

## Adopción e impacto de la variedad sintética de maíz VS-536 en la región tropical del sureste de México

SIERRA-MACIAS, Mauro<sup>†\*</sup>, RODRIGUEZ-MONTALVO, Flavio Antonio, PALAFOX-CABALLERO, Artemio y ESPINOSA-CALDERON, Alejandro

INIFAP

Recibido 11 de Agosto, 2016; Aceptado 18 de Noviembre, 2016

### Resumen

Con el objetivo de estimar el grado de adopción y el impacto de VS-536 en el sureste de México, se hizo un análisis sobre el rendimiento, rentabilidad y uso comercial de su semilla. Así, en los últimos 24 años, se ha promovido la producción de VS-536, con buen potencial de rendimiento y adaptabilidad en el trópico de México; Particularmente, durante 2003 a 2012, en el Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP, se distribuyeron 65,060 kg de semilla registrada, con las que empresas semilleras produjeron 13,012 toneladas de semilla certificada, para una siembra comercial de 650,600 has con VS-536. En cuanto a la rentabilidad, en la producción de semilla certificada se obtuvo una relación Beneficio/Costo (B/C), de 1:1.98, lo que significa que por cada peso invertido se recupera el peso y 0.98 pesos adicionales; en la producción de grano de VS-536, la relación B/C fue 1:1.54. Es decir, la producción tanto de semilla como de grano de VS-536 es rentable. El impacto de las 650,600 hectáreas sembradas con VS-536, representan un beneficio adicional de \$2,342.16 millones y se generan 19,518,000 jornales. En las 3,252.5 hectáreas de producción de semilla, se logra un beneficio de \$195.18 millones y se generan 422,890 jornales.

**Zea mays L., semilla, adopción, impacto**

### Abstract

With the objective of estimating the grade of adoption and the impact of VS-536 in the southeast of Mexico, there was made an analysis about yield, rentability and use of its commercial seed. Thus, in the last 24 years, has been promoted the production of VS-536, with high yield and adaptability in the humid tropic of México; Particular, during 2003 to 2012, in Cotaxtla experimental station which belongs to INIFAP, provided 65,060 kg of registered seed, which of them were utilized by the seed industry for producing 13,012 tons of certified seed for planting 650,600 of commercial hectares of VS-536 in the tropic of México. In relation to profitability, on certified seed production, there was gotten a profit/cost relation of 1: 1.98, which means that for each peso invested is recuperated this peso and \$0.98 additional. In VS-536 grain production, the profit/cost was 1: 1.54. It indicates that seed than grain production of VS-536 is profitable. The impact of the 650,600 hectares planted with VS-536, represents an additional benefit of \$2342.16 million and were generated 19,518,000 journey work. In the 3252.5 hectares of seed production, it was gotten a benefit of \$195.18 million and generate 422,890 journey work.

**Zea mays L., seed, adoption, impact**

**Citación:** SIERRA-MACIAS, Mauro, RODRIGUEZ-MONTALVO, Flavio Antonio, PALAFOX-CABALLERO, Artemio y ESPINOSA-CALDERON, Alejandro. Adopción e impacto de la variedad sintética de maíz VS-536 en la región tropical del sureste de México. Revista de Desarrollo Económico 2016, 3-9: 32-40

<sup>†</sup> Investigador contribuyendo como primer autor.

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: sierra.mauro@inifap.gob.mx)

## Introducción

En México se sembraron durante 2012, 7.3 millones de hectáreas de maíz (*Zea mays* L.) grano con un rendimiento medio de 3.2 t ha<sup>-1</sup>. De éstas, el 80 % corresponden a siembras de temporal y 20 % bajo condiciones de riego. En el sureste de México, el estado de Veracruz es el tercer productor de maíz y contribuye con 5.8 % de la producción nacional. En esta entidad, en el año 2012 se produjeron 1.3 millones de toneladas de grano, en una superficie de 553,276 ha, con un rendimiento promedio de 2.3 t ha<sup>-1</sup>, (SIAP, 2012).

En el área tropical húmeda de México, se siembran anualmente 2.5 millones de hectáreas; de éstas, un millón están comprendidas en provincias agronómicas de buena y muy buena productividad y 100 mil hectáreas son sembradas bajo condiciones de riego (Sierra *et al.*, 2004). En esta superficie se recomienda la siembra de híbridos y de variedades, ya que éstos expresan al máximo su potencial genético (Gómez, 1986). Las variedades sintéticas ofrecen la ventaja de mayor adaptabilidad, además, el productor puede usarlas por varios ciclos de siembra sin que se afecte el rendimiento de grano, también es más fácil la producción de su semilla, (Márquez *et al.*, 1983; Reyes 1985; Sierra *et al.*, 2002).

Sprague (1955) define las variedades sintéticas como las generaciones avanzadas de un híbrido múltiple siendo este formado por más de cuatro líneas e incrementado después por polinización libre. También se define como aquella que se mantiene por polinización libre, después de su síntesis por hibridación en todas las combinaciones entre un número de genotipos seleccionados (Márquez *et al.*, 1983).

Reyes (1985), cita que una variedad sintética es producida cruzando en todas sus combinaciones híbridas posibles un número de líneas seleccionados por su buena aptitud combinatoria general con el subsecuente mantenimiento de la variedad por polinización libre.

Los resultados de un programa de investigación y particularmente en la generación de híbridos y variedades de maíz, con el uso de semilla mejorada, es importante dar a conocer a los agricultores, agentes de cambio y productores de semilla, las bondades del material genético, así como el comportamiento y las ventajas en cuanto a la producción comercial de semilla (Espinosa *et al.*, 2003a; Espinosa *et al.*, 2003b; Sierra *et al.*, 2016); se requiere pues contar con semilla de alta calidad genética, fisiológica, física y sanitaria. (Tadeo y Espinosa, 2003; Tadeo y Espinosa, 2004).

VS-536 se formó mediante la recombinación genética de nueve líneas endogámicas. El proceso de obtención se inició con la evaluación de cruza dialélicas en varias localidades del trópico México. Para su formación, se hicieron las cruza simples posibles entre las líneas que intervienen; a la cosecha se hizo un compuesto mecánico balanceado de dichas cruza, posteriormente; se hizo la recombinación genética del compuesto en polinización controlada. Se realizó la evaluación de las nueve variedades sintéticas donde sobresalió el sintético 4, que fue liberado en 1992 como VS-536 (Sierra *et al.*, 1992).

Los objetivos del presente trabajo fueron:

a) Conocer el rendimiento y las características agronómicas de la variedad de maíz VS-536; b) Dar a conocer a los agricultores, agentes de cambio y productores de semilla las ventajas en rendimiento y características agronómicas de la variedad sintética de maíz VS-536. c) Estimar el grado de adopción y el impacto que se tiene con la variedad sintética de maíz VS-536 en el sureste mexicano.

### Materiales y métodos

**Localización.** El área tropical húmeda y subhúmeda de México engloba, de acuerdo con García (1981) al grupo climático A, que corresponde a los climas cálidos (Aw0, Aw1, Aw2, Am y Af) y cubre principalmente, la región costera del Golfo de México y del Océano Pacífico. Esta región corresponde al área de influencia en la que la variedad de maíz VS-536 se generó, evaluó, se promovió, se produce la semilla básica y registrada y se encuentran localizadas las empresas o grupos semilleros que actualmente producen y distribuyen la semilla certificada de VS-536.

**Germoplasma utilizado.** La variedad de maíz VS-536, se desarrolló en el Campo Experimental Cotaxtla perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y se formó mediante la recombinación genética de nueve líneas endogámicas: Las líneas LE27 derivada de la población Braquíticos, LE36 de la población La posta, LE37 de Tuxpeño Opaco, LE73 Blanco Cristalino, formadas en el Campo Experimental Cotaxtla; D471, D368, del programa de maíz de Iguala, Gro., y fueron derivadas de híbridos comerciales en F2; finalmente, OCOT2 y LRB14-413-7 son líneas provenientes de los programas de Ocotlan, Jal., y Río Bravo, Tamps., respectivamente (Sierra *et al.*, 1992).

**Proceso de obtención.** Durante el ciclo otoño invierno 1983/84 se formaron cruces dialélicas de líneas endogámicas de maíz provenientes de los programas de maíz de Cotaxtla, Ver., Iguala, Gro., y Río Bravo, Tamps., y fueron evaluadas en primavera verano en 1984, en Cotaxtla, Ver., Iguala, Gro., y Ocozocuatla, Chis., localidades comprendidas en la región tropical del sureste de México. Con esta evaluación se definieron las mejores líneas por su comportamiento *per se* y aptitud combinatoria general.

Se utilizó la fórmula de Wright (1922), con la finalidad de predecir el rendimiento de grano de sintéticos  $F_2$ . Así, se predijeron y formaron los mejores nueve sintéticos. Para lo anterior, durante el ciclo primavera verano de 1986 se hicieron las cruces simples posibles entre líneas que intervienen; a la cosecha se hizo un compuesto mecánico balanceado de dichas cruces.

En el ciclo Otoño-Invierno 1986/1987 se hizo la recombinación genética del compuesto en un lote de polinización controlada (Sprague, 1955).

La evaluación de las nueve variedades sintéticas se realizó de 1987 a 1990 a través de 33 experimentos conducidos en el trópico de México bajo condiciones de temporal donde sobresalió el Sintético 4, con un rendimiento promedio de 5.45 t ha<sup>-1</sup> y fue definido para su liberación oficial como VS-536.

Durante 1991 y 1992 se hizo la caracterización de VS-536 y en 1992 se obtuvo un registro provisional por parte del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS); en 2004 se obtuvo el registro definitivo de VS-536 siguiente: MAZ-511-251104. (Cuadro 1).

Año y Ciclo	Descripción de actividades
1984A	Formación de cruza dialélicas con líneas sobresalientes en los programas de Cotaxtla, Ver., Iguala, Gro., Río Bravo, Tamps., y Ocotlán Jalisco.
1984B	Evaluación de cruza dialélicas en las localidades de Cotaxtla, Ver., Iguala, Gro. y Ocozocuahtla, Chis.
1985A	Predicción de sintéticos en base al comportamiento de las cruza dialélicas.
1986B	Formación de cruza simples de líneas que participan en los sintéticos.
1987A	Recombinación genética de compuestos
1987B-1990B	Evaluación de Sintéticos en 33 ambientes del trópico de México
1991A	Definición del Sintético 4 como VS-536
1991 y 1992	Caracterización de VS-536 de acuerdo con el formato de UPOV
1992	Registro provisional ante el SNICS
2004	Registro definitivo de VS-536 ante el SNICS

A= Ciclo otoño-invierno; B= Ciclo primavera-verano

**Tabla 1** Proceso de obtención de VS-536. Campo Cotaxtla. CIRGOC.INIFAP. 2016

De 1992 a la fecha se ha promovido su uso y comercialización a través de empresas semilleras que producen y distribuyen semilla certificada de la variedad sintética de maíz VS-536. Se han llevado a cabo actividades de difusión y transferencia de tecnología, como son eventos demostrativos en lotes de validación y los denominados Día del Productor Maicero en el Campo Experimental Cotaxtla, con los objetivos de dar a conocer a los agricultores y agentes de cambio, las ventajas agronómicas y de rendimiento de los genotipos mejorados entre ellos la VS-536. Así también, eventos y recorridos técnicos con empresas o grupos productores de semilla y la producción de semilla de alto registro, en sus categorías básica y registrada, que son la fuente de semilla para avanzar hacia la semilla certificada por parte de las empresas y grupos productores de semilla y difundirla con los productores de maíz.

## Resultados

Rendimiento y características agronómicas de VS-536. La variedad sintética VS-536 fue evaluada en 33 ambientes durante 1987-1990, bajo condiciones de temporal. Los ambientes de evaluación se localizan en 12 estados del trópico de México. Los rendimientos experimentales de VS-536, comparados con los testigos comerciales VS-530, VS-525 y V-524 a través de ambientes de 1987 a 1990, se presentan en el Cuadro 2, donde se observa que VS-536 con una media ponderada de 5450 kg ha<sup>-1</sup> de grano superó en 20, 29 y 32% respectivamente al rendimiento de los testigos comerciales.

Genotipo	Rend <sup>1/</sup> t ha <sup>-1</sup>	% Relativo
VS-536	5450	120
V-530	4548	100
VS-525	4144	91
V-524	3999	88

<sup>1/</sup>Rendimiento promedio de 33 experimentos en 12 estados del sureste mexicano: Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán Quintana Roo, Chiapas, Guerrero, Michoacan, Jalisco, Colima, San Luis Potosí, Tamaulipas

**Tabla 2** Rendimiento de variedades de maíz en el trópico húmedo de México 1987-1990

VS-536 presenta un potencial de rendimiento de 6.0 t ha<sup>-1</sup> y adaptabilidad en la región tropical del sureste de México, se recomienda su siembra durante los ciclos agrícolas primavera - verano en condiciones de temporal y en el ciclo otoño-invierno en condiciones de riego o tonalmil, esta última se logra con la humedad residual del temporal y las lluvias ocasionadas por los vientos "nortes", es apto para la industria de la masa y la tortilla y la harinera.

Sin embargo, uno de los atributos más importantes es que el agricultor puede usarla por varios ciclos de siembra sin que decaiga el rendimiento y sin que se modifiquen sus características agronómicas (Sprague, 1955; Reyes, 1985; Marquez et al., 1983); Así también, es más fácil y rentable la producción comercial de su semilla (Sierra et al., 1992; Sierra et al., 2002; Sierra et al., 2016). En cuanto a las características agronómicas, VS-536 presenta un ciclo vegetativo intermedio con 52 a 55 días a la floración, 90 días a madurez fisiológica y 120 días de siembra a cosecha bajo condiciones de temporal en el ciclo primavera verano, altura de planta intermedia con promedio de 248 cm lo que permite su adaptación a los diferentes sistemas de producción. Es tolerante al acame y a la enfermedad “achaparramiento”. Es de grano blanco dentado con buena cobertura de mazorca, textura semidentada con buena calidad nixtamalera y harinera de acuerdo con las normas y estándares internacionales lo que le permite aceptación en el mercado (Figura 1)



**Figura 1** Aspecto de mazorca de la variedad VS-536

Adopción de la variedad sintética de maíz VS-536 por empresas y grupos productores de semilla. El Campo Experimental Cotaxtla, ha generado tecnología para la producción de granos y semillas en maíz y produce semilla en las categorías básica y registrada para su multiplicación por las empresas semilleras y organizaciones de productores.

VS-536 obtuvo el registro provisional ante el SNICS en 1992 y desde esa fecha se ha producido y distribuido semilla certificada por un grupo de empresas. Particularmente, de 2003 al 2012 y considerando los registros de venta de semilla registrada de la variedad VS-536, con 65,050 kg de semilla registrada distribuida, se lograron establecer 3,252.5 hectáreas de producción de la variedad VS-536 y se obtuvo una producción de 13,010 toneladas de semilla certificada, con las cuales se logró la siembra comercial de 650,500 hectáreas en el trópico mexicano (Cuadro 3).

Año	SR <sup>p</sup> (kg)	SSC <sup>q</sup> (ha)	PSC <sup>††</sup> (ton)	SC <sup>¶¶</sup> (ha)
2003	5,832	291.6	1166.4	58,320
2004	5,792	289.6	1158.4	57,920
2005	6,442	322.1	1288.4	64,420
2006	6,894	344.7	1378.8	68,940
2007	5,765	288.25	1153	57,650
2008	5,180	259	1036	51,800
2009	4,015	200.75	803	40,150
2010	8260	413	1652	82600
2011	8460	423	1692	84600
2012	8420	421	1684	84200
<b>Total</b>	<b>65,060</b>	<b>3253</b>	<b>13,012</b>	<b>650,600</b>

<sup>p</sup>semilla registrada; <sup>q</sup>superficie de semilla certificada; <sup>††</sup>producción de semilla certificada; <sup>¶¶</sup>superficie comercial.

**Tabla 3** Semilla registrada, producción y distribución de semilla certificada de VS-536. Cotaxtla, Ver. 2003 a 2012

Las empresas o grupos organizados que producen la semilla certificada, son un eslabón importante en la adopción y uso comercial de genotipos mejorados, particularmente, el INIFAP produce semilla de alto registro en sus categorías básica y registrada de la variedad VS-536, la que a su vez utilizan las empresas para la producción de semilla certificada, misma que puede ser sembrada por los agricultores de maíz en el trópico mexicano.

El rendimiento y la rentabilidad en la producción permite que la semilla de esta variedad sea producida en pequeña o gran escala, por empresas grandes o pequeñas, por productores o grupos de productores organizados y que en la medida que exista mayor disponibilidad se puede lograr una mejor adopción por los agricultores (Tadeo y Espinosa, 2003; Tadeo y Espinosa, 2004).

Las empresas semilleras o grupos de productores que participan principalmente en la producción y comercialización de la variedad de maíz VS-536 son: SENOVE, JECLA, TERRA SEMILLAS, Semillas La Ejidal (Medellín de Bravo, Ver.), AGBQ S de RL, Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Sur (UACH CRUS) (Oaxaca, Oax), Productores y servicios del sureste SPR de RL (Oaxaca), Gobierno del estado de Puebla, Productores y Semillas Mejoradas SC de RL (Piedras Negras Ver.), Consejo Veracruzano de Productores de Maíz (Isla, Ver.), Imperio del Campo (Veracruz), PROASE (Chiapas), AGRO Las Lolos (Sur de Tamaulipas), Ejido Blanca Flor (Campeche), Fundación Produce Oaxaca (Oaxaca, Oax.), PROSESO (Colima), Productores Asociados de Semillas SC de RL de CV, Ing Alfredo Roberto Lara, (Figura 2).



**Figura 2** Área tropical de México donde se produce y distribuye semilla de la variedad de maíz VS-536

### Análisis de rentabilidad

Con el fin de analizar la rentabilidad en la producción de semilla y de grano de maíz, se registraron los costos de producción para cada destino en los lotes de producción y la recuperación económica al momento de la venta del producto. Así, para la producción de semilla certificada de VS-536, se consideró un rendimiento de semilla de  $4.0 \text{ t ha}^{-1}$ , y el precio de venta que se tomó como base para el cálculo fue de \$500.00 por bulto de semilla de 20 kg; El valor de la producción es de \$100,000.00 por hectárea y un costo estimado de producción y beneficio de la semilla de \$50,500.00 por hectárea, es decir, un beneficio neto de \$49,500.00 y un costo por tonelada de \$12,625.00 La relación beneficio/costo (B/C) fue de 1:1.98, lo que significa, que por cada peso invertido, se recupera el peso y 0.98 pesos adicionales; Es decir, la producción de semilla certificada de VS-536 es económicamente rentable y representa una importante oportunidad de negocio (Espinosa *et al.*, 2003a; Espinosa *et al.*, 2003b; Sierra *et al.*, 2016; Tadeo y Espinosa, 2003; Tadeo y Espinosa, 2004); Así también, representa una excelente oportunidad en la generación de empleos directos e indirectos en el proceso de producción, beneficio y comercialización de la semilla y ocupación atractiva para las nuevas generaciones de agrónomos.

En el análisis de rentabilidad en la producción de grano de la variedad de maíz VS-536, se consideró el rendimiento de grano obtenido a través de 33 experimentos con un promedio de  $5.45 \text{ t ha}^{-1}$ . Con un costo estimado de producción actual de \$14,200.00 por hectárea y un precio de venta durante el ciclo agrícola que se reporta de \$4000.00 por tonelada. Se deriva de esta información que el valor de la producción es de \$21,800.00 por hectárea, un beneficio neto estimado de \$7,600.00 y un costo por tonelada de \$2,605.50.

Con estas bases se obtuvo una relación B/C de 1: 1.54, lo que significa que por cada peso invertido, se recupera el peso y 0.54 pesos adicionales. Es decir, la variedad VS-536 es una alternativa viable que puede incentivar la producción comercial de maíz en el trópico mexicano (Sierra *et al.*, 1992; Sierra *et al.*, 2016).

### Impacto

En el presente documento se presenta un análisis del impacto de la variedad de maíz VS-536 en el área tropical en el sureste de México. Así, considerando las 650,600 has sembradas durante 2003 al 2012 con la variedad VS-536, con un incremento en el rendimiento de 0.9 t ha<sup>-1</sup>, en relación con la variedad testigo V-530, se produce un volumen adicional de 585,540 toneladas de grano por concepto del uso de esta variedad, a un precio por ton de \$4000.00 representan un beneficio económico de \$2342.16 millones de pesos. Esta actividad genera ocupación y mano de obra familiar y local en las comunidades donde se siembra este híbrido. Particularmente, se ocupan 30 jornales por hectárea, lo que representa la ocupación de 19,518,000 jornales en las 650,600 hectáreas sembradas con la variedad VS-536 (Sierra *et al.*, 1992; Sierra *et al.*, 2004; Sierra *et al.*, 2016). Para la industria semillera, considerando un beneficio neto de \$60,000, en las 3,253 hectáreas de producción de semilla certificada, se tiene un beneficio económico total de 195.18 millones de pesos; Así también, representa una excelente oportunidad en la generación de empleos directos e indirectos en el proceso de producción, beneficio y comercialización de la semilla. Particularmente, se emplean 130 jornales por hectárea en un lote de producción de semilla de VS-536 lo que representa el 33.43 % del costo de producción, y significa 422,890 jornales generados para las 3,253 has (Sierra *et al.*, 2004; Sierra *et al.*, 2016).

El impacto de la siembra comercial de VS-536 es generar un beneficio económico adicional importante para los agricultores; sin embargo, es más importante el beneficio social en virtud de que se genera un volumen adicional en la producción de maíz y es una fuente importante generadora de empleo y mano de obra familiar y local en las comunidades donde se siembra esta variedad (Sierra *et al.*, 1992).

### Conclusiones

La producción de semilla certificada con la variedad de maíz VS-536, por parte de la industria semillera, representa una actividad rentable en la obtención de ingresos económicos y una fuente importante generadora de empleo. La variedad VS-536 es una alternativa viable que puede incentivar la producción comercial de maíz en el trópico mexicano. La adopción de la variedad VS-536 por las empresas semilleras y las organizaciones de productores que participan en la multiplicación y abasto de semilla de buena calidad es un eslabón importante en la transferencia y adopción por parte de los agricultores. Las actividades de investigación, validación, producción de semilla y la transferencia de tecnología para los agricultores, agentes de cambio y los productores de semilla permitieron el conocimiento y la adopción de la variedad de maíz VS-536.

### Referencias

Espinosa C., A.; López P., M.A.; Gómez M. N.O.; Betanzos M., E.; Sierra M., M.; Coutiño E., B.; Aveldaño S., R.; Preciado O., R.E.; y Terrón I., D.A. 2003a. Indicadores económicos para la producción y uso de semilla mejorada de maíz de calidad proteínica (QPM ó MCP) en México. *Agronomía Mesoamericana* 14(1): 105-106.

Espinosa C., A.; Sierra M., M.; Gómez M., N.O. 2003b. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana* 14(1): 117-121.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México D.F., México. 252 p.

Gómez M., N.O. 1986. Aptitud combinatoria de maíces tropicales y subtropicales en la región de transición baja de Guerrero. *Rev. Fitotec. Mex.* 8(1): 3-19.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 1994. Gran Día del Agricultor: Guía para la asistencia técnica agrícola en el área de influencia del Campo Experimental Cotaxtla. *Agenda Técnica* Núm. 1. Veracruz, México. 169 p.

Márquez S., F.; Ramírez V., P.; Córdova O., H. 1983. Variedades sintéticas de maíz. Colegio de Postgraduados. Editorial CP. Chapingo, México. 70 p.

Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia básica y aplicada. AGT Editor S.A. México. 460p.

SAGARPA-SIAP (Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Sistema de Información Agropecuaria). 2012. Resumen nacional por estado. Fecha de consulta, 5 de enero de 2014.

SAGARPA-SNICS (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. 2004. Manual gráfico para la descripción varietal de maíz (*Zea mays* L.). México D.F. 116 p.

Sierra M., M.; Rodríguez M., F.A.; Castillo G., R.A.; Preciado O., R.E.; Márquez S., F. 1992. VS-536, variedad sintética de maíz para el trópico de Veracruz y Regiones similares (Descripción varietal). Folleto técnico Núm. 2, Campo Experimental Cotaxtla, CIRGOC. INIFAP. 11p.

Sierra M., M., A. C. Palafox., O. R. Cano., S. G. Uribe., E. N. L. Becerra., D. Lara., S. F. Barrón., F. A. M. Rodríguez., J. Romero., y A. Sandoval. 2002. Comportamiento de variedades de maíz normal y con alta calidad de proteína para la región Golfo de México. *Agronomía Mesoamericana* 14:135-141.

Sierra M., M.; Márquez S., F.; Valdivia B., R.; Córdoba O., H.; Lezama G., R.; y Pescador R., A. 2004. Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de maíz (*Zea mays* L.), *Agric. Téc. Méx.* 30(2): 169-181.

Sierra M., M.; Rodríguez M., F.A.; Palafox C., A.; Espinosa C., A.; Andrés M., P.; Gómez M., N.; Valdivia B., R. 2016. Productividad de semilla y adopción del híbrido de maíz H-520 en el trópico de México. *Revista Agricultura Sociedad y Desarrollo* Vol 13 (1): 19-32

Sprague, G. F. 1955. Corn breeding. In: George F. Sprague (ed.) *Corn and Corn Improvement*. Academic Press Inc., New York. p. 221-292.

Tadeo R., M. y Espinosa C., A. 2003. Microempresas de semillas con híbridos "Pumas de maíz" alternativa para abastecimiento en México. *Revista FESC UNAM. Divulgación Científica Multidisciplinaria* 3(8): 5-10.

Tadeo R., M. y Espinosa C., A. 2004. Producción de semilla y difusión de variedades e híbridos de maíz de grano amarillo para Valles Altos de México. Revista FESC UNAM. Divulgación Científica Multidisciplinaria Vol 4 (14): 5-10.

Wright, S. 1922. The effects of inbreeding and crossbreeding in guinea pigs. USDA Bull. 1121. U.S. Gov. Print. Office, Washington, D. C. 91 p.