

# Mejoramiento genético participativo en

# CACAO

(*Theobroma cacao* L.)

**Avendaño-Arrazate C.H.<sup>1</sup>, Mendoza-López A.<sup>2</sup>, Hernández-Gómez E.<sup>1</sup>, López-Guillén G.<sup>1</sup>, Martínez-Bolaños M.<sup>1</sup>, Caballero-Pérez J.F.<sup>1</sup>, Guillen-Díaz, S.<sup>1</sup>, Espinosa-Zaragoza, S.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Rosario Izapa-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas, México, CP. 30780. <sup>2</sup>Agroindustrias Unidas de Cacao (AMCO), Km. 18. Carretera Costera Huixtla-Tapachula. <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas-Universidad Autónoma Chiapas.

**\*Autor responsable: [avendano.carlos@inifap.gob.mx](mailto:avendano.carlos@inifap.gob.mx)**

## RESUMEN

Las principales acciones para promover el rescate, conservación e investigación del cacao en México se realizan mediante el mejoramiento participativo para resistencia a enfermedades, como la moniliasis, enfermedad que ha mermado considerablemente el rendimiento en las zonas cacaoteras de México y el mundo, y se constituye como amenaza a la diversidad genética del cacao mexicano. Se intervinieron las comunidades cacaoteras de Chiapas y San Bartolomé Loxicha, Oaxaca para seleccionar más de 24 materiales promisorios para un programa de mejoramiento participativo, quedando finalmente tres tipos seleccionados por alto rendimiento y tolerancia a moniliasis (*Moniliophthera roreri*), otro con tolerancia intermedia y calidad, y un criollo de alto rendimiento y alta calidad.

**Palabras clave:** Selección participativa, cacao criollo, monilia.



## INTRODUCCIÓN

**El cacao** se originó en la cuenca alta del río Amazonas y se extendió de Sudamérica hasta México, cuya amplia diversidad de ecosistemas ha favorecido el desarrollo de la agricultura y es donde se inició, desarrolló y perfeccionó la producción de cacao (Ogata *et al.*, 2002; Ogata *et al.*, 2003). En el mundo se producen 3.3 millones de toneladas de almendra de cacao anualmente; sin embargo, la producción se encuentra amenazada principalmente para países del continente americano por la enfermedad Moniliasis (*Moniliophthora roreri*), descrita por numerosos investigadores como la enfermedad más severa en las plantaciones comerciales y considerada como el padecimiento más destructivo del cultivo en América Latina (Phillips, 2003; Phillips-Mora *et al.*, 2006; Phillips-Mora y Wilkinson 2007). Una limitante extra en la producción de cacao, son la edad avanzada tanto de las plantaciones como de los productores, poca reconversión productiva y malas prácticas de beneficiado de la almendra (Avendaño *et al.*, 2011). A pesar de que en México se tiene una amplia diversidad de cacao, ésta no es aprovechada para seleccionar materiales que demanda el mercado (Avendaño *et al.*, 2010). Por lo anterior, mediante la participación directa de productores y con la metodología de mejoramiento participativo, se realiza un programa de selección de materiales promisorios en rendimiento, tolerancia a moniliasis y conservación de la diversidad del cacao criollo, partiendo de que el Mejoramiento Genético Participativo (MGP) incluye colaboración estrecha entre el investigador y productor (Martin y Sherington, 1997), y en términos particulares refiere además un involucramiento del productor en las últimas fases del programa de mejoramiento, incluyendo el establecimiento de objetivos, generación de variabilidad, selección y prueba, así como producción y distribución de la semilla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El MGP en cacao incluye cinco fases: La primera consistió en la socialización del proyecto con los productores interesados en participar. Una vez que se formó el grupo de productores participantes, se definieron las características que le interesaban al productor para seleccionar un árbol (rendimiento mayor a 80 mazorcas/árbol/año), tolerancia a enfermedades (principalmente a moniliasis) y porcentaje de almendra blanca (>50 %), como criterio de calidad y tolerancia a sequía. La segunda fase consistió en la selección y etiquetado de árboles que reunían las características de la fase I; esto se hizo en forma consecutiva registrando cada ejemplar con las iniciales del productor. La tercera radicó en la caracterización morfológica *in situ* de los árboles seleccionados. La cuarta incluyó la inoculación artificial del hongo *Moniliophthora roreri*, a los árboles promisorios que mostraron cierta tolerancia después de un año de observación,

con el objetivo de hacer las pruebas de patogenicidad y, con ello, realizar la evaluación de la enfermedad.

### Medición de variables

#### Evaluación de la enfermedad

En cada planta, se hizo la estimación a nivel de parcela para conocer la incidencia inicial de la moniliasis, además de la cantidad de inóculo presente. Una vez registradas estas variables, se estimó la incidencia calculada, considerando el número de mazorcas enfermas y sanas, para derivar la proporción de plantas enfermas por árbol en cada una de las evaluaciones.

#### Severidad externa

Se basó en la apariencia externa del fruto y los signos del patógeno, utilizando la escala propuesta por Brenes, 1983, donde: grado 0=fruto sano; 1=puntos aceitosos; 2=tumefacción o clorosis; 3=mancha (necrosis); 4=micelio hasta en 25% de la mazorca; 5=micelio en más de 25% de la mazorca. Esta variable mide el nivel de daño externo causado por el hongo y su habilidad para producir propágulos.

#### Severidad interna

Se basó en el porcentaje de necrosis interna observada en el fruto cuando éste, cortado longitudinalmente y medido en relación con la escala desarrollada por Sánchez *et al.*, 1987, calificó como: grado 0=cero área necrosada; 1=1-20% del área necrosada; 2=21-40% área necrosada; 3=41-60% área necrosada; 4=61-80% área necrosada;



5=100% área necrosada. Esta variable muestra la capacidad de daño interno que puede causar el hongo en la mazorca, afectando los granos. Para este estudio se utilizó la metodología desarrollada por Phillips (1986), que consiste en dos fases. La primera tiene lugar en el laboratorio, donde el patógeno se aísla a partir de tejido de frutos infectados por *M. royeri*; se purifica, el hongo se reproduce y las cepas obtenidas son utilizadas para preparar el inóculo. La segunda se lleva a cabo en campo, realizando las inoculaciones de manera artificial a mazorcas de aproximadamente dos meses de edad por el método de conidios en suspensión.

La quinta fase consistió en el establecimiento de parcelas para realizar ensayos de adaptación y pruebas de patogenicidad, y así corroborar la tolerancia a la enfermedad del material seleccionado.

### Inoculación artificial de *Moniliphthora royeri* para pruebas de patogenicidad

En los árboles seleccionados se realizó la inoculación artificial del hongo *Moniliphthora royeri*, para corroborar la tolerancia a la enfermedad y descartar el efecto del ambiente. Para esto, se realizó el aislamiento del hongo, se cultivó *in vitro* para incrementar el inóculo y se inoculó artificialmente en campo.

Para los aislamientos en campo se colectaron frutos con síntomas y signos de la enfermedad (Figura 1a); en laboratorio se sembraron (Figura 1c), purificaron y replicaron en medio de cultivo V8 modificado (Figura 1b y 1c), y se utilizaron en la preparación de la solución de inóculo (Figura 1d y 1e).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Socialización del proyecto: Se realizó la presentación del proyecto y se socializó la información con productores de cacao de los cantones: El Bado y El Hular, Municipio de Tuzantán; y Tapachula, Chiapas, así como, en San Bartolomé Loxicha, Oaxaca (Figura 2). Los productores participantes fueron 15.



Figura 1. a) Mazorcas con síntomas y signos de moniliasis, b) aislamientos de *M. royeri*; c) *M. royeri* en medio de cultivo; d) preparación de inóculo.



Figura 2. Presentación del proyecto y socialización de la información con los productores interesados.

### Selección y etiquetado de árboles promisorios

La selección se realizó con la participación de los productores en cada una de sus parcelas. Los criterios utilizados para ello fueron: rendimiento (tamaño de mazorca y semilla), cierta tolerancia a moniliasis, porte, vigor, y

cierto porcentaje de almendra blanca en las mazorcas. Se seleccionaron más de 50 árboles; sin embargo, sólo se caracterizaron 24, que fueron los promisorios. El etiquetado se realizó progresivamente con las iniciales del nombre del productor (Figuras 3 y 4). La selección de ár-



Figura 3. Búsqueda y selección de árboles promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.).



Figura 4. Etiquetado de árboles promisorios en Tuzantán, Chiapas y San Bartolomé Loxicha, Oaxaca, bajo la metodología de mejoramiento genético participativo.

boles en la comunidad de San Bartolomé Loxicha se realizó por la característica de que 100% de éstos eran cacaos criollos de almendra blanca, y de aroma fino, con el fin de realizar conservación *in situ*.

### Caracterización morfológica *in situ* de los árboles seleccionados

La caracterización morfológica de los árboles seleccionados se realizó con el objetivo de diferenciarlos del resto de árboles de la plantación y llevar el seguimiento del comportamiento agronómico. Las características que se consideraron se muestran en el Cuadro 1.

### Evaluación *in situ* de la enfermedad

Para esta variable se dio un seguimiento a los árboles seleccionados para cuantificar la presencia de moniliasis en los frutos, y se cuantificó su número en cuanto a sanas y enfermas (Figuras 5).

### Evaluación *in situ* de árboles de cacao promisorios

Con el aislamiento de *M. royeri* en medios de cultivo PDA y transferido a V8, se inocularon 147 frutos y después de nueve semanas se evaluó la severidad externa (SE), severidad interna (SI), e incidencia (Cuadro 2).

El número de árboles y frutos varió en cada inoculación debido a la variación propia de la producción de “chilillos” (fruto inmaduro) en cada planta. De un total de 147 frutos inoculados, se registraron 138 sin daño alguno al momento de la evaluación (Figuras 6 y 7), lo que representó cerca de 94% de resistencia a la enfermedad, y dos frutos fueron susceptibles al hongo, representando una incidencia de 1.3% (Cuadro 3), de los cuales un fruto presentaba afección

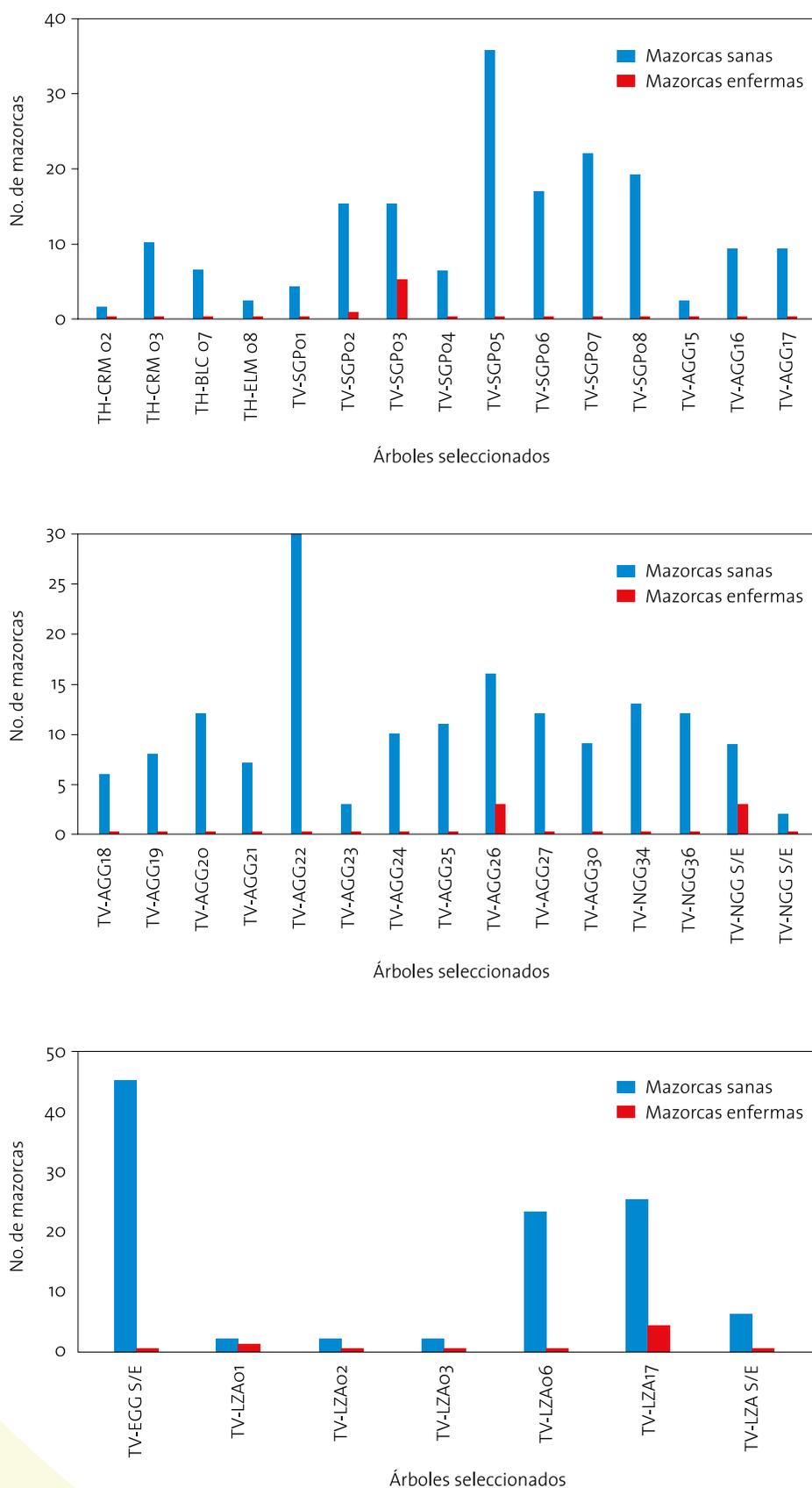


Figura 5. Evaluación de frutos (“mazorcas”) sanos y enfermos de árboles seleccionados, bajo la metodología de mejoramiento participativo.

Cuadro 1. Caracterización morfológica in situ de árboles de cacao seleccionados mediante la participación de productores en Tuzantán, Chiapas y San Bartolomé Loxicha, Oaxaca.

Descriptor	BLC-7	EE-11	SGP-2	SGP-7	LRE-10	LRE-11
Forma del fruto	Elíptica	Abovado	Elíptico	Abovado	Elíptico	Elíptico
Constricción basal del fruto	Suave	Suave	Suave	Suave	Suave	Suave
Forma del ápice del fruto	Aguda	Obtuso	Atenuado	Ligeramente atenuado	Obtuso	Obtuso
Longitud del fruto (cm)	17.33	12.6	18.44	17.23	16.6	15.45
Anchura del fruto (cm)	7.67	8.02	7.82	7.85	7.85	7.85
Forma en sección longitudinal	Obovoide	Obovoide	Elipsoide	Obovoide	Elipsoide	Elipsoide
Superficie del fruto	Ausente	Suave	Suave	Suave	Suave	Intermedio
Color principal del fruto	Amarillo	Verde-amarillo	Verde	Café suave	Amarillo	Amarillo
Rugosidad del fruto	Ausente	Intermedio	Suave	Suave	Intermedio	Suave
Grosor del exocarpo	1.19	1.18	1.52	1.3	1.54	1.24
Dureza de la cáscara	Media	Media	Dura	Media	Dura	Media
Peso del fruto (g)	433.71	450.55	440.4	420.59	390.28	360.42
Peso de 100 semillas (g)	125	92.08	108.28	142.54	104.39	125.58
Número de semillas por fruto	39	38.5	42.8	40.8	36.3	38.4
Longitud de semilla (g)	2.41	2.24	2.13	2.45	1.97	2.132
Anchura de semilla (g)	1.23	1.61	1.17	1.4	1.12	1.38
Grosor de semilla (g)	0.83	0.77	0.67	0.88	1.21	1.2
Peso de semilla con musilago (g)	2.61	2.64	2.01	2.3	2.15	2.58
Peso de semilla sin musilago (g)	1.82	1.7	1.2	1.43	1.3	1.6
Color de la semilla	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura
Forma de la semilla	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Ovada

Cuadro 1. Continuación...

Descriptor	SGP-08	LRE-12	NGG-36	SGP-05	SGP-06	AGG-16
Forma del fruto	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Oblonga	Elíptica
Constricción basal del fruto	Intermedia	Suave	Intermedia	Suave	Ausente	Suave
Forma del ápice del fruto	Atenuado	Obtuso	Ligeramente agudo	Atenuado	Obtuso	Atenuado
Longitud del fruto (cm)	17.01	15.74	22.8	18.63	16	20
Anchura del fruto (cm)	6.9	8.36	9.94	8.52	8.25	8.54
Forma en sección longitudinal	Elipsoide	Elipsoide	Elipsoide	Esferoide	Obovoide	Elipsoide
Superficie del fruto	Suave	Suave	Suave	Suave	Suave	Intermedio
Color principal del fruto	Verde-amarillo	Naranja	Rojo	Verde-amarillo	Verde-amarillo	Amarillo
Rugosidad del fruto	Suave	Suave	Intermedio	Suave	Ausente	Suave
Grosor del exocarpo	1.42	1.54	1.7	1.32	1.39	1.53
Dureza de la cáscara	Media	Media	Dura	Media	Media	Media
Peso del fruto (g)	400.24	380.28	850.35	485.88	371.92	416.66
Peso de 100 semillas (g)	105.59	123.63	135.17	138.5	136.4	98.31
Número de semillas por fruto	34.7	29.88	46.5	42.14	37.85	37.3
Longitud de semilla (g)	1.83	2.23	2.36	2.44	2.42	2.05
Anchura de semilla (g)	1.2	1.16	1.24	1.18	1.24	1.18
Grosor de semilla (g)	0.8	1.24	0.871	0.81	0.84	0.82
Peso de semilla con musilago (g)	2.54	2.65	2.63	2.49	2.5	2.46
Peso de semilla sin musilago (g)	1.33	1.47	2.07	1.72	1.33	1.25
Color de la semilla	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura
Forma de la semilla	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Oblonga	Oblonga

Cuadro 1. Continuación...

DESCRIPTOR	AGG-18	LZA-51	AGG-20	AGG-22	AGG-23	AGG-24
Forma del fruto	Oblongo	Abovado	Abovado	Elíptica	Oblongo	Elíptica
Constricción basal del fruto	Ausente	Suave	Suave	Suave	Ausente	Suave
Forma del ápice del fruto	Obtuso	Obtuso	Atenuado	Obtuso	Obtuso	Obtuso
Longitud del fruto (cm)	16	13.01	14.94	20.35	18.91	18.18
Anchura del fruto (cm)	8.08	8.79	7.78	7.8	8.34	8.28
Forma en sección longitudinal	Cilíndrico	Obovoide	Elipsoide	Elipsoide	Obovoide	Elipsoide
Superficie del fruto	Suave	Intermedio	Suave	Suave	Intermedio	Suave
Color principal del fruto	Amarillo	Intermedio	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde
Rugosidad del fruto	Suave	Amarillo	Suave	Suave	Suave	Suave
Grosor del exocarpo	1.41	1.21	1.09	1.56	0.71	1.34
Dureza de la cáscara	Media	Media	Media	Media	Delgada	Media
Peso del fruto (g)	425	443.5	242	368.64	343.32	464
Peso de 100 semillas (g)	117.9	115.1	110.1	126.7	91.97	132.06
Número de semillas por fruto	34.57	39.6	32	37.14	33.85	38
Longitud de semilla (g)	2.39	2.25	1.85	2.26	2.32	2.32
Anchura de semilla (g)	1.28	1.19	1.08	1.4	1.51	1.44
Grosor de semilla (g)	0.81	0.65	0.66	0.73	0.79	0.77
Peso de semilla con musilago (g)	2.75	2.1	2.66	2.59	3.89	2.67
Peso de semilla sin musilago (g)	1.56	1.6	1.08	1.46	1.63	1.7
Color de la semilla	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura
Forma de la semilla	Oblonga	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica

Cuadro 1. Continuación...

DESCRIPTOR	AGG-30	AGG-17	AGG-28	AGG-19	LZA-52	LOXIXHA-1
Forma del fruto	Elíptico	Elíptica	Oblongo	Elíptica	Abovado	Oblongo
Constricción basal del fruto	Ausente	Suave	Grande	Ausente	Suave	Ausente
Forma del ápice del fruto	Atenuado	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso	Obtuso
Longitud del fruto (cm)	18.85	15.69	19	17.4	12.86	14.27
Anchura del fruto (cm)	7.82	8.09	8.61	9.94	9.02	7.77
Forma en sección longitudinal	Cilíndrico	Elipsoide	Elipsoide	Elipsoide	Obovoide	Obovoide
Superficie del fruto	Suave	Suave	Intermedio	Intermedio	Suave	Intermedia
Color principal del fruto	Amarillo	Café	Amarillo	Verde-amarillo	Suave	Naranja
Rugosidad del fruto	Suave	Suave	Intermedio	Intermedio	Amarillo	Intermedia
Grosor del exocarpo	1.84	1.42	1.52	1.63	1.48	1.44
Dureza de la cáscara	Dura	Media	Media	Media	Media	Media
Peso del fruto (g)	574.1	251	510	467.5	430.5	250
Peso de 100 semillas (g)	123.84	98.55	103	105	110.1	98.1
Número de semillas por fruto	29.7	30.9	41	30	38.9	17
Longitud de semilla (g)	2.3	2.15	2.38	2.1	2.35	2.38
Anchura de semilla (g)	1.16	1.2	1.16	1.2	1.26	1.29
Grosor de semilla (g)	0.74	0.87	0.86	0.85	0.7	1.11
Peso de semilla con musilago (g)	2.23	2.81	2.13	2.3	2.1	1.9
Peso de semilla sin musilago (g)	1.54	1.38	2.07	1.7	1.8	1.4
Color de la semilla	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Púrpura	Crema
Forma de la semilla	Elíptica	Oblonga	Oblonga	Oblonga	Elíptica	Ovada

Cuadro 2. Relación de códigos designados a cada clon, número de frutos inoculados y total de frutos inoculados por clon (árbol promisorio).

No. Clon	Ino. 1	Ino. 2	Ino. 3	Ino. 4	Ino. 5	Ino. 6	Ino. 7	Frutos
RDD1-I			3	1	1			5
RDD1-II				5	1	1		7
RDD1-III		1				2	3	6
RDD1-IV	2	3		2	1		2	10
RDD1-V					2	3	1	6
RDD1-VI				3				3
RDD1-VII		2		1	2	2		7
RDD1-VIII		1	3				3	7
RDD1-IX		2		1	1	3		7
RDD1-X	1		2		1	2		6
RDD1-XI		2		4		3		9
RDD1-XII	1				2	1		4
RDD1-XIII	2				2		3	7
RDD1-XIV			3			1	3	7
RDD1-XV		3	1				1	5
RDD1-XVI			2			3		5
RDD1-XVII			3	1				4
RDD1-XVIII		1	3			2		6
RDD1-XIX	2		1				3	6
RDD1-XX	2	2						4
RDD1-XXI	2				3			5
RDD1-XXII	1		1		2			4
RDD1-XXIII			1			2	2	5
RDD1-XXIV	1			2			1	4
RDD1-XXV	4	2						6
RDD1-CL-6				2				2
Totales	18	19	23	22	18	25	22	147

Cuadro 3. Frutos inoculados y resultado de las evaluaciones.

No. evaluación	No. frutos inoculados	Muertos	Resistentes	Susceptibles
1	18	3	13	2
2	19	0	19	0
3	23	0	23	0
4	22	3	19	0
5	18	0	18	0
6	25	0	25	0
7	22	1	21	0
Totales	147	7	138	2
Porcentajes	100	4.7619	93.8776	1.3605



Figura 6. Frutos (RDD1) sin daño alguno al momento de la evaluación.



Figura 7. Corte longitudinal de la mazorca sin daño interno.

interna grado uno, otro grado dos de afección externa, y grado cinco de afección interna (Figura 8). Asimismo, se encontraron siete frutos muertos.

En la evaluación, todos los frutos del criollo Rojo Samuel (Nombre que se le da al material en honor al productor que lo seleccionó: Samuel Guillén Díaz) inoculados como control, se registraron daños por *M. royeri* (teniendo presentes casi todos los grados de afección tanto externa como interna) (Figuras 9), con un grado de afección externa mínimo de dos y grado de afección interna mínimo de 4 (Cuadro 4).

### Establecimiento de parcelas

Para ensayos de adaptación y validación de los clones RDD1 y RDD2, y Criollo Rojo Samuel como testigo, se establecieron tres parcelas durante 2013 en los municipios de Frontera Hidal-



Figura 8. Fruto (RDD1) dañado por *M. royeri*, SE grado 2 y SI grado 5.



Figura 9. Frutos del cacao criollo Rojo Samuel susceptibles a *M. royeri*, SE grado 2 y SI grado 4.

Cuadro 4. Frutos inoculados como controles susceptibles por cada inoculación y resultados de la evaluación.

Evaluación control							
No. evaluación		Número de frutos					Total frutos
		1	2	3	4	5	
1	SE	3	4	3	4	3	5
	SI	5	4	4	5	4	
2	SE	4	3	4	3	4	5
	SI	5	4	5	4	4	
3	SE	3	5	3	4	4	5
	SI	4	5	4	4	5	
4	SE	2	3	2	4	2	5
	SI	4	5	4	5	4	
5	SE	3	4	2	5	3	5
	SI	5	5	4	5	4	
6	SE	3	4	3	4	4	5
	SI	4	5	4	5	5	
7	SE	4	3	5	4	3	5
	SI	5	4	5	5	4	

go, Cacahoatán y Tuxtla Chico, Chiapas, mediante la técnica de injertado de chupón basal en plantas de 15 a 20 años de edad, con el objetivo de que entre 12-14 meses se obtengan frutos para realizar las pruebas de patogenicidad y así corroborar la tolerancia a la enfermedad de la moniliasis.

Dentro de las ventajas del MGP está la focalización de los fondos para la investigación, alta adopción, estrecha relación con la cultura local, conocimiento y empoderamiento del campesino (Wetzien y Christinck, 2009), que facilita la transferencia tecnológica de los nuevos materiales. A diferencia del mejoramiento convencional, el MGP considera que la selección, multiplicación, conservación y diseminación de semillas la realicen los productores (Ríos, 2000).

## CONCLUSIONES

**El MGP** en cacao es una metodología eficaz para la selección de nuevos materiales biológicos que son de interés de los productores. La multiplicación y transferencia a otros productores puede ser más fácil debido a que intervienen activamente en las fases de selección de árboles, intercambian experiencias de forma permanente que ayuda en la sensibilización, credibilidad y adopción del nuevo material con los criterios que ellos definieron tales como, cacaos criollos de almendra blanca, con mayor calidad y aroma).

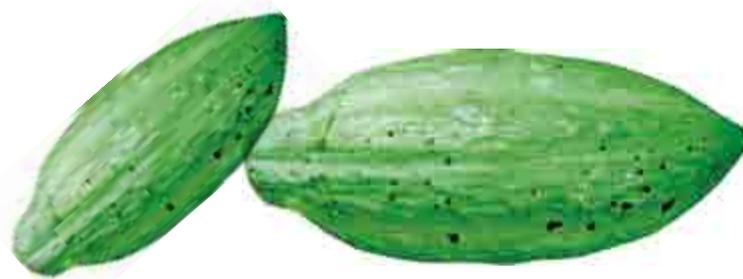
## AGRADECIMIENTOS

Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SAGARPA-SNICS-SINAREFI) por el financiamiento otorgado al proyecto y al Sr. Samuel Guillén Díaz por las facilidades brindadas para realizar el proyecto.

## LITERATURA CITADA

Avendaño-Arrazate C.H., Ogata-Aguilar N., Gallardo-Méndez R.A., Mendoza-López A., Aguirre-Medina J.F., Sandoval-Esquivez A. 2010. Cacao diversidad en México. Publicación especial No.1, INIFAP. Campo Experimental Rosario Izapa, México. 86 p.

- Avendaño-Arrazate C.H., Gallardo-Méndez R.A., Mendoza-López A., Aguirre-Medina J.F., Sandoval-Esquivez A. 2010. Diagnóstico del cacao en México.
- Martin A., Sherington J. 1997. Participatory research methods-Implementation, effectiveness and institutional context. *Agricultural Systems* 55 (2): 195-216
- Ogata N. 2003. Domestication and distribution of the Chocolate tree (*Theobroma cacao* L.) in Mexico. In: Gómez-Pompa, A., M Allen & S. Fedick (Eds.). *Lowland Maya Area: Three millenia at the human-wildland interface*. Haworth Press. New York.
- Ogata N., A. Gómez-Pompa & K.Taube. 2006. The Domestication of cacao in the Neotropics. In: McNeil, C. L. 2006. *Chocolate in Mesoamerica: A cultural history of Cacao*. University Press of Florida.
- Philips-Mora W. 2003. Nuevas expectativas en la lucha contra la moniliasis del cacao: origen, dispersión y diversidad genética del hongo *Moniliophthora roreri* en incorporación de fuentes de resistencia a través del mejoramiento genético. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 3 p.
- Philips-Mora W. Wilkinson M.J. 2007. Frosty pod of cacao: A disease with a limited geographic range but unlimited potential for damage. *Phytopathology* 97: 1644-1647.
- Phillips M.W., Coutiño A., Ortiz C.F, López A.P., Hernández J., Aime M.C. 2006. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cocoa in Mexico. *Plant Pathology*. 55: 584.
- Rios H., Ortiz R., Ponce M., Verde G., Martín L. 2000. Farmers participation and access to agricultural biodiversity: response to plant breeding limitations in Cuba. In: *Conservation and Sustainable Use of Agricultural Biodiversity: A Sourcebook*. International Potato Center Users Perspectives with Agricultural Research and Development. Los Baños, Laguna Phillipines. 382-288.
- Wetzién E., Christinck A. 2009. Methodologies for priority setting In: *Plant breeding and farmer participation*. S. Ceccarelli, E.P. Guimaraes, E. Weltzien (Eds). FAO, Rome.



C A C A O