

## Impacto del H-564C, híbrido de maíz con alta calidad de proteína para el trópico húmedo de México

Impact of H-564C, high quality protein maize hybrid for the humid tropic of Mexico

Sierra Macías Mauro<sup>1</sup>✉, Flavio Rodríguez-Montalvo<sup>1</sup>, Artemio Palafox-Caballero<sup>1</sup>, Noel Gómez-Montiel<sup>2</sup> y Alejandro Espinosa Calderón<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigador del programa de maíz Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP. <sup>2</sup>Campo Experimental Iguala, INIFAP. <sup>3</sup>Campo Experimental Valle de México, INIFAP.

✉ Autor para correspondencia: [sierra.mauro@inifap.gob.mx](mailto:sierra.mauro@inifap.gob.mx); [mauro\\_s55@hotmail.com](mailto:mauro_s55@hotmail.com)

**Recibido:** 18/01/2014

**Aceptado:** 25/07/2014

### RESUMEN

El maíz con alta calidad de proteína puede mejorar el nivel nutricional en México, en especial niños, mujeres lactantes y ancianos. El Campo Cotaxtla, ha generado híbridos y variedades de maíz y produce semilla básica y registrada, para su multiplicación por las empresas semilleras. En 2009 fue liberado el H-564C con el número de registro ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) 2257-MAZ-1133-300609/C. Durante 2010 a 2012 se distribuyeron 695 kg de la cruza LT158xLT159 y 265 kg de la línea LT160 de semilla registrada para 48 has de producción de semilla del H-564C y se obtuvieron 144 toneladas de semilla certificada, para una siembra comercial de 7,200 has en el trópico mexicano. De una muestra de 14 productores en 17.5 hectáreas de siembra se obtuvo un rendimiento de 7.11 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** *Zea mays* L., calidad de proteína, nutrición, trópico húmedo.

### ABSTRACT

The general human consumption of quality protein maize could get better the nutritional level in México, especially in children, nursing mothers and old aged people. Cotaxtla Experiment Station has generated maize hybrids and varieties and produces basic and registered seed for certificate seed producers. In 2009, there was registered H-564C, in regard to the Inspection and certification National Service (SNICS), with number 2257-MAZ-1133-300609/C. In the last three years, there was promoted the seed production and distribution of H-564C. During 2010 to 2012, there were distributed 695 kg of the cross LT158xLT159 and 265 kg of the inbred line LT160 of registered seed for planting 48 hectares of H-564C seed production and there was gotten 144 tons of certificated seed, which of them were

utilized in 7,200 of commercial planting hectares of H-564C in the tropic of Mexico. In a sample of 14 farmers in 17.5 hectares of commercial sowing there was gotten 7.11 t ha<sup>-1</sup> in grain yield.

**Keywords:** *Zea mays* L., quality protein, nutrition, humid tropic.

## INTRODUCCIÓN

En el sureste de México se siembran anualmente 2.5 millones de hectáreas con maíz, un millón están en provincias agronómicas de buena y muy buena productividad (Sierra *et al.* 2004). En esta superficie se recomienda la siembra de híbridos (Sierra *et al.* 2004). En México 18 millones sufren desnutrición severa (Espinosa *et al.* 2006). El consumo *per cápita* aparente es de 209.8 kg (Morris y López, 2000); Se consumen 12.3 millones de toneladas de maíz en forma de tortilla, de los cuales el 64% es a través del método tradicional maíz-masa-tortilla y el 36% es a través de la industria de la harina (SIAP-SAGARPA, 2004).

El maíz con alta calidad de proteína se deriva del gene *opaque 2*, con mayor Lisina y Triptofano, aminoácidos esenciales (Mertz *et al.* 1964). Vasal y Villegas (2001), incorporaron genes modificadores de la textura del endospermo los cuales confieren una textura de grano más dura que el opaco, dando la apariencia del maíz normal (Vasal, 1994).

Conocer el grado de adopción del híbrido de maíz con alta calidad de proteína H-

564C por las empresas y grupos productores de semilla y por los agricultores.

## MATERIALES Y METODOS

Las actividades de Investigación y producción de semilla del H-564C se llevaron a cabo en el Campo Cotaxtla, Mpio de Medellín de Bravo, Ver. La validación, demostración y transferencia fueron además en Ejido La Cuesta y Bajos de Tlachiconal Mpio de Cotaxtla, Ejido Oro Verde Mpio de Isla, Tlalixcoyan e Ignacio de la Llave, Ver.

### *Obtención, validación, transferencia y adopción del híbrido de maíz H-564C*

Entre 2004 y 2007 se definió el H-564C para su liberación. En 2007 y 2008, H-564C y sus progenitores fueron caracterizados de acuerdo con la Guía Técnica para la Descripción Varietal de Maíz, propuesta por la UPOV. En 2009, fue registrado por el INIFAP ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS), con el número de registro 2257-MAZ-1133-300609/C. (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Proceso de obtención, validación, transferencia y adopción del H-564C.

<b>Año</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
2001-2005	Derivación de líneas, formación y evaluación de híbridos trilineales
2005-2006	Producción de semilla de híbridos sobresalientes
2006-2007	Validación del híbrido en el estado de Veracruz y del sureste de México
2007-2008	Caracterización del H-564C y determinación de la calidad industrial y nutricional
2008	Difusión a través del día del productor maicero 2008
2009	Registro ante el SNICS y liberación oficial del H-564C

2010-2012	Producción y distribución de semilla certificada
2012	Adopción del H-564C por los productores de semilla y agricultores

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Adaptación y rendimiento

H-564C se adapta a la región tropical del sureste de México en altitudes de 0 a 1200

msnm en climas cálidos húmedos y subhúmedo. Durante 2005 bajo presión natural de “Achaparramiento” en Tlalixcoyan e Ignacio de la Llave, Ver. H-564C rindió 5.91 t ha<sup>-1</sup> a través de tres ambientes, 15 % más que el testigo H-520 (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Rendimiento experimental del híbrido H-564C. INIFAP Veracruz. Primavera – Verano 2005.

Híbrido	Rendimiento grano t ha <sup>-1</sup>				% Relativo
	Cotaxtla	Talixcoyan	Ignacio de la Llave	Promedio	
H-564C	7.49	5.11	5.13	5.91*	115
HQ3	7.18	4.71	5.74	5.88*	115
H-520	7.00	4.67	3.71	5.13	100
H-519C	5.66	2.98	2.13	3.59	70
Promedio	6.69	4.52	4.26	5.15	
DMS0.05	1.26	0.81	1.11	0.6	
CV (%)	11.42	10.84	13.71	12.58	
CME	0.58	0.24	0.45	0.42	

\* Significancia estadística al 0.05 de probabilidad; DMS= Diferencia Mínima Significativa, CV= Coeficiente de variación, CME= Cuadrado Medio del Error.

En seis parcelas de validación conducidas 2006 en Veracruz (Cuadro 3), H-564C registró rendimiento medio de 5.42 t ha<sup>-1</sup>, estadísticamente similar al H-520 (5.38 t ha<sup>-1</sup>),

híbrido normal de más reciente liberación y 24 % más que la VS-536 (4.37 t ha<sup>-1</sup>), de mayor uso en el sureste mexicano (Sierra *et al.* 2001; Sierra *et al.* 2004).

**Cuadro 3.** Rendimiento de grano t ha<sup>-1</sup> del híbrido de maíz H-564C en parcelas de validación en el estado de Veracruz. Ciclo primavera-verano 2006.

Genotipo	Ig. de la Llave	Tlalixcoya		Mata	Mtz de la	Rodríguez	Promedio	% Relativo
		n	Cotaxtla	Agua	Torre	Clara		
H-564C	6.65	5.18	7.74	5.82	4.98	2.15	5.42*	124
H-520	5.49	4.5	7.33	7.52	4.15	3.3	5.38*	123
HQ3	5.8	5.2	7.78	5.71	4.02	2.26	5.13*	117
HQ1	5.73	4.98	7.31	5.2	3.82	3.3	5.06*	116
VS-536	5.06	3.64	6.58	4.58	4.15	2.23	4.37	100
Promedio	5.21	4.23	7.02	5.15	3.91	2.74	4.73	
DMS 0.05	1.68	1.57	1.36	1.62	1.01	0.93	0.49	

CME      0.52      0.48      0.36      0.50      0.18      0.17      0.36

\* = Significancia de los tratamientos al 0.05 de probabilidad; DMS= Diferencia Mínima Significativa.

### Calidad nutricional

El H-564C registró 72% más Lisina y 56% más Triptofano en el endospermo, grano

entero y tortillas, que el maíz normal (Espinosa *et al.* 2006; Mertz *et al.* 1964; Vasal y Villegas, 2001; Vasal, 1994; Larkins *et al.* 1994), (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Contenidos de aceite, Lisina y Triptofano en genotipos de maíz con alta calidad de proteína. Cotaxtla, Ver. 2007.

Genotipo	% Aceite	Lisina (%)		Triptofano (%)		
		Endospermo	Grano entero	Grano		
				Endospermo	entero	Tortillas
H-564C	4.23	0.233	0.352*	0.066	0.086	0.058
HQ-1	4.41*	0.230	0.310	0.071*	0.075	0.068
HQ-3	4.28	0.262*	0.294	0.076*	0.104*	0.076
DMS0.05	0.12	0.006	0.008	0.0057	0.0126	0.0059
Maíz calidad de proteína		0.289	0.414	0.072	0.0989	0.903
Maíz normal		0.210	0.252	0.045	0.055	0.05

\*=Significancia de los tratamientos al 0.05 de probabilidad; DMS= Diferencia Mínima Significativa.

### Evento demostrativo

El 7 de junio del 2008 se llevó a cabo el “Día del Productor Maicero 2008” en el Campo Experimental Cotaxtla, del INIFAP. En dicho evento se hizo la presentación del híbrido H-564C. Se contó con la participación de 648 asistentes registrados, de los cuales 483 fueron productores de maíz, 113 técnicos y 52 estudiantes. Asistieron empresas y productores de semilla.

### Producción de semilla

Bajo condiciones de riego en el Campo Cotaxtla, Ver, las líneas LT158, LT159 y LT160 registran buen rendimiento *per se*, (Sierra *et al.*, 2008; Vasal *et al.*, 1994). Sin embargo, la ventaja mayor la ofrece la cruza simple LT158xLT159 usada como progenitor hembra con rendimiento de 5.59 t ha<sup>-1</sup> (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Rendimiento promedio de progenitores del H-564C bajo condiciones de riego y temporal Cotaxtla 2006A 2006B y 2009<sup>a</sup>.

Genealogía		<sup>1/</sup> semilla t ha <sup>-1</sup>	<sup>2/</sup> semilla t ha <sup>-1</sup>	<sup>2/</sup> de semilla t ha <sup>-1</sup>
		2006A	2006B	2009A
LT158	x	5.36	7.41	5.59
LT159		---	1.10	2.16
LT158		---	2.10	2.07
LT159		2.32	2.30	1.26
LT160				

<sup>1/</sup> Rendimiento de semilla de progenitores hembra y macho en lote de producción de H-564C, Cotaxtla 2006A

2/ Rendimiento experimental de semilla de los progenitores del híbrido H-564C.  
A= Ciclo otoño invierno, B= Ciclo primavera verano.

**Adopción del H-564C por agricultores, empresas y grupos productores de semilla**

Durante 2010 a 2012 con 695 kg de la craza LT158xLT159 (Progenitor hembra) y 265

kg de la línea LT160 (Progenitor macho) de semilla registrada, se establecieron 48 has del híbrido H-564C y se obtuvieron 144 toneladas de semilla certificada y se logró la siembra comercial de 7,200 has en el trópico mexicano (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Producción de semilla certificada del híbrido de maíz H-564C. Cotaxtla, Ver. 2010 a 2012.

Productor	Requisición	Progenitores	Semilla registrada (kg)	Semilla certificada (has)	Pro dton	Superficie comercial (has)
Terra Semillas	Agosto 2010	LT158xLT15 9 LT160	360 40	26	78	2700
PROASE	Agosto 2011	LT158xLT15 9 LT160	150 50	10	30	1500
Agrícola Caudillo	Octubre 2011	LT158xLT15 9 LT160	85 20	6.0	18.0	900
CRUS UACH	OI 2009/10	LT158xLT15 9 LT160	40 20	3.0	9.0	450
Semillas La Ejidal	Julio diciembre 2010	LT158xLT15 9 LT160	40 20	3.0	9.0	450
<b>Total</b>		<b>LT158xLT159 LT160</b>	<b>695 265</b>	<b>48.0</b>	<b>144</b>	<b>7,200</b>

**Análisis de rentabilidad del híbrido de maíz H-564C**

De una muestra de 14 productores de maíz que sembraron el híbrido H-564C en 2010 a 2012, en los municipios de Cotaxtla, Tlaxicoyan y Hueyapan de Ocampo e Isla, Ver. en una superficie de 17.5 has, se obtuvo un rendimiento medio de 7.11 t ha<sup>-1</sup>. El costo

estimado de producción fue de \$12,730.00 por hectárea y el precio de venta durante el ciclo agrícola que se reporta, fue de \$4000.00 por tonelada. Se deriva de esta información que el valor de la producción es de \$28,440.00 por hectárea, un beneficio neto estimado de \$15,710.00 y un costo por tonelada de \$1790.00. Con estas bases se obtuvo una relación beneficio: costo B/C de 1: 1.23, lo que

significa, que por cada peso invertido, se recupera el peso y 1.23 pesos adicionales.

## CONCLUSIONES

El híbrido H-564C registró rendimiento competitivo, buena cobertura de mazorca, buen aspecto y sanidad de planta y mazorca.

H-564C tiene características para satisfacer la industria de la masa y la tortilla.

El H-564C es una alternativa viable para incrementar los rendimientos, mejorar la nutrición y elaborar tortillas con buena calidad comercial.

## LITERATURA CITADA

- Espinosa, C. A., Gómez, M. N., Sierra, M. M., Betanzos, M. E. y Caballero, H. F. 2006. Variedades e híbridos de maíz de Calidad Proteínica en México. Ciencia, Vol. 57 (3): 28-34.  
<https://doi.org/10.15517/am.v14i2.11952>
- Mertz, E. T., Bates, L. S. y Nelson, O. E. 1964. Mutant gene that changes protein composition and increase lysine content of maize endosperm. Science 145: 279-280.  
<https://doi.org/10.1126/science.145.3629.279>
- Morris, M. L. y López, P. M. A. 2000. Impactos del mejoramiento de maíz en América Latina 1966-1997. México D.F. CIMMYT 45 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Subsistema de Información Agrícola. México, D.F. (Versión en CD).  
<https://doi.org/10.32870/cer.v0i118.7067>
- 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.  
<https://doi.org/10.15517/am.v9i2.20102>
- Vasal, S. K. 1994. High quality protein corn. In: Specialty corn. A.R., Hallauer Ed. CRC press. Boca Ratón Fl. P 75.
- Vasal, S. K. y Villegas, E. 2001. The quality protein maize revolution. Improved nutrition and livelihoods for the poor. CIMMYT, El Batán Texcoco, Mex. 7p.

Copyright (c) 2014 Mauro Sierra Macías, Flavio Rodríguez Montalvo, Artemio Palafox Caballero, Noel Gómez Montiel y Alejandro Espinosa Calderón



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)