología con 12% (26 técnicos), el de Biología con 7% (15 técnicos) y el resto es diverso (Figura 5.6).



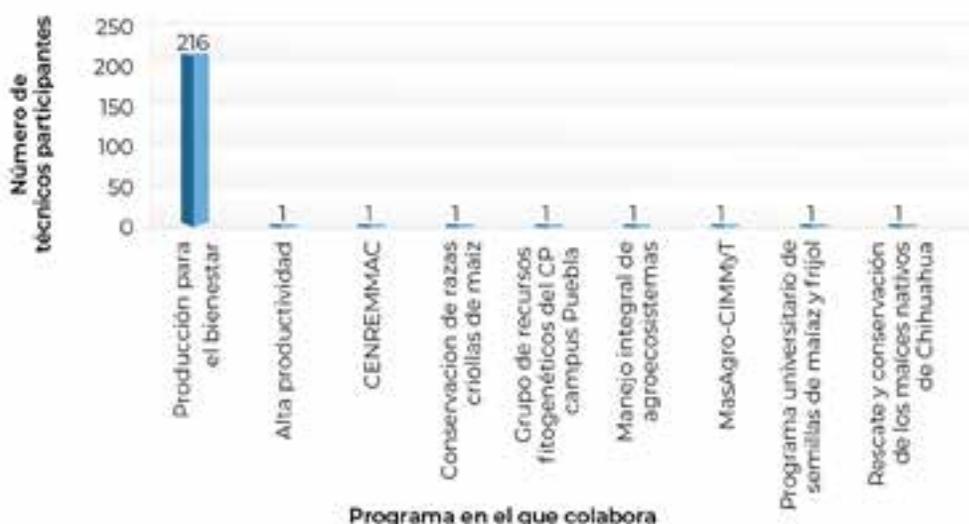
**Figura 5.6.** Perfil profesional de los técnicos de campo entrevistados. Encuesta año 2020.

En cuanto a la edad de los técnicos, los resultados indican que la proporción de técnicos entre 20 a 30 años es igual aquella entre 31 a 40 años, con 79(35%) técnicos y el 30% restante tiene una edad mayor a 40 años (Figura 5.7).



**Figura 5.7.** Rangos de edad de los técnicos entrevistados. Encuesta año 2020.

En cuanto a los programas en los que colaboran, destaca que de los 224 técnicos entrevistados, 216 (95%) colaboran en el programa Producción para el Bienestar. Sin embargo, también se identificaron otros programas, como “Conservación de Razas Criollas de Maíz”, “Manejo Integral de Agroecosistemas”, ambos implementados por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, a través del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) (Figura 5.8).



**Figura 5.8.** Distribución de los programas en los que los técnicos han colaborado. Encuesta año 2020.

Derivado de los programas en los que colaboran los técnicos entrevistados, se encontró que 139, es decir el 62%, trabajan con un grupo de agricultores entre 51 a 100 participantes (Figura 5.9).



**Figura 5.9.** Distribución de técnicos y su colaboración con agricultores. Encuesta año 2020.





# VI. ESTRATEGIA I:

## SELECCIÓN DE SEMILLA PARA AUTOCONSUMO MEDIANTE EL MÉTODO DE SELECCIÓN MASAL

### 6.1 **Ámbito de aplicación de la estrategia**

El maíz es uno de los cultivos anuales más importantes en México por la relevancia que tiene en los ámbitos social, cultural, económico y científico. Desde una perspectiva de producción, sobresale porque cubre aproximadamente el 50% de la superficie destinada a ese tipo de cultivos cada año. Se siembra prácticamente en todos los estados de la República, bajo una gran diversidad de condiciones ambientales, sistemas de producción y destinos de la misma. De entre toda esa gama de variantes, destacan aquellos sistemas en los cuales el maíz se produce para satisfacer diversas necesidades de la familia: en primera instancia, la alimentación humana y de las especies pecuarias con que cuenta, y después, de otros usos que pueden derivar de la planta o sus estructuras (por ejemplo, abono, combustible, construcción de cercas, obtención de hojas o totemoxtle para la envoltura de tamales, elaboración de artesanías, entre otros). Sólo en el caso de que lleguen a existir excedentes, estos se destinarán a la venta, normalmente a nivel local. Una característica común de este tipo de sistemas es el empleo de semilla de poblaciones nativas, situación que les permite contar con semilla propia ciclo tras ciclo, además de evitar cualquier dependencia del mercado (en cuanto a la compra de este insumo).

En opinión de los agricultores (la cual ha sido comprobada en diversas investigaciones), el uso de semilla nativa tiene múltiples ventajas: al ser resultado de la selección continua (natural y artificial) en los ambientes de producción donde se siembra, presenta un alto nivel de adaptación a las condiciones ahí prevalecientes, situación que le permite enfrentar de mejor manera factores adversos (bióticos y abióticos) que surjan durante su permanencia en campo, y tener un rendimiento aceptable (el cual frecuentemente llega a ser igual o mejor que el de otras variedades introducidas). Los materiales

que se conservan y cultivan presentan la característica adicional de que son los más aptos para los diferentes usos tradicionales a los que pueda destinarse el grano o la planta.

Otro aspecto que es importante mencionar es que frecuentemente los lotes de semilla que se conservan en los sistemas agrícolas tradicionales (o en transición) son parte del patrimonio familiar, heredado de una generación a otra, por lo que también representan un valor intangible, al cual también va asociado un acervo de conocimiento tradicional muy importante.

Una característica que tienen en común todas las poblaciones nativas de cualquier cultivo es que, a su interior, presentan altos niveles de diversidad (variación), lo cual permite que el agricultor pueda practicar selección en ellas, formando así materiales que se ajustan a sus propios criterios y preferencias. Normalmente la selección de semilla se lleva a cabo en casa, después de la cosecha, escogiendo las mazorcas que se ajustan a los criterios de selección del agricultor y, con cierta frecuencia, también de la mujer. Si bien esta forma de obtener semilla es útil, puede hacerse más eficiente si la selección se comienza desde campo.

Pensando por tanto en aquellos agricultores quienes desean seguir manteniendo sus poblaciones nativas y que además están interesados en mejorarlas paulatinamente y en hacer más eficiente su selección, es que se preparó esta sección del manual.

## **6.2 La importancia de seleccionar la semilla**

El método que se describirá más adelante permite mejorar progresivamente las características de la población en la que se aplicará (maíz, frijol u otro). Si la selección se inicia desde campo, escogiendo plantas sanas y vigorosas, se complementa con la elección de mazorcas que reúnan las características deseadas, que estén sanas y que presenten buen llenado de grano, se continúa con un secado adecuado, se prosigue tomando para semilla la de mayor tamaño (desgranada preferentemente a mano), y se almacena bajo condiciones que eviten su deterioro, se estará garantizando el contar con semilla que tendrá altos niveles de calidad (genética, física, sanitaria y fisiológica).

El usar semilla de alta calidad para la siembra (provisto que no haya deficiencias de humedad o daños por plagas o enfermedades en ese momento), permitirá tener altos niveles de germinación, plántulas vigorosas y, por tanto, un establecimiento óptimo, lo cual evitará la necesidad de efectuar algún tipo de resiembra. Si a la parcela se le da un buen manejo agronómico (abonado o fertilización en las cantidades y momentos adecuados, control de malezas y plagas y enfermedades), se mantendrán las características de planta ya mencionadas, lo cual aumentará las posibilidades de tener una buena producción al finalizar el ciclo de cultivo.

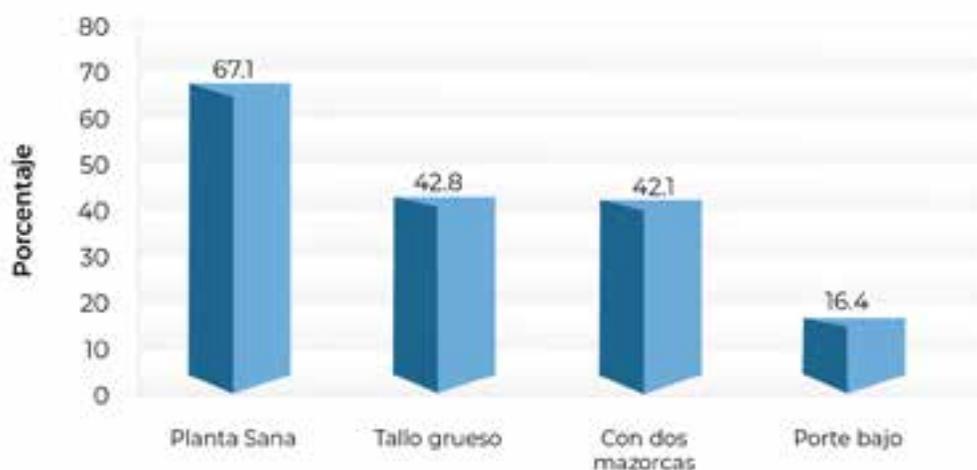
### 6.3 Panorama actual del método de selección y almacenamiento tradicional de la semilla

La información que se presenta en este apartado proviene de la encuesta aplicada a 509 agricultores de diferentes estados del país; las generalidades de la misma pueden consultarse en la sección 5 'Diagnóstico actual de los Sistemas Locales de Semilla'.

#### Selección de semilla por los agricultores

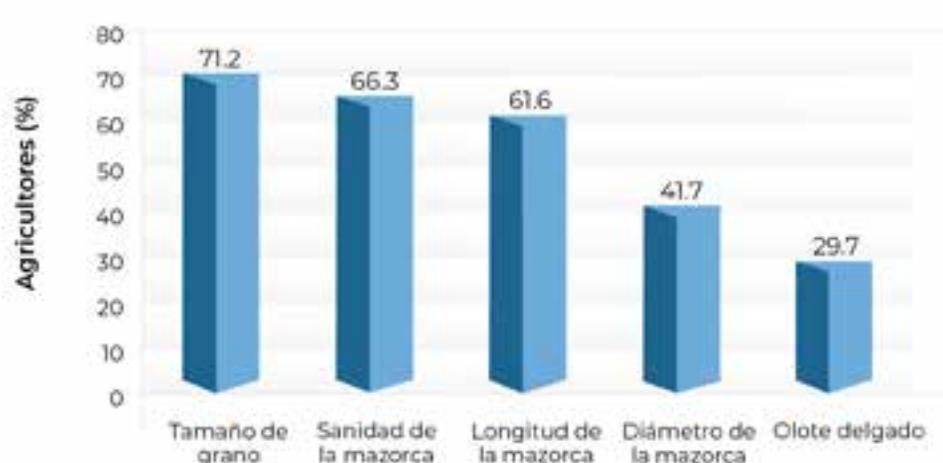
Los resultados de la encuesta revelaron que 85% de los agricultores selecciona la semilla que empleará para sembrar. El 15% restante declaró no hacerlo debido a que la compra año con año, a que no sabe cómo hacerlo o bien a que no lo considera necesario (aunque sólo hubo 13 respuestas en este sentido). De los encuestados que sí seleccionan semilla, 75.4% realiza la selección en mazorca, en tanto que el resto (24.6%) la hace tanto en planta como en mazorca.

Quienes realizan algún tipo de selección en planta, toman en cuenta una o más de las características que se mencionan en la Figura 6.1. Destaca el interés por tener plantas sanas y vigorosas, así como prolíficas (cuateras) o de baja altura.



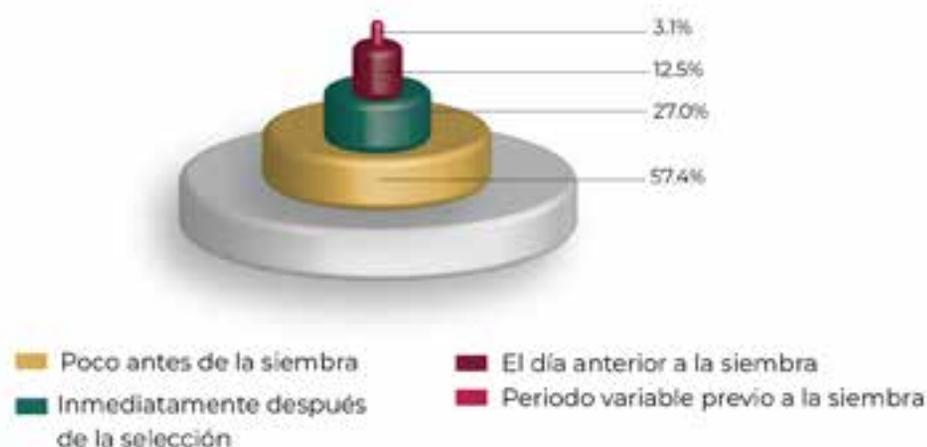
**Figura 6.1.** Características consideradas por los agricultores que hacen selección en plantas de maíz. Encuesta a agricultores, 2020.

Independientemente de si el agricultor selecciona en planta o no, todos los que seleccionan semilla también lo hacen en mazorca, 79.5% después de la cosecha, en tanto que 20.5% al momento de la misma. Las características más frecuentemente empleadas como criterio de selección se muestran en la Figura 6.2. Aparte de ellas, también se mencionaron el llenado de la mazorca y el peso, color y brillo del grano.



**Figura 6.2.** Características de mazorca consideradas por los agricultores al momento de efectuar la selección. Encuesta a agricultores, 2020.

Una vez seleccionada la mazorca, el momento en el cual se desgrana es variable (Figura 6.3); poco más de 50% de los agricultores lo hace antes de la siembra, en tanto que el resto se distribuye entre inmediatamente después de haber hecho la selección (se asume que ello tiene lugar una vez que la mazorca ha secado bien), un día antes, o un período variable previo a la siembra. Con respecto a las porciones de las cuales se toma semilla, se encontró que 67.3% de quienes seleccionan semilla toman solamente la parte media, el 23.3% toman tanto la parte media como la base, y el resto, toda la mazorca.



**Figura 6.3.** Momento en el cual se efectúa el desgrane de las mazorcas seleccionadas para semilla. Encuesta a agricultores, 2020.

### Almacenamiento tradicional de semilla

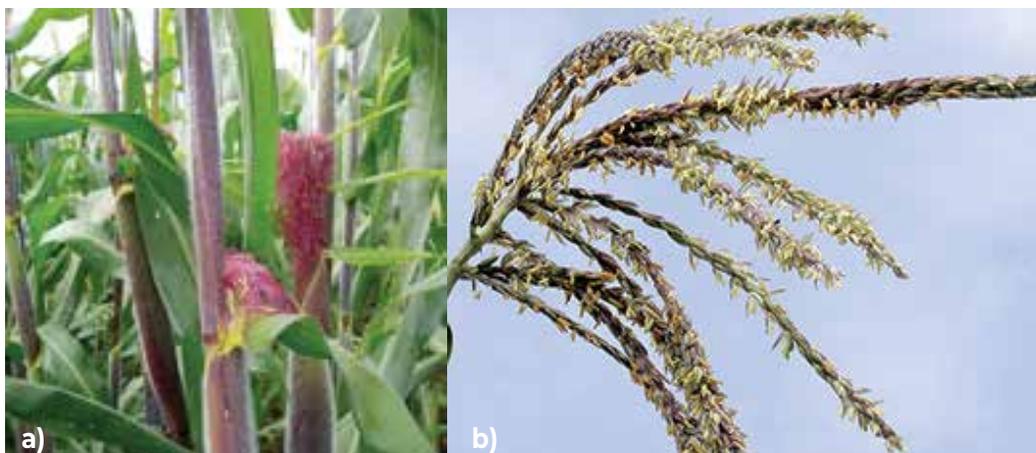
Una vez hecha la selección de mazorca o semilla, 68% de los agricultores la guarda en algún tipo de recipiente, siendo los más comunes los costales o bolsas (55.4%) y los tambos de plástico (24%); le siguieron los tambos metálicos (5.8%), los silos metálicos (1.7%) y otros (botellas de plástico, canastos

o el guardado con totomoxtle). En cuanto a los lugares de almacenamiento de la semilla, 59.8% de los encuestados la ubica en un cuarto de la casa, 21.5% en alguna bodega, y el resto en sitios diversos, como pueden ser el tapanco, la cocina (para aprovechar el humo que se genera y ahuyenta las plagas), el patio, la azotea, un corredor, una galera, o alguna estructura de almacenamiento (cobertizo, troje, cuexcomate, tejabán). El 42.2% de los agricultores entrevistados acostumbra aplicar algún tipo de producto a la semilla para su conservación. Entre los productos aplicados estuvieron, por orden: pastillas de fosforo de aluminio (46.6%), cal (20.5%), ceniza (2.7%) y epazote seco (0.9%); el porcentaje restante incluyó el uso de ajo, minerales, y diversos insecticidas (líquidos o en polvo), asperjados a la semilla.

## 6.4 Biología reproductiva de la planta de maíz

Como todo ser vivo, las plantas también se reproducen, y lo pueden hacer de diferentes formas. Una de ellas es a través de la denominada reproducción asexual, mecanismo a través del cual es posible propagar una planta empleando partes de la misma (hojas, tallos, estacas, varetas, tubérculos, etc.). La otra forma es a través de la reproducción sexual, para la cual, al igual que ocurre en el caso de los animales y el hombre, se requiere de la unión de células especializadas (conocidas como gametos); una de ellas proveniente de la madre y otra del padre.

En las plantas, las estructuras reproductivas (análogas a los órganos sexuales en animales) se encuentran ubicadas en las flores. Hablando específicamente de la planta de maíz, ésta presenta dos tipos de flores: una femenina, la cual se conoce comúnmente como jilote (Figura 6.4a) y que se encuentra ubicada en el tallo de la planta, en una posición lateral, y una masculina, que es la llamada espiga y que se localiza en el ápice de la planta (Figura 6.4b). Cabe mencionar que, en realidad, cada una de esas estructuras es un grupo de flores, por lo que técnicamente se les conoce como inflorescencias. Por tanto, en una planta habrá una o más inflorescencias femeninas (por ejemplo, en las plantas cuateras) y una inflorescencia masculina.



**Figura 6.4.** Inflorescencia femenina (a) y masculina (b) de maíz en plena floración.

En los jilotes (inflorescencias femeninas) es donde se encuentran contenidos los gametos femeninos –óvulos– (Figura 6.5), los cuales darán origen a los granos de la mazorca. Cada óvulo tiene un estilo muy largo (el llamado “cabello” del jilote), el cual sobresale del jilote una vez que este último ha madurado (Figura 6.5). En las espigas, se ubican unas estructuras llamadas anteras (Figura 6.6), las cuales pueden ser de diferentes colores (amarillo, rosa, rojo, entre otros), y que cuando están maduras, liberan un polvo color amarillo, que técnicamente se conoce como polen (en su interior contienen los gametos masculinos).



**Figura 6.5.** Inflorescencia femenina de maíz. La flecha señala uno de los óvulos; también se muestran los estilos (“cabellitos”)



**Figura 6.6** Inflorescencia femenina de maíz. El círculo resalta las anteras que contienen los granos de polen (en su interior se encuentran los gametos masculinos).

Ahora, ¿Cómo es que se da la unión de los gametos en maíz? Ello ocurre después de que ha tenido lugar un fenómeno conocido como polinización, el cual no es otra cosa que el transporte del polen desde la inflorescencia masculina hasta la inflorescencia femenina. En maíz, ese transporte ocurre de manera natural, gracias a la acción del viento, el cual es capaz de mover el polen a grandes distancias. Así, cuando en un campo de maíz los jilotes presentan los llamados “cabellitos” y las espigas tienen anteras maduras, es el viento el que se encarga de dispersar el polen, llevándolo de las espigas a los jilotes.

Aun cuando una misma planta de maíz tiene un jilote (al menos) y una espiga, éstos no maduran al mismo tiempo. Normalmente la espiga lo hará primero, y después lo hará el jilote. Ello da como resultado el que raramente una espiga poliniza el jilote de la misma planta. Lo más común es que se den cruzamientos, esto es, que el polen de una o más plantas sea el que polinice el jilote de otra.

El hecho de que el polen sea transportado por el viento y de que la espiga y el jilote de una misma planta no aparezcan al mismo tiempo explica el por qué cuando se tienen dos parcelas juntas, una de maíz de color (azul o amarillo, por ejemplo) y otra de maíz blanco y ambas florecen al mismo tiempo, en la cosecha de la de maíz blanco se podrán encontrar mazorcas con granos de color. Ahí, lo que ocurrió es que el viento llevó polen de las espigas de la parcela de maíz de color a algunos jilotes con “cabellitos” de la parcela de maíz blanco.

## 6.5 La selección masal visual estratificada

### Antecedentes

Diversas investigaciones (al igual que la encuesta conducida como apoyo a la elaboración de este manual) han documentado que la forma más común en la cual el agricultor obtiene su semilla a partir de su propia cosecha consiste en elegir las mazorcas que a su juicio son las mejores, desgranarlas (usualmente tomando sólo la parte central) y mezclar la semilla resultante. Con esta práctica se busca ir mejorando paulatinamente la población (variedad nativa), pues el supuesto implícito es que, al elegir las mejores mazorcas, tal característica se reproducirá en la siguiente generación, logrando así mantener o aumentar el rendimiento de grano. A través del tiempo, este método ha probado ser funcional. Se puede tener alguna idea de ello a partir de un trabajo realizado en el oriente del estado de México<sup>9</sup>, en el cual se compararon los rendimientos de grano de maíces nativos colectados alrededor del año 1970, con los de las poblaciones nativas cultivadas a finales de la década de los noventa del siglo pasado. El estudio reveló una diferencia en rendimiento de 400 kg/ha en favor de los materiales recientes. Esto significa que, en aproximadamente 30 años, la producción promedio por hectárea aumentó 400 kg, esto es, a un ritmo de 13.3 kg por año.

Este método de selección (conocido como Selección Masal) puede hacerse aún más eficiente si se incorpora la selección desde planta, es decir en la parcela, pues cuando sólo se toma en cuenta la

<sup>9</sup> Castillo, F., Herrera, E., Romero, J., Ortega, R., Goodman, M. y Smith, M. (1999, agosto 31 a septiembre 3) Diversidad genética del maíz y su aprovechamiento in situ a nivel regional. Memorias de un Simposio Internacional. Quito, Ecuador.

mazorca en la troje, no se sabe si ésta provino de una planta que realmente tenía la capacidad de dar una buena producción o de una planta que creció sola (sin competencia) o que estuvo en una parte del terreno con muy buena fertilidad, en cuyo caso, su mejor apariencia no se debió realmente a que fuera capaz de producir una buena mazorca, sino más bien al ambiente favorable en el cual creció.

Pensando en lo anterior, en 1961, un investigador estadounidense llamado Charles O. Gardner desarrolló una técnica para hacer más eficiente la selección, introduciendo dos cambios importantes: la división del lote de selección (parcela) en parcelas más pequeñas (conocidas como sublotes) y la cosecha únicamente de plantas con competencia completa (esto es, plantas que estuvieran rodeadas a su vez por otras plantas, tanto a sus dos costados como inmediatamente atrás y adelante en un mismo surco) al interior de cada sublote. A este método se le conoce como Selección Masal Estratificada, Selección Masal Moderna o Selección Masal Modificada. La aplicación del método requiere pesar cada una de las mazorcas cosechadas en el lote de selección, lo cual lo hace muy laborioso y un tanto impráctico. Por ello, y con el fin de facilitar el uso del método, en 1969, el Dr. José D. Molina Galán propuso una modificación, consistente en hacer la selección de las mejores plantas y mazorcas de forma visual en cada sublote. A esta modificación se le dio el nombre de Selección Masal Visual Estratificada, y es la que se describirá a continuación, pues se considera que es la que más factible para emplearse por los agricultores, dada su mayor sencillez.

### **Descripción general del método Selección Masal Visual Estratificada**

Antes de proceder a la explicación, es conveniente señalar algunos aspectos generales que es útil tener en cuenta previamente a la aplicación del método: a) Para poder comenzar a ver resultados, es necesario aplicarlo de manera ininterrumpida durante varios ciclos de cultivo; b) Es muy útil que previo a su inicio, el agricultor precise qué tipo de planta y mazorca le gustaría tener. Esto es, que identifique (y anote o tenga en mente) qué características le agradaría que estuvieran presentes en cada caso, pues con base en ellas es que llevará a cabo la selección en planta y en mazorca; c) La población nativa en la cual se hará selección deberá presentar variación para las características que se hayan elegido. Esto es, si se desea seleccionar para plantas cuateras, tal atributo deberá estar presente en la población; d) Finalmente, se recomienda que la semilla con la que se sembrará el primer lote aislado provenga de un compuesto balanceado (misma cantidad de semilla) de cuando menos 300 mazorcas. Esto quiere decir que hay que escoger mínimamente 300 mazorcas de la variedad en la que se aplicará el método, tomar una cantidad igual de semilla de cada una y mezclarla perfectamente.

### **El lote de selección**

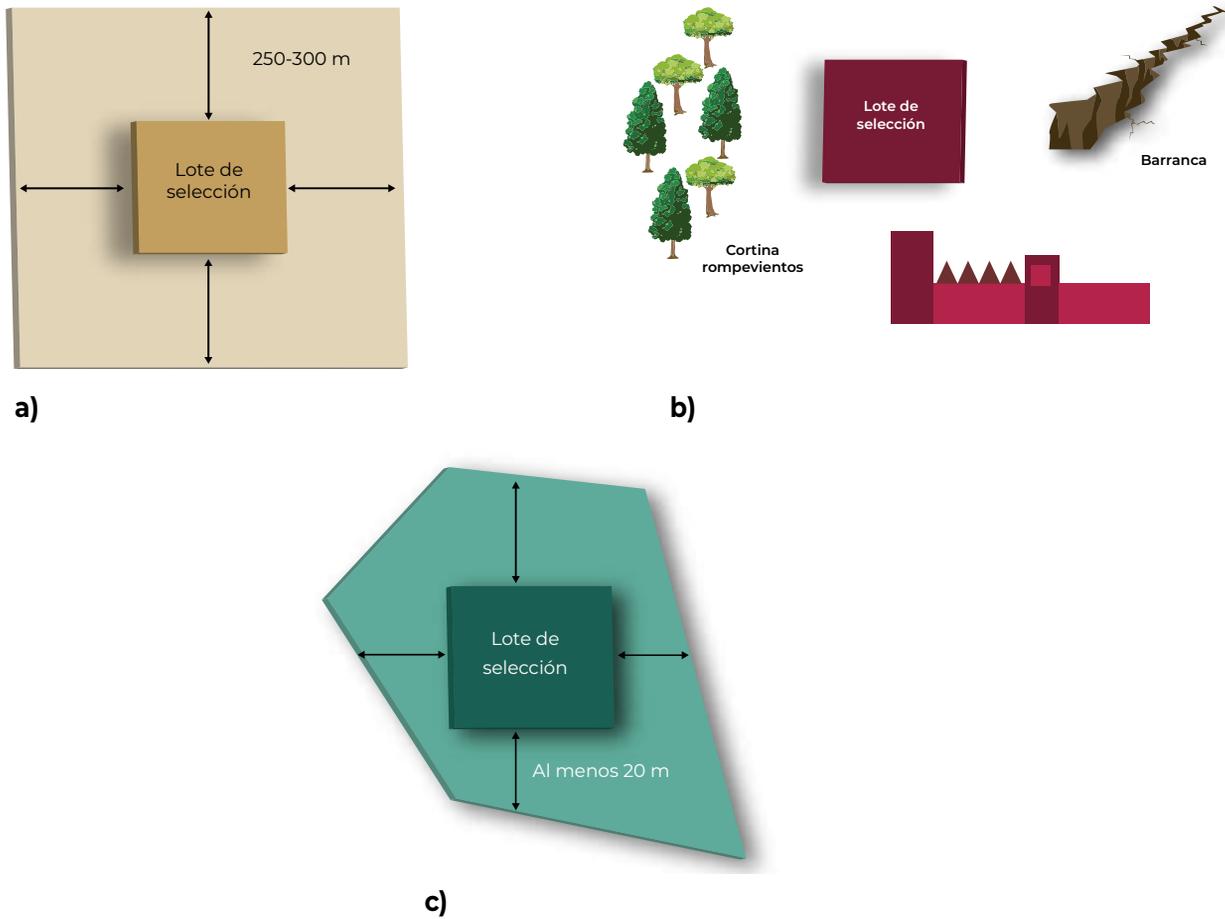
Se recomienda que el lote (parcela) donde se llevará a cabo la selección sea lo más homogéneo y parejo posible, que esté bien preparado y que esté aislado. Esto último significa que en su proximidad (250-300 m a la redonda) no existan otras parcelas sembradas con maíz (Figura 6.7a) (aunque sí puede haber otros cultivos, mejor si son de porte alto). El aislamiento también se puede lograr aprovechando barreras físicas como pueden ser la presencia de un área con vegetación natural, de una cortina rompevientos, de una huerta de frutales, de una barranca o de algún tipo de construcción, entre otras (Figura 6.7b). Si lo anterior no es posible, se puede sembrar antes o después que los demás agricultores, estimando que exista una diferencia de al menos 20 días entre la floración del lote de selección y la de los vecinos. Si ninguna de las opciones anteriores fuese factible, en el último de los casos, puede aprovecharse la parte central de la parcela de mayor tamaño, de media hectárea cuando menos, dejando

espacio para surcos de bordo y cabeceras (cuando menos 20 metros en las cuatro direcciones de los puntos cardinales), que actuarán como áreas de protección a fin de minimizar la polinización por polen de otros maíces (Figura 6.7c).

### Siembra del lote de selección

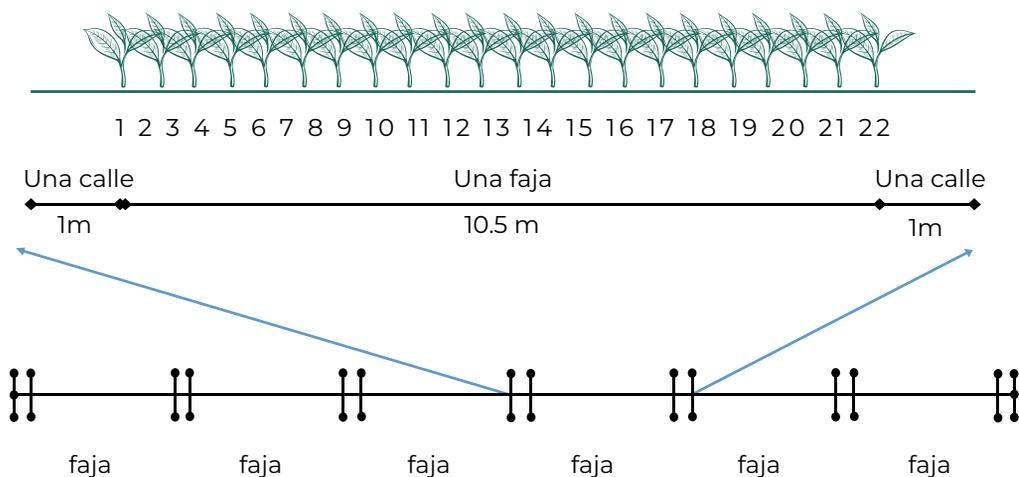
El lote deberá sembrarse con la variedad en la cual se desea aplicar el método. La siembra se hace de la siguiente manera:

- a. Se sembrarán 52 surcos, cada uno dividido en seis fajas. Entre fajas se intercalará una distancia libre de un metro (conocida como "calle"). Los surcos 1 y 52 sólo servirán de bordo, no se considerarán para propósitos de selección.



**Figura 6.7.** Aislamiento de un lote de selección: (a) Ubicación ideal de aislamiento por distancia; (b) Aislamiento por otros medios (barreras físicas); (c) Ubicación de la selección al interior de una parcela (cuando no hay aislamiento).

- b. En cada surco de cada faja, sembrar 22 matas a una distancia constante entre sí (la que se recomiende o use en la región). Depositar 2 semillas por mata para posteriormente dejar solo una planta por mata (actividad que se recomienda hacer transcurridos 20 días después de la siembra).
- c. ¿De qué longitud será cada faja y cada surco? Depende de la distancia a la que se siembre. Por ejemplo, si la separación entre matas es de 50 cm, entonces una faja tendrá 10.5 m de largo. Al término de la misma, se dejará un metro de calle, y se volverá a sembrar otra faja de 10.5 m (Figura 6.8). De esta forma, un surco con seis fajas (incluyendo calles al inicio y al final) tendrá una longitud total de 70 metros (Figura 6.8).



**Figura 6.8.** Representación gráfica de un surco dividido en seis fajas y detalle de una faja con las calles que la delimitan.

- d. ¿Cómo lograr mantener las mismas distancias en todos los surcos? Se sugiere que antes de la siembra se consiga una bola de mecate de ixtle o henequén (no de plástico) de cuando menos 70 m, y que en esta se pongan marcas (con un marcador de aceite o con un moño hecho de listón, por ejemplo) en cada uno de los puntos donde se sembrará (Figura 6.9). De esta forma, el mecate tendrá marcadas las seis fajas de siembra, cada una con sus 22 matas y con su calle correspondiente. Al momento de la siembra, se traza una línea guía (ya sea directamente en el suelo o con ayuda de estacas), perpendicular al sentido de los surcos, para que sirva de punto de inicio común para la siembra de todos los surcos (Figura 6.10). De esta manera, las fajas (y por tanto, los sublotes) quedarán claramente delimitados.

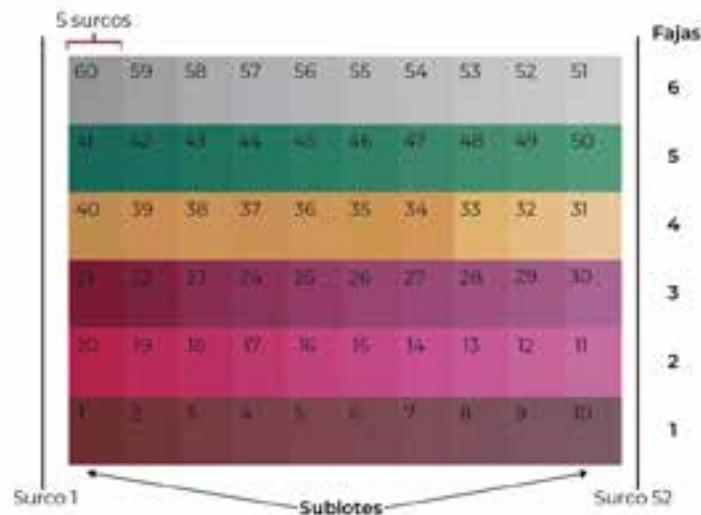


**Figura 6.9.** Segmento de un mecate con moños (resaltados al interior del círculo) que señalan las marcas correspondientes al sitio donde se sembrará una mata.



**Figura 6.10.** Trazo guía para alinear el inicio de los surcos del lote de polinización. En este caso, se emplearon estacas para marcarlo.

- e. En la Figura 6.11 se puede observar un diagrama del lote de selección, dos aspectos a destacar del mismo son la existencia de las seis fajas (perpendiculares al sentido de los surcos) y la formación de 60 sublotes (sin considerar los surcos 1 y 52), cada uno de ellos formado por cinco surcos contiguos entre sí.



**Figura 6.11.** Diagrama de un lote de selección masal visual estratificada.

- f. El propósito de dejar calles es el de facilitar la selección de plantas y mazorcas posteriormente. Puede no dejarse ese espacio, pero ello implicará la necesidad de hacer la cuadrícula mostrada en la Figura 6.11 con mecates o estacas, al momento de seleccionar.

El manejo del cultivo será el acostumbrado en la región, procurando nutrir adecuadamente la planta y controlar la presencia de malezas, plagas o enfermedades.

### Selección de plantas

#### La selección de plantas se describe a continuación:

- a. Cuando esté iniciando la floración masculina (esto es, cuando estén apareciendo las espigas) y antes de que estas comiencen a liberar polen, es aconsejable hacer recorridos en el lote para eliminar las espigas (desespigar) de las plantas enfermas, que no tengan jilote o que presenten características indeseables para el agricultor. Ello no afecta de modo alguno el llenado de grano de las demás plantas. Esta actividad tiene como propósito evitar que el polen de estas plantas participe en la polinización. De esta forma se está comenzando la mejora de la población.

- b.** Unos 20 días después de la floración habrá que hacer otro recorrido en la parcela para marcar aquellas plantas que reúnan las características que desea el agricultor. Por ejemplo, que sean plantas sanas, vigorosas, de altura mediana (o baja), posiblemente cuateras, y cuyos elotes tengan buena apariencia. Adicionalmente, deberán ser plantas que tengan competencia completa. Lógicamente, no deberán escogerse plantas a las que previamente se les quitó la espiga.
- c.** El marcado puede hacerse de diferentes formas, por ejemplo, amarrando listones o estambre de un color llamativo (rojo, por ejemplo), o moños o pedazos de tela a las plantas escogidas o poniéndoles una marca de pintura en aerosol o en aceite.
- d.** Se sugiere que en cada uno de los sublotes de selección (recordar que son 60) se marquen de esta forma entre 15 y 20 plantas. No deben incluirse plantas que se encuentren en las cabeceras del sublote (esto es la planta que está al inicio y la que está al final de cada surco que integra el sublote) ni plantas que carezcan de competencia completa.

### **Cosecha del lote de selección**

Llegada la cosecha, se procederá de la siguiente forma en cada uno de los 60 sublotes de selección:

- a.** Inspeccionar visualmente las 15-20 plantas que se hayan marcado con anterioridad, y de ellas escoger solamente cinco, las que tengan las mejores mazorcas de acuerdo con los criterios del agricultor (por ejemplo, que tengan buena cobertura de totomoxtle, que la mazorca haya “doblado”, que estén sanas, que tengan olote delgado, que presenten grano grande, que se aprecie que tuvieron buena producción, etc.). Es recomendable no incluir mazorcas muy húmedas (pues provendrán de plantas que florecieron tarde, por lo que de escogerse harán que el ciclo de la variedad se vaya alargando).
- b.** Guardar en un costal esas cinco mazorcas, avanzar al siguiente sublote y repetir la actividad. De esta forma, al finalizar el proceso, se habrán reunido 300 mazorcas (60 sublotes × 5 mazorcas por sublote = 300 mazorcas).
- c.** Esas 300 mazorcas serán las que se emplearán para obtener la semilla que se sembrará el siguiente ciclo.

Concluida la actividad anterior, el resto del lote puede cosecharse de la manera acostumbrada. De esta forma, se habrá completado un ciclo de selección, en el cual ésta se habrá hecho tanto en planta como en mazorca, asegurándose de haber escogido lo mejor de cada uno de los sublotes y de haber reducido el efecto del ambiente (al considerar sólo plantas con competencia completa).

### **Manejo postcosecha**

Las mazorcas provenientes del lote de selección deberán manejarse de manera tal que no se deteriore su calidad. Por tanto, se sugiere que se pongan a secar a la sombra, evitando en todo momento que estén en contacto directo con el piso (si se seca en patios) o el techo (si se seca en casas). Los investigadores José Alfonso Aguirre Gómez y María de Lourdes García Leaños proponen un método práctico para determinar si la humedad del grano (o la semilla en este caso) es del 12% o menos (que es lo que se recomienda para fines de almacenamiento); para ello el agricultor puede usar grano de mazorcas que no vaya a emplear para semilla. A continuación, se transcribe la explicación:

*“(...) coloque el grano en un frasco de vidrio llenándolo a un poco más de la mitad, tápelo y expóngalo al sol durante 30 minutos, de preferencia cerca del mediodía, que es cuando el sol está más caliente. Si después de este tiempo se formaron gotitas de agua en las paredes del frasco, quiere decir que el grano aún tiene una humedad mayor del 12%. Si esto sucede, el maíz debe asolearse durante dos o tres días más y por las noches cubrirlo con un plástico para evitar que el grano absorba humedad. Coloque nuevamente maíz en el frasco y observe si se forman gotitas. Si se vuelven a formar gotas en el frasco, repita todo el procedimiento hasta asegurarse que el grano esté bien seco”.*

Otro procedimiento es el siguiente, conocido como la prueba de la sal, adaptado de la descripción hecha en el manual “Técnicas de producción, Conservación Bancos de Semillas Criollas”, y la cual consiste en lo siguiente: consiga un frasco de vidrio pequeño (de unos 200-250 ml), de boca ancha (como los de mayonesa, mermelada o café), limpio y seco, agréguele un puño de sal bien seca y después póngale un puñado de semilla; cierre el envase y agítelo durante un minuto. Deje el envase reposar a la sombra durante 15 minutos, agítelo nuevamente y revíselo. Si la sal se pega a las paredes del envase, es necesario dejar secar más tiempo la mazorca; si la sal no se pega a las paredes, entonces la semilla está listo para almacenarse.

Una vez que las mazorcas hayan perdido suficiente humedad y puedan desgranarse con facilidad, se procederá de la siguiente forma:

- a.** De cada una de las 300 mazorcas se tomarán 40 semillas (para un total de 12,000 semillas). Este conjunto de semillas será el que se emplee para sembrar el siguiente lote de selección.
- b.** Esta semilla deberá guardarse en un recipiente hermético (de metal o plástico) y mantenerse en un lugar fresco y seco, sin que esté en contacto con el piso, hasta el momento de la siembra.
- c.** A manera de previsión, se recomienda formar otro compuesto balanceado (como el anteriormente descrito), el cual pueda mantenerse como reserva en caso de que por algún factor adverso se llegara a perder el lote de selección. Ello evitará perder todo el avance que se hubiera logrado al momento.
- d.** La semilla que queda en las mazorcas puede desgranarse y juntarse. Con ella se pueden sembrar surcos y cabeceras adicionales que protejan el lote de selección si es que en ciclos subsiguientes se dificulta o no se quiere seguir sembrando solamente el lote de selección.

Las recomendaciones de secado y de almacenamiento de semilla antes descritas también aplican para la semilla de otras poblaciones nativas que pudiera tener el agricultor, pues le permitirán mantener semilla de alta calidad, para uso propio o para su venta o intercambio. En la Figura 6.12 se sintetizan los principales pasos del método de selección masal visual estratificada.

De acuerdo con los resultados de la encuesta, un 60% de los agricultores siembra el maíz como monocultivo (esto es, sólo) y un 40% lo asocia con otras especies. Es conveniente señalar que el método aquí descrito no evita el que, si el agricultor así lo desea, pueda sembrar otras especies en el lote de selección. Sin embargo, deberá tener presente que, en algunos casos, ello quizá le dificulte un poco la identificación de las mejores plantas.



**Figura 6.12.** Principales pasos en la aplicación del método de Selección Masal Visual Estratificada.

## 6.6 Recomendaciones a tener en cuenta al aplicar el método (derivadas de la encuesta a agricultores)

La información presentada en las secciones 6.3.1 Selección de semilla por los agricultores, 6.5.5 Selección de plantas y 6.5.6 Cosecha del lote de selección, puede servir de guía para aquellos agricultores que deseen saber qué tipo de características podrían seleccionar en planta y mazorca. De acuerdo con la sección 4 'Bases teóricas de los sistemas locales de semilla', el mejor momento para cosechar es en madurez fisiológica, ya que permitirá tener semilla de la más alta calidad. Adicionalmente, y como se señala en esa misma sección, para mantener tal calidad es conveniente realizar adecuadamente el acondicionamiento de la semilla, poniendo particular atención en el secado, pues el almacenar semilla húmeda acarrea muchos problemas, incluyendo en un caso extremo, la pérdida de aquella. Con respecto a qué parte de las mazorcas seleccionadas desgranar para obtener la semilla, se sugiere tomar preferentemente de la parte media (que es la práctica más extendida entre los agricultores), ya que en esa parte es donde se encuentra la semilla tipo 'plano', que es la de mayor tamaño.

La encuesta aplicada a 509 agricultores de diferentes regiones del país reveló que 68% de ellos almacena su semilla en algún recipiente, siendo el más común (55.4%) el costal o bolsa. Aun cuando es un envase económico, no es el mejor para mantener a salvo la semilla del ataque de insectos o roedores, por lo que, en la medida de lo posible, se sugiere emplear recipientes herméticos, con la capacidad de contener la semilla que se desea conservar dejando el menor espacio posible. Esto último es de particular importancia porque entre menos espacio libre haya, menos aire y menos oxígeno habrá para las plagas que pudieran existir. Una opción interesante que surgió de los cuestionarios fue el empleo de tambos o botellas de plástico (como las de los refrescos). Aun cuando no son totalmente herméticos, pueden constituir una mejor opción que los costales o bolsas de polipropileno o de ixtle, solamente hay que asegurarse de que estén totalmente secos y sin perforaciones.

Como se señala en la sección 4 'Bases teóricas de los sistemas locales de semilla', otro aspecto a cuidar es el relacionado con procurar darle las mejores condiciones de almacenamiento a la semilla, las cuales pueden sintetizarse en asegurarse de que aquella tenga un contenido de humedad bajo, y que se almacene en un lugar lo más fresco y seco posible. Consecuentemente, el que se mantenga a la sombra (en galeras, corredores como lo hacen algunos agricultores), es una buena idea. El resto del grano puede almacenarse en estructuras como cobertizos, trojes, cuexcomates, etc.

Aun cuando el método aquí descrito fue poco conocido por los agricultores (sólo 133 de los 509 entrevistados habían escuchado hablar de él), el 94% de quienes no lo conocen (376) manifestó estar interesado en saber más de él. El propósito de este capítulo del manual es contribuir a ello. Se espera que para aquellos agricultores que ya practican selección en planta (24.6%), el método les resulte familiar, y para quienes sólo seleccionaban en mazorca (75.4%), que les permita hacer aún más eficiente su selección.

## **6.7 Recomendaciones a tener en cuenta al aplicar el método (derivadas de la encuesta a técnicos)**

Como parte de la encuesta que se describe en la sección 5 'Diagnóstico actual de los Sistemas Locales de Semilla', se entrevistó a técnicos que están en campo acerca del método de selección masal visual estratificada. De los 235 que respondieron, 182 (esto es, 77.8%) lo conoce, aunque sólo la mitad de ellos la ha aplicado con agricultores. Quienes han tenido esta experiencia opinan que es un método bueno (81.6%), aunque requiere dedicarle tiempo (58.1%) y es algo laboriosa (19.9%). Prácticamente  $\frac{3}{4}$  partes de ellos considera factible que los agricultores se interesen y adopten el método.

Al preguntar sobre adecuaciones hechas al método se encontraron las siguientes respuestas: no sembrar un lote de selección, emplear las parcelas de los agricultores (43.3%), reducir el tamaño del lote de selección (27.4%), no hacer sublotes (22.6%) y seleccionar solamente en mazorca (40.3%). Al respecto es conveniente hacer los siguientes comentarios: a) Efectivamente, puede emplearse la parcela del agricultor para llevar a cabo la selección, sólo que hay que tener cuidado que el terreno sea lo suficientemente grande como para que permita alojar a su interior el área de selección, dejando margen para bordos y cabeceras que minimicen las posibilidades de llegada de polen de otros maíces; b) Si se establece el lote de selección, no es conveniente reducir sus dimensiones, pues esto afectará la cantidad de plantas totales disponibles y la presión de selección (la cual será menos intensa), aparte de que puede propiciar un fenómeno conocido como endogamia (apareamiento entre plantas emparentadas), el cual, en el caso del maíz, propiciará la disminución de vigor de la planta y de tamaño de sus estructuras; c) El no hacer sublotes al momento de la siembra, la facilita; sin embargo, para propósitos de asegurar una densidad de población constante, de llevar un mejor control de las plantas seleccionadas y de garantizar que quedan distribuidas homogéneamente en el lote de selección, es recomendable trazarlos desde la siembra. Hay que tener presente que lo más laborioso puede ser delimitar las fajas, porque los sublotes quedan formados por los surcos presentes al interior de cada faja; d) Si en el lote de selección solamente se selecciona en mazorca, se pierde la oportunidad de tomar en cuenta características

de la planta que pueden ser útiles para el agricultor. Es conveniente recordar que el poder iniciar la selección desde planta es una de las posibilidades que brinda el método.

Por último, entre las recomendaciones que emitieron los técnicos que han empleado el método, estuvieron la conveniencia de contar con un manual, materiales didácticos (en diferentes lenguas) y capacitación acerca del método, por lo que se espera que el presente documento dé una respuesta inicial a tal inquietud. De la misma manera, se atenderá el interés manifestado por prácticamente el 100% de los técnicos que no lo conocen y que declararon estar interesados en saber más del mismo.

## 6.8 Algunas modificaciones del método

En la literatura referente a la aplicación del método de Selección Masal Visual Estratificada se encontraron algunas variantes que se consideró conveniente mencionar. En todas ellas se coincide en la conveniencia de dividir el lote de selección en sublotes y cosechar plantas con competencia completa. Lo que cambia es el tamaño del sublote y la cantidad de plantas a seleccionar.

**Variante 1:** Si la selección se hará al interior de la parcela del agricultor, esta debe ser de cuando menos media hectárea (5,000 m<sup>2</sup>). Para propósitos de selección, escoger la parte central (2,500 m<sup>2</sup>), que podría obtenerse con, por ejemplo, 50 surcos de 50 metros de largo. El área de selección deberá estar rodeada por al menos 20 metros del mismo tipo de maíz. Para la división en sublotes, si se tuvieron los 50 surcos de 50 metros, se propone formar 25 sublotes, cada uno de diez surcos de diez metros de largo, delimitándolos con lazos o estacas. En cada sublote seleccionar las mejores 40 plantas (podrían ser 4 por surco). En cada sublote, cosechar las mazorcas de esas 40 plantas, reunir las 20 mejores; repetir el procedimiento en cada sublote. Al final, se tendrán 500 mazorcas; después de secarlas, desgranar la parte central. Con ello se estima tener semilla suficiente para sembrar 1-2 hectáreas.

**Variante 2:** La diferencia con la anterior estriba en el tamaño del área de selección y el número de sublotes a formar. En esta variante se señala que la superficie mínima requerida para seleccionar es de 1,500 m<sup>2</sup>. Se recomienda formar 20 sublotes, cada uno de cinco surcos de 10 metros (delimitarlos doblando una planta al inicio y una al final del lote o con mecate). En cada sublote seleccionar las mejores 20 plantas y mazorcas. De esta forma, se tendrán 400 mazorcas, con lo cual se estima obtener aproximadamente 35 kg de semilla.

**Variante 3:** El lote de selección deberá tener una superficie de aproximadamente 2,500 m<sup>2</sup>, contando con 52 surcos de 50 metros de longitud. El lote se dividirá en cinco fajas, cada una de nueve metros, con un metro de separación entre ellas. Cada surco de cada faja tendrá 19 matas, separadas 50 cm entre sí. Sembrar cuatro semillas por mata para posteriormente aclarar a dos plantas. Formar 25 sublotes (cinco por faja), cada uno integrado por 10 surcos de nueve metros. En cada sublote seleccionar y marcar las 40 mejores plantas; de ellas, escoger las 20 mejores mazorcas. De esta forma, se reunirán 500 mazorcas.

## 6.9 Ventajas y desventajas de la selección masal

Entre las ventajas que se han mencionado de este método de selección se encuentran las siguientes:

- Es un método que no implica gastos importantes para ponerlo en práctica.
- Una vez que el agricultor se familiariza con el mismo, podrá aplicarlo de manera independiente.
- El método puede aplicarse durante el tiempo que se desee conveniente. Puede interrumpirse y reiniciarse si así se desea.
- Es un método que, de acuerdo con las investigaciones hechas al momento, permite obtener ganancias promedio por ciclo de selección de 6.5% tratándose de rendimiento. La ganancia es mayor cuando la selección se hace de manera continua en la misma localidad.
- A través de su aplicación, es factible mejorar características como resistencia al acame, cuateo, precocidad, altura de planta y, en menor medida, rendimiento de grano.
- El agricultor es quien fija los criterios de selección.
- La selección que se hace mantiene niveles adecuados de variabilidad en la población.

Entre las desventajas pueden enumerarse las siguientes:

- En ocasiones es complicado conseguir un aislamiento perfecto. Si este no es el adecuado, el avance que puede obtenerse por ciclo de selección se verá disminuido.
- La siembra es un poco más laboriosa que la convencional.
- Requiere invertir un poco más de tiempo que el usual, pues hay que realizar recorridos en campo para desespigar plantas indeseables, marcar las deseables, elegir las cinco mejores mazorcas dentro de cada sublote y finalmente, desgranar una cantidad constante de semilla de cada una de ellas.
- La selección de semilla no es tan sencilla y rápida como en el método convencional.
- La selección sólo está tomando en cuenta a uno de los progenitores (el materno).

## 6.10 Visión de cadenas de valor para formalizar la producción de semilla de autoconsumo

En esta sección se analiza la cadena de valor en la que participan los pequeños agricultores, principalmente de autoconsumo. Se revisa, en primer lugar, la cadena corta, exclusivamente relacionada con la semilla que usan los agricultores para sus cultivos, y en segundo lugar, la cadena larga, que implica la producción agrícola y el destino de la cosecha. En ambos casos se señalan los actores directos que participan actualmente, aquellos directos e indirectos que es necesario vincular, y las influencias del entorno que más afectan positiva o negativamente las cadenas. El funcionamiento de estas cadenas es fundamental para implementar formalmente la estrategia de selección de semilla para autoconsumo mediante el método descrito con antelación de selección masal.

El valor de ambas cadenas (la corta, Figura 6.13, y la larga, Figura 6.14) está en la conservación de la biodiversidad de las poblaciones nativas (las cuales están vinculadas a la cultura y la gastronomía local), así como en el aumento de su rendimiento, a través de su uso y selección recurrente *in situ* mediante el método de selección masal visual estratificada.



\*Se muestran en color gris los actores localizados, y en color azul o verde los actores que es necesario vincular a la cadena.

**Figura 6.13.** Cadena de valor de selección de semilla para autoconsumo.



\*Se muestran en color gris los actores localizados, y en color azul o verde los actores que es necesario vincular a la cadena.

**Figura 6.14.** Cadena de valor de selección de semilla para autoconsumo y destino de la producción.

## **Actores directos**

### **Agricultor y usuario de la semilla**

Se caracteriza por ser un agricultor con poca superficie de cultivo, de 0.5 ha hasta 5 ha, que cultiva en monocultivo, o en sistemas de cultivos asociados. Puede o no aplicar nutrientes a la planta y realizar control químico de plagas y malezas. La mayor parte de las labores de cultivo se realizan manualmente, con herramientas básicas, por lo que el uso de mano de obra es intensivo y participa la familia. Su prioridad es la alimentación familiar y de su ganado, que también forma parte de la dieta familiar. Este agricultor prefiere las semillas nativas por su adaptación al ambiente, por tradición familiar y por los platillos regionales que se preparan asociados a la cultura local. Las mujeres de las comunidades tienen un papel protagónico en la selección y conservación de las semillas para el siguiente ciclo agrícola. El agricultor de ésta cadena selecciona sus propias semillas a partir de su cosecha y la utiliza para su siguiente ciclo agrícola, por lo que también es de autoconsumo con respecto a la semilla (Figura 6.13).

Bajo un escenario de incremento de la productividad, el agricultor que prefiere sembrar poblaciones nativas tendrá excedentes después de cubrir sus necesidades de alimento para su familia y su ganado, por lo que deberá destinar su cosecha a otro consumidor local o enfrentar un mercado (Figura 6.14),

### **Almacenador de su propia semilla**

El mismo agricultor produce, selecciona y almacena su semilla. Algunos agricultores más cautelosos almacenan más del doble de la cantidad de semilla que necesitan para el siguiente ciclo agrícola, por lo que, en caso de desastre natural y pérdida del cultivo, se convierten en distribuidores de semilla nativa para otros agricultores. Las semillas nativas las seleccionan en casa, a partir de las mazorcas que satisfacen sus criterios personales, la conservan en costales o contenedores de plástico o metal no diseñados para éste fin y la almacenan dentro de su casa o bodega, usualmente en el lugar más fresco, lejos de la lluvia, la humedad y los roedores. Las técnicas de conservación de la semilla nativa provienen del conocimiento tradicional y del conocimiento adquirido de otros agricultores, en alguna capacitación o en su experiencia como trabajadores en otra región agrícola del país o del extranjero. Este conocimiento viaja de persona en persona y con frecuencia corre el riesgo de desvirtuarse (Figura 6.13).

### **Consumidor local**

El consumidor es el usuario final del grano, o producto cosechado por los agricultores que cultivan poblaciones nativas. El principal consumidor es la familia y el ganado del agricultor, por lo que la mayor parte de la cosecha es de autoconsumo. También hay consumo local cuando se comparte, intercambia o vende el excedente de la cosecha con otras familias de la misma comunidad. Puede ser necesario vincular a la cadena otros consumidores, a través de un mercado diferenciado que reconozca el valor de la cadena (Figura 6.14).

## **Actores Indirectos**

Los actores indirectos no poseen la semilla ni el producto cosechado, su función es dar soporte para hacer posible los flujos a lo largo de las cadenas. Se identificaron únicamente dos actores presentes: el primero, un agente de capacitación, que es otro agricultor con más información y el segundo,

proveedores de tecnologías para el manejo de la semilla en almacenamiento, que son las mismas familias, que para el almacenamiento de semilla usan envases reciclados de otros bienes de consumo, y emplean técnicas tradicionales.

### **Proveedor de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento**

Los agricultores y sus esposas son quienes seleccionan y conservan la semilla mediante técnicas tradicionales. Los envases para el almacenamiento de semilla son reciclados de otros usos en el sistema familiar, ya sean costales usados o recipientes limpios y secos, reutilizados de la cocina o de otros bienes de consumo como refresco, pintura, agua, etc. Aquí es necesario integrar un actor a la cadena, con funciones de proveedor de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento de semillas, que ofrezca soluciones para el almacenador de su propia semilla, es decir que provea de tecnología adecuada al tipo de semilla, volumen, clima, inocuidad y facilidad operativa (Figura 6.13 y Figura 6.14).

### **Proveedores de insumos agrícolas**

La cadena requiere insumos agrícolas para la nutrición y control de plagas y malezas, con la finalidad de incrementar la calidad de la semilla y, en consecuencia, la productividad de los cultivos. No se cuenta con un actor que desempeñe el rol de proveedor de insumos agrícolas, de manera constante. Es importante integrar este actor a la cadena, puede ser un agricultor o un grupo de ellos, de la comunidad, o un proveedor externo, que haga disponibles agroquímicos, fertilizantes o bioinsumos adecuados para los cultivos de la localidad. En el caso de la agricultura familiar o de autoconsumo, el acceso a estos insumos no puede depender del ingreso del agricultor, sino de apoyos externos (Figura 6.13 y Figura 6.14)

### **Asesor técnico**

La selección de semilla en casa, basada en conocimiento tradicional y empírico, es la práctica más común entre los agricultores que cuidan y resguardan sus poblaciones nativas. La selección masal visual estratificada (SMVE) implica prácticas desde la parcela y en casa o en la bodega, que es necesario transmitir a los agricultores a través de un agente de entrenamiento y acompañamiento al menos los primeros dos ciclos, y transmitir un buen manejo y nutrición del cultivo para garantizar una mejor calidad de la semilla. El rol de este actor puede desempeñarlo un técnico agrícola, cuyos honorarios no dependan del ingreso del agricultor sino de programas de apoyo (Figura 6.13 y Figura 6.14).

### **Servicios de transporte**

Todos los agricultores transportan insumos desde su vivienda hasta la parcela, en algunos casos la vivienda es parte de la parcela y en otros está en sitios más alejados. Siempre el agricultor requiere transportar algo, ya sea la semilla, sus implementos de cultivo, otros insumos, a la familia que pone la mano de obra, a sí mismo y su cosecha. En la cadena no se identificó algún actor que haga disponible transporte para los agricultores, cada uno lo resuelve con sus propios medios, ya sea con animales de carga propios o de renta, bicicleta, moto, el coche, el transporte público, taxis o incluso el hombro. Bajo una nueva visión, la cadena de valor requiere integrar un actor que haga disponibles medios de transporte para los agricultores o bien que las comunidades sean dotadas de estos recursos en lo individual o a grupos de agricultores (Figura 6.14).

### **Servicio de empaçado**

El empaçado y envasado de la cosecha se realiza de acuerdo con los recursos del agricultor. En un escenario de incremento de productividad el agricultor tendrá más excedentes de cosecha que deben enviarse a un mercado diferenciado, para lo cual es muy importante contar con técnicas y materiales para el correcto empaçado de la cosecha (Figura 6.14).

### **Organizaciones de gestión de la comercialización**

Bajo el mismo contexto de incremento de la productividad, el agricultor que implementará la estrategia de selección masal visual estratificada debe contar con el apoyo de un actor en la cadena de valor que resuelva el problema de la comercialización, visto así por el agricultor. Para ese fin es necesario desarrollar un actor que gestione la comercialización, ya sea un agricultor líder que coordine la logística de agregación de volumen en fechas específicas y una instancia de la sociedad civil, de gobierno o de la iniciativa privada que conecte la producción de grano de los maíces nativos con un mercado diferenciado. En el presente documento se sugiere que sea un actor indirecto quien brinde los servicios de vinculación a un costo moderado, sin ser propietario del producto, para permitir al agricultor retener un mayor margen de utilidad de la cadena. También se sugiere que este actor de vinculación gestione otros mecanismos de comercialización, en beneficio del agricultor y del consumidor final, por ejemplo, modelos de agricultura bajo contrato con la industria de productos especializados como: gourmet, de nostalgia, de comercio justo o superalimentos (*superfoods*). Los honorarios de este actor tampoco dependerán del ingreso del agricultor sino del margen de ganancia de la cadena de valor (Figura 6.14).

### **Normatividad**

En la cadena se localizaron leyes y reglamentos de protección y conservación de los maíces nativos, descritas previamente. Sin embargo, aún es necesario integrar a la cadena un actor indirecto, como SNICS, que norme el registro de tales materiales, y otro actor que establezca atributos y parámetros de calidad especiales, que sean de valor para un mercado diferenciado a un precio superior que los productos genéricos (Figura 6.14).

### **Fuentes de financiamiento**

Este actor es inexistente en las cadenas. Los agricultores financian sus costos de producción. Algunos trabajan como jornaleros en otras regiones del país en el periodo que no están cultivando y de este modo financian su propio cultivo. En la cadena es necesario contar con una fuente de financiamiento, con subsidios en insumos o herramientas para control de plagas y malezas, y para la nutrición de las plantas, y para adquirir tecnologías apropiadas para el resguardo de sus semillas. El honorario de los asesores técnicos también debe ser subsidiado.

### **Gobierno**

El Gobierno Federal y algunos Gobiernos Estatales han participado con apoyos económicos, insumos o acompañamiento técnico a pequeños agricultores en pro de la conservación de los maíces nativos. Para desarrollar de manera formal el sistema de conservación de semillas por Selección Masal Visual Estratificada, el Gobierno deberá incluir o facilitar la inclusión de los actores clave que hoy no están vinculados a la cadena, apoyar en la adquisición de insumos agrícolas y de tecnologías de

acondicionamiento y almacenamiento de semilla, asesoría técnica, transporte y vinculación a mercados diferenciados, descritos en esta sección (Figura 6.14).

## **Influencias del entorno**

### **Fuerzas socioculturales**

Para la producción y selección de semillas, la cultura y la gastronomía familiar y local afectan positivamente el funcionamiento de esta cadena (Figura 6.13). En la cadena de valor que incluye la producción obtenida por los agricultores, las tendencias de consumo hacia lo tradicional también benefician el funcionamiento de la cadena, porque permite acceder a un mercado diferenciado para llevar a otros consumidores los excedentes de cosecha (Figura 6.14).

### **Fuerzas ambientales**

Los eventos bióticos y abióticos adversos como las sequías, inundaciones, vientos excesivos, ataque severo de plagas y enfermedades, rapiña, etc., ponen en peligro la permanencia de los maíces nativos, debido a que se han llegado a perder los cultivos de comunidades completas (Figura 6.13 y Figura 6.14).

### **Fuerzas tecnológicas**

No todos los agricultores resguardan semilla de poblaciones nativas para más de un ciclo agrícola, ya sea por falta de previsión, falta de entrenamiento formal o falta de tecnologías. Contar con la tecnología pertinente para los diferentes nichos ecológicos beneficia el establecimiento de ésta estrategia (Figura 6.14).

### **Fuerzas político-legales**

De acuerdo con la sección 2 'Marco de Referencia', existe en México las condiciones legales y normativas que priorizan la autosuficiencia alimentaria y la inclusión de los agricultores históricamente relegados. Es por ello que esta condición afecta positivamente el funcionamiento de las cadenas para el establecimiento de la estrategia selección de semilla para autoconsumo, presentada en esta sección (Figura 6.14).

### **Perfil de las cadenas de valor**

En la cadena de valor las acciones clave son la selección y la conservación de semilla de poblaciones nativas elegidas por el propio agricultor, para garantizar su siguiente ciclo agrícola. La cadena está organizada de forma individual por cada agricultor, quien se encarga de mantener su variedad en uso para sus fines particulares. Los actores clave son las personas encargadas de la selección de las semillas; en algunas comunidades, las mujeres apoyan en este proceso de selección, por aptitud, basadas en criterios culinarios. La semilla y la producción cultivada se queda en casa para autoconsumo, humano o del ganado, que también será de autoconsumo, los excedentes se transaccionan para adquirir otros bienes de manera local. La información fluye informalmente, de persona en persona al interior de la familia o de amistades. Los socios clave de esta cadena son familiares o el mismo agricultor, que tienen otras fuentes de ingreso o trabajan como mano de obra en otras regiones de

cultivo, para financiar su propio cultivo. Las principales fuerzas externas que afectan la cadena en forma negativa son los eventos bióticos o abióticos que dañan la cosecha y en consecuencia ocasionan la pérdida de la semilla nativa. Las fuerzas que afectan de forma positiva son la fuerte vinculación de los maíces nativos con la diversidad cultural, además de las tendencias de consumo mundiales dirigidas a lo tradicional y sostenible. Los puntos de apalancamiento de esta cadena son: la tecnología de almacenamiento de semilla nativa, la selección de semilla desde la parcela, el manejo del cultivo con nutrición, control de plagas y enfermedades, y la redistribución de los excedentes de cosecha a otras regiones de consumo, con un precio diferenciado.





## VII. ESTRATEGIA II:

### BANCOS COMUNITARIOS DE SEMILLAS PARA EL RESGUARDO DE LOS PROPIOS AGRICULTORES, EN UN LUGAR SEGURO, DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN LOCALES

#### **7.1 ¿Por qué los bancos comunitarios de semilla son necesarios?**

Las semillas son el medio de conservación de toda la vida vegetal y por lo tanto de la vida animal, razón por la cual se deben conservar, pues si desaparecieran no sólo perderíamos genes, sino también todo aquel conocimiento y cultura que mantiene la población que las cultiva año tras año. Por lo tanto, debemos de protegerla de todos aquellos factores que representen una amenaza para su sobrevivencia.

##### **7.1.1 Factores adversos que amenazan a las semillas**

El cambio climático, causado por actividades antropogénicas o por la actividad solar, es una realidad. En el pasado han existido factores adversos bióticos y abióticos, como las sequías, las heladas, calor extremo, granizadas, inundaciones, plagas y enfermedades. Sin embargo, a consecuencia del cambio climático estos factores se han intensificado, poniendo en riesgo a la semilla de los agricultores y con ello a la diversidad genética y a la seguridad alimentaria. De acuerdo con el diagnóstico (Capítulo

5), los factores ambientales adversos de mayor amenaza en México son la sequía (41.8%), las plagas (16.4%), las heladas (6.2%), las enfermedades (6.2%) inundaciones (4%) y el granizo (1.3%). De menor importancia a nivel nacional son los vientos, el calor, y, un factor que no es ambiental, la introducción de híbridos. Todos estos factores han influido para que en la encuesta se reporten 222 casos (69.7%) de pérdida de semilla por los agricultores, situación que en México es crítica pues casi no existen bancos comunitarios de semilla.

## **7.2 La existencia de bancos comunitarios de semilla en México es casi nula**

El SNICS estableció una red de 26 bancos comunitarios de semilla en el D.F. y 8 estados de México, lo cual se considera una cantidad muy baja para atender todas las necesidades del país. Por esa razón, en la encuesta se detectó sólo un 3.1% de bancos comunitarios, de los cuales el 1.3% ya no se usa, debido principalmente a que ya no hubo interés para almacenar semilla (18.5%), porque fue difícil mantenerlos por falta de recursos económicos (11.1%), por conflictos entre los usuarios (7.4%), porque el almacén se deterioró (3.7%) y por la falta de interés por parte de las autoridades (3.7%). Los pocos bancos que sí están en uso, no funcionan de manera constante, ya que el 50% de los agricultores lo ha utilizado por un año, el 33.3% por dos años y sólo el 16.7% por 5 años. Es probable que esta subutilización de los bancos empeore pues el 69.2% indica que no lo seguirá utilizando. Lo anterior puede atribuirse a dos razones: a que realmente no lo necesitan o a problemas para su uso. Es muy probable que la segunda sea la principal razón pues en las localidades en donde no hay bancos el 88.4% de los agricultores consideraron necesaria la instalación de un banco comunitario de semillas. Por lo tanto, considerando que la semilla está amenazada y que en México es casi nula la existencia de bancos comunitarios es necesario establecer bancos comunitarios de semilla en todas aquellas localidades en cuyas regiones haya riesgo de pérdida.

## **7.3 En México se debe promover la construcción de bancos comunitarios de semilla**

Debido a que la semilla es un elemento estratégico para lograr y mantener la seguridad alimentaria en México, el interés por conservar la semilla de variedades nativas debe ser no solo de los agricultores, sino también de las instituciones relacionadas con la agricultura. La primera actividad que se debe realizar es promover el uso de los bancos comunitarios de semilla. En esta promoción se debe sensibilizar a las instituciones relacionadas con la agricultura y convencer a los agricultores de su construcción y uso. Para ello se debe presentar información sobre la importancia de la semilla en el desarrollo de las comunidades y del país, sobre las amenazas actuales para su sobrevivencia y sobre las ventajas de los bancos comunitarios de semilla. Las opciones para promover la construcción del

banco, de acuerdo con la encuesta, son agricultores líderes (15.8%), programas de gobierno (13.2%), técnicos (10.5%) o Ayuntamientos (2.6%). Sin duda alguna las instituciones relacionadas con la agricultura deberán sumarse a esta actividad.

## 7.4 Construcción del banco comunitario de semilla

### 7.4.1 Participantes

Tomado en cuenta que la falta de interés para almacenar semilla (18.5%) y conflictos entre los usuarios (7.4%) son dos de los cinco factores que han influido para que casi la mitad de los pocos bancos comunitarios de semilla que existen ya no se usen, se deberán establecer desde el inicio los derechos (conservación y uso de su semilla) y responsabilidades (construcción, mantenimiento y manejo del banco comunitario de semilla) del grupo de agricultores que almacenarán la semilla. La encuesta nos indica que los pocos bancos existentes fueron construidos por los agricultores, quienes además también proporcionaron el material.

### 7.4.2 Lugar

Una manera de evitar conflictos entre los usuarios del banco de semillas es que desde un inicio se tenga consenso sobre el lugar en el que éste se instalará. Las opciones que se mencionan en la encuesta son en terreno de un agricultor (19.1%), en la parcela ejidal (12.8%) o en la presidencia municipal (2.1%). Otra opción puede ser habilitar como banco de semillas alguna construcción que no esté en uso. Algunas consideraciones técnicas que se deben tomar en cuenta para tomar la decisión final sobre el lugar son: que no haya riesgo sobre la seguridad de los usuarios del banco comunitario de semillas, que haya posibilidad de suministro de electricidad, que el suelo sea estable y con drenaje adecuado, que no haya riesgo de inundaciones, maximizar la exposición de la estructura al viento, construirlo sobre un eje norte-sur para minimizar el calentamiento por radiación solar y que sea de fácil acceso. Adicionalmente se podría considerar la sombra natural de los árboles, siempre que el Banco no se exponga al daño ocasionado por las raíces o al peligro de que se caigan sobre éste.

### 7.4.3 Diseño y material de construcción

De acuerdo con la encuesta, el 63.9% de los pocos bancos existentes no fueron diseñados, el 22% lo diseñó el técnico y el 13.9% los diseñaron los agricultores. El material de construcción que utilizaron fueron principalmente block (9.4%), ladrillo (6.3%), madera (6.3%), tabique (3.1%) o lámina (3.1%). Ninguno de ellos se construyó con adobe. El material de construcción, en la mayoría de los casos (92.6%), fue proporcionado por los agricultores.

Los bancos comunitarios no deben ser construidos con cualquier material y tampoco sin un diseño. Ambos deben ayudar a reducir la temperatura dentro del almacén y a ser una barrera para la entrada de humedad relativa, por el efecto negativo que tienen sobre la longevidad de la semilla, sobre todo en lugares muy húmedos y calientes.

Por lo anterior, para la construcción del banco comunitario de semillas es recomendable considerar los siguientes aspectos en su diseño y uso de materiales:

- a.** Construir el techo y las paredes con materiales de buenas propiedades aislantes, como lo son paredes de concreto o de adobe, recomendándose de preferencia este último.
- b.** El techo y las paredes deben ser gruesas, tanto para aislar, como para absorber las fluctuaciones del calor y humedad relativa del día.
- c.** Las superficies externas de la construcción deben ser brillantes y reflectivas, para minimizar la absorción de calor por la estructura (pintar de blanco toda la construcción). Además, las superficies externas deben ser buenas emisoras de la radiación de onda larga para maximizar la pérdida de calor del edificio.
- d.** Asegurar una ventilación adecuada cuando la temperatura del ambiente esté por debajo de la temperatura del almacén y evitar la ventilación cuando la temperatura ambiente esté por encima de la del almacén.

Enseguida se presenta una propuesta de diseño de un banco comunitario de semillas de 16.5 x 6 m, para agricultores que siembran de 1 a 2 hectáreas, que de acuerdo a la encuesta en México representan el 60%. El tamaño del Banco podrá variar dependiendo de la cantidad de agricultores que lo usarán. En la encuesta se reportaron los siguientes tamaños: 10 x 10 m (16.7%), 5 x 5 m (16.7%), 5 x 4 m (3.3%) y 3 x 7 m (3.3%).

Para definir el tamaño y forma del almacén se consideraron los siguientes aspectos:

- a.** Cultivo maíz y 20 kg/ha para la siembra.
- b.** Agricultores con superficie de 1 a 2 ha: 20 a 40 kg para un ciclo, 40 a 80 kg para dos ciclos. Lo ideal es resguardar semilla para dos ciclos. Actualmente, el principal cultivo que se almacena es el maíz (87.1%); otros cultivos almacenados son el frijol (1.8%), chile (0.6%) y calabaza (0.6). Respecto al maíz, el 63.4% de los agricultores almacena más de 20 kg, el 14.3% 20 kg, el 9.3% 15 kg, el 9.3% 10 kg y el 3.7% 5 kg. El periodo de almacenamiento es principalmente de 1 año (93%), 2 años (5.7%) y 3 años (1.3%).
- c.** Envases y su acomodo espacial de la semilla.

Las características más importantes para la elección de los envases son su hermetismo a la humedad relativa, su durabilidad y su costo. Presentaremos dos opciones:

- i.** Tambos de plástico con capacidad de 50 kg, con las siguientes dimensiones: diámetro interior de boquilla 32.7 cm, perímetro del cuerpo 127 cm, diámetro del cuerpo 40.3 cm, altura con tapa 54.3 cm y peso 2.3 kg. Por lo tanto, se requerirán de 1 a 2 tambos por agricultor.
- ii.** Garrafón (porrón o bidón) de plástico con capacidad de 20 kg, con las siguientes dimensiones: diámetro de boquilla 4.85 cm, altura 39.5 cm., largo 29.5 cm, ancho 24.5 cm y peso 900 g. Por lo tanto, se requerirán de 2 a 4 garrafones por agricultor.

Cabe aclarar que dependiendo del tamaño y peso de la semilla la cantidad almacenada en el tambo o garrafón podrán ser diferentes a las mencionadas.

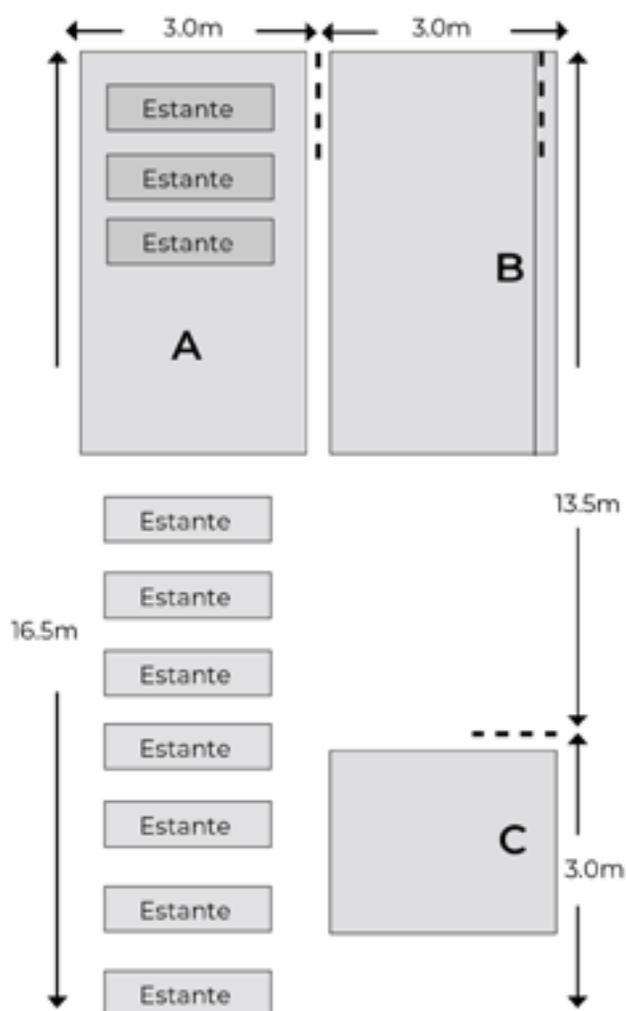
Acomodo de los envases. Los envases se colocarán en un estante de acero inoxidable o de madera con las siguientes características: 182 cm de ancho, 182 cm de altura, 60.96 cm de profundidad, 5 repisas y 1245 kg de capacidad.

- i.** Tambos. Sólo se pueden usar 4 repisas y acomodar 4 tambos por repisa. Total 16 tambos de 50 kg. La altura de los tambos acomodados es de 2.17 m. Entonces, en un estante se podrá almacenar semilla para dos ciclos y 16 agricultores que cultivan en 1 hectárea o para 8 que cultivan en 2 hectáreas. La cantidad de semilla almacenada por estante será de 800 kg y del banco comunitario de semilla de 8 toneladas. El costo de cada tambo es de \$422 y se requieren 160 tambos en cada banco comunitario de semilla, por lo que el costo total será de \$67,520
  - ii.** Garrafones de plástico. Debido a la capacidad del estante, aunque se coloquen las 5 repisas, sólo se podrán colocar garrafones en 4 y en cada repisa se podrán acomodar 2 filas de 7 garrafones. Total 56 garrafones de 20 kg de semilla. La altura de los garrafones acomodados es de 1.97 m. Entonces, en un estante se podrá almacenar semilla para dos ciclos para 28 agricultores que cultivan en 1 hectárea o para 14 que cultivan en 2 hectáreas. La cantidad de semilla almacenada por estante será de 1,120 kg y del banco comunitario de semilla de 11.2 toneladas. El costo de cada garrafón es de \$104 y se requieren 560 garrafones en cada banco comunitario de semillas, por lo que el costo total será de \$58,240. Sin duda alguna esta opción es mejor que el uso de los tambos.
- d.** Es necesario dejar pasillos de al menos 1.0 m entre los estantes para permitir libre acceso.
- e.** Es necesario permitir la circulación de aire para evitar que la humedad se acumule en las esquinas, previniendo así la oxidación de los estantes. Para esto debe dejarse un espacio de 20 cm entre las paredes y los estantes, 10 cm entre el piso del almacén y los garrafones inferiores y 50 cm entre el techo y las cajas superiores, esto último para permitir la instalación de lámparas y eventualmente ventiladores de techo.
- f.** Asumiendo lo anterior, se debe construir un almacén con las siguientes medidas interiores: 16.5 m de largo, 3 m de ancho y 2.50 m de alto (Figura 1 A). El almacén tendrá una capacidad para almacenar semilla para dos ciclos de 140 agricultores que cultivan 2 ha o para 280 agricultores que cultivan 1 ha.
- g.** Además del almacén de semilla, el banco comunitario debe contar con un espacio para actividades previas al almacenamiento (secado y acondicionamiento de la semilla) y para otras inherentes al manejo de la semilla almacenada. Este espacio puede desglosarse de la siguiente manera:
- h.** Bodega de recepción de semilla. Cuando la semilla llega no entra directamente al almacén; hay que revisarla, limpiarla, secarla y colocarla en los contenedores apropiados. Para un banco comunitario de semilla esto puede realizarse en una sola bodega.
- i.** Laboratorio. Es altamente recomendable, pues se deben hacer pruebas de reconocimiento a la semilla que ingresa, así como pruebas de monitoreo de la calidad fisiológica a las semillas que ya están almacenadas.

#### 7.4.4 Financiamiento para construcción del banco comunitario de semillas

Tanto la construcción del banco, como el acomodo de la semilla en estantes tienen un costo elevado, por lo que se requerirá de financiamiento para ambos. La construcción requiere de mano de obra y de materiales. La primera debe correr a cargo de los agricultores y la segunda de fuentes de financiamiento. En los bancos comunitarios construidos los agricultores los construyeron sin financiamiento y sólo en el 7.4% se financió el material de construcción por parte del gobierno. A continuación, se desglosan los costos aproximados del material de construcción y de los estantes:

Tomando en cuenta todo lo anterior, la construcción completa del banco comunitario de semillas se presenta en la Figura 7.1.



**Figura 7.1.** Vista superior de la construcción completa. Las medidas son de interiores. A = Almacén de semilla, B = Bodega de recepción, limpieza y envasado de semilla, C = Laboratorio, --- = Entrada.

## Material

**Cuadro 7.1.** Descripción del material y su costo<sup>10</sup> para la construcción del banco comunitario de semilla.

Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Adobes de 30x40 cm	5.400	Millar	10,000.00	54000
Ladrillos recocidos	5.050	Millar	1000.00	5050
Cemento Cruz Azul	475	Bulto	148.00	70300
Calhidra	100	Bulto	56.75	5675
Varillas de 3/8" 12 m	370	Pieza	122.00	45140
Varillas de 1/2" 12 m	12	Pieza	220.00	2640
Alambrón	420	kg	23.00	9660
Alambre recocido	92	kg	25.00	2300
Clavos de 2 1/2"	10	kg	35.00	350
Piedra	26	m <sup>3</sup>	207.14	5385
Arena azul	60	m <sup>3</sup>	233.33	13999
Grava	21	m <sup>3</sup>	275.00	5775
Puertas	3	Pieza	2800.00	8400
Ventanas	3	Pieza	2500.00	7500
Total material				236,175
Total mano de obra				0.00
Gran total				\$236,175

## Estantes

Los estantes pueden ser de acero inoxidable o de madera. Los primeros son más adecuados por su resistencia y durabilidad. Ambos deben tener una capacidad de 1245 kg. El precio actual por estante de acero inoxidable es de \$14,806.00. El de madera tiene un costo de \$8,250.00. En ambos casos se requieren 10 estantes para el almacén y 2 para el laboratorio. Por lo tanto, el costo de los estantes será de \$177,672 si son de acero inoxidable o de \$99,000 si son de madera.

## Envases

Los tambos tienen un precio de \$422 y se requieren 160, lo que nos da un costo de \$67,520. Los garrafones tienen un precio de \$104 y se requieren 560, lo que nos da un costo de \$58,240.

## Costo total

Por lo tanto, el costo total mínimo de la construcción y acomodo de la semilla en garrafón y estantes de madera, sin contar la mano de obra, es de \$236,175 + \$157,240 (Cuadro 7.2) = \$393,415.

<sup>10</sup> Todos los costos presentados en el Manual son precios nominales en el año 2020.

**Cuadro 7.2.** Costo total al combinar tipo de estante y envase para el acomodo de la semilla.

Estante	Envase	
	Tambo	Garrafón
Acero	\$245,192	\$235,912
Madera	\$166,520	\$157,240

## 7.5 Manejo de la semilla antes de su almacenamiento

### 7.5.1 Máxima calidad de semilla desde la cosecha

#### Calidad genética

Independientemente de que el cruzamiento entre poblaciones nativas genera diversidad genética, será muy importante mantener la calidad genética de las poblaciones nativas seleccionadas o de aquellas que se estén mejorando mediante selección masal. Por lo tanto, las mazorcas de las que se obtendrá la semilla deberán tomarse de la parte central de la parcela, para evitar polen de otras poblaciones. Actualmente, el 61.5% de los agricultores obtienen la semilla del almacén y el 30.8% de la parcela, principalmente del centro.

#### Calidad fisiológica

La máxima calidad de semilla se obtiene cuando ésta llega a su madurez fisiológica. Lo que ocurre posteriormente es el secado de la semilla. Por lo tanto, las mazorcas se deben cosechar en este momento tomando como referencia a la capa negra que se forma en la base de la semilla (Figura 7.2). El 21.1% de los agricultores cosechan la semilla antes que el grano, porcentaje que debe mejorarse y realizarse en la madurez fisiológica.



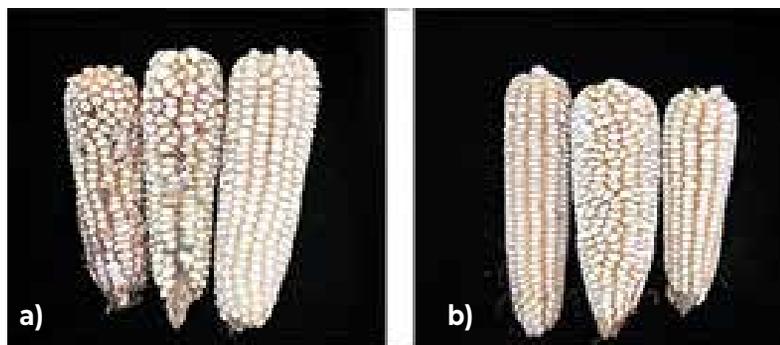
**Figura 7.2.** Semilla de maíz en donde se observa la capa negra.

### 7.5.2 Mejoramiento de la calidad de semilla obtenida en la cosecha

La máxima calidad fisiológica obtenida en la cosecha puede mejorarse al seleccionar mazorcas y semilla en cada mazorca. Esto no indica que se mejorará la calidad de cada semilla, más bien se refiere a la calidad de la cantidad final de semilla que se almacenará. Para ello es necesario realizar el proceso llamado acondicionamiento de semillas, que considera las siguientes actividades:

#### Selección las mazorcas

Después de cosechar se deben seleccionar mazorcas libres de enfermedades y otras características deseadas por el agricultor, como el tamaño y la forma de la mazorca, hileras uniformes (Figura 7.3), olote delgado, etc.



**Figura 7.3.** Mazorcas enfermas y sanas (a) y con hileras uniformes y desuniformes (b).

#### Secado de la mazorca

La semilla cosechada al momento de la madurez fisiológica tiene alrededor de 35% de contenido de humedad, que debe ser reducido a una cantidad entre 6 y 9% para su almacenamiento. Para ello, las mazorcas cosechadas deben secarse primero a la sombra, para evitar daño a la semilla, y después al sol o exponer a aire caliente, para lograr reducir el contenido de humedad a menos de 12%. De acuerdo con la encuesta, el 79.8% de los agricultores seca la semilla, pero no se determina el contenido de humedad final en la semilla.

#### Desgrane de la mazorca

Durante el desgrane de la mazorca se debe evitar el daño físico a la semilla, como resquebrajamiento, descabezado, etc. Para ello, el desgrane debe ser preferentemente manual o con el uso de herramientas o máquinas que no causen daño físico. Dependiendo de la cantidad de mazorcas disponibles y de semilla necesaria, los agricultores principalmente desgranar la parte media (96.4%) y muy pocos desgranar la base (2.4%) y la punta (1.2%). De ser posible es mejor no considerar la punta de la mazorca.

#### Selección de la semilla

Después del desgrane se deben eliminar semillas que tengan daño físico, pues éste favorece el ataque de patógenos durante el almacenamiento. También se pueden utilizar otros criterios como tamaño,

peso y forma de la semilla. La selección de la semilla, además de la de la mazorca, es una práctica común entre los agricultores: el 76% realiza limpieza de la semilla, el 49.4% elimina semilla dañada y el 31.7% semilla enferma (Figura 7.4).



**Figura 7.4.** Semillas enfermas, dañadas por plagas, quebradas y sanas.

### **Cantidad de semilla a almacenar**

Es muy importante tener muy claro la cantidad de semilla que se va a utilizar, ya sea para autoconsumo durante uno o dos ciclos agrícolas o para venta o intercambio. Lo anterior ayudará a tener un uso eficiente del banco comunitario de semilla. En términos generales para maíz se considera que 20 kg/ha son suficientes si es semilla de calidad.

### **Tratamiento a la semilla**

Después de haber seleccionado la semilla para almacenamiento se debe proteger del ataque de plagas o patógenos que estén infestando o infectando a la semilla, cuya actividad se ve favorecida por el incremento del contenido de humedad de la semilla y la temperatura durante el almacenamiento. Actualmente existen productos químicos o biológicos que protegen a la semilla durante su almacenamiento. La elección dependerá de las plagas y enfermedades más comunes en la región (ver 4.5.1 Acondicionamiento). El tratamiento a la semilla es una práctica que debe mejorarse, pues sólo el 7.3% de los agricultores aplica fungicida y el 27.4% aplica insecticida.

### **Envasado de la semilla**

La etapa final del acondicionamiento de la semilla es el envasado. Para seleccionar el envase se debe considerar, además del costo, que éste aisle a la semilla de la temperatura y humedad relativa del ambiente de almacenamiento. Un envase que puede cumplir con ambos criterios es el garrafón con capacidad para 20 kilos. El envasado de la semilla es una práctica que debe mejorarse sustancialmente, pues actualmente los envases que se utilizan no son adecuados: envase plástico (30.1%), bolsa de fertilizante (23.3%), costal de ixtle (13.5%). Sólo el 4.9% lo envasa adecuadamente en un cilindro de aluminio.

## 7.6 Manejo de la semilla durante el almacenamiento

La máxima calidad de semilla que se obtuvo en campo y que se mejoró mediante el proceso de acondicionamiento debe mantenerse durante el almacenamiento. La calidad de la semilla puede verse afectada si el contenido de humedad se incrementa y si además de ésta existe una alta temperatura en el almacén. La construcción del banco, de acuerdo con lo establecido en la sección 7.4.3 'Diseño y material de construcción', y el uso de garrafones de plástico evitarán que ambos factores afecten la calidad. No obstante, hay algunas actividades que deben realizarse para ayudar a mantener la calidad de la semilla.

### 7.6.1 Tipo de semilla almacenada

Actualmente, el principal cultivo que se almacena es el maíz (87.1%); otros cultivos almacenados son el frijol (1.8%), chile (0.6%) y calabaza (0.6).

### 7.6.2 Control de la humedad relativa y temperaturas altas

Para ayudar a mantener bajas la humedad relativa y la temperatura se deben abrir las ventanas periódicamente para que circule el aire. En los pocos bancos de semilla existentes esta actividad se realiza sólo en el 17.6% de ellos. El aire caliente es el que tiene menor humedad relativa, por lo tanto, las ventanas deben abrirse durante el día, siempre y cuando esto no incremente la temperatura dentro del almacén. Se debe colocar un termómetro para revisar la temperatura y si es posible se puede usar un datalogger (medidor automático) para medir la temperatura y la humedad relativa. En lugares con alta humedad relativa se podría usar un extractor de humedad. Actualmente, en los bancos comunitarios de semilla sólo el 5.9% cuenta con termómetro y el 2.9% con un extractor de humedad.

### 7.6.3 Monitoreo del contenido de humedad de la semilla

Para ver la efectividad del almacén y del envase se deberá monitorear el contenido de humedad de la semilla al inicio, a la mitad y al final del periodo de almacenamiento.

### 7.6.4 Monitoreo de roedores, plagas y enfermedades

Otra práctica que debe realizarse es el monitoreo de plagas y enfermedades. Si el contenido de humedad y la temperatura se incrementan es muy probable que aparezcan plagas y hongos que dañarán a la semilla. Revisar la sección 4.5.1 'Acondicionamiento' para ver que plagas y enfermedades se presentan durante el almacenamiento. Actualmente, en los bancos comunitarios el monitoreo de roedores se hace en el 56% y de plagas y enfermedades en el 65.9%.

### 7.6.5 Periodo de almacenamiento

El manejo señalado en los puntos anteriores debe realizarse durante la existencia del banco comunitario de semilla, aun y cuando el periodo de almacenamiento de la semilla sea por dos años o dos ciclos. Actualmente, el periodo de almacenamiento en los bancos comunitarios de semilla es principalmente de 1 año (93%), 2 años (5.7%) y 3 años (1.3%).

### 7.6.6 Monitoreo de la calidad fisiológica de la semilla

La viabilidad, germinación y vigor son los parámetros que integran a la calidad fisiológica. Ésta debe monitorearse al inicio, mitad y final del almacenamiento, para saber si la calidad obtenida en etapas

previas al almacenamiento se mantuvo durante éste. Actualmente, sólo en el 11% de los bancos comunitarios de semilla se monitorea la viabilidad y germinación. La razón es porque en el 97.8% de los Bancos no existe una sección destinada para hacer estas pruebas y por lo tanto tampoco hay mesas ni material para hacerlas. Una alternativa sería el enviar la semilla a algún lugar para que se evalúe su calidad fisiológica, alternativa que sólo se realiza en el 3.1% de los bancos. Debido a lo anterior, en el 52.9% de los Bancos se reportaron casos en que la semilla no germinó después del almacenamiento, 71.7% en maíz, 6.5% en frijol y 6.5% en calabaza.

### **7.6.7 Responsables del manejo**

Para que el banco comunitario de semilla funcione de manera eficiente, debe haber un responsable de su manejo. En la mayoría de los bancos comunitarios no existe un responsable. En donde existe, el 17% es un agricultor y en el 7.5% es un técnico. Dadas las actividades que se desarrollarán durante el manejo del Banco, es muy recomendable que además del técnico exista un agricultor como responsable.

## **7.7 Problemática asociada al Banco comunitario de semillas**

### **7.7.1 Financiamiento**

La construcción de los bancos comunitarios de semilla fue prácticamente financiada por los agricultores. En la mayoría de ellos no hay un buen manejo, que en consecuencia ha llevado a la pérdida de viabilidad y germinación de la semilla al final del periodo de almacenamiento. Por lo tanto, para poder ampliar el número de bancos y que estos sean diseñados y construidos con mejor eficiencia, será necesario contar con financiamiento para la construcción, mantenimiento y equipamiento.

### **7.7.2 Eficiencia para mantener la calidad fisiológica de la semilla**

La determinación del contenido de humedad y la calidad fisiológica de la semilla serán los parámetros para medir la eficiencia del Banco. Si es eficiente los cambios en ambos parámetros deberán ser mínimos. La eficiencia del Banco se deberá hacer en los primeros dos años y es muy probable que no sea necesario continuar con ambas determinaciones, a menos de que haya un deterioro del Banco.

### **7.7.3 Durante el almacenamiento**

Los problemas que se reportan en la encuesta es la selección de semilla por parte de los agricultores (53.8%), el acondicionamiento de la semilla (46.2%) y el cuidado de la semilla durante el almacenamiento (61.5%). Por lo tanto, será necesario establecer directrices que guíen a los agricultores a obtener semilla de calidad desde la cosecha, acondicionamiento y almacenamiento, para que la semilla llegue a la siembra con la mayor calidad posible, de tal manera que pueda tener un desempeño adecuado ante los diferentes factores adversos que se presentan en las áreas de temporal.

### **7.7.4 Uso y distribución de la semilla**

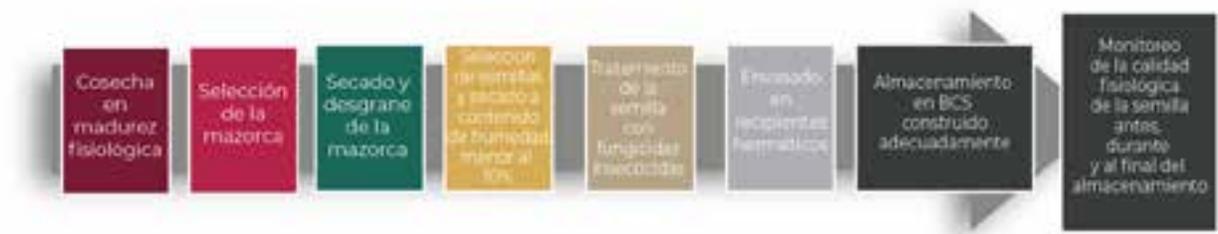
En la encuesta se menciona que el uso de la semilla es principalmente para autoconsumo (83.1%) y en menor medida para venta (5.4%) e intercambio. El 93.3% considera que el banco comunitario de semillas podría ser el medio para vender semilla a localidades en que no haya Banco. En la encuesta

se menciona que en el 30.8% de los bancos se presentaron problemas con la distribución de la semilla. Para evitar esta problemática, desde el inicio del periodo de almacenamiento se deberá llevar un control estricto de la cantidad de semilla que entra por cada usuario y de los usos que se le darán.

### 7.7.5 Usuarios del banco comunitario de semillas

La encuesta indica que el banco comunitario no lo usan todos los agricultores de la comunidad. Los principales criterios utilizados para definir a los usuarios son: los que son parte del grupo (17.1%), los que lo construyeron (5.7%) y los que asistían a las reuniones (5.7%). La idea de los bancos comunitarios es que se resguarde la semilla de todos los agricultores, por lo tanto se deberá hacer una buena promoción para su uso generalizado en cada localidad, pues de acuerdo con la encuesta el 93.8% de los técnicos consideran que cada localidad debe tener su banco comunitario de semillas. Es probable que en el caso de localidades pequeñas sea más conveniente construir un banco para varias de ellas, lo cual requerirá de una mayor organización.

A manera de síntesis, en la Figura 7.5 se muestran los pasos que se deben seguir para obtener y conservar la máxima calidad de semilla en los bancos comunitarios.



**Figura 7.5.** Pasos secuenciados que deben seguirse para el almacenamiento de semilla en bancos comunitarios.

## 7.8 Visión de cadena de valor para formalizar los bancos comunitarios de semillas

En esta sección se analiza la cadena corta que relaciona la producción de la semilla y el banco comunitario de semillas. Se señalan los actores directos que participan actualmente, y aquellos directos e indirectos que es necesario vincular para implementar de manera formal los Bancos comunitarios de semillas. También se analizan las principales influencias del entorno que mayormente afectan el funcionamiento de la cadena

El valor de la cadena está en la conservación de la biodiversidad de las poblaciones nativas que están vinculadas a la cultura y a la gastronomía local, a través de la conservación en un banco comunitario con característica que garanticen la viabilidad de la semilla, en caso de desastre natural que dañe las cosechas de los pequeños agricultores.

La cadena de valor donde se analiza al agricultor en un escenario de incremento de productividad, en el que debe integrarse a un mercado, considera actores directos, indirectos e influencias del entorno referidas en la Figura 6.14, descritas en la sección anterior.



\*Se muestran en color gris los actores localizados y en color azul o verde los actores que es necesario vincular a la cadena.

**Figura 7.6.** Cadena de valor para el resguardo de semilla en Bancos Comunitarios

### 7.8.1 Actores directos

#### Agricultor

Se caracteriza por tener poca superficie de cultivo, de 0.5 ha hasta 5 ha, que cultiva en monocultivo, o en sistemas de cultivos asociados. Puede o no aplicar nutrición y control químico de plagas y malezas. La mayoría de labores de cultivo se realizan manualmente con herramientas básicas, por lo que el uso de mano de obra familiar es intensiva. Generalmente resguardan una parte de su cosecha para usarla como semilla en el siguiente ciclo agrícola, pero en ocasiones, por eventos climáticos, pierden la cosecha y con ella su semilla.

#### Almacenador de su propia semilla

El rol de este actor recae en el mismo agricultor, quien selecciona y resguarda su propia semilla. Algunos agricultores más cautelosos almacenan más del doble de la cantidad de semilla que necesitan para el siguiente ciclo agrícola, por lo que en caso de desastre natural y pérdida del cultivo se convierten en distribuidores de semilla nativa para otros. Las técnicas de conservación de la semilla

nativa provienen del conocimiento tradicional y del conocimiento adquirido por otros agricultores, en alguna capacitación o en su experiencia como trabajadores en otra región agrícola del país o del extranjero. Este conocimiento viaja de boca en boca y con frecuencia corre el riesgo de desvirtuarse.

### **Banco comunitario de semillas**

El banco comunitario de semillas no es por sí mismo un actor, sino el grupo de agricultores que se organizan para resguardar todas las semillas de sus poblaciones nativas preferidas. En algunos casos, los bancos comunitarios están diseñados para resguardar la semilla para la siembra del siguiente ciclo agrícola de los agricultores socios, y en otros casos el banco funciona como resguardo adicional al que el agricultor tiene en su propio domicilio. En cualquiera de los casos, el Banco requiere infraestructura para su construcción y almacenaje de las semillas, y para procesos básicos de gestión y administración.

### **7.8.2 Actores indirectos**

Los actores indirectos no poseen la semilla ni el producto cosechado; su función es dar soporte para hacer posible los flujos a lo largo de la cadena.

#### **Proveedor de obra civil y equipo**

La construcción del Banco depende de los recursos disponibles en la comunidad. En comunidades pequeñas debe construirse con materiales de la región y en colaboración con los socios que lo usarán. El equipo se refiere a los anaqueles para colocar los envases de semilla, que pueden ser tambos, garrafones, cilindros de aluminio, etc., los equipos o instrumentos mínimos para medir contenido de humedad de la semilla y la temperatura y humedad relativa, además de equipo básico para medir la calidad fisiológica de la semilla almacenada. Los socios del banco pueden absorber las funciones de éste actor, aunque es más recomendable que lo haga una instancia de Gobierno o un particular.

#### **Proveedor de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento**

Los agricultores, y principalmente las mujeres de la familia, son quienes seleccionan y conservan la semilla mediante técnicas tradicionales. Los envases para el almacenamiento son reciclados de otros usos en el sistema familiar, ya sea costales usados o recipientes limpios y secos reutilizados de la cocina o de otros bienes de consumo como shampoo, crema, refresco, etc. Aquí es necesario integrar un actor a la cadena con funciones de proveedor de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento de semilla, que sea una solución para el agricultor; es decir, que provea de tecnología adecuada al tipo de semilla, volumen, clima, inocuidad y facilidad operativa.

#### **Proveedores de insumos agrícolas**

La cadena requiere insumos agrícolas para la nutrición de las plantas y el control de plagas y malezas. Un buen manejo del cultivo incrementa la calidad de la semilla y en consecuencia la productividad. Actualmente en las comunidades usuarias de semillas de poblaciones nativas no se cuenta con un actor que desempeñe el rol de proveedor de insumos agrícolas, de manera constante. Este actor de la cadena, puede ser un agricultor o un grupo de agricultores de la comunidad, o un proveedor externo, que haga disponibles agroquímicos, fertilizantes o bioinsumos adecuados para los cultivos de la comunidad. En el caso de la agricultura familiar o de autoconsumo, el acceso a estos insumos no puede depender del ingreso del agricultor sino de apoyos externos.

### **Asesor técnico y capacitador**

El asesor técnico tiene la función de dar entrenamiento y acompañamiento a los agricultores para el mejor manejo posible de sus cultivos, y para mejorar sus métodos de selección y conservación de semillas. El banco comunitario de semillas requiere de una administración básica de operación, para lo cual el apoyo y asesoría del asesor técnico es indispensable para lograr que los agricultores de las comunidades se apropien de su Banco y puedan operarlo cuando eventualmente el técnico ya no esté presente.

### **Normatividad**

En la cadena se localizaron leyes y reglamentos de protección y conservación de poblaciones nativas, descritas en la sección 2 'Marco de Referencia'. Sin embargo, aún es necesario integrar a la cadena a un actor indirecto que establezca normas básicas de calidad, para canalizar los excedentes de semilla y de cosecha de los agricultores a mercados diferenciados. Dichas normas pudieran ser acordadas en consenso entre el agricultor y el consumidor final.

### **Fuentes de financiamiento**

En la cadena es necesario contar con una fuente de financiamiento para que el grupo de agricultores de la comunidad pueda adquirir lo necesario para instalar y operar de forma continua su Banco. Es indispensable considerar en el financiamiento los recursos necesarios para la operación cotidiana de dicho banco.

### **Gobierno**

El Gobierno Federal y algunos Gobiernos Estatales han participado con apoyos económicos, insumos o acompañamiento técnico a pequeños agricultores en pro de la conservación de las poblaciones nativas. Para desarrollar de manera formal los bancos comunitarios, el Gobierno deberá incluir o facilitar la inclusión de los actores clave que hoy no están vinculados a la cadena, proveeduría de insumos agrícolas y de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento de semilla y asesoría técnica y administrativa básica.

## **7.8.3 Influencias del entorno**

### **Fuerzas ambientales**

Los eventos bióticos y abióticos adversos como las sequías, inundaciones, vientos excesivos, ataque severo de plagas y enfermedades, etc. ponen en peligro la permanencia de poblaciones nativas, debido a que se han llegado a perder los cultivos de comunidades completas.

### **Fuerzas económicas**

El autoconsumo es una fuerza económica que limita el desarrollo de esta cadena, debido a que el agricultor no tiene incentivos para incrementar su productividad y por ende pudiera no tener interés en incrementar su semilla, utilizarla y conservarla en resguardo.

### **Fuerzas socio-culturales**

En contraste, la cultura y gastronomía tradicional de las comunidades es una fuerza socio-cultural que afecta la cadena de manera positiva. Permite que los agricultores estén dispuestos a producir y sembrar su semilla de poblaciones nativas favoritas, por los platillos u otros usos en la comunidad. Los agricultores pueden ser proveedores locales de semilla para otros agricultores de comunidades vecinas, y también pueden tener interés en aumentar su productividad para comercializar la cosecha de aquellos productos de interés para el consumidor local. El Banco de semillas tendría una operación continua mediante el resguardo de las poblaciones nativas, que el agricultor siembra para satisfacer la demanda local de productos y semillas.

#### **7.8.4 Perfil de la cadena de valor**

En esta cadena de valor, las acciones clave son la producción de semilla de autoconsumo con un manejo adecuado del cultivo y la conservación de la semilla en condiciones óptimas en los bancos comunitarios de semilla. El o los agricultores líderes que administren el banco son socios clave en ésta cadena.



# VIII. ESTRATEGIA III:

## SELECCIÓN DE POBLACIONES SOBRESALIENTES MEDIANTE EL MÉTODO DE MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO Y PRODUCCIÓN ARTESANAL DE SEMILLA

### 8.1 **Ámbito de aplicación de la estrategia**

En México, los sistemas de producción de maíz son muy variados, debido en parte a la gran diversidad de condiciones ambientales presentes en el país, y en parte a las técnicas de cultivo que quienes lo producen han desarrollado en cada microrregión o nicho ecológico del país. Tales técnicas dependen en gran medida de los entornos ambientales donde se cultiva el maíz, pero también de la disponibilidad de capital e insumos con los que se cuenta.

Lo anterior ha dado como resultado que en el territorio nacional haya regiones donde el cultivo de maíz tiene un fin eminentemente comercial, facilitado por la combinación de una serie de factores tales como superficies de cultivo extensas, relativamente homogéneas, susceptibles de mecanización, disponibilidad de riego (o muy buen temporal) y capital para la compra y aplicación de insumos. Ello da lugar a sistemas de cultivo intensivos, donde el tipo de semilla empleado es el de variedades mejoradas, generalmente híbridos convencionales (no transgénicos).

Por otra parte, se tienen regiones con un grado de variabilidad ambiental considerable (evidente en aspectos como pendiente, fertilidad, capacidad de retención de humedad, precipitación anual, etc.) que da como resultado la existencia de pequeños valles, usualmente delimitados por elevaciones montañosas de diferente altitud, conocidos como microrregiones o nichos ecológicos. En ellos, es frecuente que los agricultores posean extensiones de terreno (usualmente menores a 5 ha) y normalmente distribuidas en diferentes estratos ambientales dentro del nicho. Es común que las actividades agrícolas dependan básicamente del temporal (aunque también existen áreas de riego), por lo que están más expuestas al efecto de factores ambientales adversos. En estas áreas, el cultivar maíz no tiene como objetivo principal la venta. Por el contrario, se busca satisfacer en primera instancia las necesidades de la unidad familiar (alimentación humana y de los animales que comúnmente se tienen, requerimientos de combustible, semilla, etc.) y, de existir excedentes, estos pueden destinarse al mercado. En estos sistemas predomina el empleo de semillas de poblaciones nativas, y es común que cada agricultor tenga su propia población, la cual ha ido moldeando tanto a las necesidades de su entorno como de la familia. Por tal razón, es común que al interior de cada nicho exista una diversidad importante de variedades. Es precisamente para este tipo de condiciones para las cuales se ha pensado la presente estrategia.

## 8.2 Mejoramiento genético vegetal: algunas generalidades

Para aumentar los niveles de producción de un cultivo, técnicamente existen dos grandes vías: la aplicación de mejores prácticas agronómicas y el mejoramiento genético vegetal o fitomejoramiento. Este último se define como una ciencia (y arte) que busca mejorar el nivel de expresión de uno o más atributos presentes en las especies vegetales de interés para el hombre. Como actividad humana, el fitomejoramiento se ha desarrollado en dos grandes vertientes: el fitomejoramiento empírico y el fitomejoramiento formal. El primero se remonta al momento en el cual el hombre comenzó a hacer un aprovechamiento más sistemático de las plantas, el cual fue continuado por las culturas prehispánicas y actualmente es desarrollado por los diversos grupos que habitan el país (pueblos originarios, afrodescendientes y mestizos), particularmente en las áreas donde se practica la agricultura tradicional. Esta modalidad del fitomejoramiento ha dado como resultado la gran diversidad de poblaciones nativas que existen al interior de las especies cultivadas (primordialmente de las originarias del país, aunque también en aquellas que, sin serlo, llevan mucho tiempo siendo aprovechadas). El segundo es conducido por investigadores especializados, conocidos como fitomejoradores. Su trabajo consiste en conjuntar y aplicar conocimientos de otros campos (como la genética, la botánica, la fisiología vegetal, la agronomía y la estadística), utilizando el método científico, para desarrollar variedades mejoradas, las cuales puedan llegar a los agricultores a través de un programa de producción de semillas. Tanto los agricultores como los fitomejoradores poseen un importante acervo de conocimientos, técnicas, métodos, prácticas, etc., los cuales son igualmente valiosos, por lo que es recomendable el propiciar el mayor acercamiento posible entre ellos, en lo que se conoce como fitomejoramiento participativo (ver sección 8.5).

Como ocurre en cualquier campo de la ciencia, el fitomejoramiento formal puede conducirse de múltiples formas. Uno de los enfoques que ha prevalecido en el mundo y en México, ha sido el de desarrollar variedades mejoradas que en teoría pueden tener un buen comportamiento en áreas bastante extensas, para las cuales se asume existe cierta homogeneidad ambiental. Dicho enfoque ha probado ser exitoso, particularmente en las áreas donde se cumple tal supuesto, y es así que se llegan a obtener rendimientos bastante altos. Otro enfoque es el que parte del hecho de que en el país predomina la heterogeneidad ambiental, y que por tanto existirá una gran cantidad de ambientes de producción, los cuales presentarán características particulares, por lo que plantea que lo más conveniente para ellos es desarrollar las actividades de mejoramiento a escala microrregional, buscando desarrollar materiales mejorados que sean capaces de responder a sus entornos específicos (esto es, se busca adaptación, no adaptabilidad) y que además satisfagan los diferentes usos a los cuales normalmente se destina el maíz. La estrategia que se describe en este apartado se inscribe en esta corriente, aunque ello no impide que pueda aplicarse a escala local.

Finalmente, conviene apuntar que el fitomejoramiento es aplicable a todo tipo de características: rendimiento y caracteres de interés agronómico, resistencia a factores adversos y calidad, entre los principales. No obstante, un requisito indispensable para llevarlo a la práctica es que exista variación para la(s) característica(s) de interés, ya que ello permitirá seleccionar los mejores materiales. La estrategia que se describe a continuación facilita esta labor.

### **8.3 Esquema de mejoramiento genético en los nichos ecológicos**

Antes de describir la estrategia mencionada, es conveniente explicar brevemente los fundamentos de la misma. En principio, es necesario reconocer que México es un país en el que coinciden tres esferas de diversidad muy importantes: la ambiental, la vegetal y la cultural. La primera puede percibirse a través de la condición orográfica del país, en la cual destacan ocho grandes cadenas montañosas, cuatro planicies, dos depresiones y un número infinito de cerros, sierras y serranías (Figura 8.1). La diversidad ambiental también es perceptible en el hecho de que en el territorio existen cuatro de los cinco tipos climáticos reconocidos a nivel mundial (en la clasificación de un investigador de nombre Wladimir Köppen): climas tipo A, B, C y E, cada uno de ellos con múltiples variantes, y en el mosaico de tipos de suelo existentes en el país. Insertos en ese complejo paisaje, se encuentra una gran cantidad de pequeños valles, microrregiones o nichos ecológicos, en muchos de los cuales el hombre ha practicado la agricultura durante mucho tiempo.



**Figura 8.1.** Fotografía espacial de México que muestra los principales rasgos orográficos del país. Fuente: CONABIO. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo\\_espanol/doctos/imagenalta\\_febrero2003.html](http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/imagenalta_febrero2003.html) (29 octubre 2020).

En cuanto a la diversidad vegetal, México ocupa el quinto lugar a nivel mundial en cuanto a número de especies de plantas vasculares, con 23,424 especies, entre las que se encuentran incluidas todas aquellas que se originaron en territorio nacional (por ejemplo, maíz, frijol, calabaza, amaranto, maguey, etc.). En lo que respecta a la diversidad cultural, baste señalar que en la actualidad se reconoce la existencia de 68 grupos lingüísticos, cada uno de ellos equiparado a un pueblo indígena (aparte están los mestizos y otros grupos, como los afrodescendientes). Se estima que los grupos indígenas que existen en la actualidad representan  $\frac{1}{3}$  parte de los que hubo en el pasado. Ellos son los descendientes directos de las culturas prehispánicas y de los primeros habitantes del territorio, que se estima se establecieron de forma permanente hace aproximadamente 10,000 años A. C. Este último dato es de particular importancia, pues refleja cuánto tiempo han estado interactuando entre sí el ser humano y las plantas (entre las que se encuentran muchas de las que se emplean en la agricultura actual) en los diferentes nichos ecológicos del país. Prwoducto de esa interacción es que surgió la amplia diversidad de poblaciones nativas que puede encontrarse en múltiples especies cultivadas, siendo el maíz una de ellas.

Diversas investigaciones han comprobado que en el caso específico del maíz, al interior de cada nicho ecológico o microrregión donde dicha especie se sigue cultivando con el empleo de semillas nativas, existe una gran cantidad de poblaciones nativas, las cuales pueden organizarse en grupos que han sido conformados por los agricultores de la región para hacer frente a la gama de condiciones ambientales presentes en su nicho, pero también para satisfacer las necesidades de uso y aprovechamiento del maíz al interior de la unidad familiar. Por tanto, puede afirmarse que en cada nicho ecológico existe un acervo genético muy valioso, contenido en las poblaciones nativas que en él se cultivan, el cual puede ser aprovechado en beneficio de los habitantes de aquél, a partir de la identificación de las más sobresalientes.

Una estrategia que permite hacer uso de la diversidad de poblaciones nativas de maíz a nivel de nicho ecológico es la del Mejoramiento Genético en los Nichos Ecológicos, que fue concebida por un investigador del Colegio de Postgraduados<sup>11</sup> y ha sido enriquecida por investigadores de la misma institución<sup>12</sup>. Dicha estrategia permite estudiar, manejar y aprovechar la variabilidad genética existente en los pequeños valles donde por mucho tiempo se ha practicado la actividad agrícola.

A grandes rasgos, los pasos principales de la estrategia son los siguientes: a) delimitar la microrregión o nicho ecológico donde se trabajará; b) coleccionar la mayor cantidad de poblaciones nativas de la especie a estudiar; c) evaluar los materiales coleccionados junto con variedades mejoradas introducidas, en diferentes localidades y años; d) seleccionar las poblaciones nativas sobresalientes; e) hacer la descripción varietal de las poblaciones seleccionadas; f) aplicar técnicas de premejoramiento; g) producir la semilla de las poblaciones nativas sobresalientes o de las variedades mejoradas que se formen. Todos ellos se sintetizan en la Figura 8.2.

Un aspecto muy importante, que es conveniente tener en cuenta antes de iniciar la aplicación de la estrategia es tener la certeza de que en la región donde se va a trabajar existe el interés y apoyo (moral y económico) necesarios para conducir un proyecto de este tipo, por lo que es conveniente hacer un sondeo entre los agricultores, para conocer sus necesidades y su disposición a colaborar, así como contactar a las instancias que pudieran ayudar en aquél. Asimismo, es conveniente contactar a las autoridades correspondientes (presidente municipal, comisariado ejidal, etc.) para asegurar su apoyo y facilidades para el desarrollo del trabajo.

<sup>11</sup> Dr. Abel Muñoz Orozco (†). Profesor Investigador Titular del Programa de Genética del Colegio de Postgraduados.

<sup>12</sup> Grupo de Recursos Fitogenéticos del Colegio de Postgraduados Campus Puebla.



**Figura 8.2.** Esquema general de la estrategia de Mejoramiento Genético en los Nichos Ecológicos.

A continuación, se describen con mayor amplitud los pasos de la estrategia, tomando como base la exposición que sobre el tema se han hecho<sup>13,14</sup>.

### **Delimitación del nicho ecológico**

Esto significa básicamente definir el área de trabajo. Para ello, es conveniente ubicar la región en mapas topográficos, pues ello permitirá identificar, en una primera aproximación, las principales elevaciones (cerros o montañas), las faldas de tales cerros y los valles que existan. Esto ayudará a conocer, en una primera aproximación, los principales ambientes de producción (valle, lomerío, cimas, etc.). En una segunda aproximación se debe hacer un recorrido de campo para, si es el caso, conocer físicamente la región y así poder precisar posibles áreas de trabajo. Es muy recomendable que en dicho recorrido participen agricultores de la región o personas que la conozcan bien, para que contribuyan a precisar los ambientes de producción. Cabe mencionar que, si se considera conveniente, la estrategia puede aplicarse a nivel de municipio o comunidad, en cuyo caso, se aplicaría un esquema de trabajo análogo al descrito.

### **Colecta de poblaciones nativas**

En esta etapa se procede a reunir la mayor cantidad posible de poblaciones nativas de maíz. Para propósitos de planeación, se sugiere lo siguiente: una vez definida el área de estudio, identificar las comunidades que existan al interior de la misma y ubicarlas en un mapa. ¿En cuántas comunidades coleccionar? Depende del número de las mismas, si son pocas, podría ser en todas ellas, si son muchas, una opción es coleccionar cuando menos en las ubicadas en los cuatro puntos cardinales y el centro de cada uno de los municipios que forman el área de estudio. Otro criterio es incluir a aquellas poblaciones reconocidas por su actividad agrícola. Definido lo anterior, se recomienda programar una serie

<sup>13</sup> Muñoz O. A. (2003) Centli-Maíz. Prehistoria e historia, Diversidad, potencial, origen genético y geográfico. Glosario Centli-Maíz. Segunda Edición. Colegio de Postgraduados.

<sup>14</sup> Gil Muñoz, A. (2006) Introducción al fitomejoramiento en cultivos anuales. Colegio de Postgraduados Campus Puebla y Altres Costa-Amic.

de recorridos por las diferentes comunidades que quedan incluidas dentro del área de trabajo. Es conveniente señalar que, es posible que a futuro se requiera gestionar un permiso institucional para realizar actividades de colecta, por lo que se recomienda revisar periódicamente la normatividad que al respecto pueda generarse en años próximos.

Para la colecta, en cada comunidad elegida, si es que no es conocido(a), se recomienda contactar a alguna autoridad de la localidad (Comisariado Ejidal, Comunidad Indígena Agraria, Agencia Municipal, Junta Auxiliar, etc.), exponerle el trabajo que se desarrollará y solicitarle que recomiende a 4 a 5 personas dentro de la población, reconocidas por ser buenos agricultores. A cada uno de ellos se les solicitará una muestra de aproximadamente 2 a 3 kg de semilla de cada variedad que siembren. Por cada muestra es recomendable levantar un cuestionario de colecta, asegurándose de que contenga los datos de pasaporte requeridos por los bancos de germoplasma, el cual permitirá conocer detalles tales como la condición ambiental para la cual se emplea cada tipo de semilla colectada, las fechas de siembra y alguna otra información de interés. A cada muestra y cuestionario se le asigna un número exclusivo, a fin de poder elaborar un inventario de los materiales colectados. Se sugiere coleccionar un mínimo de 100 muestras.

Conforme se vayan acopiando muestras, es recomendable darles algún tratamiento que acabe con posibles plagas que pudieran tener, para posteriormente guardar cada muestra por separado, debidamente identificada. Lo más conveniente para el almacenamiento de muestras es usar envases de vidrio con tapa hermética. De no ser posible, pueden emplearse envases de plástico, procurando que sean lo más herméticos posible. Las muestras colectadas pueden mantenerse en un banco comunitario de semillas o en alguna institución que cuente con las condiciones apropiadas para ello. Se sugiere que pueda enviarse un duplicado de toda la colecta a algún banco de germoplasma nacional.

### **Evaluación del material colectado**

Esta fase incluye dos actividades: el establecimiento de parcelas experimentales y la conducción de los experimentos.

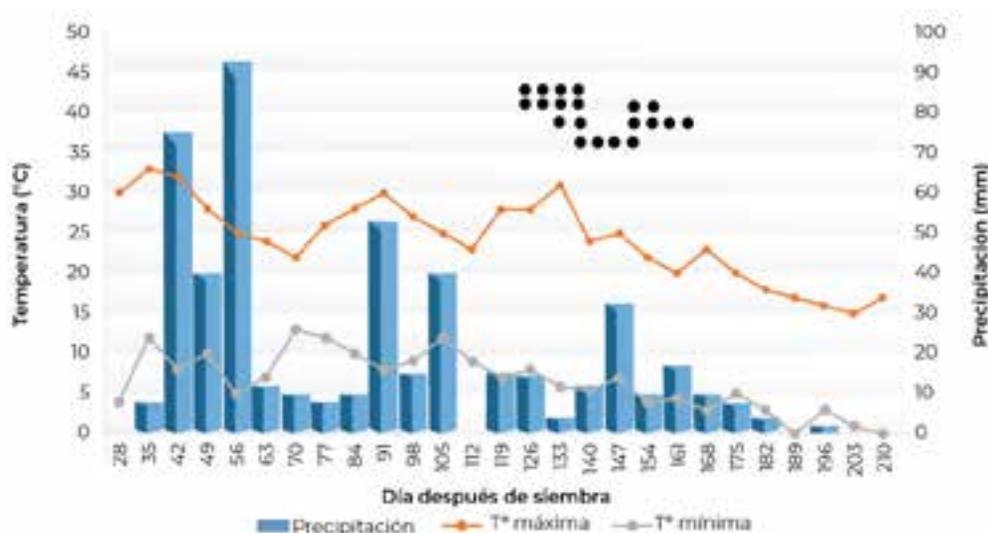
- a.** Establecimiento de parcelas experimentales: Con el material colectado se procede a preparar experimentos, los cuales deben incluir todas las poblaciones reunidas, así como variedades testigo (las variedades comerciales recomendadas para la región y el criollo del agricultor con quien se sembrará), y estar elaborados con el diseño experimental adecuado. Los experimentos se sembrarán en el campo, en parcelas de agricultores cooperantes; deberán quedar cuando menos dos en cada uno de los ambientes de producción que se hayan identificado en el nicho ecológico, procurando muestrear adecuadamente el área de trabajo que se haya definido.
- b.** Conducción de los experimentos: Esta actividad consiste básicamente en dar el seguimiento a los trabajos que se hayan sembrado. Por una parte, es necesario estar al pendiente de que se realicen las diferentes labores del cultivo (aclareos, aporques, control de malezas, etc.) de manera oportuna; y por otra, se deben tomar los datos que se considere necesarios para evaluar el comportamiento de los materiales bajo estudio. Esto implica la medición de variables tales como días al 50% de floración femenina, altura de planta y de mazorca, resistencia a enfermedades, plantas acamadas, rendimiento y otras que se considere importante evaluar después de la cosecha. Todo ello en cada una de las unidades experimentales de cada experimento. En esta etapa es de bastante utilidad contar con un libro de campo en el cual se anote toda la información que

se vaya obteniendo de cada experimento. Si existen las condiciones, es altamente recomendable que los agricultores también realicen la evaluación de los materiales sembrados, con base en sus propios criterios. También es aconsejable llevar un registro (mínimamente semanal) de la precipitación y la temperatura máxima y mínima durante el ciclo de cultivo. La primera puede registrarse con un pluviómetro de 70 mm de acrílico (aunque en algunos casos requerirá tomar datos diariamente) y las segundas con un termómetro de máximas y mínimas o con un registrador de temperatura y humedad (*datalogger*).

### Selección de los materiales sobresalientes (por rendimiento de grano)

Una vez que se tenga toda la información de cada uno de los experimentos, el siguiente paso es el de realizar el análisis estadístico de la misma. La información se procesa en tres etapas.

- a. Identificación de la variación en precocidad: Para ello se emplearán los datos de días transcurridos a la ocurrencia del 50% de floración femenina de cada uno de los materiales evaluados. Estos se representarán en una gráfica que también debe contener el comportamiento de la precipitación y temperaturas durante el ciclo de cultivo (Figura 8.3). De esta forma, visualmente podrán reconocerse los grupos de precocidad existentes en la región: ultraprecoz, precoz, intermedio, tardío, ultratardío). Si existen poblaciones de diferentes colores de grano (blanco, amarillo, azul, etc.), es recomendable tomar en cuenta este criterio al momento de elaborar las gráficas. Se recomienda hacer este análisis para cada una de las condiciones ambientales existentes en el nicho de estudio (valle, lomerío, etc.). Si en cada una de ellas se establecieron dos experimentos, hay que utilizar los datos de floración promedio.



**Figura 8.3.** Representación gráfica de los datos de precipitación y temperatura. Cada punto negro representa la fecha en la cual una población nativa alcanzó el 50% de floración femenina.

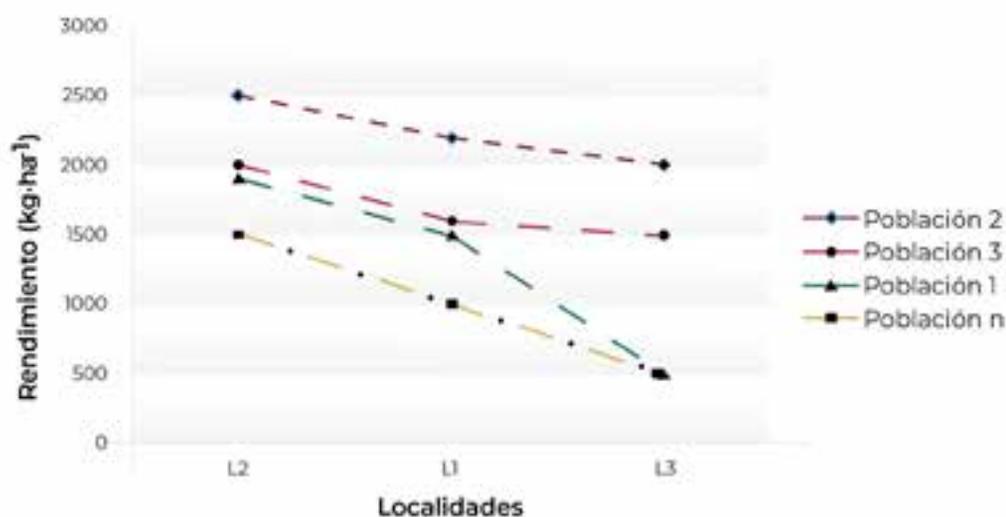
- b.** Identificación de la variación en rendimiento: En esta etapa se emplearán los datos de rendimiento de grano obtenidos por cada material en cada una de las localidades de evaluación de cada estrato ambiental (organizados por coloración de grano si es el caso). Con estos datos se construye un cuadro, en el cual se anota el rendimiento que obtuvo cada variedad en cada sitio, y se calculan los promedios tanto en el sentido de las hileras (promedios por variedad) como de las columnas (promedios por localidad) (Cuadro 8.1). Hecho lo anterior, se construye otro cuadro en el cual las localidades y los materiales se ordenan de mayor a menor rendimiento promedio (Cuadro 8.2) y se elabora una gráfica donde se muestra el comportamiento del rendimiento de los materiales a través de localidades (Figura 8.4). Para esta última se recomienda ordenar las localidades de izquierda a derecha, de mayor a menor rendimiento.

**Cuadro 8.1.** Cuadro de datos individuales y promedio de rendimientos de grano hipotéticos, organizados por localidad y material.

Material	Localidades			Promedio
	Localidad 1	Localidad 2	Localidad 3	
Población 1	1500	1900	500	1300
Población 2	2200	2500	2000	2233
Población 3	1600	2000	1500	1500
Población n	1000	1500	500	1000
Promedio	1575	1975	1125	

**Cuadro 8.2.** Cuadro de datos individuales y promedio de rendimientos de grano hipotéticos, ordenados de mayor a menor, tanto por localidad como por material.

Material	Localidades			Promedio
	Localidad 2	Localidad 1	Localidad 3	
Población 2	2500	2200	2000	2233
Población 3	2000	1600	1500	1700
Población 1	1900	1500	500	1300
Población n	1500	1000	500	1000
Promedio	1975	1575	1125	



**Figura 8.4.** Comportamiento hipotético del rendimiento de grano de cuatro materiales a través de localidades.

- c. Selección de poblaciones sobresalientes: Para ello se analiza de manera conjunta toda la información anterior. Primeramente, debe tomarse la decisión de si se trabajará con todas las combinaciones color de grano – precocidad, o solamente con la combinación principal (blanco intermedio, por ejemplo) en cada ambiente de producción del nicho. Después, con los datos de rendimiento, se escogerán aquellas poblaciones nativas de mayor rendimiento y que afectaron menos sus rendimientos al pasar de una localidad a otra. Los materiales así seleccionados podrán ser evaluados en un segundo año para ratificar su buen comportamiento. Algunos comentarios adicionales: a) Conviene que la selección de los mejores materiales tome en cuenta las otras características que se hayan evaluado (altura, acame, medidas de la mazorca, etc.); b) Si se desea tener resultados en un solo año, la alternativa es aumentar el número de localidades en las cuales se conduzca la evaluación inicial; c) Si el atributo de interés no fuera rendimiento de grano, el análisis antes descrito tendrá que hacerse con esa otra característica.

### Descripción varietal de las poblaciones sobresalientes

Si la intención final de la aplicación de la estrategia es llegar hasta la etapa de producción de semilla de las poblaciones nativas sobresalientes, es necesario realizar la descripción varietal de las mismas, a fin de que puedan ser inscritas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), dependiente de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA). La descripción varietal incluye una serie de actividades que implica, en primer término, el registro del grado de expresión (forma, color, número, dimensiones, etc.) de diversas características en las diferentes estructuras de una planta (hojas, tallos, flores, frutos, granos, etc.), teniendo como referente una guía emitida o recomendada por el SNICS. El propósito de lo anterior es poderle dar identidad genética a cada población o variedad para la cual se realice lo antes mencionado. Obtenida esa información, se procede a elaborar un informe técnico, el cual es enviado al SNICS para su revisión. Si el proceso transcurre exitosamente, se obtendrá un registro para la población nativa en el CNVV. En la sección 9.2 'Descripción varietal' se describe más en detalle este proceso.

### **Premejoramiento de las poblaciones sobresalientes**

Una vez identificadas las mejores poblaciones en el nicho ecológico, microrregión, municipio o localidad de estudio, existe la posibilidad de seguir mejorando su rendimiento de grano o alguna otra característica en la cual pudieran no haber tenido el mejor comportamiento posible. Para ello pueden aplicarse diferentes técnicas, como puede ser la selección masal visual estratificada (descrita en este manual), la retrocruza limitada, la formación de cruza intervarietales o la formación de variedades compuestas, entre otras más.

Para finalizar esta sección es conveniente señalar que, de acuerdo con la filosofía bajo la cual se concibió la estrategia aquí descrita, los beneficiarios finales de los trabajos de investigación deben ser los agricultores de la zona de estudio y sus familias, ya que son ellos quienes han estado a cargo de la conservación y propagación del recurso genético en su región. Se considera que la mejor manera de lograr lo anterior es a través de la formación de grupos de agricultores, quienes se dediquen a la producción de semilla y la comercialicen en la región. Mayores detalles respecto a este último paso de la estrategia se proveen al final del presente capítulo.

## **8.4 Opiniones de agricultores y técnicos respecto de la estrategia**

Como parte de las acciones paralelas a la elaboración del presente manual, se condujo una encuesta entre agricultores y técnicos de diferentes estados del país (las generalidades de la misma pueden consultarse en la sección 5 'Diagnóstico sobre la situación actual de los sistemas locales de semilla'), explorando diferentes temas. Uno de ellos tuvo como propósito conocer si ellos podrían estar interesados en la aplicación de una estrategia como la aquí descrita.

En el caso de los agricultores, uno de los resultados que llamó la atención fue el hecho de que una gran mayoría (94.8%) no han tenido conocimiento de o participación en algún programa de mejoramiento o selección de maíces nativos. No obstante, lo anterior, una vez que se les describió a grandes rasgos en qué consistía y cuál era el resultado final (identificar los más sobresalientes para después producir su semilla de forma artesanal), prácticamente todos (un 92.7% del grupo antes mencionado) declararon estar interesados en involucrarse en un programa de esta naturaleza. Tratándose de los técnicos, la proporción de ellos que no han conducido o participado en el fitomejoramiento o selección de maíces nativos fue de 83%. Al describirles la idea principal de este tipo de programas, un 98.4% dijo estar interesado en conocer y participar en el mismo.

Aun cuando en baja proporción, hubo agricultores (5.2%) y técnicos (17%) que han estado involucrados en programas orientados al mejoramiento genético o selección de maíces nativos, conducidos por instituciones educativas, de investigación, dependencias del gobierno u organizaciones de otro tipo. Entre los aspectos que más agradaron a los agricultores de dicha participación estuvieron el que se trabajó con sus maíces (33.3%), que los hicieron partícipes (25.6%), y que se desarrolló en sus regiones (17.9%). El 40.6% de quienes participaron en algún programa del tipo ya mencionado se mostraron satisfechos con el mismo, pero hubo un 34.4% que no lo estuvieron porque no se dio seguimiento al

programa. Los técnicos, por su parte, sugirieron los siguientes aspectos para aumentar las posibilidades de éxito del programa: a) Involucrar a los agricultores (39.1%), b) contar con capacitación continua (23.4%), c) realizarlo a nivel comunidad (10.9%); d) Asegurar recursos económicos para el programa (10.9%) y e) Procurar involucrar a los agricultores más comprometidos, mantener acciones de sensibilización y motivación constante y crear una red de técnicos y agricultores (15.7%).

## 8.5 Fitomejoramiento participativo

Como se mencionó al inicio de este capítulo, el mejoramiento genético vegetal o fitomejoramiento es practicado tanto por los agricultores que año tras año seleccionan su semilla (o que incluso exploran de manera consciente las posibilidades que ofrece el cruzamiento de materiales) como por investigadores. Ambos grupos (el de agricultores y el de investigadores), a lo largo del tiempo, han desarrollado una serie de técnicas, métodos, criterios de selección, conocimientos y prácticas que en pocas ocasiones han llegado a converger. Ello ha dado como resultado que, en ocasiones, las variedades producto del fitomejoramiento formal, no se adapten plenamente a los ambientes de producción de los agricultores o no satisfagan las características que ellos buscan en sus maíces. Por lo anterior, y con el propósito de propiciar no solo un intercambio de conocimientos y experiencias entre ambas comunidades, sino también un trabajo conjunto que fomente la interacción y que dé como resultado la identificación de poblaciones nativas sobresalientes o la formación de variedades mejoradas que se ajusten a los criterios de los agricultores, aprovechando las experiencias de investigación es que surge el denominado fitomejoramiento participativo. En diferentes regiones existen estudios y casos que demuestran las bondades de esta forma de trabajo.

## 8.6 ¿Qué se entiende por fitomejoramiento participativo?

Desde inicios de los años 70 del siglo pasado, algunos fitomejoradores se percataron de que las variedades mejoradas e híbridos producto del fitomejoramiento formal, realizado en los campos experimentales, no mostraban superioridad (o ésta era limitada) al compararlos con las poblaciones nativas usadas como testigo en los experimentos que se establecían en los terrenos de los agricultores cooperantes. Debido a ese fenómeno, que fue identificado como 'efecto del campo experimental' sobre las variedades mejoradas, se propuso que el mejoramiento genético y la obtención de variedades mejoradas se realizara, desde sus etapas iniciales, en los terrenos y las condiciones de los campesinos o agricultores.

Los estudios realizados en las parcelas de los agricultores y en diferentes microambientes del territorio nacional demostraron que los agricultores manejan todo un acervo genético que ha sido creado a través del tiempo, ajustando el comportamiento de esas poblaciones a sus condiciones ambientales y a sus necesidades de uso, generando así una amplia diversidad entre las poblaciones nativas

de maíz, manifiesta en la gama de colores, la variación en la precocidad y la calidad del grano, entre otras múltiples características.

Lo antes expuesto representa los primeros indicios de la conveniencia de un acercamiento más estrecho entre agricultores e investigadores. La estrategia de Mejoramiento Genético en los Nichos Ecológicos descrita en secciones anteriores de este capítulo representa un esfuerzo en esa dirección, al tomar como punto de partida la amplia diversidad genética contenida en las poblaciones nativas mantenidas por los agricultores, llevar el trabajo de investigación y selección a los terrenos de los agricultores, y proponer la participación de ellos en las actividades de producción y comercialización de semilla de los materiales obtenidos. Dicho planteamiento puede fortalecerse aún más si se fomenta una mayor colaboración, a través del fitomejoramiento participativo.

El fitomejoramiento participativo se entiende como una estrategia que implica la colaboración cercana entre fitomejoradores y agricultores, para llevar a cabo el mejoramiento genético de un cultivo. Lo anterior requiere un cambio de actitudes en ambos, ya que deberán estar dispuestos a destinar tiempo a reuniones de trabajo (en gabinete y en campo) para propósitos de planeación, seguimiento, evaluación y análisis. Igualmente se requerirá que la colaboración de los agricultores avance de la del denominado 'agricultor cooperante' a la del 'agricultor participativo'. Para propósitos del presente manual, con el primer término se identifica a aquellos agricultores que apoyan a los programas de fitomejoramiento genético de sus maíces donando muestras para su evaluación, facilitando sus terrenos y aportando su mano de obra en la realización de las labores y actividades inherentes al desarrollo y prueba de las variedades generadas en los programas de fitomejoramiento. Con el segundo término se identifica a aquellos agricultores que participan activamente en los programas de mejoramiento genético. Tal participación puede darse, en un primer momento, mediante su intervención en el proceso de evaluación/selección de materiales, aportando sus opiniones y conocimientos sobre las características deseables que se pretende reunir en las variedades mejoradas (así, se da lugar a la llamada 'Selección Varietal Participativa'). No obstante, lo ideal es que puedan involucrarse activamente desde la planeación del programa de fitomejoramiento, aportando muestras, ideas y acciones para definir los objetivos del programa, facilitando sus terrenos para llevar a cabo las diferentes etapas y actividades inherentes a un programa de mejoramiento genético, entre las cuales la evaluación y selección de materiales sobresalientes con base en los criterios de los agricultores participativos es un punto de gran relevancia (circunstancias estas en las cuales se da propiamente el 'Fitomejoramiento Participativo').

### **¿Cómo se lleva a la práctica?**

En tanto no se definan responsabilidades equitativas para cada una de las partes involucradas en un programa de mejoramiento genético, las instituciones públicas deberán seguir llevando a cabo la investigación en aquellas áreas en las que el sector privado no prevea beneficios directos y/o inmediatos y por lo tanto no invierta, o no esté dispuesta a invertir. En el caso concreto del mejoramiento participativo para pequeños agricultores, se debe continuar con la investigación básica que permita seguir generando beneficios directos y concretos para los agricultores participativos. De no retomar este enfoque del fitomejoramiento, es posible que esta misma actividad pueda ocasionar, en el futuro, la pérdida de la diversidad genética, limitando así el potencial de este acervo genético para responder favorablemente a retos de gran trascendencia, como los efectos del cambio climático.

En este manual se considera que el mejoramiento participativo es decisivo como medio para incrementar el valor de las poblaciones nativas y como promotor de su conservación mediante el aumento del uso de las mismas, considerando que esta estrategia puede contribuir a la construcción de un ambiente agrícola sostenible, con la elevación de renta y agregación de valores ambientales y sociales, estableciendo las bases para la seguridad y soberanía alimentaria de las comunidades, que de esta forma pasan a tener autonomía en la producción de las semillas y por supuesto, que aportarán a conseguir la seguridad y soberanía alimentaria en el país, al menos en el caso del maíz.

De manera general, los pasos para llevar a cabo un programa de mejoramiento participativo son mínimamente de los siguientes:

- a.** Se requieren reuniones entre agricultores, fitomejoradores y autoridades locales, primeramente para explicar el programa, para establecer acuerdos y compromisos de cada participante, formas de trabajo, necesidades de apoyo.
- b.** Posteriormente se deben organizar reuniones que permitan estructurar el programa, de acuerdo a las condiciones y necesidades de los agricultores, la capacitación continua por parte de los fitomejoradores, y plantear la necesidad de recursos económicos ante las fuentes de financiamiento.
- c.** Realización de reuniones para la planeación de las actividades inherentes a un programa de mejoramiento genético. Estas actividades abarcan desde la preparación de los terrenos, los trabajos de campo, la aplicación de los paquetes tecnológicos hasta la cosecha y procesamiento posterior de la misma. En caso de que no haya paquetes tecnológicos, se deberá considerar la generación *in situ* de los mismos. Adicionalmente, se deben fijar los objetivos de mejoramiento y los materiales genéticos que formarán parte del programa.
- d.** Capacitación a agricultores y a técnicos. Este aspecto es de gran importancia para alcanzar el éxito en un programa de mejoramiento participativo. En el caso de esta estrategia, la capacitación se considera como un proceso constante de enseñanza-aprendizaje orientado hacia la selección de variedades. Esta capacitación debe ser impartida por especialistas en el tema de mejoramiento y/o con amplia experiencia en el mismo. Las instituciones de investigación como el INIFAP y las universidades y centros de investigación cuentan con el capital humano para cumplir con este proceso.
- e.** Trabajo conjunto en campo. Este punto implica que fitomejorador y agricultor deben trabajar coordinadamente en cada paso del proceso del mejoramiento participativo, desde la instalación de las parcelas experimentales, su seguimiento y mantenimiento, la toma de datos, el establecimiento y atención a lotes de multiplicación de semilla (sea de forma manual o mediante polinización libre en lotes aislados), entre otras actividades clave del programa.
- f.** Involucramiento de ambos en la selección. Aquí el papel del agricultor es muy importante, ya que es él quien ha establecido los criterios de selección en los materiales nativos y, acompañado del fitomejorador, ha participado en la evaluación de los mismos, tomando en cuenta sus necesidades y preferencias, acordes al ambiente donde se desarrolla el cultivo de estos maíces. El fitomejorador, por su parte, debe contar con la experiencia y el conocimiento técnico necesarios para establecer los mejores esquemas de selección, de acuerdo con aspectos técnicos como el tipo de característica o características que se están evaluando, cualitativas o cuantitativas, así como la heredabilidad de esas características, o la adecuación del diseño experimental apropiado para la evaluación de los materiales, entre otros aspectos.

- g.** Evaluación continua. Debe existir un proceso de evaluación continua del desarrollo de un programa de mejoramiento participativo. Ello permitirá identificar los factores que promueven o limitan el programa, a fin de consolidar los aspectos positivos y reforzar o reorientar los puntos débiles de un programa de este tipo. La evaluación debe acompañar al programa desde sus inicios, hasta el final del mismo.
- h.** Reuniones de intercambio de ideas. En estas reuniones deben participar tanto fitomejoradores como agricultores participantes en el programa, además de los agricultores usuarios de la tecnología que se está generando mediante el mejoramiento participativo

### **Recomendaciones para su implementación**

A través de la encuesta descrita en la sección 5 'Diagnóstico actual de los sistemas locales de semilla' se sondeó el conocimiento y la participación o posible participación de los agricultores en un programa de mejoramiento participativo. Los agricultores opinaron que les interesa incrementar el rendimiento de sus maíces nativos (87.6%) y el que sus maíces muestren mayor resistencia a plagas (63.8%) y a enfermedades (49.4%). También desean reducir el acame (31.8%) y bajar la altura de la planta (31%).

El 89.5% de los agricultores afirmó que le interesaría ser parte de un programa de mejoramiento participativo, producto de la cooperación entre agricultores e investigadores, pues consideran que de esa forma todos los participantes aprenderían (63.8%) y se trabajaría en colaboración (13.8%) y si daría buenos resultados (13.2%). Quienes afirmaron que no participarían en un programa de este tipo señalaron como razones que requeriría mucho tiempo (46.7%), que es mejor trabajar individualmente (19.6%), que sus variedades ya son buenas (11.2%) o que no les interesa o no lo requieren (9.3%).

Por otro lado, de los técnicos que respondieron al cuestionario, un 50.2% aseguró haber escuchado de y/o participado en el mejoramiento genético participativo y lo que más les agradó de esa forma de trabajar fue que propicia la colaboración entre agricultores y técnicos (47.8%) y que se trata de un proceso incluyente, pues el 28.3% opinó que todos participan y se toma en cuenta la opinión de los agricultores (17.7%). En cuanto a los aspectos que no les agradaron sobre esta forma de abordar el mejoramiento genético, el 62.6% coincidió en que no siempre hay disposición a participar (por parte de los agricultores y técnicos) y que además requiere mucho tiempo (9%). La gran mayoría de los técnicos (97.6%) manifestó su interés por participar en un programa de mejoramiento genético participativo.

De los resultados anteriores se puede afirmar que, dado el interés y la disposición de agricultores y técnicos, para implementar un programa de mejoramiento genético participativo exitoso es de suma importancia que se promueva el trabajo conjunto de fitomejoradores y agricultores convencidos. Se espera que, en el proceso, los agricultores se involucren desde la planeación del programa y en cada paso tendiente a la obtención de variedades mejoradas a partir de sus maíces nativos. Adicionalmente, es necesario que dentro de las actividades de la AGRICULTURA se considere un programa de extensionismo con capacitación constante, tanto a técnicos como a agricultores, por parte de las instituciones de investigación. Igualmente importante será la formulación de políticas públicas que propicien el apoyo de los tres niveles de gobierno, que garanticen la disponibilidad de recursos económicos suficientes la operación de los programas (los cuales deberán implementarse en distintas

condiciones y ambientes de producción) y la disponibilidad de personal técnico para llevarlos a la práctica. La participación de instituciones de investigación, académicas y no gubernamentales también es esencial en este tipo de programas.

## 8.7 Producción artesanal de semilla

Los avances científicos y tecnológicos en la producción de semillas definitivamente han dado importantes aportaciones a esta actividad, principalmente bajo el enfoque de las grandes empresas, manejando grandes volúmenes de producción y de distribución de este insumo. Sin embargo, muchas de las tecnologías generadas sobre la materia se han tratado de trasladar, adecuándolas a las condiciones de pequeñas empresas o incluso a las condiciones de pequeños agricultores, sin tomar en cuenta las grandes diferencias entre los contextos económicos y sociales e incluso culturales, de cada situación.

La producción artesanal de semilla complementa la producción y usos de la semilla calificada o certificada y busca atender las necesidades de los pequeños agricultores, asegurándoles el que dispongan de un insumo de alta calidad y a costos accesibles en su región productiva.

En relación con la producción artesanal de semilla, sólo el 38.3% de los técnicos ha escuchado hablar o ha participado en alguna experiencia de este tipo y lo que más les agradó de esta forma de trabajo fue que no se requería de equipos sofisticado (45.9%), el 38.8% opinó que otra ventaja es que se elimina la dependencia de semilla de proveedores externos. Entre las cosas que no les agradó a quienes habían participado en este tipo de experiencias fue que no hubo financiamiento suficiente (39.2%), poco interés de los agricultores (32.9%) y que desde la planeación del proceso no se consideró el mercado (16.5%).

El 96.9% de los técnicos opinó estar interesado en participar en alguna experiencia de producción artesanal de semilla, por lo que es un espacio de interés para capacitar y apoyar su participación en este proceso por parte de técnicos y agricultores emprendedores, siendo el financiamiento y el mercado elementos de gran trascendencia para promover y llevar a cabo esta actividad.

### Normas y procedimientos

Bajo el enfoque de producción de semilla artesanal, se debe vigilar y cumplir con las normas y reglamentos establecidos en las leyes correspondientes, siendo el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) la instancia encargada de supervisar y hacer cumplir la normatividad en materia de producción de semillas. Lo anterior aplica para el proceso en su totalidad, desde la producción en campo, el proceso de acondicionamiento y el almacenamiento y puesta en el mercado.

Contrario a lo que tradicionalmente se señala en materia de producción de semillas, diversos estudios han demostrado la capacidad y el potencial de los pequeños agricultores para producir semilla de alta calidad en sus cuatro componentes; genético, fisiológico, sanitario y físico. Es por ello que una vez inscrita la población sobresaliente en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), es

posible llevar a cabo la producción de semilla artesanal para cubrir las necesidades del insumo, principalmente a nivel local o regional. Por supuesto, este proceso debe cumplir con toda la normatividad en la materia, dicha normatividad se aborda en el siguiente capítulo de este manual.

### **Organización para la producción**

La producción de semilla, a nivel empresarial o artesanal, requiere de la organización del proceso y de los agricultores, ya sea como grupo o de manera individual. Así pues, la organización para la producción debe apoyarse en un plan de negocios y debe considerar desde el planteamiento de los objetivos de la producción, pasando por el estudio de mercado y comercialización, el estudio técnico, la planeación de los trabajos en campo, el acondicionamiento y el almacenamiento y la distribución de la semilla. Definitivamente el volumen de producción manejado orientará los niveles de organización para la producción de semillas.

Algunos autores proponen que la conservación y aprovechamiento del maíz debe realizarse de manera controlada, para evitar la pérdida o poner en riesgo la identidad de materiales genéticos de diversos ecosistemas. Por lo que es necesario aplicar estrategias regionales que destaquen los usos y costumbres en torno al maíz y su conservación dentro de su área de producción. Una de estas estrategias es precisamente la producción artesanal de semilla.

Un caso exitoso en la producción artesanal de semilla fue la experiencia desarrollada en la región de Tlachichuca, Pue., por parte de un grupo de agricultores locales y de investigadores del Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Esta experiencia consistió en la formación de una organización de productores de semilla, integrada por agricultores minifundistas de la zona; los investigadores, aparte de desarrollar la variedad que se produciría ('Sintético Serdán', una variedad de polinización libre), también asesoraron la producción de semilla (en todas sus etapas) y la organización. Por su parte, la delegación estatal del SNICS participó vigilando el cumplimiento de la normativa establecida en ese momento para la producción de semilla categoría Certificada.

Se encontró que la estrategia de producción de semilla con organización de agricultores fue más que exitosa, dado que se consiguió producir semilla de alta calidad y del agrado de los agricultores, quienes la adquirieron a un precio moderado, respecto a la semilla disponible en el mercado por parte de las empresas nacionales y transnacionales. Además, esta estrategia permitió incrementar significativamente el ingreso de los socios de la organización, generando también fuentes de empleo en la región, y logrando que la tecnología generada por el programa de fitomejoramiento tuviera una aplicación extensiva en el Valle de Serdán.

Se confirmó que la creación de microempresas para la producción de semilla es un elemento de gran importancia para la producción, difusión y adopción de las variedades mejoradas dentro de una microregión. Sin embargo, la conformación de este tipo de microempresas debe ser el resultado de esfuerzos conjuntos entre agricultores, instituciones, autoridades locales y del Estado, así como de organizaciones no gubernamentales, debido a que la conformación y consolidación de estas microempresas requieren un fuerte apoyo en aspectos organizativos, técnicos, políticos y económicos. El éxito de esta experiencia fue replicado en otras regiones de los estados de Puebla, Oaxaca y Michoacán, en los llamados Planes Regionales que formaban parte de la estructura del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados.

Sobre su disposición para participar en un programa de producción artesanal de semilla, el 84% de los agricultores señaló que le interesa aprender lo relacionado al tema (41.7%), porque mejoraría sus condiciones individuales y de la comunidad (32.2%) y porque le agrada la idea de producir y vender semilla (24.9%). Quienes negaron estar interesados en participar en un programa de producción artesanal de semilla, señalaron como principales razones que la gente no se organizaría para ello (45.7%), porque ya produce su propia semilla (23.9%) y porque le implicaría más gastos (21%).

Se concluye que para que un programa de producción artesanal tenga éxito es necesario el financiamiento, la capacitación hacia agricultores y técnicos en materia de organización, disposición al emprendimiento y por supuesto la capacitación técnica. Las necesidades de mercado, los intereses de los agricultores productores de grano, y la capacidad de almacenamiento a nivel local y regional, son algunos elementos de importancia en un programa de producción de semilla artesanal. Desde luego, la existencia de un mercado justo y diferenciado en base a las aptitudes de uso de los maíces nativos es imprescindible para el desarrollo del programa.

## **Cómo llevar a la práctica la producción artesanal**

### **Producción en campo**

En los manuales o libros de texto en los que se aborda el tema de producción de semillas se inicia generalmente señalando que para la producción de semilla se requiere de la disponibilidad de riego. En diferentes estudios se ha demostrado que bajo condiciones de temporal es posible alcanzar muy buenos rendimientos de semilla con alta calidad. Por lo anterior, la producción artesanal de semillas puede llevarse a cabo bajo condiciones de temporal, las cuales son las condiciones prevalecientes en la mayoría de los nichos ecológicos.

A nivel de pequeños agricultores es complicado encontrar lotes aislados que permitan la producción de semilla asegurando el aislamiento físico mínimo para evitar contaminación con polen de parcelas vecinas. Por lo anterior, es necesario buscar otras opciones de aislamiento, como el adelantar las fechas de siembra para la producción de semilla. Claro que en zonas con riesgo de heladas no es recomendable el retraso de fechas de siembra para conseguir el aislamiento apropiado, porque ello afecta negativamente el rendimiento. Se ha comprobado que con las fechas de siembra adelantadas se logra el aislamiento suficiente y además se obtienen mejores rendimientos.

Otro aspecto importante en la producción de semilla artesanal es distinguir claramente las diferencias entre esta actividad y la producción de maíz con fines de aprovechamiento del grano, sobre todo en cuanto al paquete tecnológico se refiere. Por ejemplo, para la producción de semilla respecto a la producción de grano, generalmente se recomienda una menor densidad de siembra y de plantas por unidad de superficie. Otro aspecto de gran importancia es la nutrición de la planta, pues en producción de semilla deben manejarse niveles balanceados de macro y microelementos, de tal manera que se permita la máxima expresión del potencial del material, tanto en rendimiento, como en aspectos de calidad física, sanitaria y fisiológica de la semilla. En producción de grano,

en la pequeña agricultura generalmente no se pone atención a la nutrición con microelementos, e incluso ni con macroelementos como el potasio, pues se consideran innecesarios para una buena nutrición de la planta.

### **Cosecha y acondicionamiento de la semilla**

Un buen manejo de la semilla cosechada inicia desde el momento en que se toma la decisión para la cosecha de la materia prima. La cosecha debe realizarse una vez que la semilla ha alcanzado su madurez fisiológica, esto es, cuando la semilla ya no sigue absorbiendo nutrientes de la planta. En términos generales y prácticos esto ocurre cuando se forma la capa negra en la base de la semilla, inmediatamente arriba del pedicelo; a partir de ese momento inicia el deterioro de la semilla, por lo que no se debe dejar expuesta a las condiciones ambientales. En algunos sistemas de producción se acostumbra realizar actividades como la dobla o el amogotado de la planta previo a la cosecha de la mazorca; algunos estudios han demostrado que el amogotado permite también mantener niveles aceptables de calidad de la semilla.

Si la mazorca se cosecha en estado de madurez fisiológica, generalmente la semilla aun cuenta con un alto contenido de humedad, alrededor del 30%. Ante esta situación, es necesario brindar a la mazorca las condiciones propicias para su secado; estas condiciones generalmente se pueden dar al contar con un espacio seco y con algún tipo de techado, esparciendo la mazorca y moviéndola continuamente hasta alcanzar niveles de humedad aceptables, como el 12 ó 14%. En términos generales se puede decir que entre más seca esté la semilla (en niveles que no afecten su viabilidad, por supuesto), mejor será su conservación durante el almacenamiento. Otra opción es extender la mazorca en los techos de material de construcción si se cuenta con ellos. Esta es una práctica muy común entre los agricultores productores de grano, pero deben adoptarse medidas adicionales como el que la mazorca para semilla no esté expuesta directamente a los rayos del sol, lo cual se logra mediante una cubierta que permita la libre circulación del aire a través de las capas de mazorca. Otro aspecto a tomar en cuenta durante el secado es mantener alejados a los roedores. De manera práctica se pueden construir jaulas rústicas con tela de alambre de tal tamaño que no permita que los roedores puedan ingresar al interior de estas jaulas; si las jaulas pueden estar sobre el nivel de la superficie, es mejor, pues la circulación del aire y el calor diario permitirán un secado más rápido.

### **Acondicionamiento de la semilla**

Este es un proceso de gran importancia para mantener, e incluso incrementar la calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla. Producto de la experiencia, lo que se ha hecho es que los mismos agricultores productores de semilla realicen una selección de las mazorcas y de la semilla dentro de la mazorca, de acuerdo a sus criterios (que de manera general son elegir mazorcas de más carreras o hileras, con las hileras derechas y eliminando los granos de la base y de la punta de la mazorca; el grosor del olote debe ser delgado). De esta forma se obtiene semilla únicamente de la parte media de la mazorca y ésta se desgrana generalmente a mano, pues entre los agricultores se tiene la experiencia de que las semillas descabezadas no germinan o tienen mayores problemas para hacerlo, seguramente por efecto de los hongos del suelo al momento de la siembra. Además, una mazorca desgranada a mano da mayor confianza al agricultor por su aspecto físico.

Una vez desgranada la mazorca y contando ya con la semilla, ésta es cribada para eliminar impurezas, tales como basura, restos de olote, tamo, semilla quebrada o manchada, etc., que pudieran haberse quedado durante el desgrane. Este cribado puede hacerse de diferentes formas, desde el uso de cribas hechas con madera y mallas de diferentes medidas, hasta el empleo de pequeñas máquinas limpiadoras de grano, a base de cribas y aire forzado, que pueden adaptarse para la limpieza de la semilla. Si así se desea, puede realizarse el cribado con diferentes mallas para obtener diferentes formas y tamaños de la semilla, como forma redonda o plana y semilla grande, mediana o chica.

### **Tratamiento para la conservación de la semilla**

Este aspecto es de suma importancia para mantener la calidad sanitaria de la semilla, pues implica el tratamiento de la semilla con productos químicos como insecticidas y fungicidas. Generalmente también se agregan colorantes, cuya función es advertir al consumidor de la semilla que ese no es un producto comestible. Los productos a aplicar dependerán de la disponibilidad de los mismos en el mercado local o de la experiencia previa que los agricultores hayan tenido con esos productos. El precio es un factor importante en la decisión sobre qué producto aplicar a la semilla para su conservación.

### **Envasado**

La elección del envase para la semilla ya acondicionada dependerá de las posibilidades económicas del productor de la semilla o de si se trata de productores individuales o agrupados en microempresas, pues algunas pequeñas empresas pueden contar incluso con un logo comercial y mandan a elaborar envases con el mismo para distinguir su producto. Lo que sí debe tomarse en cuenta es que el envase debe ser lo suficientemente hermético como para reducir el intercambio de humedad entre el ambiente y el interior del envase mismo, pues los cambios, y sobre todo los incrementos en la humedad de la semilla, aceleran su deterioro. La presentación más común de la semilla es en envases con 20 kg de semilla, cantidad que contiene entre 40 y 45,000 semillas, lo que daría una densidad de población entre 36 y 40,500 plantas por hectárea, asumiendo una germinación del 90%. Actualmente en el mercado se distribuyen envases de semilla con 60 mil semillas cada uno; habrá que considerar este dato para adaptar la presentación de la semilla derivada de una producción artesanal.

### **Almacenamiento y distribución de la semilla**

Generalmente, con la producción artesanal de semilla se manejan volúmenes de producción pequeños, por lo que es posible que toda la semilla producida en un año se consuma en las siembras del siguiente ciclo; sin embargo, es importante almacenar la semilla en lugares secos y frescos, con ventilación o con aire circulando. Es necesario monitorear el contenido de humedad de la semilla y el porcentaje de germinación de la misma, tanto al momento de envasarla, como durante el almacenamiento, a fin de ofrecer un producto de calidad al consumidor final, que en este caso será el agricultor que la sembrará.

En cuanto a la distribución de la semilla producida de forma artesanal, aquélla se da generalmente a nivel local, dentro de la misma comunidad del productor de la semilla o, cuando mucho a nivel de comunidades vecinas dentro de una región agrícola, así que el centro de distribución de la semilla puede ser el mismo domicilio del agricultor o las distribuidoras de insumos agrícolas en pequeño, dentro de las mismas comunidades.

### **Comentarios finales**

Como se ha descrito, la producción artesanal de semilla es un proceso localizado, principalmente a nivel de agricultores de una misma comunidad o de un grupo de comunidades vecinas y el trabajo manual que implica es intensivo, por lo que esta actividad puede generar fuentes de empleo para familiares y vecinos del productor de la semilla. Además, se esperan márgenes de ganancia aceptables, pero acordes a las condiciones de las mismas comunidades, por lo que el precio de la semilla al consumidor final no debe ser muy alto, para que el producto ofrecido sea atractivo. A través de esta modalidad en la producción de semillas se promueve la circulación del recurso económico al interior de la comunidad y la generación de ciertos niveles de ganancia para el productor.

## **8.8 Visión de la cadena de valor para formalizar la selección de poblaciones nativas sobresalientes**

En esta sección se analiza la cadena de valor relacionada con la producción de semilla a partir de poblaciones nativas seleccionadas por mejoramiento participativo *in situ*. Se incluyen los actores que participan actualmente y se agregan aquellos que debieran vincularse a la cadena, para coadyuvar en la implementación total de la estrategia.

Bajo un escenario de incremento de la productividad, el agricultor usuario de la semilla tendrá excedentes de cosecha que deben ser destinados a otros consumidores finales. Por ello el agricultor formará parte de otra cadena de valor, ahora como fuente de suministro de productos, en la que participan otros actores directos como: agregador de volumen, mayorista, minoristas, industria, mercado diferenciado y el consumidor final. Se requiere la participación de otros actores indirectos que faciliten la integración de estos agricultores a dicha cadena, actores como: asesores técnicos para el manejo del cultivo, proveedor de insumos, capacitador (gestión de la empresa rural y otros), instancias de vinculación al mercado, financiamiento, e instituciones que generen normas de calidad para la gestión de precios. Estos actores indirectos se describen en la sección 'Actores indirectos' de la siguiente estrategia.



\*Se muestran en color gris los actores identificados en la cadena y en color azul o verde los actores que es necesario vincular a la cadena.

**Figura 8.5.** Visión de la cadena de valor para la producción de semilla de poblaciones nativas sobresalientes, seleccionada por mejoramiento participativo *in situ*.

El valor de esta cadena (Figura 8.5) es seleccionar las mejores poblaciones nativas, conservadas por los propios agricultores y producir su semilla para los agricultores interesados. Esta cadena representa los actores que deben participar en cada región donde se lleve a cabo la estrategia de selección de poblaciones sobresalientes mediante el mejoramiento participativo y su producción artesanal. La finalidad es hacer disponible para los productores agrícolas de las diversas regiones, las mejores semillas nativas a través de la producción artesanal, distribución y venta, de forma constante, y con ello impulsar la productividad de sus cultivos y mejorar la calidad de sus cosechas.

## Actores directos

### Agricultor

El perfil de los agricultores que prefieren sembrar poblaciones nativas es muy diverso, puede ser desde pequeños agricultores de autoconsumo hasta agricultores con fines comerciales. En todos los casos el agricultor tiene expectativas de su semilla, tales como soluciones en la parcela y un mejor producto para autoconsumo o para comercializar.

### Productor local de semilla nativa

Este actor no se localiza formalmente, hay que desarrollarlo. A diferencia de otros actores que pueden ser parte de otra cadena y vincularse a ésta, el productor de semilla nativa puede ser un agricultor o un grupo de agricultores que lleven a cabo el proceso de producción de semilla bajo

los procedimientos sugeridos por el SNICS. Dependiendo de la región, la variedad y el volumen necesario, el productor de semilla puede tener un proceso artesanal o semitecnificado. Es recomendable que la producción de la semilla nativa se lleve a cabo dentro de las comunidades donde fue seleccionada, para lo cual se requiere entrenar a los productores en tres aspectos: las técnicas de selección y producción de semilla de poblaciones nativas, la gestión de la empresa rural y el manejo de habilidades personales que permitan la colaboración y la asociatividad. También, es necesario crear esquemas de apoyo o financiamiento para tener acceso a insumos agrícolas para la producción de semilla y para adquirir infraestructura y equipo para el acondicionamiento, envasado, almacenamiento, distribución y promoción de la semilla, de acuerdo con las condiciones y volúmenes de cada región donde se implemente la estrategia.

### **Grupo identificador y evaluador de poblaciones**

Este actor tampoco está desarrollado formalmente. Su papel consiste en identificar y evaluar poblaciones nativas con atributos deseables por los agricultores y el consumidor final (de la cosecha). El grupo puede estar formado por los mismos productores locales de semilla u otro grupo independiente que interactúe fuertemente con los productores. Los recursos necesarios para el funcionamiento de este actor son de dos tipos: a) de infraestructura, equipamiento y consumibles para realizar la colecta, identificación y evaluación de los mejores materiales y b) de desarrollo de competencias a través de la capacitación. La capacitación debe incluir la metodología técnica para la selección de maíces nativos, la producción de semillas y el mejoramiento participativo, y el desarrollo de competencias para la administración de la información y manejo de grupos de trabajo. Esta capacitación es de gran importancia porque faculta al Grupo Identificador para captar las necesidades de la cadena e incorporarlas a los criterios de selección de poblaciones nativas, y para documentar por qué, para qué y cómo se usan dichas poblaciones.

### **Actores Indirectos**

Los actores indirectos no poseen la semilla, su función es dar soporte para hacer posible los flujos a lo largo de la cadena. Se identificaron tres actores: a) fitomejoradores procedentes de instituciones de investigación públicas, b) productores participativos y c) leyes de protección a maíces nativos y leyes de desarrollo rural, que se describen en la sección 2 'Marco de referencia'

### **Fitomejorador**

Este actor representa a todos los investigadores calificados para el mejoramiento genético de variedades a través de diversas metodologías científicas. Participan como parte de instituciones de investigación y enseñanza, del sector público. El fitomejorador debe tener experiencia en la implementación de la selección de poblaciones nativas (preferentemente en su modalidad participativa) y debe reconocer el valor de esta cadena. Su papel es establecer los procedimientos y metas en cada etapa de la selección de poblaciones, y delegar, con supervisión, a los técnicos y al grupo identificador, el seguimiento y cumplimiento de las actividades establecidas en el procedimiento. También el fitomejorador, en coordinación con otros especialistas, técnicos y productores, puede sugerir el manejo del cultivo (paquete tecnológico), que acompañe el proceso de producción de la semilla.

### **Asesor técnico**

Este actor no está identificado formalmente en la cadena. La selección mediante mejoramiento participativo requiere del apoyo de técnicos entrenados para conocer y transmitir la técnica a las comunidades donde se implemente la estrategia. El técnico debe dar soporte tanto al agricultor como al productor de semilla nativa. Los honorarios del equipo técnico inicialmente no deben depender del ingreso del agricultor sino de un apoyo externo a la cadena. En los casos donde las poblaciones seleccionadas tengan buena comercialización y se cuente con altos volúmenes de semilla, los honorarios de los asesores técnicos deberán generarse proporcionalmente al margen propio de la cadena de valor.

### **Agricultores participativos**

Este actor sí se pudo identificar, aunque en este momento existe como agricultor cooperante. Son aquellos agricultores que se caracterizan por tener liderazgo, actitud cooperativa y buscar la innovación. Cooperan con tierra y mano de obra, pero no son dueños del material que se les provee ni de lo que se cultiva, y a cambio esperan un beneficio propio o común para la localidad. Para integrarlos formalmente a la cadena es necesario identificarlos y otorgarles el distintivo "Agricultor Participativo". Además, es fundamental mantenerlos informados de la importancia de su rol en toda la cadena de valor y del incentivo que recibirán por su colaboración, que puede ser económico, en especie con excedentes de cosecha o el reconocimiento social.

### **Proveedor de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento de semilla**

Desde una visión de servicio al cliente, este actor debe contar con el conocimiento y las tecnologías apropiadas para hacerlas a los productores de semilla, según sus necesidades definidas por el clima, volumen, susceptibilidad al ataque de plagas en poscosecha, facilidad operativa y costo. Para vincular este actor a la cadena es fundamental contar con apalancamiento económico del gobierno estatal o federal, al menos al inicio de las operaciones.

### **Proveedores de insumos agrícolas**

La cadena requiere insumos agrícolas para la correcta nutrición del cultivo y el control oportuno y efectivo de plagas y enfermedades durante el proceso de producción de semilla. Desde la óptica de servicio al cliente, el proveedor de insumos agrícolas debe ser también asesor y recomendar insumos apropiados para cada situación en particular, en coordinación con el técnico. Los criterios de recomendación de insumos deben incluir el sistema de producción preferido por la cadena de valor que recibe la semilla como insumo (ejemplo: producción orgánica, necesidad de trazabilidad, u otros),

### **Asesor para la gestión de la empresa rural**

Este asesor tiene un papel diferente al del asesor técnico agrícola. Debe brindar conocimientos a los productores o grupos de productores, que les permitan desarrollar la competencia básica para gestionar una pequeña empresa, asociatividad, planeación, bases de mercadotecnia, entre otros. También brindará conocimientos para desarrollar habilidades personales que faciliten el mejoramiento participativo como: el liderazgo, la negociación y manejo de conflictos y el trabajo en equipo, planeación y comunicación. Este actor puede incidir en los productores de semilla y en el grupo seleccionador de poblaciones nativas.

## **Leyes y Normas**

En la cadena se localizaron leyes y reglamentos de protección y conservación de maíces nativos, descritos en la sección 2 'Marco de Referencia' de este documento. Sin embargo, aún es necesario integrar a la cadena un actor indirecto, como el SNICS, que norme el registro y propiedad de poblaciones nativas de maíz sobresalientes, identificadas a partir del mejoramiento participativo *in situ*.

También es necesario otro actor indirecto que establezca normas de calidad, con categorías definidas a través de parámetros de valor para el agricultor (tolerancia a plagas, resistente a factores bióticos y abióticos, rendimiento, etc.) y para el consumidor (desempeño en la cocina, desempeño en procesos industriales, componentes de interés industrial o de interés nutrimental, etc.).

## **Financiamiento**

Este actor es inexistente en la cadena. Para formalizar la estrategia de esta sección se requiere tener una fuente formal de financiamiento a bajo costo, y en el caso de pequeños agricultores, considerar incluso subsidios. Algunos agricultores financian sus cultivos y los procesos de selección de variedades con los ingresos de otra actividad económica; sin embargo, la producción de semilla debe tener como incentivo la generación de ganancia económica para el productor.

## **Gobiernos**

El papel del Gobierno Federal y de los Gobiernos Estatales es fundamental para apalancar con recursos el establecimiento de esta estrategia, y para facilitar la inclusión de los actores que actualmente no están vinculados a la cadena. Adicionalmente, se hace indispensable que los Gobiernos establezcan mecanismos de seguridad en las zonas de producción, que permitan que la cadena de valor opere con el menor riesgo posible, desde las parcelas hasta el consumidor final.

## **Influencias del entorno**

### **Fuerzas ambientales**

Los eventos bióticos y abióticos adversos como las sequías, inundaciones, vientos excesivos, ataque severo de plagas y enfermedades, etc., hace necesaria la selección de las mejores poblaciones nativas, que tienen la ventaja de estar adaptadas a nichos de cultivo específicos y con alto potencial productivo.

### **Fuerzas tecnológicas**

Los agricultores no tienen disponible, de manera sistemática, la tecnología para la producción de semillas ni para el manejo poscosecha correcto. Esto afecta negativamente a la cadena porque hay que localizar las tecnologías apropiadas para cada nicho ecológico y vincularlas a la cadena, al inicio de la implementación de esta estrategia.

### **Fuerzas económicas**

No existe un mercado formal de semillas nativas, por lo tanto los agricultores se ven en la necesidad de obtener semilla de su propia cosecha o de otros agricultores de la misma localidad. Adicional, las empresas transnacionales de semillas tienen gran participación en el mercado y sus distribuidores

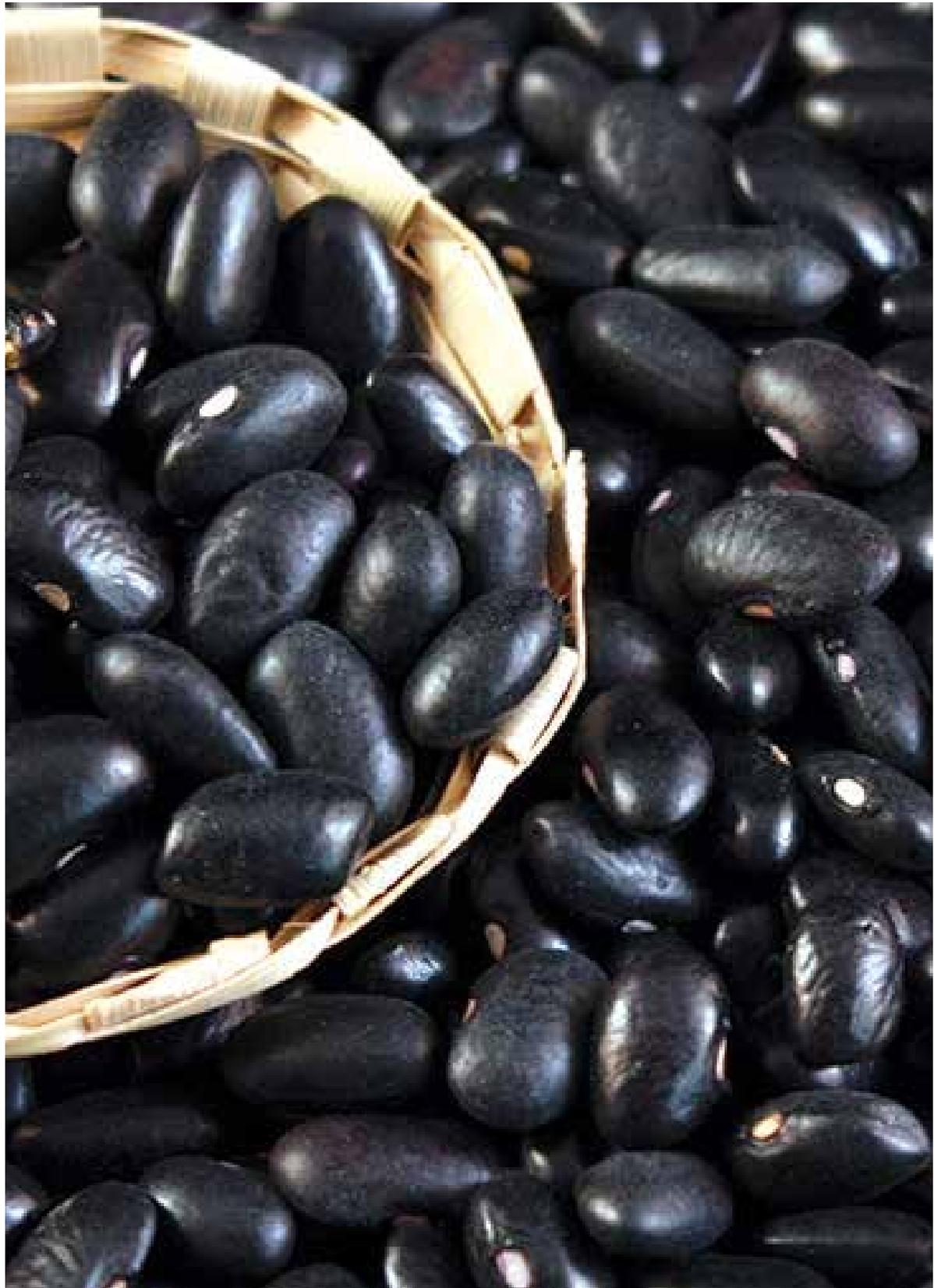
hacen gran labor de venta y promoción entre los agricultores. Esta situación afecta negativamente el funcionamiento de la cadena de valor propuesta.

### **Fuerzas político – legales**

Actualmente la política macroeconómica de México está orientada a la autosuficiencia alimentaria, al desarrollo rural y a la inclusión de grupos históricamente excluidos, lo cual beneficia la cadena de valor, pues pudiera facilitar el establecimiento y formalización de los sistemas locales de conservación de semillas. Esto tiene una influencia positiva en la cadena de valor, porque facilita el funcionamiento de la misma si se facilita la vinculación de actores que actualmente no participan en ella.

### **Perfil de la cadena de valor**

La cadena de valor descrita es una propuesta para la implementación formal de la estrategia. Las acciones clave son la participación de los agricultores y de los fitomejoradores para la selección y posterior mejoramiento genético de las poblaciones nativas sobresalientes. La cadena no está funcionando formalmente debido a que hace falta involucrar actores indirectos, principalmente de capacitación técnica y de gestión de la empresa rural, y vincular esquemas de financiamiento. Los actores clave son los agricultores participativos en conjunto con los fitomejoradores. Los flujos de productos actualmente no están bien definidos, algunas regiones donde se han implementado estos sistemas de mejoramiento han funcionado de manera aislada y por periodos cortos. Los agricultores cooperantes son los socios más importantes de la cadena. La principal influencia externa que afecta esta cadena son los eventos bióticos y abióticos, ante los cuales el uso de poblaciones nativas seleccionadas puede minimizar su impacto en los cultivos. Para empezar a desarrollar la cadena de valor hacia una visión de implementación formal es indispensable contar con apoyo del Gobierno para apoyar con recursos a los diferentes actores y con capacitación y acompañamiento, en técnicas agrícolas y en gestión de la empresa rural a los agricultores.





# IX. ESTRATEGIA IV:

## VARIEDADES MEJORADAS DE MATERIALES NATIVOS Y SU MULTIPLICACIÓN Y CERTIFICACIÓN PARA NICHOS ECOLÓGICOS

### 9.1 Obtención de variedades

Como ya se abordó en el Capítulo anterior, con la identificación de poblaciones nativas sobresalientes es posible obtener variedades mejoradas, aplicando las técnicas de mejoramiento genético vegetal más convenientes. Debe resaltarse además que, en el contexto del presente manual, es ampliamente recomendable que en el proceso de mejoramiento genético intervengan los conocimientos de los agricultores, de manera complementaria con los de los técnicos dedicados al mejoramiento genético vegetal.

De manera general podemos mencionar que existen dos técnicas más comunes de practicar el mejoramiento en las plantas: la selección, la cual consiste en seleccionar a los mejores individuos generación tras generación, aprovechando la diversidad genética ya existente, y la hibridación, la cual consiste en realizar cruzamientos de distintos progenitores para generar más variación o para el aprovechamiento final del vigor híbrido, técnicamente conocido como heterosis. Ambas técnicas son eficientes, pero difieren en el tiempo y costo invertido en cada una de ellas, siendo la selección un proceso a más largo plazo y constante. Aunque algunos investigadores dividen al mejoramiento en convencional y biotecnología, en este manual esta categorización se entiende más bien como las herramientas o disciplinas que apoyan al mejorador.

Mediante la selección y la hibridación es posible obtener dos tipos de variedades mejoradas: las variedades de polinización libre y los híbridos convencionales, respectivamente. A continuación se describen las características de cada una de ellos, aclarando que en lo sucesivo, y para ahorro de espacio, cuando se hable de 'variedades mejoradas' en maíz, nos estaremos refiriendo indistintamente a una variedad de polinización libre o a un material híbrido, ambas comerciales.

### **Variedades de polinización libre**

Las variedades de polinización libre o polinización abierta son aquellas que el agricultor puede sembrar continuamente, sin tener que renovar (comprar) la semilla en cada ciclo de siembra. En estas variedades el polen de la espiga de una planta poliniza libremente y al azar a una o a varias plantas vecinas y la semilla que así se forma, al ser sembrada en el siguiente ciclo transmite la información genética de ambos padres: de la planta que aportó el polen y de la planta que lo recibió. Estas variedades generalmente son obtenidas mediante selección o pueden ser producto intermedio de un programa de hibridación, cuando hablamos estrictamente de 'variedades sintéticas'.

Las variedades de polinización libre tienen la ventaja de que son ampliamente reconocidas y manejadas por los agricultores en las diversas zonas productivas de nuestro país, principalmente en las zonas temporeras, donde su uso puede llegar a representar más del 90% de la superficie cultivada; generalmente este tipo de variedades tiene una mayor adaptación a diferentes condiciones ambientales y ante condiciones drásticas de falta de agua o algún otro factor de estrés, su misma información genética le permite amortiguar, en cierto grado, los efectos negativos de esos factores limitantes para su desarrollo.

Un método sencillo y muy utilizado para la obtención de variedades de polinización libre es la selección masal, la cual ha sido practicada por el agricultor por mucho tiempo, desde hace miles de años; sin embargo, diversos mejoradores han incorporado a esta técnica algunos cambios que permiten tomar en cuenta los factores ambientales para su control y de esta manera asegurarse de que la selección que se está realizando está más enfocada a las características genéticas de las plantas y que éstas no están siendo ocultadas por factores ambientales externos y no heredables. Otros métodos de selección un poco más complejos son la selección en base a familias, los cuales suelen dar resultados más a corto plazo pero requieren de mayores recursos e inversión para su implementación. Finalmente, señalaremos que para la obtención de una variedad de polinización libre pueden invertirse de tres a cinco años mínimamente, dependiendo si se cuenta con uno o dos ciclos de cultivo por año.

### **Híbridos convencionales**

De manera general a los materiales híbridos se les identifica como aquellas semillas mejoradas de las cuales no se obtiene semilla para sembrar el siguiente porque su semilla 'se degenera', como comúnmente se dice, pero este fenómeno técnicamente es conocido como segregación. Lo que pasa en realidad es que el híbrido convencional, que por cierto es diferente de un transgénico, se obtiene mediante

el cruzamiento planeado de dos progenitores seleccionados, estos progenitores pueden ser dos líneas endogámicas avanzadas, que es el caso de los híbridos de cruce simple; pueden ser también la cruce de una línea endogámica por una cruce simple, en el caso de los híbridos trilineales, o los progenitores pueden ser dos cruces simples (híbridos dobles). Otros híbridos menos comunes son los híbridos intervarietales o híbridos varietales, en los cuales pueden cruzarse directamente dos poblaciones nativas seleccionadas, o híbridos tipo mestizos, cuando se cruza una línea endogámica con una población seleccionada.

Sea cual sea la forma como se obtiene el híbrido, la característica común de ellos es que se aprovecha el llamado vigor híbrido, técnicamente conocido como 'heterosis', mediante el cual la expresión de la planta hija es superior que la expresión de cualquiera de sus dos progenitores; la semilla obtenida de la planta que actúa como planta 'madre', es decir, la que recibió el polen, puede sembrarse en el siguiente ciclo, pero por el fenómeno de la segregación, que ya se mencionó antes, las plantas de esta segunda generación no manifestarán las características de la primera generación (del híbrido comercial), sino que empiezan a mostrar expresiones distintas y, después de cierto tiempo, que puede ser cinco o más ciclos de cultivo, y mediante selección dirigida, pueden empezar a mostrar mejor comportamiento y adaptación; a este fenómeno los agricultores lo conocen popularmente como 'acriollamiento'. La formación de los híbridos convencionales requiere de una mayor inversión de recursos y de tiempo; para obtener un híbrido convencional es posible que se requieran de cinco a 10 años, dependiendo del tipo de híbrido, de los recursos disponibles y de los ciclos de cultivo que puedan realizarse en la región.

En relación a la obtención de variedades mejoradas a partir de maíces nativos, entre los agricultores sólo el 21.3% identifica a quienes se dedican al mejoramiento de las variedades, resaltando a las empresas en esta actividad (52.3%), a los particulares los ubican con el 15.6% y a INIFAP y Universidades con el 18.4% en conjunto. El 42% identifica qué es una variedad mejorada y en su mayoría prefiere las variedades de polinización abierta (74.8%) porque las identifican con una mejor adaptación (37.3%), mejor rendimiento (26.2%), mayor disponibilidad (14.1%), mayor calidad (10%) y mejor costo (5.8%). Además, el 91.5% afirmó tener interés en sembrar semillas criollas mejoradas por considerarlas de mejor calidad para la alimentación (31.0%), por su buena adaptación (30.8%), buen rendimiento (24.5%) y por el costo accesible (11.3%). Quienes no prefieren la semilla de maíces criollos mejorados argumentaron que es debido a que ellos son agricultores sólo de autoconsumo (32.2%), no rinde igual que el criollo (24.2%), tiene alto precio (22.8%) y no se adapta bien (14.1%). El gasto que estarían dispuestos a invertir en semillas mejoradas de maíz varió desde cero hasta \$8,000.00 pesos por ha., dominando aquellos que consideran que gastaría lo mismo que cuesta el grano (38.7%), el doble de lo que cuesta el grano (33%) y más del doble de lo que cuesta el grano (28.3%).

De acuerdo con los resultados anteriores podemos señalar que se requiere una mayor proyección, y ampliación, de los programas de mejoramiento genético por parte de las instituciones de educación superior y el INIFAP, ya que los agricultores identifican a las variedades mejoradas más por las semillas que distribuyen las empresas y los particulares. Importante es mencionar que el Estado debe invertir en un mayor apoyo a los programas de fitomejoramiento institucionales y nacionales, sobre todo en aquellos que toman en cuenta la participación y opinión de los agricultores y técnicos de campo desde el inicio (mejoramiento participativo). Por otro lado, hay dos grupos de agricultores,

quienes prefieren continuar con sus maíces nativos, debido a que en su mayoría la producción es para autoconsumo y otro grupo que podría ser usuario de semillas mejoradas, siempre y cuando las variedades cumplan con sus expectativas, por lo que se refuerza la necesidad de llevar a cabo programas de mejoramiento genético participativo, a nivel local, cuidando las cualidades físicas y de calidad para el consumo.

Adicionalmente, se requiere que en el extensionismo agrícola se incluya un programa de capacitación y difusión de los agricultores sobre el origen y las bondades del uso de semilla mejorada.

## 9.2 Descripción varietal

Una vez obtenida la variedad mejorada, sea ésta de polinización libre o un híbrido convencional, es necesario llevar a cabo una serie de pasos que permitirán su registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales<sup>15</sup> (CNVV) del SNICS; en este catálogo se encuentran registradas todas las variedades e híbridos, no sólo de maíz, sino de las especies cultivadas registradas y con derecho a comercializarse formal y legalmente en nuestro país. Para que una variedad mejorada pueda ser registrada en el CNVV, tanto por personas físicas como morales, esta variedad debe reunir los requisitos de ser distinta a otras variedades ya registradas, debe ser lo suficientemente homogénea para poder ser descrita y además debe mantener estabilidad en sus características distintivas. El SNICS cuenta con un protocolo para el registro de las nuevas variedades y para ello el o los fitomejoradores deben describir las características de esas variedades, apoyándose en el manual para la descripción de variedades de maíz y auxiliados con su correspondiente manual gráfico.

Ante la pregunta al agricultor si conoce el proceso para el registro de variedades vegetales en el CNVV, la respuesta fue contundente, el 99.2% dijo no conocer el proceso, pero cuando se les preguntó sobre las etapas que mejor describen el proceso del registro, el 31.6% mencionó la supervisión en campo, el (25.3%) señaló los trámites ante el SNICS, mientras que el 12.6% identificó a las pruebas de laboratorio a que es sometida la semilla, por lo que es posible que este proceso de registro de variedades ante el SNICS haya sido confundido con la certificación de la semilla. De acuerdo con los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario a técnicos se encontró que la gran mayoría de ellos (94.2%) desconoce el proceso de registro de variedades vegetales en el CNVV, lo que denota la necesidad de capacitación a técnicos y agricultores en este aspecto importante de la Estrategia. Los pocos técnicos que mencionaron conocer y haber participado en este proceso señalaron su participación como parte de un equipo de mejoramiento genético 31.8%, o como autoridad en alguna institución 13.6% y como responsable de un equipo de mejoramiento genético sólo 9.1%. De lo anterior se concluye que se requiere una mayor difusión y capacitación, tanto a técnicos como a agricultores sobre este proceso importante de registro de variedades, sobre todo para proteger los recursos de maíces nativos. Esta es una tarea que puede ser retomada por el SNICS, en coordinación con instituciones

<sup>15</sup> <https://datastudio.google.com/reporting/5b7206ba-e190-48fe-9696-73523bfccf58/page/itBWB>

de educación y por supuesto, con la participación de INIFAP. Como ya se mencionó, el registro de una variedad mejorada lo puede solicitar una persona física o una persona moral y el registro tiene además la ventaja adicional de que protege la identidad de la variedad y se debe dar los créditos correspondientes a los agricultores y a las comunidades que dieron origen a la variedad que se registra; incluso, se debe promover que, cuando así lo amerite, la variedad sea registrada por el mismo agricultor, lo cual puede ocurrir mayormente cuando se registran variedades o poblaciones sobresalientes.

### **Manual para la descripción de variedades de maíz**

Con el fin de uniformizar criterios y para contar con protocolos que permitan orientar la descripción varietal de algunas especies cultivadas en México, para su registro en el CNVV o para solicitar el título de obtentor, el SNICS publica las guías técnicas para la descripción varietal, las cuales han sido preparadas por grupos de expertos en cada cultivo. Estas guías tienen observancia de carácter obligatorio en nuestro país para quienes desean inscribir alguna variedad en el CNVV. La guía para maíz puede ser consultada en la siguiente página web: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120832/Maiz.pdf>. Este manual establece las definiciones y lineamientos necesarios para llevar a buen término la descripción varietal de la variedad mejorada que desea registrarse, ya que aunque los descriptores son de carácter general en el cultivo, el tamaño de muestra y las consideraciones técnicas son específicas, según se trate de líneas endogámicas, híbridos o poblaciones de polinización libre.

### **Manual gráfico para la descripción de variedades de maíz**

Con el objetivo de facilitar la descripción varietal de las variedades vegetales de los cultivos con mayor importancia en nuestro país, el SNICS ha publicado, con el apoyo de los expertos en cada cultivo, manuales gráficos que son un referente visual de apoyo para llevar a cabo la descripción; en el caso del maíz, este manual puede consultarse accediendo a la siguiente página web: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/390820/MGDVMaiz.pdf>. Aunque estos manuales gráficos no son de observancia obligatoria, sí son un buen auxiliar para quienes están realizando el fitomejoramiento con el objetivo de obtener variedades mejoradas para su registro, pues permite contar con puntos de referencia en cuanto a las etapas fenológicas para el registro de las características distintivas, así como de los niveles de variación identificados en cada característica.

## **9.3 Difusión/promoción de las variedades**

Hasta hace pocos años, el fitomejorador consideraba que su labor finalizaba con la obtención de las variedades mejoradas, siendo el registro de la variedad o material híbrido, el punto culminante de su labor que le llevó varios años de trabajo de investigación. Actualmente se reconoce que el registro de

la variedad mejorada es sólo un eslabón en el proceso continuo de la generación de una nueva tecnología (variedad mejorada) y el aprovechamiento de la misma, para que ésta sea considerada como una innovación que hace diferencia en los resultados del proceso productivo. Es por lo anterior que en este manual se considera que la labor del fitomejorador no debe terminar con el registro de la variedad, sino que el especialista debe participar en la transferencia de esta tecnología hacia el usuario final: el agricultor, pues a final de cuentas es el fitomejorador quien mejor conoce las características de la variedad que ha generado y conoce además de su potencial productivo y de sus limitaciones. Por supuesto que para cumplir con un proceso exitoso en la transferencia de esta tecnología se requiere de la participación de diversos especialistas en un equipo inter o multidisciplinario.

Son varias las formas en que se puede planear y ejecutar el proceso de transferencia y adopción de las variedades hacia el agricultor y algunos investigadores han propuesto y aplicado el uso de Plataformas de Innovación en el extensionismo para la innovación basado en evidencias. Estas plataformas de innovación pueden incluir las llamadas ventanas tecnológicas, los lotes demostrativos o parcelas de validación, en extensiones comerciales y semicomerciales, y deben ser complementadas con otros eventos demostrativos y cursos de capacitación continua hacia los técnicos y los agricultores.

Debe aclararse que la variedad mejorada por sí sola representa un insumo de gran importancia para la mejora del proceso productivo; sin embargo, los resultados serán más notorios si el uso de la variedad mejorada se complementa con otras tecnologías e innovaciones que conforman un paquete tecnológico más integral, teniendo en mente la sostenibilidad y rentabilidad del agrosistema, es por ello que la promoción de variedades mejoradas debe estar acompañada de las recomendaciones técnicas para que éstas expresen su máximo potencial de rendimiento.

Un aspecto importante de resaltar es que no sólo se deben implementar las innovaciones tecnológicas, en este caso las variedades mejoradas, sino que además debe existir todo un programa y una serie de actividades encaminadas a que éste y todos los insumos estén disponibles en tiempo y forma para los agricultores que aplicarán las innovaciones. Es por ello que se requiere de la participación del fitomejorador en este proceso, pues el investigador conoce el área y las condiciones de adaptación y de mejor expresión de la variedad que ha obtenido. También se requiere de la participación oportuna y continua del extensionista, así como de los apoyos directos al agricultor y, por supuesto, de las diferentes instancias que inciden para que el proceso sea exitoso. Lo anterior implica que el Estado debe asumir su responsabilidad, no solo desde el ámbito administrativo, sino además como coordinador de un sistema de extensión y transferencia de tecnología que asegure el éxito de la aplicación de la innovación tecnológica, con el apoyo de instituciones, autoridades federales, estatales y locales, organizaciones no gubernamentales y de los mismos agricultores.

Además de las parcelas de innovación, los recorridos demostrativos y la asesoría técnica, el uso apropiado de la variedad debe ser promovido mediante el empleo de material de difusión como folletos, trípticos, posters o carteles y más recientemente se han implementado infografías que pueden ser distribuidas a través de aplicaciones en los teléfonos móviles. Estos documentos de difusión deben ser preparados con la participación del fitomejorador, resaltando las características distintivas y sobresalientes de las variedades mejoradas, advirtiendo también sobre sus limitaciones, en términos de

adaptación y condiciones de manejo, principalmente; para ello se deben incluir imágenes ilustrativas que atraigan la atención de agricultores y técnicos.

Es importante mencionar la idea que los agricultores tienen acerca de la promoción de variedades mejoradas, pues sólo 15.3% mencionó haber participado en alguno de estos eventos, señalando además su interés por conocer nuevas variedades como la principal razón por la que asiste a estos eventos, ya que busca nuevas opciones de variedades (19.2%) o porque el técnico le recomienda asistir (9.6%). Entre quienes dijeron no asistir a estos eventos de promoción (84.7%), el 46.1% dijo no enterarse sobre los mismos, el 21.3% mencionó que prefiere el maíz criollo y además porque no compra semilla mejorada (15.7%), pues no se adaptan a las condiciones donde siembra maíz (5.6%). Los agricultores consideran que la mejor forma de mostrar las ventajas de las variedades mejoradas es mediante las parcelas demostrativas en terrenos de su comunidad (50.7%), probando la semilla en los terrenos de los propios agricultores (33.7%) o a través de la recomendación de agricultores (amigos, familiares) de su comunidad (5.2%), o mediante la recomendación del técnico (5%). También se les preguntó si estarían dispuestos a participar como "agricultor cooperante", apoyando a investigadores en la promoción de variedades mejoradas y el 35.7% dijo sí estar interesado, sólo un 7.2% dijo no estar interesado y el 27.1% dijo que tal vez participaría. El 58.8% de quienes sí participarían lo harían prestando sus terrenos y realizando actividades del cultivo guiadas por un especialista, el 11.1% lo haría organizando recorridos de campo y un 25.8% mencionó que participaría de ambas formas. Es importante tomar en cuenta entonces que al agricultor no sólo le interesa conocer nuevas variedades disponibles para sus condiciones y participar en los eventos de promoción de las mismas, sino que además tiene toda la intención de participar como agricultor cooperante.

En la promoción de las semillas mejoradas entre agricultores en la región que asesora, el 77.1% de los técnicos señaló a las parcelas demostrativas en terrenos de los agricultores como la mejor forma de promoverlas, el 11.5% opinó que regalando muestras de semilla a los agricultores para prueba en sus terrenos es también un buen mecanismo y el 4.1% opinó que es importante convencer a agricultores líderes. Sólo el 25.3% de los técnicos afirmó haber organizado o participado en los eventos de promoción de variedades mejoradas y las formas en que han participado ha sido consiguiendo terrenos y agricultores participantes (18.3%), organizando recorridos de campo (13%) y con ambas actividades (31.3%) o como asesor técnico (20%). La disposición tanto de agricultores como de técnicos debe aprovecharse mediante la planeación y ejecución de todo un programa de transferencia de innovaciones como las variedades mejoradas y este programa debe ser a nivel local e incluso a nivel de la parcela del agricultor.

## 9.4 Inscripción en el CNVV

Para facilitar el proceso de inscripción de las variedades mejoradas en el CNVV, el SNICS cuenta con una guía de usuarios del registro de variedades vegetales en su página web, a través de la liga [https://docs.google.com/presentation/d/e/2PACX-1vQQ-8H3EszUDWQd1c7MQgE8u1MXUp87mXQLccQDPLLpIZn3DL84ZDa2Mu1HLPECL2z2JUSjLWSRFzK/pub?start=true&loop=true&delayms=5000&slide=id.g73e60b191a\\_2\\_7](https://docs.google.com/presentation/d/e/2PACX-1vQQ-8H3EszUDWQd1c7MQgE8u1MXUp87mXQLccQDPLLpIZn3DL84ZDa2Mu1HLPECL2z2JUSjLWSRFzK/pub?start=true&loop=true&delayms=5000&slide=id.g73e60b191a_2_7). Es conveniente revisar la información ahí presentada, antes

de iniciar cualquier trámite orientado a la inscripción de una variedad mejorada. Es recomendable que si el solicitante será un agricultor, que reciba una asesoría de parte de personal calificado y con conocimiento sobre el tema para evitar demoras innecesarias en los trámites, lo cual a la larga genera desánimo hacia el proceso de inscripción de variedades.

## Requisitos

Como ya se mencionó antes, para la inscripción en el CNVV, la variedad debe cumplir con tres aspectos importantes, la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Para el caso del maíz, la guía técnica para descripción varietal establece los lineamientos para la descripción de variedades vegetales de esta especie en diferentes niveles: líneas, híbridos y variedades de polinización abierta; estableciendo claramente que para el caso de variedades ornamentales, la información proporcionada deberá complementarse con descriptores específicos propuestos por el solicitante. El o los solicitantes de la inscripción podrán ser una persona física o moral y se apegarán a lo dispuesto en la Ley Federal de Variedades Vegetales (<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/120.pdf>) y en su Reglamento ([http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LFVV.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LFVV.pdf)), vigentes al momento de iniciar el trámite.

## Formatos

El SNICS también cuenta en su página con un tutorial para el registro de las variedades vegetales y dentro del tutorial se pueden consultar los requisitos para la inscripción en el CNVV, mediante el enlace electrónico [https://docs.google.com/presentation/d/e/2PACX-1vQQ-8H3EszUDWQd1c7MQ-gE8ul1MXUp87mXQLccQDPLLpIZn3DL84ZDa2Mu1HLPECL2z2JUSjLWSRFzK/pub?start=true&loop=true&delayms=5000&slide=id.g73e60b191a\\_0\\_92](https://docs.google.com/presentation/d/e/2PACX-1vQQ-8H3EszUDWQd1c7MQ-gE8ul1MXUp87mXQLccQDPLLpIZn3DL84ZDa2Mu1HLPECL2z2JUSjLWSRFzK/pub?start=true&loop=true&delayms=5000&slide=id.g73e60b191a_0_92). En este enlace se puede consultar y disponer de la solicitud de inscripción correspondiente, mediante el enlace <https://drive.google.com/file/d/1a5uo0Y-nYdMyMmfvEFk5cvVf91t5ctNYx/view>. Este se acompaña con el respectivo instructivo para hacer el llenado de la solicitud al acceder a la liga [https://drive.google.com/file/d/1G2G8\\_NO8YO-NybXPKhA-yXs8g1ek2agne/view](https://drive.google.com/file/d/1G2G8_NO8YO-NybXPKhA-yXs8g1ek2agne/view).

## 9.5 Derechos de obtentor

Además del registro de la nueva variedad en el CNVV, el interesado puede solicitar la protección de la propiedad intelectual, mediante un Título de Obtentor, con el cual se reconoce y ampara el derecho del obtentor de una variedad vegetal nueva, distinta, estable y homogénea; este título es expedido por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Los derechos de obtentor están reconocidos y amparados también por la Ley Federal de Variedades Vegetales y su correspondiente reglamento. En la página del SNICS se presenta un tutorial que permite orientar al solicitante sobre el procedimiento para

la solicitud electrónica de derechos de obtentor en la plataforma UPOV PRISMA <https://www.gob.mx/snics/videos/presentacion-de-solicitudes-electronicas-mediante-la-plataforma-upov-prisma?idiom=es>; además de un enlace de acceso directo a esta plataforma mediante la liga <https://www3.wipo.int/authpage/signin.xhtml?goto=https%3A%2F%2Fwww3.wipo.int%3A443%2Fupovprisma%2F>. Para aspirar a contar con un Título de Obtentor sobre la variedad mejorada, el solicitante debe reunir ciertos requisitos, los cuales pueden ser consultados en [https://docs.google.com/presentation/d/e/2PACX-1vQQ-8H3EszUDWQd1c7MQgE8u1IMXUp87mXQLccQDPLLpIZn3DL84ZDa2Mu1HLPECL-2z2JUSjLWSRFzK/pub?start=true&loop=true&delayms=5000&slide=id.g73e60b191a\\_0\\_79](https://docs.google.com/presentation/d/e/2PACX-1vQQ-8H3EszUDWQd1c7MQgE8u1IMXUp87mXQLccQDPLLpIZn3DL84ZDa2Mu1HLPECL-2z2JUSjLWSRFzK/pub?start=true&loop=true&delayms=5000&slide=id.g73e60b191a_0_79). A través de este enlace se tiene acceso también al formato respectivo para la solicitud del Título de Obtentor, visitando <https://drive.google.com/file/d/1NfkS1VMpGsYIt56Re0IoLRpKrEQmWhhq/view>.

### **Convenios institucionales**

Cuando el fitomejorador u obtentor pertenecen a una institución de investigación o educación, se rigen por las normas y reglamentos propios de la institución y es en base a esas normas que se realizarán los trámites correspondientes, tanto para la inscripción de la variedad, como para la protección de la propiedad intelectual; por lo general, las instituciones cuentan con un Departamento Jurídico que puede orientar y asesorar al solicitante en materia de registro de variedades y/o de propiedad intelectual.

## **9.6 Producción y certificación de semillas**

La inscripción de la variedad mejorada en el CNVV es un requisito legal para la producción y venta de semilla certificada de esa variedad. El productor de semilla, sea una persona física o moral, debe realizar el trámite de inscripción del o de los lotes de producción ante el SNICS, antes de la siembra de los lotes de producción; estos trámites incluyen la solicitud de inscripción, un pago de derechos por la inscripción y pago de derechos por expedición de etiquetas y por los análisis de laboratorio que son realizados para cada lote de producción.

La producción de semillas en campo, el beneficio o acondicionamiento y el almacenamiento de la misma merecen especial atención debido a que en cada etapa se debe mantener la calidad de la semilla en sus cuatro componentes: genética, fisiológica, sanitaria y física, para ofrecer al agricultor un insumo de la más alta calidad, respaldado por el SNICS.

En relación con la semilla calificada o certificada, el 23% de los agricultores aseguró saber qué es una semilla certificada, identificándola como la que venden en la tienda de agroquímicos (47.2%), la que es calificada por el SNICS (30.6%), la que venden los buenos productores locales (9.3%) y la que venden en el mercado (6.7%). Sin embargo, el 70.2% no conoce cuál es la institución que certifica la semilla, sólo el 17.2% señaló al SNICS, como el organismo calificador de semillas, y al INIFAP y al CIMMYT con el 2.8%.

El 33.6% no sabe de los beneficios que tiene certificar su semilla o usar semilla certificada, mientras que el 32.7% aseguró que esta semilla da mayor confianza al agricultor, el 27.9% dijo que con esta semilla se obtienen mayores rendimientos, se asegura la nacencia (18.1%) y además tiene precios accesibles (4.4%).

En cuanto a los técnicos, la gran mayoría (92.7%) de los técnicos afirmó que no se han involucrado en el proceso de certificación de semillas y los pocos que sí han participado lo han hecho como asesor de productores de semillas (20%), como productor de semillas (10%) o como inspector del SNICS (10%). Sólo el 9.5% afirmó conocer el proceso de certificación de semillas completo, aunque el 68.5% reconoce los beneficios de la siembra de semilla certificada, señalando como principales beneficios un mayor rendimiento y mayor seguridad con el uso de semilla certificada (84.6%), más opciones para vender la producción (25%) y que el cultivo de esta semilla deja más ganancias (14.7%). Estos números reflejan la necesidad de programas de capacitación a agricultores y a técnicos para darles a conocer las bondades del uso de semilla certificada de variedades mejoradas o, en su defecto, capacitar tanto a agricultores como a técnicos en materia de obtención de semilla de calidad para su distribución, ya sea a nivel local o regional.

### **Requisitos y normas, capacitación**

Para que una persona física o moral pueda producir y distribuir semilla calificada, debe estar dado de alta en el Directorio de Productores, Obtentores y Comercializadores de Semillas. Este directorio contiene la información relacionada con productores, obtentores, almacenadores y distribuidores de semillas en la república mexicana y puede ser consultado mediante el siguiente enlace: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/565258/DPOCS-2020\\_VOL2.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/565258/DPOCS-2020_VOL2.pdf). Las reglas aún vigentes para la calificación de semilla de maíz están disponibles en la siguiente página web: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172412/Maiz.pdf>. En estas reglas se establecen las normas oficiales para la calificación de semillas en las diferentes categorías reconocidas por el SNICS: semilla categorías Básica, Registrada y Certificada; de acuerdo a la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas vigente en nuestro país; se menciona en estas reglas que la categoría Habilitada no cumple con algún parámetro de calidad para categoría Certificada de acuerdo a los estándares establecidos en campo y/o laboratorio. La regla establece claramente aspectos relacionados con la Unidad de Inscripción, los requisitos mínimos de aislamiento (espacial o temporal), el uso de surcos "borderos", en función a la superficie del lote inscrito y a la distancia hacia la posible fuente de contaminación, los procedimientos y normas para la inspección en campo, las situaciones que pueden causar baja de los lotes de producción, las tolerancias de campo y los criterios y especificaciones de laboratorio, así como los esquemas de muestreo, tanto en campo como en laboratorio.

En base a la identidad genética de cada categoría, se establece el nivel de exigencia en la regla para calificación de semilla, que en general va de mayor a menor para categoría Básica, seguida de la Registrada y la Certificada. Así también la regla es más exigente cuando se produce una línea endogámica o un híbrido comercial, que cuando se produce semilla de una variedad de polinización libre. Las especificaciones para la producción de cada categoría de semilla y de cada tipo de variedad están claramente establecidas en las reglas para la calificación de semilla de maíz, como ya se indicó anteriormente.

La producción de semillas requiere de un programa continuo de capacitación para el manejo apropiado de los lotes de semilla en cada etapa de su producción hasta llegar al consumidor final, que es el agricultor. El control de calidad debe ser estricto, continuo y apegado a las reglas establecidas para obtener un insumo del más alto nivel de calidad cuya expresión se refleje en el campo.

## Análisis económico

Es un hecho que la producción de semilla para su comercio es un negocio, y es un negocio redituable, por lo que, si el objetivo es producir semilla de calidad para su venta, debe existir un análisis económico de comercialización que contemple mínimamente lo señalado en el Cuadro 9.1. El mencionado Cuadro se preparó con base en la información de un caso de estudio de la Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada SPRRI Teocintle, organización que se constituyó como una microempresa para producir semilla de la variedad mejorada 'Sintético Serdán', de la región del CADER Serdán, del DDR 04 de Libres, en el estado de Puebla, a finales de la década de 1990 e inicios de la década del 2000; este Cuadro se presenta únicamente como una guía con los elementos mínimos para hacer un análisis económico sencillo ante un proyecto de producción de semilla certificada, por lo mismo, sólo se manejan unidades monetarias en base a superficie, sin especificar cantidades o montos.

**Cuadro 9.1.** Conceptos mínimos para un estudio de comercialización de semilla calificada.

Concepto	Unidad
Costo de producción en campo	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Más costo financiero de la producción en campo *	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Total A: Costo total de producción en campo	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Costo de procesamiento	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Menos valor de la semilla descartada **	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Costo final de procesamiento	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Más costo financiero del procesamiento *	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Total B: Costo total del procesamiento	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Costo total de producción de semilla por hectárea (Total A + Total B)	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Costo total de producción y procesamiento de semilla por kilogramo ***	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Más costo de promoción <sup>a</sup>	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Total C: Costo total de producción de semilla y mercadeo	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Más margen de ganancia <sup>b</sup>	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Total D: Precio de venta estimado	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Precio de venta comercializado	(\$ ha <sup>-1</sup> )
Total E: Ganancia real	(\$ ha <sup>-1</sup> )
<i>Relación Beneficio:Costo (Precio de venta comercializada entre total C)</i>	

\* 1.5% mensual por seis meses por el monto de la inversión.

\*\* Semilla descartada = rendimiento bruto (kg ha<sup>-1</sup>) - rendimiento neto de semilla (kg ha<sup>-1</sup>).

\*\*\* Referido al rendimiento neto de semilla (kg ha<sup>-1</sup>).

<sup>a</sup> Estimado en 40% del costo total de producción y procesamiento de semilla por kg.

<sup>b</sup> Estimado en 25% del costo de producción y procesamiento menos el costo del capital (Modificado de Trejo *et al.*, 2004)<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Trejo H. L., A. Gil M., M. Sánchez H., A. Carballo C., P. A. López (2004) Producción de semilla mejorada por organizaciones de productores caso "Productora de Maíz Teocintle". *Revista Fitotecnia Mexicana* 27(1):93-100.

Entre los agricultores el 75.3% dijo estar dispuesto a dedicarse a la producción de semilla de variedades mejoradas obtenidas a partir de maíces criollos y como principales razones para esta disposición el (61%) señaló que hacen falta variedades mejoradas en su región que no sean híbridos, el 30.2% indicó que hay interés por las variedades mejoradas porque tienen mejores características y además porque es un buen negocio (4.8%).

Entre los técnicos el 28.3% señaló haber participado en el proceso de producción de semillas, asesorando a agricultores (56.5%), como productor de semilla (22.6%), como técnico de empresa de semilla o casa de insumos (8.1%). El 60.4% afirmó conocer los beneficios económicos de la producción y venta de semilla certificada, señalando como principal beneficio el hecho de que el agricultor la prefiere (44.5%), que es buen negocio (36.8%), aunque otros opinaron que, en su experiencia, no es necesario certificarla (18.7%). Nuevamente, lo anterior refleja la necesidad de programas de capacitación, tanto a técnicos como a agricultores, sobre las ventajas del uso de semilla mejorada y de la producción de semilla a nivel de los pequeños agricultores.

## 9.7 Organización para la producción y distribución de semillas

El estudio y análisis de comercialización es sólo una parte del enfoque de la producción y distribución de semillas como una actividad productiva que debe ser redituable; sin embargo, un punto no menos importante es la organización para llevar a cabo este proceso y aquí nuevamente se requiere de la participación de un grupo de trabajo inter o al menos multidisciplinario; por supuesto se requiere de la participación activa de agricultores emprendedores y técnicos plenamente identificados con este plan de negocios. En base a experiencias previas, es en este punto donde se presenta el cuello de botella entre la generación de variedades mejoradas y la producción y comercialización de la semilla, dentro de los numerosos nichos ecológicos o agrosistemas, sobre todo en las regiones temporaleras. Así que este es uno de los principales retos a superar para promover el uso de semilla de variedades mejoradas y por supuesto, para contribuir a alcanzar la autosuficiencia alimentaria, no solo en la agricultura familiar o de pequeña escala. El papel de las autoridades a nivel federal, estatal y local es decisivo para aportar al alcance de este objetivo.

### Identificación de las cadenas de valor

El éxito que se alcance en la producción y distribución o comercialización de la semilla de variedades mejoradas es función, en gran parte, de identificar y aportar al mejoramiento de las cadenas de valor de este insumo. Como ya se ha venido señalando en esta y otras secciones del presente manual, la diversidad ambiental, social y étnica en nuestro país impone retos para hacer eficiente las cadenas de valor. Nuevamente, se requiere de la participación activa de equipos interdisciplinarios o al menos multidisciplinarios, pues las cadenas de valor son tan diversas en nuestro país como sistemas de producción podemos encontrar en los diferentes rincones del país; sin embargo, de manera general

podemos decir que a nivel de la agricultura familiar se pueden identificar al menos tres grandes cadenas de valor: a) Aquellas en las cuales el productor de grano es quien produce su propia semilla ciclo tras ciclo de cultivo y su área de cobertura es estrictamente localizada dentro de su comunidad, sin la intervención de otros actores. b) La segunda cadena de valor en materia de producción y distribución de semilla podríamos llamarle de transición y en ella el productor de grano puede ser el mismo o diferente al productor de la semilla, pero intervienen otros actores como pueden ser los acopiadores y/o distribuidores del insumo; el ámbito de acción de esta cadena de valor no deja de ser local o cuando mucho regional. c) Finalmente, la tercera cadena de valor se identifica como aquella en la cual el productor de la semilla puede seguir siendo productor de grano, pero definitivamente intervienen otros actores en el acopio y distribución de la semilla; el ámbito de acción de esta cadena de valor, aunque puede seguir siendo local, es predominantemente regional y el insumo se moviliza entre comunidades. Por supuesto que los volúmenes de producción y distribución de semilla son distintos, según la cadena de valor de la que se trate, aumentando considerablemente estos volúmenes de las cadenas más pequeñas y locales a las cadenas más complejas y regionales.

Con la breve descripción de esas tres cadenas de valor relacionadas a la semilla podemos verificar que existe todo un abanico de variantes en el territorio mexicano y que difícilmente podríamos atender a las variantes que se presentan de localidad a localidad y de región a región, pero si debemos llamar la atención en que esa diversidad de cadenas de valor debe ser tomada en cuenta al momento de plantear y planear la ejecución de un proyecto de tal magnitud y nuevamente, el objetivo del presente manual es llamar la atención de quienes son los actores principales y de quienes toman decisiones en materia de generación, producción y uso de semilla mejorada.

Ante la pregunta si ha escuchado hablar de la Cadena de Valor de las semillas y quiénes son los que participan en ella en su región, casi la mitad de los técnicos afirmó tener conocimiento sobre el tema (49.8%). Quienes dijeron conocer sobre el tema consideran que en estas cadenas de valor están involucrados el agricultor y su familia cercana (34.2%), el agricultor y conocidos con quienes intercambia o presta semilla (30.7%) y otros (14.1%) opinaron que la cadena la conforman el agricultor, vendedor de insumos, incluyendo a la semilla por supuesto, el técnico de campo que la recomienda, el gobierno para apoyar la compra de este insumo, el comprador de la cosecha que le interesa la variedad sembrada; otra cadena más simple que identifican (9%) está conformada por el agricultor, vendedor de insumos, incluyendo semilla y técnico de campo que la recomienda.

## **9.8 Formación de la empresa rural – Microempresas**

El panorama más deseable para promover y llevar a cabo la producción de semilla mejorada es a través de la organización de productores para tal fin. Definitivamente esta forma de socializar este proceso implica riesgos y retos adicionales a los que se enfrentan al realizar la producción de semilla de manera individual. En principio, se requiere que la necesidad de organizarse surja de los mismos agricultores participantes; las experiencias previas nos han mostrado que en ningún momento es aconsejable promover la organización de los productores en torno a algún apoyo o subsidio; el coadyuvante para la

organización debe ser el deseo de trabajar y promover el desarrollo endógeno local, tanto a nivel personal, como a nivel grupal. Esto es, los agricultores y actores de la producción de semilla deben mostrar interés por aprender los aspectos técnicos, sociales y económicos relacionados con el proceso de hacer eficiente las cadenas de valor de los sistemas locales de semillas.

La participación coordinada de sociólogos, economistas, especialistas en organización, fitomejoradores y técnicos es crucial, así como el apoyo inicial de los diferentes niveles de gobierno y de financiamiento rural. Es bajo el enfoque del desarrollo endógeno que será posible ofrecer una vía de expresión de los deseos personales y comunitarios para la superación, mediante el desarrollo de proyectos productivos como es la producción de semillas.

Los técnicos opinan que los agricultores que siembran semilla certificada lo hacen porque representa una garantía de buena producción y mayor rendimiento para el agricultor (54.7%), porque saben que la producción es mejor, pero no les alcanza el dinero para comprarla (23.2%), aunque un porcentaje (4.4%) opina que algunos agricultores siembran semilla certificada porque es la que les da el gobierno.

### **Agricultores particulares**

Históricamente, en nuestro mundo actual de competitividad e individualista, el proceso de producción agrícola ha pasado de ser una actividad de tinte social hacia una actividad cada vez más individualizada por diferentes factores, tanto internos como externos a la unidad de producción. La producción y distribución de semilla no escapa a este fenómeno de individualización y también es necesario reconocer, promover y apoyar la producción de semillas con agricultores individuales, innovadores y líderes a nivel comunidad y regional. Tanto técnica como económica y políticamente es importante brindar todo el apoyo y respaldo a los agricultores individuales que optan por incursionar en la producción y/o distribución de este insumo. Los apoyos deben ser a través de una constante capacitación técnica y administrativa, el financiamiento a tasas accesibles para los agricultores emprendedores, el seguro agrícola efectivo y la disponibilidad de los insumos en tiempo y forma al alcance de los agricultores, sin olvidar, por supuesto la certeza en la comercialización del producto semilla. Por lo mismo, se requiere de una participación organizada y coordinada por los diferentes niveles de gobierno, las instituciones de investigación y educación, así como de las instituciones financieras.

Es interesante conocer la opinión de los agricultores sobre la forma en que se dedicarían a la producción de semillas, el 54.4% señaló que a través de una sociedad de productores o con su familia. El 24.7% que dijo no interesarse en participar en la producción de semillas, señaló como principal razón el no contar con recursos suficientes (45.1%), por lo que el financiamiento viene a ser parte importante de un esquema de sistema local de semillas con fines comerciales, el 36.9% dijo no saber mucho del negocio de semillas criollas, por lo que hay que poner atención a la capacitación y sólo el 4.6% mencionó como principal razón para no querer participar en la producción de semillas el que la semilla no se vendería. Lo anterior denota que posiblemente el mercado no sea el principal problema para la falta de interés en esta actividad de producción de semillas.

## **Distribución y venta de semilla**

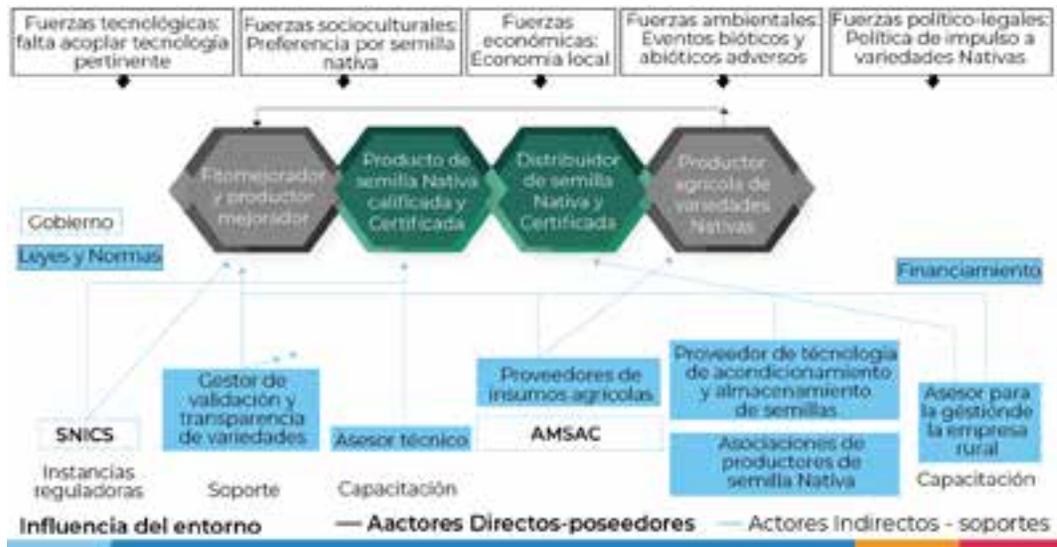
La distribución y venta de la semilla es el puente entre la generación de la tecnología como lo es la variedad mejorada y el uso de este insumo como innovación tecnológica, por parte de los agricultores. De ninguna manera se debe ver esta actividad de distribución y venta de semilla como el punto final del proceso, pues es precisamente mediante el ofrecimiento de un insumo de alta calidad a los agricultores como se puede promover el uso y aprovechamiento de semilla de variedades mejoradas de alta calidad entre los agricultores, tanto a nivel local como a nivel regional. Si no se tiene cuidado en ofrecer un producto de alta calidad en la semilla mejorada, sea cual sea la variedad o material híbrido, se estará cerrando la puerta a la aceptación de este importante insumo como elemento clave para alcanzar mejores niveles productivos y así contribuir a la autosuficiencia alimentaria.

Es por lo anterior que quien se encarga de la distribución y comercialización de la semilla debe contemplar un programa continuo de capacitación y de relaciones interpersonales para ser un buen promotor del uso de la semilla mejorada en los terrenos de los agricultores.

Sobre la mejor forma de distribución y venta de semillas, el 49.3% de los agricultores mencionó la venta y distribución con agricultores de la comunidad como distribuidores, lo que denota un arraigo y confianza hacia los miembros al interior de la comunidad, el 18.4% mencionó como la mejor forma de distribución a través de la AGRICULTURA, demostrando una marcada dependencia hacia esta institución, seguramente por las razones del subsidio a la semilla mejorada que en otros años se vino dando a través de programas como el 'kilo por kilo' implementado en la década de los 90 y a inicios del año 2000; un 14.8% mencionó como buena opción para la distribución de la semilla a los técnicos, seguramente relacionándolos con los subsidios y el 13.6% mencionó a las casas comerciales (tiendas de insumos). La organización de agricultores y su capacitación en materia de producción de semilla artesanal son necesarias para aprovechar la disponibilidad de los agricultores para incorporarse a un plan de negocios a nivel local, promoviendo así un desarrollo endógeno de las comunidades rurales.

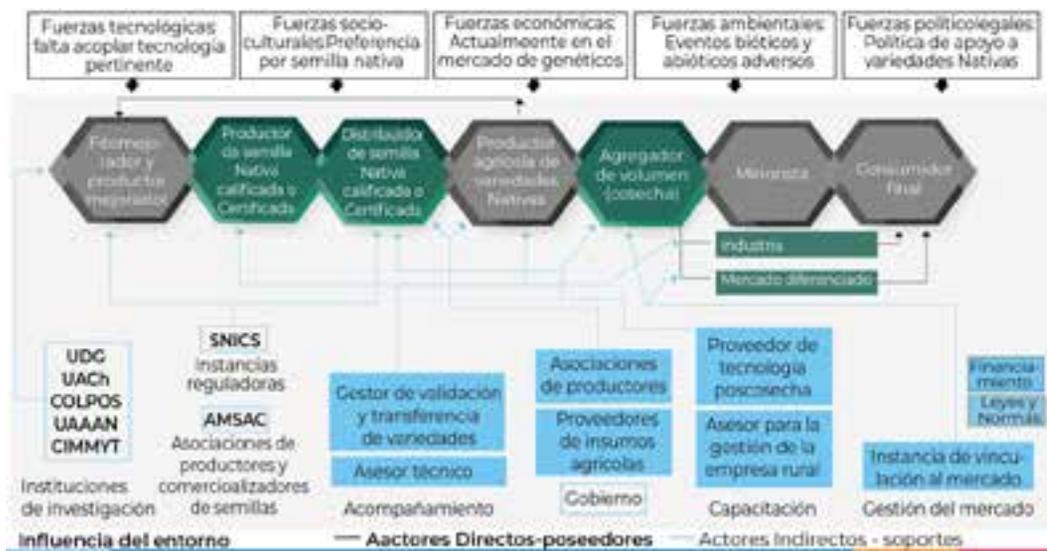
## **9.9 Visión de cadena de valor para la producción de semilla Certificada**

En esta sección se analiza la cadena de valor de la semilla nativa mejorada (Figura 9.1), y la cadena de valor en la que el agricultor usuario de la semilla participa en el proceso (Figura 9.2), hasta el consumidor final.



\*Se muestran en color gris los actores identificados en la cadena y en color azul o verde los actores que es necesario vincular a la cadena.

**Figura 9.1.** Cadena de valor para el mejoramiento de poblaciones nativas y producción de semilla.



\*Se muestran en color gris los actores sí identificados en la cadena y en color azul o verde los actores que es necesario vincular a la cadena.

**Figura 9.2.** Cadena de valor de la semilla certificada mejorada de poblaciones nativas, como insumo para el agricultor.

El valor de la cadena radica en hacer disponible la semilla certificada de variedades mejoradas a partir de poblaciones nativas para la producción agrícola en nichos agroecológicos. Actualmente esta cadena no está formalizada, por lo que el presente análisis sugiere actores y su interrelación para el funcionamiento de dos cadenas de valor una asociada a la producción de semilla y la otra a la producción de grano donde la semilla es el insumo.

## **Actores directos**

### **Agricultor**

El agricultor tiene un doble papel. En la cadena de valor de la producción de grano es el encargado de producir y obtener un producto de calidad a partir de prácticas agrícolas alineadas a las expectativas de la industria y del consumidor final del mercado en el que participa. Por otro lado, en la cadena de valor de producción de semilla Certificada nativa, el agricultor es el cliente final y es el usuario de la semilla y por ello la cadena debe trabajar para cumplir sus expectativas. Bajo éste contexto, la semilla Certificada debe cumplir las expectativas del agricultor, para que éste a su vez pueda cumplir con las expectativas del mercado (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Distribuidor de semilla Certificada de variedades nativas mejoradas**

Este actor es el encargado de hacer disponible la semilla Certificada a los agricultores en la cantidad y fecha requerida. Para los agricultores, el distribuidor debe ser una persona o grupo de personas de la localidad, porque da confianza y arraigo. El distribuidor de semilla puede ser el mismo productor de semilla Certificada, el Gobierno o los distribuidores de otros insumos, para lo cual es indispensable que cuente con la logística, las bodegas o locales y la gente para el correcto manejo y recomendación de uso que requiere la semilla para mantener calidad. En el caso de que la semilla Certificada provenga de un programa impulsado por Gobierno, se sugiere que porte una marca que lo identifique, que esté Certificada y que esté vinculada a un programa de apoyos o subsidios (Figura 9.1).

### **Productor de semilla nativa calificada o Certificada**

El Productor de semilla nativa mejorada certificada puede ser el mismo agricultor o grupo de agricultores, pero debe hacer ambas funciones de manera independiente, ya que la producción de semilla Certificada es un proceso especializado calificado por el SNICS. El productor de semilla tiene la tarea de producir la semilla, promoverla entre los agricultores, darse de alta con alguna figura jurídica de persona física o moral, hacer la labor de venta y recolectar la opinión de los clientes para mejorar los procesos (Figura 9.1).

El productor debe ser emprendedor, innovador, líder y tener la disposición de adquirir nuevas técnicas de producción y nuevas habilidades para la gestión de la empresa rural, dado que implica la comercialización de la semilla a otros agricultores. Ya sea como persona física (una persona) o como persona moral (grupo de personas), el productor de semilla nativa Certificada debe considerar el diseño de su empresa rural con al menos cuatro áreas: área gerencial, área administrativa, área financiera y contable y área de ventas, en las que deberá definir las responsabilidades y tareas específicas de cada área.

Este actor puede ser el multiplicador de semilla nativa y proveerse su insumo para la producción de semilla Certificada. Es importante destacar que el proceso de producción de semilla Certificada debe ser independiente, en espacio y procedimiento y supervisado por el SNICS.

### **Fitomejorador**

Este actor representa a todos los investigadores calificados para el mejoramiento genético de variedades a través de diversas metodologías científicas. Participa como parte de instituciones de investigación y enseñanza del sector público. El fitomejorador participa como actor directo porque es co-propietario de las variedades mejoradas, en conjunto con la institución a la que pertenece y la comunidad custodio de las poblaciones nativas objeto de mejoramiento. Este actor debe apoyar el proceso de registro de las variedades mejoradas nativas y participar activamente en el proceso de validación y transferencia a los agricultores (Figura 9.1).

### **Consumidor final**

El consumidor final es quien consume la producción que los agricultores obtienen con sus cultivos. En un escenario de incremento de la productividad y bajo el contexto de la autosuficiencia alimentaria para México, el consumidor final puede estar en una ubicación diferente a la zona de producción. Cada variedad, dependiendo de la región y variedad, tiene atributos que los consumidores directos o de productos transformados reconocen y necesitan, y en su conjunto lo denominan como de buena calidad (Figura 9.2).

### **Minorista**

El minorista distribuye la producción de grano y la hace disponible en la cantidad y ubicación más adecuada para el consumidor final. En el caso de productos que requieren un proceso previo, como el maíz, la industria distribuye sus productos también a través de minoristas (Figura 9.2).

### **Industria**

Este actor se refiere a una persona o grupo de personas que, de forma artesanal, semi industrial o industrial, agregan un proceso de transformación a la producción agrícola. Los artesanos que fabrican productos regionales también se consideran industria (Figura 9.2).

### **Mercado diferenciado**

Este no es un actor como tal, sino que se incorporó a la cadena para destacar la necesidad de identificar los atributos diferenciadores de los productos cultivados a partir de poblaciones nativas seleccionadas o mejoradas. Estos atributos, culturales, nutrimentales u otros, que los hacen superiores, coadyuvarán a promover su consumo fuera de las localidades de producción, y en su caso, a determinar precios diferenciados que el consumidor final esté dispuesto a pagar, evitando el mercado de genéricos (Figura 9.2).

### **Agregador de volumen**

El rol de este actor es el de reunir la cosecha de los agricultores, agregar volumen y dirigirlo a los mercados destino. Este actor debe contar con infraestructura para el manejo poscosecha del producto, logística de distribución y vinculación con el mercado destino. Puede ser un particular o un grupo de agricultores que desarrolle las funciones de agregador de volumen de manera independiente

de la producción agrícola. También debe tener solidez financiera y autoridad moral en la región de producción y en la de destino. Para lograr posicionar este actor en la cadena se requiere dotar a los participantes de herramientas básicas para la gestión de la empresa rural (Figura 9.2).

### **Actores indirectos**

Los actores indirectos no poseen la semilla ni el grano cosechado, su función es dar soporte para hacer posible los flujos a lo largo de la cadena.

### **SNICS**

Es la instancia del Gobierno Federal encargada del registro de variedades y la Inspección y Certificación de Semillas. La certificación de semillas requiere difusión y capacitación a agricultores que deseen producir semilla Certificada (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Gestor de validación y transferencia de variedades**

Este actor indirecto es uno de los más importantes para el correcto funcionamiento de la cadena. Debe ser el encargado de transmitir la información a lo largo de la cadena en un doble flujo de ida y vuelta. Sus funciones serán documentar las necesidades del consumidor final, regional y de la industria y de los agricultores, para entregarla al fitomejorador como guía para los criterios de selección y mejoramiento genético de las poblaciones nativas. Así, de las variedades generadas debe coordinar los procesos de validación involucrando a todos los actores directos de esta cadena de valor. De las variedades de interés debe impulsar los procesos de transferencia y el registro correspondiente, y retroalimentar a la cadena sobre el cumplimiento de las expectativas de los usuarios de la semilla y de los consumidores. El rol de este actor debe ser independiente al del fitomejorador y al del multiplicador de semilla de calidad (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Asesor técnico**

El Asesor técnico debe dar soporte tanto al agricultor como al productor de semilla, con recomendaciones oportunas sobre la nutrición del cultivo, el control de plagas y enfermedades y el manejo poscosecha, ya sea para semilla o producto para el consumo. Los honorarios del equipo técnico deben ser oportunos y no deben depender del ingreso del agricultor, sino de apoyos externos a la cadena o proporcionales al margen propio de la cadena (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Proveedores de insumos agrícolas**

La correcta nutrición del cultivo y el control oportuno y efectivo de plagas y enfermedades determina la calidad de la semilla, la calidad del producto cosechado y la productividad. El tipo de insumos agrícolas y las técnicas deben ser las pertinentes para cada región y en función de las variedades y de los cultivos de interés. Para que la variedad mejorada exprese su potencial agronómico es indispensable que cuente con un paquete tecnológico más integral, teniendo en mente la sostenibilidad y rentabilidad del agrosistema, por lo que se sugiere que se diseñe por los fitomejoradores en conjunto con el técnico agrícola y los proveedores de insumos (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Proveedor de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento de semilla**

El proveedor de tecnologías de acondicionamiento y almacenamiento es un actor que existe en otras cadenas de valor que puede vincularse también a ésta. Tiene la responsabilidad de sugerir tecnología pertinente a las condiciones de cada región y el tiempo de almacenamiento requerido. Puede participar con los diferentes actores directos y en particular con el productor de semilla certificada y con el agregador de volumen; este último es importante bajo el escenario de incremento de productividad en la región, para preservar la cosecha por un mayor tiempo, esperando ser consumida localmente o en la región (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Asociaciones de productores y comercializadores de semillas**

Para la cadena de valor de semillas mejoradas y certificadas existen dos asociaciones, la Asociación Mexicana de Semilleros A.C. (AMSAC) y Semilleros Mexicanos Unidos A.C. (SEMUAC) . La membresía de estas asociaciones agrupa más de 100 empresas de semillas del sector privado, muchas son pequeñas empresas nacionales, que cuentan con la experiencia y la infraestructura para la producción, distribución y promoción de semillas mejoradas (Figura 9.1).

### **Asesor para la gestión de la empresa rural**

Actualmente este actor no se ha identificado plenamente en la cadena, ya que aunque la cadena cuenta con apoyo de asesores técnicos, el asesor para la gestión de la empresa rural es diferente al asesor técnico. Éste debe enfocarse en brindar a los productores conocimientos para desarrollar las competencias como asociatividad, liderazgo y participación, gestión básica de la empresa rural, negociación y manejo de conflictos, comprensión y gestión del mercado, etc., ya que son herramientas básicas para el funcionamiento de la empresa rural y para la socialización del proceso en toda la cadena (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Instituciones de investigación**

Para el mejoramiento genético de poblaciones nativas existen instituciones de investigación del sector público especializadas en agricultura, como INIFAP, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Posgraduados, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y organismos internacionales como el CIMMYT. También México cuenta con un gran número de universidades e instituciones de investigación públicas y privadas, que cuentan con área agronómica. Las instituciones, al tener la co-titularidad de las variedades mejoradas, deben contar con mecanismos ágiles, tanto para el registro como para su licenciamiento (Figura 9.2).

### **Asociaciones de productores o agricultores**

La sinergia entre productores, ya sea a nivel de Productores de semilla o agricultores, es de gran valor para tener acceso a recursos que de manera individual no están disponibles. Por ejemplo, se puede centralizar la compra de insumos agrícolas a un menor costo, se puede gestionar el acceso a créditos o financiamiento para el equipamiento con la tecnología pertinente para cada región, se puede contratar servicios especializados que no son tarea del productor y se puede facilitar la gestión de la comercialización, gracias a la producción homogénea y coordinada que permita generar volúmenes para destinos fuera de la comunidad de producción, a un mejor precio. La constitución en una figura jurídica o bajo el amparo de una persona física o moral facilita los procesos de integración formal a las cadenas de valor (Figura 9.2).

### **Instancias de vinculación al mercado**

Actualmente este actor no participa formalmente en la cadena. Bajo un escenario de incremento de la productividad a nivel de agricultor, la cadena requiere de apoyo de un actor que vincule los excedentes de oferta con la demanda insatisfecha. Dicha instancia debe trabajar en coordinación con el agregador de volumen y debe buscar posibles compradores en otras regiones de consumo (Figura 9.2).

### **Leyes y Normas**

En la cadena se localizaron leyes y reglamentos de protección y conservación de poblaciones nativas, descritas en apartados previos de este documento. Sin embargo, aún es necesario integrar a la cadena normas de calidad, con sus respectivos parámetros y categorías para el establecimiento de precios a lo largo de las cadenas (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Fuentes de financiamiento**

Este actor existe, pero no forma parte de ésta cadena. Los productores de semilla y productores de grano financian su producción de diversas fuentes, incluyendo la de primer piso y la banca de segundo piso. Se requiere apalancamiento económico para formalizar ésta estrategia, tanto para los productores de semilla como para los productores de grano. Es posible que otros actores descritos en las cadenas también requieran financiamiento para fortalecer sus servicios. Los productores y agricultores con fines comerciales también requieren acceso a seguro agrícola (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Gobierno**

El papel del Gobierno Federal y de los Gobiernos Estatales es fundamental para financiar el establecimiento de esta estrategia, y para facilitar la inclusión de los actores que actualmente no están vinculados a la cadena. Además, se hace indispensable que los Gobiernos establezcan mecanismos de seguridad en las zonas de producción, que permitan que la cadena de valor opere con el menor riesgo posible, desde las parcelas hasta el consumidor final. Actualmente los programas Producción para el Bienestar y Precios de Garantía pueden coadyuvar en el funcionamiento de la cadena a través de apoyos para la producción agrícola y regulación de “precios al productor”, respectivamente (Figura 9.1 y Figura 9.2).

### **Influencias del entorno**

#### **Fuerzas socioculturales**

Un gran sector de la población en México y a nivel mundial tiende a preferir bienes de consumo obtenidos a partir de procesos productivos incluyentes, vinculados a lo tradicional y con atributos sensoriales distintos, por lo cual la producción agrícola procedente de variedades mejoradas obtenidas de poblaciones nativas tiene un gran potencial para lograr la autosuficiencia alimentaria, pues son preferidas en muchas regiones productoras del país.

#### **Fuerzas tecnológicas**

Los productores de grano no tienen disponible de manera sistemática la semilla para sus cultivos, a menos que ellos mismos la seleccionen de la cosecha anterior. La tecnología tanto para la producción

de semilla nativa como para la producción de grano puede existir y estar dispersa, por lo que es necesario acoplar las tecnologías que coadyuven a mejorar el proceso de producción en las regiones de cultivo con características diferentes.

### **Fuerzas tecnológicas**

Los eventos bióticos y abióticos adversos como las sequías, inundaciones, vientos excesivos, ataque severo de plagas y enfermedades, etc, hace necesario el mejoramiento de poblaciones nativas que tienen la ventaja de estar adaptadas y tienen alto potencial productivo.

### **Fuerzas económicas**

A la cadena de valor le afecta de manera negativa la fuerte participación en el mercado de empresas semilleras transnacionales que cuentan con potentes campañas de promoción de híbridos, lo cual pone en riesgo la conservación de las poblaciones nativas. Además, los excedentes de cosecha de los agricultores son enviados al mercado de genéricos, donde deben competir con el precio de otros productos obtenidos de sistemas intensivos con menores costos de producción.

### **Fuerzas político – legales**

Actualmente, la política macroeconómica de México está orientada a la autosuficiencia alimentaria, al desarrollo rural y a la inclusión de grupos históricamente olvidados, lo cual beneficia la cadena de valor, pues podría facilitar el establecimiento y formalización de los sistemas locales de producción de semillas.

### **Perfil de la cadena de valor**

En la cadena de valor, las acciones clave son participación de los agricultores y de los fitomejoradores para la selección y mejoramiento genético. La cadena no está funcionando formalmente, debido a que hace falta involucrar actores para que funcione. Los actores clave son los agricultores cooperantes y los agricultores dispuestos a implementar nuevas técnicas de cultivo y a adoptar las variedades mejoradas. Los flujos de productos actualmente no están bien definidos. Algunas regiones donde se han implementado estos sistemas de mejoramiento han funcionado de manera aislada y por periodos cortos. Los socios no están presentes en la cadena y debiera ser el mercado que jale toda la demanda a través de la demanda de los productos obtenidos con semilla nativa. La principal fuerza externa que hace necesario estos sistemas son los factores bióticos y abióticos, cuyos impactos pueden minimizarse con los atributos de las poblaciones nativas. Para empezar a desarrollar la cadena de valor hacia una visión de implementación formal, es indispensable contar con apoyo del Gobierno para dotar de recursos a los diferentes actores y a través del entrenamiento y acompañamiento a los agricultores, al Grupo Identificador y a los productores de semilla nativa, a quienes se les debe transmitir conocimientos relacionados con la selección y conservación de semilla y con la gestión de la asociatividad y de la pequeña empresa rural.





# X. REFLEXIONES FINALES

Una de las prioridades de todo país debe ser la de lograr su autosuficiencia alimentaria, pues de esta forma estará en condiciones de satisfacer una de las necesidades básicas de todo ser humano. De manera general, tal autosuficiencia puede alcanzarse por una de tres grandes vías: fortaleciendo la producción nacional, importando alimentos o mediante una combinación de ambas. De ellas, la más conveniente es la primera, pues aparte de garantizar el abasto de alimentos, permitirá el logro de la soberanía alimentaria de la nación. De entre las muchas acciones que es necesario emprender, destaca la de propiciar que los agricultores logren, en primera instancia, satisfacer sus propias necesidades de consumo y, después, generar excedentes que puedan ser captados por el mercado.

En México, uno de los pilares de la alimentación es el maíz. Su producción descansa mayormente en agricultores minifundistas, ubicados en una gran variedad de ambientes y condiciones de producción, quienes lo cultivan fundamentalmente en temporal y con el empleo preponderante de semillas nativas. Estas últimas se caracterizan por presentar una variación impresionante, la cual es más evidente en los diferentes colores de grano que entre ellas existen (blanco, cremoso, amarillo, azul y rojo en diferentes tonalidades y pintos), la cual responde, en parte, a los diferentes usos especializados a los que se destina.

Un insumo esencial en el proceso de producción del maíz (al igual que en cualquier otro cultivo) es la semilla; en la agricultura tradicional, aquélla proviene de los sistemas locales. Si bien se ha reconocido la existencia de estos durante mucho tiempo, en nuestro país han sido pocas las acciones orientadas a fortalecerlos. Precisamente por ello es que se preparó el presente manual, el cual presenta cuatro estrategias que se consideraron clave para apoyar los sistemas locales de semilla:

Estrategia I: Selección de semilla para autoconsumo mediante el método de selección masal.

Estrategia II: Bancos comunitarios de semillas para el resguardo de los propios agricultores, en un lugar seguro, de materiales de construcción locales.

Estrategia III: Selección de variedades sobresalientes, mediante el método de mejoramiento participativo y su producción artesanal.

Estrategia IV: Variedades mejoradas de materiales nativos y su multiplicación y certificación para nichos agroecológicos.

En el manual, para tales estrategias, se detalla no solamente el cómo mejorar algunos de los sistemas locales de semilla predominantes en México, sino también el quiénes deben participar en ello. El dónde, es en todas las microrregiones del país donde se cultivan maíces nativos, principalmente en aquellas donde exista interés por llevarlas a la práctica. El cuándo, es a partir de este momento. Las razones del por qué se expusieron en párrafos previos.

El propósito de este apartado es presentar algunas reflexiones finales en torno a las estrategias propuestas.

### **Contexto de las estrategias**

1. Las estrategias descritas representan sólo parte de las acciones que deben emprenderse para atender a los agricultores tradicionales, que basan su producción y sustento en los maíces nativos.
2. Las estrategias descritas no suplen o implican en modo alguno la desaparición de los sistemas de flujo de semillas que operan actualmente.
3. El ámbito genérico de aplicación de las estrategias son las microrregiones o nichos ecológicos del país, particularmente de aquellos donde predomine el uso de poblaciones nativas de maíz. Los programas de fitomejoramiento que en ellos se implementen buscarán la adaptación, no la adaptabilidad, y propiciarán el mayor nivel de interacción posible entre agricultores e investigadores.
4. Es conveniente seguir garantizando el acceso libre de los agricultores a la diversidad y fomentarla, por ejemplo, a través de las ferias de semillas y la recuperación del sistema milpa.

### **Utilidad de las estrategias planteadas**

1. Las estrategias propuestas en el manual están orientadas a promover la conservación, uso y aprovechamiento de la diversidad de los maíces nativos, teniendo en cuenta la amplia gama de condiciones ambientales (nichos ecológicos) prevalecientes en el país.
2. Si bien es cierto que las estrategias I y II están más orientadas a ser aplicadas a nivel localidad, en tanto que la III y la IV lo están para el nivel microrregional o de nicho ecológico, nada impide el que estas últimas puedan desarrollarse a escala local.
3. Las estrategias buscan fomentar el uso de semilla de alta calidad, proveniente de las poblaciones nativas de maíz. Las estrategias I, III y IV representan opciones para diferentes tipos de agricultores. A través de su aplicación:

- a. Se propiciará un aumento en la producción, con lo cual se estará en posibilidad de generar excedentes, que podrán ser captados por mercados específicos.
- b. Se podrá contribuir a la autosuficiencia y soberanía alimentarias del país.
- c. Se contribuirá al desarrollo endógeno rural, local o regional.

### **Necesidades de apoyo para el funcionamiento de las estrategias**

1. Formulación e implementación de políticas públicas que garanticen fondos económicos y apoyos suficientes para su aplicación.
2. Participación comprometida de los diversos sectores involucrados: agricultores, instituciones, profesionistas (investigadores y técnicos).
3. Un aspecto clave a atender en todos los casos es el fortalecimiento de los elementos de las cadenas de valor. En aquellos casos donde exista potencial de acceder al mercado, garantizar que en estos se paguen precios justos, diferenciados, acordes a la gama de diversidad y usos especiales presentes en los maíces nativos cultivados en México.
4. Formación de profesionistas, con conocimiento y vocación para participar en este tipo de propuestas.
5. Apoyos económicos suficientes y oportunos que permitan fortalecer los programas de investigación e innovación tecnológica, no sólo en las temáticas clave para el desarrollo de las estrategias, sino también en todas aquellas áreas del conocimiento con potencial de contribución.

### **Cambio de paradigmas**

1. Agricultores. Actualmente, los agricultores realizan diversas actividades en los Sistemas Locales de Semilla (SLS), con base en el conocimiento que han generado y con la tecnología a la cual tienen acceso. Ello les ha permitido producir alimento, principalmente para su autoconsumo. Para el desarrollo de los SLS, con lo cual se generarán excedentes de grano, será necesaria la disposición de los agricultores a hacer algunos cambios en sus métodos y tecnología utilizada. Los cambios propuestos en el manual en los cuales deben participar los agricultores son la selección masal visual estratificada, uso de envases herméticos, establecimiento de bancos comunitarios de semilla, mejoramiento genético participativo, producción y certificación de semillas y la formación de microempresas. Para lograr la aceptación y participación de los agricultores en todos los cambios propuestos será necesario darles todo el apoyo necesario, así como capacitación y acompañamiento constante.
2. Técnicos (Prestadores de Servicio Integral). Los técnicos serán los responsables de dar la capacitación y acompañamiento constante a los agricultores. Para lograrlo, será necesario que, después de su capacitación, estén en contacto frecuente con los agricultores por varios años. Hay dos factores que ayudarán en este cambio: un sueldo suficiente, de acuerdo a su nivel educativo, y el arraigo. Para lograr este último será conveniente asignar a los técnicos a la región cuyo origen sea la misma región.
3. Instituciones educativas. Para el desarrollo de los sistemas locales de semilla será necesario formar recursos humanos con conocimientos teóricos y prácticos generados en y para los SLS. Para ello, será necesario que las instituciones educativas enfoquen alguno de sus programas

educativos al desarrollo local endógeno o desarrollo comunitario, para generar los conocimientos y tecnologías adecuadas a los SLS, considerando las necesidades de los agricultores y las condiciones socioeconómicas y ambientales en las cuales estos se desarrollan. La formación de recursos humanos deberá ser a nivel licenciatura y posgrado.

- 4.** Investigadores. Actualmente, mucha de la tecnología que se recomienda para los SLS no se genera en ellos; en consecuencia no se obtienen los resultados esperados y la tecnología no beneficia a los agricultores. Será necesario entonces que los investigadores realicen la investigación en las parcelas de los agricultores que integran los SLS, considerando sus necesidades y las condiciones socioeconómicas y ambientales que prevalecen en ellos. De esa manera la tecnología sí beneficiará a los agricultores y podrá ser aceptada y utilizada por ellos.
- 5.** Gobierno. Además de establecer programas que atiendan las necesidades de apoyo para el funcionamiento de las cuatro estrategias, será necesario que la Secretaría de Agricultura genere los mecanismos de financiamiento para lograr el desarrollo de los SLS. El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), mediante el Programa Nacional de Semillas debe coordinar lo relacionado a los recursos fitogenéticos y a los Sistemas Locales de Semilla. Sin embargo, tomando en cuenta que en estos, además de la semilla, se utilizan otros insumos y se requieren apoyos diversos, consideramos conveniente que AGRICULTURA establezca los mecanismos necesarios en coordinación con el SNICS.

# BIBLIOGRAFÍA

## **Marco de Referencia, sección Diversidad vegetal...**

Molina Moreno, J. C y Córdova Téllez, L. (2006) Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C.

## **Sistemas Locales de Semillas**

Almekinders C. J. M., N. P. Louwaars & G. H. de Bruijn (1994) Local seed systems and their importance for an improved seed supply in developing countries. *Euphytica* 78: 207-216.

## **Bases teóricas de los Sistemas Locales de Semillas**

Copeland, L. O. and M. B. McDonald (1985) Principles of seed science and technology. 2<sup>nd</sup> Ed. Burgess Publishing Company. pp 121-169.

Delouche, J. C. (1973) Precepts of seed storage. Proceedings of the Mississippi State seed procesors shortcourse. pp 93-122.

Santacruz V., A. (1994) Conservación de germoplasma en diferentes ambientes y tipos de envase. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Genética. Colegio de Postgraduados. 162 p.

## **Estrategia I**

Aguirre Gómez, J. A. y García Leaños, M. de L. (2012) Selección para el mejoramiento de maíz criollo. Manual de capacitación. Folleto para productores Núm. 4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Bajío.

Aragón Cuevas, F. y Espinosa Paz, H. (2008) Conservación, mejoramiento y producción de semilla de maíces criollos. Publicación especial No. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valles Centrales.

Carballo Carballo, A. y Hernández Guzmán, J. A. (2020, 10 de noviembre) Selección y manejo de maíces criollos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.campopotosino.gob.mx/index.php/biblioteca-digital/category/243-archivos?download=3940:-seleccin-y-manejo-de-maces-criollos> (Octubre 2020).

Da Silva C., A. and Rankin, M. (2013) Contract farming for inclusive market access. FAO.

De la Torre Vizcaíno, J. D. (2003) Selección y conservación artesanal de semilla de maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Norte de Guanajuato.

Eaton C. and Shepherd A., W. (2001) Contract farming partnerships for growth. FAO Agricultural Services Bulletin 145.

Fundación CORDES, Centro de Estudios Rurales y Agricultura Internacional, Unión Europea (2020, 10 de noviembre). Técnicas de producción, conservación, bancos de semillas criollas. <https://cerai.org/wordpress/wp-content/uploads/2017/05/Manual-Semillas-Criollas-El-Salvador.pdf>

Molina Galán, J. D. (1983) Selección masal visual estratificada en maíz. Colegio de Postgraduados.

Ortega Paczka, R. y Cuevas Sánchez, A. (s.a.) Mejoramiento de maíz nativo por el método de selección visual en planta y mazorca. Universidad Autónoma Chapingo.

Trujillo Campos, A. (2003) Guía para seleccionar semilla de maíz criollo y variedades de polinización libre. Folleto para productor Núm. 40. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental "Zacatepec".

## **Estrategia II**

Da Silva C., A. and Rankin M. (2013). Contract farming for inclusive market access. FAO. Rome. 217 p.

Eaton C., and Shepherd A., W. (2001). Contract farming partnerships for growth. FAO Agricultural Services Bulletin 145. 161 p.

Copeland, L. O. and M. B. McDonald (1985) Principles of seed science and technology. 2<sup>nd</sup> Ed. Burgess Publishing Company. pp 121-169.

Delouche, J. C. (1973) Precepts of seed storage. Proceedings of the Mississippi State seed procesors shortcourse. pp 93-122.

Mancera-R. y A. Ramírez-J (2018) Determinación de la madurez fisiológica en semillas de maíz (*Zea mays* L.) mediante ganancia de peso seco y métodos alternos. *Agro Productividad* 7 (1): 50-57.

López S., H. (1994) Deterioro de la calidad fisiológica de diferentes semillas agrícolas en función del ambiente de almacenamiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa Interdisciplinario de producción de semillas. Colegio de Postgraduados. 114 p.

## **Estrategia III**

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2020, 10 de noviembre) Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/capitalNatMex>

Donovan, J. y Stoian, D. (2012) 5capitales: una herramienta para evaluarlos impactos del desarrollo de cadenas de valor sobre la pobreza. CATIE.

Eaton, C. and Shepherd A., W. (2001) Contract farming partnerships for growth. FAO Agricultural Services Bulletin 145. 161 p.

Gottret, M. V., Junk, R., Ying, S., T., Umaña, A., Ilabaca, C. and Gaitán, T. (2012) Fortalecimiento de servicios para la gestión de empresas asociativas rurales. CATIE

INPI, Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (2020, 10 de noviembre) Atlas de los pueblos indígenas de México. <http://atlas.inpi.gob.mx/>

López P. A., Carballo Carballo, A., Martínez Garza, Á. y López Sánchez, H. (2000) Producción de semilla de híbridos de maíz en suelos con diferente capacidad de retención de humedad en el Valle de Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana* 23,227-238.

- López-Soto, M. y Rojas-Rojas M., M. (2018). La capacitación y la ejecución de PYMES, para la comercialización: una historia de éxito. En Hernández G. T. J. (Ed), Contratación y Capacitación: Factores de permanencia del capital humano en las PYMES. (pp 207-239). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Lundy M., et al. (2014) Metodología Link: Una guía participativa para modelos empresariales incluyentes con pequeños agricultores / Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Publicación CIAT No. 398.
- Muñoz Orozco, A. (1987a) Modelo matemático para evaluar la resistencia a sequía. I Caso Uno. En: A. Muñoz O. y B. Dimas Ch. (Eds.). Memoria del Seminario "Cómo Aumentar la Producción Agropecuaria y Forestal en la Región Mixteca Oaxaqueña". Tomo II (pp. 447-456) Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados.
- Muñoz Orozco, A. (1987b) Resistencia a factores adversos y mejoramiento de los patrones etnofitogenéticos de la Mixteca En: A. Muñoz O. y B. Dimas Ch. (Eds.). Memoria del Seminario "Cómo Aumentar la Producción Agropecuaria y Forestal en la Región Mixteca Oaxaqueña". Tomo II (pp. 537-548) Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados.
- Estrategia IV**
- Da Silva C., A. and Rankin M. (2013) Contract farming for inclusive market access. FAO. Rome. 217 p.
- Donovan, J. y Stoian, D. (2012) 5capitales: una herramienta para evaluarlos impactos del desarrollo de cadenas de valor sobre la pobreza. CATIE.
- Eaton C., and Shepherd A., W. (2001) Contract farming partnerships for growth. FAO Agricultural Services Bulletin 145. 161 p.
- Gottret, M.V., Junk, R., Ying, S., T., Umaña, A., Ilabaca, C., Gaitán, T. (2012) Fortalecimiento de servicios para la gestión de empresas asociativas rurales. CATIE
- Lundy M., et al. (2014) Metodología Link: Una guía participativa para modelos empresariales incluyentes con pequeños agricultores / Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 177p. Publicación CIAT No. 398. ISBN 978-958-694-138-9.
- Flores P., L. (2014) Variación intra-racial de maíces nativos y sistema local de abastecimiento de semillas en el Altiplano Poblano-Tlaxcalteca. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional del Campus Puebla. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. 86 p.
- Gil M. A., P.A. López, H. López S., L. Trejo H., A. Muñoz O., O.R. Taboada G., J. de D. Guerrero R., E. Ortiz T. J. A. Hernández G. (2016) III. El enfoque regional con base en cultivos estratégicos. Agricultores y producción de semilla de maíz: La productora de maíz "Teocintle" S.P.R. de R.I. In: Ocampo F. I y J. Ramírez J. (coords.). El Enfoque Regional en el Desarrollo Agrícola. Colegio de Postgraduados. Altres Costa-Amic Editores S.A. de C.V. pp. 319-339. ISBN: 9786077153283 (Colegio de Postgraduados), 9786078154500 (Altres Costa-Amic Editores).
- Gil M. A., P. A. López, J. de D. Guerrero R., O. R. Taboada G., E. Ortiz T., H. López S., J. A. Hernández G., M. Valadez R., A. Santacruz V., D. Reyes L. (2011) Diversidad genética, conservación y fitomejoramiento de poblaciones locales de maíz (*Zea mays* L.) en las principales regiones productoras de Puebla. In: Laclete J. P., P. Zuñiga y J. A. Romero (eds). El impacto de los Fondos Mixtos en el Desarrollo Regional. Vol. II. CONACYT-Foro Consultivo, Científico y Tecnológico, A.C.-REDNACECYT. México. pp. 77-84. ISBN: 9786079505073 (O.C), 9786079505097 (V.II).
- Gil M. A., P. A. López, H. López S., O. R. Taboada G. (2007) El fitomejoramiento: una opción tecnológica para la agricultura de subsistencia. En: R. Martínez R., B. Ramírez V y G. E. Rojo M. (coord). Estudios y Propuestas para el Medio Rural. Publicado por: Universidad Indígena de México y Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. México. pp. 113-135. ISBN: 9688394785.
- INPI, Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. (2020) Atlas de los pueblos indígenas de México. <http://atlas.inpi.gob.mx/> (Octubre de 2020).
- López P. A.; A. Gil M.; H. López S.; L. Flores P.; J. Hernández C.; E. Ortiz T.; J. de D. Guerrero R.; O. R. Taboada G.; J. A. Hernández G. (2015) Conservación y mejoramiento de poblaciones nativas de maíz en el Altiplano de Puebla, México. In: Camejo P V. F. K. Dal Soglio (org) A conservação das sementes crioulas: uma visão interdisciplinar da agrobiodiversidade. coordenado pela SEAD/UFRGS. -Porto Alegre: Editora da UFRGS. pdf. pp. 303-334.
- Muñoz O. A. (2003) Centli-Maíz. Prehistoria e Historia, Diversidad, Potencial, Origen Genético y Geográfico. Glosario Centli-Maíz. Segunda Edición. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 211 p.
- Santoyo-Cortés, V. H., M. Muñoz-Rodríguez, J. Aguilar-Ávila y E. Genaro Martínez-González. (2016) Extensionismo para la innovación basado en evidencias. In: Martínez-Carrera, D. y J. Ramírez Juárez (Eds.). Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México. Editorial del Colegio de Postgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexotla, Texcoco, México. pp. 333-360.



Este documento fue publicado por el  
Servicio Nacional de Inspección  
y Certificación de Semillas (SNICS).  
Noviembre de 2020

El presente documento proporciona información para establecer estrategias enfocadas a mejorar el método usado por el agricultor de seleccionar su semilla para la siembra del siguiente ciclo agrícola, así como la conservación de la diversidad de sus semillas en bancos comunitarios de semilla, el mejoramiento de sus variedades mediante el método participativo y la producción de semilla a nivel local.

