

H-385A. HÍBRIDO DOBLE MODIFICADO DE MAÍZ DE GRANO AMARILLO PARA BUEN TEMPORAL Y PUNTA DE RIEGO PARA LA ZONA CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO

José Luis Ramírez Díaz, Margarito Chuela Bonaparte, Víctor Antonio Vidal Martínez,
Alejandro Ledesma Miramontes, Ivone Alemán de la Torre, Yolanda Salinas Moreno,
Humberto Leonel Vallejo Delgado, Rosalío Ramírez Zamora,
Noel Orlando Gómez Montiel, Santiago Ruiz Ramírez, Alfonso Peña Ramos,
Cesar Augusto Reyes Méndez, María Gricelda Vázquez Carrillo,
José Ariel Ruiz Corral y Ricardo Ernesto Preciado Ortiz



DIRECTORIO INSTITUCIONAL

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

LIC. JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA
Secretario

LIC. JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ
Subsecretario de Agricultura

LIC. MELY ROMERO CELIS
Subsecretaria de Desarrollo Rural

LIC. RICARDO AGUILAR CASTILLO
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

ING. FRANCISCO JAVIER GUÍZAR MACÍAS
Delegado de la SAGARPA en Jalisco

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DR. RAFAEL AMBRIZ CERVANTES
Encargado del Despacho de la Dirección General del INIFAP

DR. RAÚL GERARDO OBANDO RODRÍGUEZ
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. JORGE FAJARDO GUEL
Coordinador de Planeación y Desarrollo

MTRO. E. FRANCISCO BERTERAME BARQUÍN
Coordinador de Administración y Sistemas

LIC. EVARISTO AGUILAR TEXIS
Titular de la Unidad Jurídica

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL PACÍFICO CENTRO

DR. JOSÉ ANTONIO RENTERÍA FLORES
Director Regional CIR Pacífico Centro

DR. JORGE ARMANDO BONILLA CÁRDENAS
Director de Investigación CIR Pacífico Centro

M.C. PRIMITIVO DÍAZ MEDEROS
Encargado del despacho de la Dir. de Planeación y Desarrollo

LIC. MIGUEL MÉNDEZ GONZÁLEZ
Director de Administración CIR Pacífico Centro

M.C. RAMÓN HERNÁNDEZ VIRGEN
Jefe del Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco

H-385A. HÍBRIDO DOBLE MODIFICADO DE MAÍZ DE GRANO AMARILLO PARA BUEN TEMPORAL Y PUNTA DE RIEGO PARA LA ZONA CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO

José Luis Ramírez Díaz, Margarito Chuela Bonaparte, Víctor Antonio Vidal Martínez,
Alejandro Ledesma Miramontes, Ivone Alemán de la Torre, Yolanda Salinas Moreno,
Humberto Leonel Vallejo Delgado, Rosalío Ramírez Zamora,
Noel Orlando Gómez Montiel, Santiago Ruiz Ramírez, Alfonso Peña Ramos,
Cesar Augusto Reyes Méndez, María Gricelda Vázquez Carrillo,
José Ariel Ruiz Corral y Ricardo Ernesto Preciado Ortiz

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Pacífico Centro
Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco
Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Diciembre de 2017

H-385A. HÍBRIDO DOBLE MODIFICADO DE MAÍZ DE GRANO AMARILLO PARA BUEN TEMPORAL Y PUNTA DE RIEGO PARA LA ZONA CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO

Dr. José Luis Ramírez Díaz

Investigador del Programa de Maíz

Dr. Noel Orlando Gómez Montiel

Investigador del Programa de Maíz

M. C. Margarito Chuela Bonaparte

Ex-Investigador del Programa de Maíz

M. C. Santiago Ruiz Ramírez

Investigador del Programa de Maíz

Dr. Víctor Antonio Vidal Martínez

Investigador del Programa de Maíz

Dr. Alfonso Peña Ramos

Jefe del Campo Experimental Pabellón

M. C. Alejandro Ledesma Miramontes

Investigador del Programa de Maíz

M. C. César Augusto Reyes Méndez

Investigador del Programa de Maíz

M. C. Ivone Alemán de la Torre

Investigadora del Programa de Maíz

Dra. María Gricelda Vázquez Carrillo

Investigadora del Programa de Maíz

Dra. Yolanda Salinas Moreno

Investigadora del Programa de Maíz

Dr. José Ariel Ruiz Corral

Investigador del Programa de Agrometeorología y Modelaje

M. C. Humberto Leonel Vallejo Delgado

Ex-Investigador del Programa de Maíz

Dr. Ricardo Ernesto Preciado Ortiz

Investigador del Programa de Maíz

M. C. Rosalío Ramírez Zamora

Ex-Investigador del Programa de Maíz

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centro de Investigación Regional Pacífico Centro

Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco

Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Diciembre de 2017

H-385A. HÍBRIDO DOBLE MODIFICADO DE MAÍZ DE GRANO AMARILLO PARA BUEN TEMPORAL Y PUNTA DE RIEGO PARA LA ZONA CENTRO OCCIDENTE DE MÉXICO

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

Derechos Reservados ©

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Progreso No. 5. Barrio de Santa Catarina.
Delegación Coyoacán, C.P. 04010 México D. F.
Teléfono (55) 3871-8700 conmutador.
www.inifap.gob.mx

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de investigación Regional Pacífico Centro
Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco
Primera Edición 2017.
Impreso en México.
ISBN: 978-607-37-0839-5
Derecho de Autor: 03-2017-120712063600-01
Folleto Técnico Núm. 6
Diciembre de 2017

CAMPO EXPERIMENTAL CENTRO-ALTOS DE JALISCO.

Av. Biodiversidad Núm. 2470. Colonia Las Cruces.
47600 Tepatitlán de Morelos, Jalisco.
Tel. 01 800 088 2222 ext. 84523

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 2017 en Prometeo Editores S. A. de C. V. Libertad 1457, Col. Americana, Guadalajara, Jalisco CP 44160. Tel. 01(33) 38262726

Su tiraje consta de 1000 ejemplares

La cita correcta de esta obra es:

Ramírez D., J. L., M. Chuela B., V. A. Vidal M., A. Ledesma M., I. Alemán de la T., Y. Salinas M., H. L. Vallejo D., R. Ramírez Z., N. O. Gómez M., S. Ruiz R., A. Peña R., C. A. Reyes M., M. G. Vázquez C., J. A. Ruiz C. y R. E. Preciado O. 2017. H-385A. Híbrido doble modificado de maíz de grano amarillo para buen temporal y punta de riego para la zona centro occidente de México. Folleto Técnico Núm. 6. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jal. 34 p.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
FORMACIÓN DEL HÍBRIDO H-385A.....	2
DESCRIPCIÓN DEL HÍBRIDO H-385A Y SUS PROGENITORES	5
Híbrido H-385A.....	5
Hembra del híbrido H-385A.....	6
Macho del híbrido H-385A.....	7
LOCALIDADES DE EVALUACIÓN	8
RESULTADOS DE EVALUACIONES.....	10
Estabilidad del rendimiento de grano del híbrido H-385A.....	15
Densidad de población.....	17
CALIDAD NIXTAMALERA-TORTILLERA DEL HÍBRIDO H-385A.....	17
PRODUCCIÓN DE SEMILLA DEL HÍBRIDO H-385A.....	22
LITERATURA CITADA.....	27
ANEXO	30

INTRODUCCIÓN

Con base en el patrón de consumo nacional de maíz de grano blanco y amarillo, el Gobierno Federal propuso la reconversión de una parte de la superficie sembrada de maíz con grano blanco a amarillo, con el objeto de ordenar la producción de maíz de acuerdo a la demanda del tipo de grano (SAGARPA 2013), resolver problemas de comercialización que se presentan con los excedentes de maíz de grano blanco, así como, reducir las importaciones de maíz amarillo; la cual se estima, que en el periodo 2016-2017, México importará 12.6 millones de toneladas de maíz de grano amarillo (Imagen Agropecuaria, 2016). A pesar de los estímulos anunciados a la producción de maíz de grano amarillo, la respuesta de los productores ha sido lenta, ya que, en el periodo de 2013-2015, la superficie nacional sembrada con maíz amarillo se incrementó de 376,497 a 602,701 ha, el rendimiento promedio nacional de maíz de grano amarillo osciló de 4.5 a 4.7 t ha⁻¹, y el 77.2 % de la producción nacional se concentró en los estados de Chihuahua, Chiapas, Jalisco y Tamaulipas (SIAP, 2013; SIAP, 2014; SIAP, 2015). Con respecto a la Región Pacífico Centro, que abarca los estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit, el año 2015 se sembró el 22.18 % de la superficie nacional, aportó el 23.14 % de la producción nacional, y el promedio de rendimiento por hectárea fue 12.6 % superior a la media nacional (SIAP, 2015).

Se considera que uno de los factores de que la respuesta a la reconversión del maíz de grano blanco a amarillo haya sido hasta ahora lenta es debido, en gran parte, a que la oferta de maíces de grano amarillo por las empresas nacionales y multinacionales es limitada comparativamente con las de grano blanco, pues por cada cinco o más híbridos ofertados de grano blanco hay uno de grano amarillo, lo cual se debe a que históricamente en México no se había hecho mejoramiento genético en maíces de grano amarillo de manera relevante debido a que la demanda era sólo para grano blanco,

y los híbridos amarillos, en un inicio, eran menos competitivos que los de grano blanco; ya que se había hecho muy poco trabajo en mejoramiento genético de maíces de grano amarillo.

Para contribuir a la solución del problema anterior, el Programa de Mejoramiento Genético de Maíz del INIFAP generó la base genética de maíces de grano amarillo con una estrategia de mejoramiento (Ramírez *et al.*, 2007); lo cual ha permitido poner a disposición de los productores de maíz los híbridos simples de grano amarillo H-378A (Ramírez *et al.*, 2011), H-380A (Ramírez *et al.*, 2015), H-381A y H-382A, el híbrido simple modificado H-384A (Ramírez *et al.*, 2016) y la cruce trilineal H-386A (Ramírez *et al.*, 2017). También se trabaja en la formación de diferentes tipos de híbridos con el objeto de combinar mayor rentabilidad en la producción de semillas, menor costo de semilla certificada para el productor y buena uniformidad fenotípica del híbrido. Con este enfoque se formó el híbrido doble modificado H-385A, el cual es producto de dos cruces simples modificadas. El objetivo de este Folleto es dar a conocer la formación del híbrido H-385A, los resultados experimentales en las diferentes localidades de la región Centro Occidente; así como, la calidad del grano y la producción de semilla certificada.

FORMACIÓN DEL HÍBRIDO H-385A

El híbrido doble modificado de maíz de grano amarillo H-385A es producto de la conversión genética del híbrido H-375 de grano blanco (Ramírez *et al.*, 2005; Ramírez *et al.*, 2007; Ramírez *et al.*, 2015) a amarillo, cuyos progenitores B-48 y B-41 dieron origen a los progenitores de grano amarillo B-4A x B-6A (cruza simple hembra) y B-7A x B-8A (cruza simple macho), respectivamente. El híbrido H-385A tiene ciclo de madurez intermedio-tardío y se diseñó para la producción de grano, se adapta a regiones maiceras ubicadas en un gradiente de altitud que oscila de los 900 a los 1850 metros. Se sugiere para los regímenes de humedad de punta de riego y buen

temporal con precipitación pluvial, de junio a octubre, superior a los 750 mm. La metodología de conversión de las líneas de grano blanco a amarillo fue descrita por Ramírez *et al.* (2007), y la cronología de la formación del híbrido H-385A y sus progenitores se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cronología de formación del híbrido doble modificado de maíz de grano amarillo H-385A y de sus progenitores.

Ciclo	Año	Actividad
Agrícola		
PV	2002	Cruza de progenitores de H-375, B-48 y B-41, con un donador de grano amarillo cristalino subtropical, y otro dentado subtropical-templado, respectivamente. Tlajomulco, Jal.
OI	2002-2003	Obtención de la primera retrocruza (RC1). Cruzas B-48 x donador y B-41 x donador, por progenitores recurrentes B-48 y B-41, respectivamente. Santiago, Ixcuintla, Nay.
PV	2003	Derivación de líneas S_1 a partir de B-48A RC1 F_1 y B-41A RC1 F_1 . Obtención de probadores B-48 RC1 F_2 y B-41 RC1 F_2 . Selección de segregantes amarillos. Tlajomulco, Jal.
OI	2003-2004	Formación de mestizos, líneas S_1 x Probador (B-48A RC1 F_2 ó B-41A RC1 F_2). Iguala, Gro.
PV	2004	Evaluación de mestizos: líneas B-48A'S x B-41A RC1 F_2 y líneas B-41A'S x B-48A RC1 F_2 . Selección de líneas por aptitud combinatoria general (ACG) y avance de líneas S_2 . Ambientes tropicales y subtropicales. Avance endogámico de las líneas en Tlajomulco, Jal.
OI	2004-2005	Formación de cruza simples posibles entre líneas S_2 sobresalientes por ACG de B-48A'S y B-41A'S usando el Diseño Genético II de Carolina del Norte. Santiago, Ixcuintla, Nay.
PV	2005	Evaluación de cruza simples y selección de líneas por ACG y aptitud combinatoria específica (ACE) a través de ambientes tropicales y subtropicales. Avance endogámico de las líneas a S_3 en Tlajomulco, Jal.

Ciclo	Año	Actividad
Agrícola		
PV	2007	Formación de cruzas dialélicas entre líneas sobresalientes por ACG de B-41A y líneas de B-48A. Tlajomulco, Jal.
OI	2007-2008	a) Evaluación de cruzas dialélicas de B-41A y B-48A en Río Bravo, Tamps. y Culiacán, Sin.; y b) Formación de cruzas simples y dobles modificadas entre cruzas simples de B-41A'S x líneas de B-48A'S en Santiago, Ixcuintla, Nay.
PV	2008	Evaluación de cruzas simples y dobles modificadas B-41A'S x líneas de B-48A'S, B-48A'S x líneas de B-41'S, y dialélicas de B-41A'S y B-48A'S en ambientes subtropicales, tropicales y transición.
OI	2008-2009	Formación de cruzas dobles modificadas sobresalientes a través de ambientes B-41A'S x líneas de B-48A'S. Santiago Ixcuintla, Nay.
PV	2009	Evaluación de cruzas dobles modificadas sobresalientes de B-41A'S x líneas de B-48A'S y B-48A'S x líneas de B-41'S en ambientes subtropicales y tropicales.
OI	2009-2010	Formación de cruzas dobles modificadas sobresalientes a través de ambientes B-41A'S x líneas de B-48A'S. Santiago Ixcuintla, Nay.
PV	2010	Evaluación de cruzas dobles modificadas sobresalientes de B-41A'S x líneas de B-48A'S. Caracterización del híbrido H-385A y sus progenitores.
PV	2011	Evaluación de cruzas dobles modificadas sobresalientes de B-41A'S x líneas de B-48A'S. Caracterización del híbrido H-385A en Tlajomulco, Jal.
OI	2011-2012	Multiplicación de semilla del híbrido H-385A y sus progenitores. Santiago Ixcuintla, Nay.
PV	2012	Evaluación de cruzas dobles modificadas sobresalientes de B-41A'S x líneas de B-48A'S. en ambientes subtropicales y tropicales. Concentración de datos de caracterización.
PV	2013	Elaboración del documento soporte y solicitud de registro, siembra de lotes de observación y análisis de la calidad del grano del híbrido H-385A.
PV	2014	Obtención del registro del híbrido H-385A.
PV	2015	Evaluación del híbrido H-385A con híbridos comerciales a través de ambientes tropicales y subtropicales.

Las actividades de mejoramiento genético en el ciclo agrícola de primavera-verano (PV) se realizaron en Tlajomulco, Jal. OI = ciclo agrícola de Otoño-Invierno.

DESCRIPCIÓN DEL HÍBRIDO H-385A Y SUS PROGENITORES

Híbrido H-385A.

El híbrido de maíz de grano amarillo H-385A es una cruce doble modificada formada por las cruces simples (B-4A x B-6A) x (B-7A x B-8A) es de ciclo intermedio-tardío, tiene porte de planta y mazorca alta, estigmas con antocianinas de color tenue, mazorca con 16-18 hileras, color de grano amarillo medio y corona convexa (Cuadro 2, Figura 1).



Figura 1. Híbrido H-385A y sus progenitores B-4A x B-6A y B-7A x B-8A.

Hembra del híbrido H-385A (B-4A x B-6A).

El progenitor hembra, B-4A x B-3A, del híbrido H-385A es una cruza simple formada por las líneas B-4A (hembra de la hembra) y B-6A (macho de la hembra); ambos progenitores tienen tres autofecundaciones (S_3) y se formaron a partir de la línea original de grano blanco B-41; la cual se cruzó con un progenitor subtropical-templado de grano semidentado (Ramírez *et al.*, 2007). La descripción completa de los progenitores, B-4A y B-6A está publicada en Ramírez *et al.* (2016) (Cuadros 1 y 2 y Figura 2).

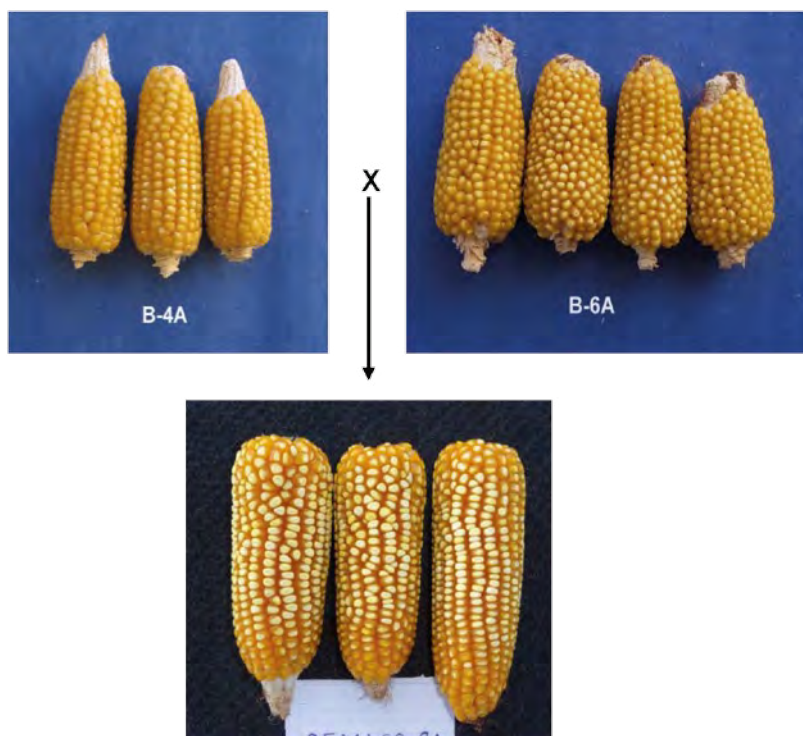


Figura 2. Hembra del H-385A y sus progenitores B-4A y B-6A.

Macho del híbrido H-385A (B-7A x B-8A).

El progenitor macho del híbrido H-385A es una cruce simple modificada de maíz de grano amarillo formada por los progenitores B-7A x B-8A. Ambos progenitores se derivaron de la línea original de grano blanco B-48; la cual se cruzó con una población subtropical de grano amarillo cristalino (Ramírez *et al.*, 2007). El progenitor B-7A es la hembra del macho del híbrido H-385A, es una línea con tres autofecundaciones (S_3) y fue descrita previamente por Ramírez *et al.* (2016). El progenitor B-8A es una línea S_3 y corresponde al macho del macho del híbrido H-385A, tiene porte medio de planta y mazorca baja, ciclo tardío, estigmas con antocianinas con intensidad media, grano de color amarillo claro, corona hendida y mazorca con 12 a 16 hileras. La cruce simple macho del híbrido H-385A, B-7A x B-8A, tiene porte planta y mazorca alta, es de ciclo intermedio tardío, estigmas con antocianinas con intensidad tenue, grano de color amarillo medio, con corona convexa y mazorca con 16 a 18 hileras (Cuadros 1 y 2, y Figura 3).



Figura 3. Macho del híbrido H-385A y sus progenitores B-7A y B-8A.

Cuadro 2. Características agronómicas del híbrido H-385A y de sus progenitores.

Característica	B-4A	B-6A	B-4A x B-6A	B-7A	B-8A**	B-7A x B-8A	H-385A
Altura de planta (cm)	161-190 Baja	191-220 Mediana	251-300 Alta	251-300 Alta	191-220 Media	251-300 Alta	251-300 Alta
Altura de mazorca (cm)	101-120 Media	81-100 Baja	101-120 media	81-100 Baja	61-100 Baja	101-120 Media	121-140 Alta
Coloración de antocianinas en los estigmas	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Presente	Presente
Intensidad de coloración de antocianinas en los estigmas	Ausente	Ausente	Ausente	Intermedia	Media	Intermedia	Tenue
Longitud de la espiga (cm)	24-27 Corta	32-35 Intermedia	32-35 Intermedia	36-39 Larga	27.1-35 Media	36-39 Larga	36-39 Larga
Tipo de grano	Cristalino	Semi-cristalino	Semi-dentado	Semi-cristalino	Semi-cristalino	Semi-cristalino	Semi-cristalino
Color del grano	Amarillo medio	Amarillo medio	Amarillo medio	Amarillo medio	Amarillo claro	Amarillo-medio	Amarillo medio
Forma de la corona	Convexa	Convexa	Convexa	Convexa	Hendida	Convexa	Convexa
No. hileras/mazorca	16-18	No definidas*	16-18	12 a 14	12-16	16-18	16-18
Floración masculina	75	77	74	75	78	72	68
Floración femenina	76	79	74	76	80	73	69

*Las hileras son irregulares y no definidas. **La caracterización de B-8A se hizo con el manual del SNICS (2010).

LOCALIDADES DE EVALUACIÓN

El híbrido H-385A se evaluó, de 2008 a 2015, en el ciclo agrícola de Primavera-Verano (PV) en los regímenes de humedad de riego, punta de riego y temporal, en localidades que oscilaron de 25 a 1949 m de altitud

y precipitación media anual de 478 a 1156 mm. En las localidades de Pabellón, Ags., Celaya, Gto. y Peña del Panal, Mich., se aplicaron de uno a tres riegos de auxilio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características climáticas promedio predominantes en los sitios de evaluación del híbrido simple modificado de maíz de grano amarillo H-384A.

Localidad	Latitud (N)	Longitud (O)	Temp. Media (°C)	Temp. máx. (°C)	Temp. mín. (°C)	Prec. (mm)	Altitud (msnm)
Campo Exptal. Bajío. Celaya, Gto.	20° 34'	100° 50'	18.4	26.9	9.8	601	1765
Peña del Panal, Mich.	19° 46'	101° 11'	17.7	26.2	9.2	733	1897
Comala, Colima	19° 19'	103° 36'	23.4	30.4	16.5	1163	896
San José de Mojarras, Nay.	21° 25'	104° 36'	22.6	31.2	14.0	1156	884
Tlajomulco, Jal.	20° 25'	103° 32'	19.2	28.3	10.0	768	1350
Campo Exptal. Centro-Altos de Jalisco. Tepatitlán, Jal.	20° 52'	102° 42'	16.7	25.0	7.7	869	1810
Campo Exptal. Iguala. Iguala, Gro.	18° 21'	99° 33'	25.9	33.7	18.0	1045	751
Campo Exptal. Pabellón. Pabellón Ags.	22° 09'	102° 42'	17.0	25.7	8.5	277	1949
Campo Exptal. Valle de Culiacán. Culiacán, Sin.	24° 48'	107° 24'	23.8	32.4	17.4	478	54
Campo Exptal. Río Bravo. Río Bravo, Tamps.	25° 57'	98° 01'	22.6	27.4	17.8	653	25
Ocuituco, Mor.	18° 52'	98° 49'	19.1	26.4	11.8	1067	1737
Zacatepec, Mor.	18° 39'	99° 12'	23.6	32.2	15.0	847	911

RESULTADOS DE EVALUACIONES

Durante el periodo de 2008 a 2015, el híbrido de grano amarillo H-385A se evaluó en 11 localidades; siete en condiciones de temporal, dos en punta de riego y dos en riego; en cada localidad, en los experimentos en donde se evaluó el híbrido H-385A, se tomó el rendimiento de grano y las características agronómicas. Además, se obtuvo el promedio de los testigos comerciales cuando fueron mayor que uno, el coeficiente de variación y la media general del experimento para generar índices ambientales, en total se hicieron 134 evaluaciones, 97 en condiciones de temporal, 26 en punta de riego y 11 en riego. En promedio de todas las localidades el híbrido H-385A tuvo rendimiento de grano 3 % mayor (8,217 kg ha⁻¹) que el promedio de testigos comerciales amarillos (7,947 kg ha⁻¹), diferencia que no fue estadísticamente significativa. El H-385A fue tres días más tardío, tiene porte de planta intermedio a alto y buena tolerancia al acame (Cuadro 4).

Al comparar el rendimiento de grano del híbrido H-385A con el promedio de los testigos comerciales en función de las localidades de prueba, se encontró, que en promedio de años, el híbrido H-385A superó al promedio de los testigos comerciales en las localidades de Celaya, Gto. (36 %), Iguala, Gro. (11 %), Peña del Panal, Mich. (5 %), Río Bravo, Tamps. (5 %), Santa María del Oro, Nay. (6 %), Pabellón, Ags. (1 %), Tlajomulco, Jal. (9 %) y Zacatepec, Mor. (9 %); mientras que, el rendimiento de grano de H-385A fue menor que el promedio de testigos comerciales en las localidades de Ocuituco, Mor. (2 %) y Tepatitlán, Jal. (14 %), y en Colima, Col. no hubo diferencias entre los híbridos (Cuadro 4).

Es importante señalar que el caso de las localidades de Ocuituco, Zacatepec, Mor. y Colima, Col. se requiere hacer más evaluaciones, debido a que sólo fue un año de prueba. En Río Bravo, Tamps. se requiere evaluar uno o dos años más, y en Celaya, Gto., a pesar de que se hicieron tres

años de evaluación, es recomendable evaluar de nuevo, debido a que las evaluaciones se hicieron en el periodo 2008-2010 y hay testigos comerciales nuevos en el mercado.

Cuadro 4. Rendimiento de grano y características agronómicas del híbrido de maíz de grano amarillo H-385A en comparación con la media de testigos comerciales de maíz de grano amarillo, en función de años, localidades, régimen de humedad (RH) y zona ecológica (ZE).2008-2015.

Año	Localidad	RH	ZE	NE	Híbrido	REND	% T	FM	FF	AP	AM	AR	AT	CV
2008-2010	Celaya, Gto.	PR	S	3	H-385A	9386	136	76	75	227	119		6	19.4
					Media Test. Com. Amarillos	6925	100	75	74	212	111		7	19.4
2011	Colima, Col.	T	TR	1	H-385A	7724	100	66		286	135			10.0
					Media Test. Com. Amarillos	7746	100	67		273	129			10.0
2009-2015	Iguala, Gro.	T	TR	12	H-385A	6183	111	58	59	255	112	9	1	14.8
					Media Test. Com. Amarillos	5593	100	57	58	256	105	9	0	14.8
2008-2015	Morelia	PR	S	25	H-385A	10485	105	81	82	254	130	3	0	11.8
					Media Test. Com. Amarillos	9949	100	78	78	243	119	2	0	11.8
2013	Ocuituco, Mor.	T	S	1	H-385A	7797	98	81	84	281	120			21
					Media Test. Com. Amarillos	7979	100	79	81	249	101			9
2011-2015	Pabellón, Ags.	R	T	8	H-385A	10603	101	77	78	289	136	5	14	12.4
					Media Test. Com. Amarillos	10547	100	72	73	280	123	0	6	12.4
203-2014 y 2015-2016	Río Bravo, Tamps.	R	TR	3	H-385A	8671	105	75	75	209	74	1	2	10.3

Continúa Cuado 4.

Año	Localidad	RH	ZE	NE	Híbrido	REND	% T	FM	FF	AP	AM	AR	AT	CV
					Media									
					Test. Com.	8263	100	75	76	205	76	1	2	10.3
					Amarillos									
2008-2017	Santa Ma. del Oro, Nay.	T	TR	27	H-385A	6492	106	59	58	252	131	5	18	15.8
					Media									
					Test. Com.	6107	100	56	56	243	120	2	8	15.8
					Amarillos									
2008-2015	Tepatitlán, Jal.	T	T	25	H-385A	6711	86	84	84	285	126	1	5	12.5
					Media									
					Test. Com.	7771	100	78	78	275	109	1	3	12.5
					Amarillos									
2008-2015	Tlajomulco, Jal.	T	S	28	H-385A	9153	109	68	68	291	135	6	7	12.5
					Media									
					Test. Com.	8367	100	66	66	280	117	3	3	12.5
					Amarillos									
2013	Zacatepec, Mor.	T	TR	1	H-385A	10855	109	58	58	208	124		5	
					Media									
					Test. Com.	9929	100	55	57	278	124		2	
					Amarillos									
	Todas			134	H-385A	8217	103	72	72	268	128	4	8	13.3
					Media									
					Test. Com.	7947	100	69	69	259	115	2	4	13.3
					Amarillos									

REND = rendimiento de grano en materia seca (kg ha⁻¹); % T = porcentaje respecto al testigo; FM = número de días a floración masculina; FF = número de días a floración femenina; AP = altura de planta (cm); AM = altura de mazorca (cm); AR = porcentaje de acame de raíz; AT = porcentaje de acame de tallo; CV = coeficiente de variación (%) y NE = número de experimentos de donde se obtuvo el promedio.

Al comparar el híbrido de grano amarillo con el promedio de testigos comerciales de grano amarillo en función del régimen de humedad, en punta de riego el H-385A superó al promedio de los testigos comerciales en 8 %, en riego 1.5 % y en temporal 2 % (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimiento de grano y características agronómicas del híbrido de maíz de grano amarillo H-385A en comparación con la media de los testigos comerciales de grano amarillo de empresas, en función del régimen de humedad. 2008-2015.

Años	RH	NE	Híbrido	REND	% T	FM	FF	AP	AM	AR	AT	CV
2008-2015	Punta de riego	26	Media H-385A	10458	108	81	82	251	129	3	1	12.5
			Media Test. Com. Amarillos	9677	100	77	78	239	118	1	1	12.5
2011-2015	Riego	11	Media H-385A	10076	101.5	76	77	267	119	4	11	11.8
			Media Test. Com. Amarillos	9924	100	73	73	259	110	1	5	11.8
2008-2015	Temporal	97	Media H-385A	7405	102	68	69	272	128	4	10	13.7
			Media Test. Com. Amarillos	7259	100	65	65	264	115	2	4	13.7
2008-2015	Todos	134	H-385A	8217	103	72	72	268	128	4	8	13.3
	Todos		Media Test. Com. Amarillos	7947	100	69	69	259	115	2	4	13.3

REND = rendimiento de grano en materia seca (kg ha⁻¹); % T = porcentaje respecto al testigo; FM = número de días a floración masculina; FF = número de días a floración femenina; AP Altura de planta (cm); AM = altura de mazorca (cm); AR = porcentaje de acame de raíz; AT = porcentaje de acame de tallo; CV = coeficiente de variación (%) y NE = número de experimentos de donde se obtuvo el promedio.

Al considerar el comportamiento del híbrido H-385A en función de la zona ecológica de evaluación, en el subtrópico y trópico, la media del híbrido H-385A superó a la media de los testigos amarillos comerciales en 9 % y 6 %, respectivamente, pero en transición la media del híbrido H-385A fue menor 9 % debido a que es un híbrido subtropical y la mayoría de los experimentos se sembraron en la última semana de junio (Cuadro 6).

Cuadro 6. Rendimiento de grano y características agronómicas del híbrido de maíz de grano amarillo H-385A en función de la zona ecológica (ZE) de prueba. 2008-2015.

Años	ZE	NE	HIBRIDO	REND	% T	FM	FF	AP	AM	AR	AT	CV
2008-2015	Subtrópico	58	Media H-385A	9663	109	77	76	270	131	4	4	12.7
			Media Test. Com. Empresas	8895	100	74	72	259	117	2	2	12.7
2008-2015	Transición	32	Media H-385A	7725	91	82	82	286	129	2	7	12.5
			Media Test. Com. Empresas	8489	100	76	76	276	113	1	4	12.5
2008-2015	Trópico	44	Media H-385A	6667	106	60	60	251	122	5	15	14.7
			Media Test. Com. Empresas	6303	100	58	58	246	113	3	6	14.7
2008-2015	Todos	134	H-385A	8217	103	72	72	268	128	4	8	13.3
			Media Test. Com. Empresas	7947	100	69	69	259	115	2	4	13.3

REND = rendimiento de grano en materia seca (kg ha⁻¹); % T = porcentaje respecto al testigo; FM = número de días a floración masculina; FF = número de días a floración femenina; AP = Altura de planta (cm); AM = altura de mazorca (cm); AR = porcentaje de acame de raíz; AT = porcentaje de acame de tallo; CV = coeficiente de variación (%) y NE = número de experimentos de donde se obtuvo el promedio.

Estabilidad del rendimiento de grano del híbrido H-385A.

Para conocer la estabilidad del rendimiento de grano del híbrido H-385A a través de ambientes, con la media del rendimiento de grano del híbrido H-385A, el promedio de los testigos comerciales, la media de cada experimento y la media general de todos los experimentos, se generaron los índices ambientales. Luego, se hizo una regresión lineal simple entre el índice ambiental y el rendimiento de grano del híbrido H-385A; así como, con el promedio de los testigos comerciales (TCA). En la prueba de hipótesis el coeficiente de regresión del híbrido H-385A ($b = 0.99$) fue igual a uno considerándose como estable, mientras que el del promedio de los testigos comerciales amarillos ($b=0.87$) fue diferente de uno considerándose como inestable (Eberhart y Russell, 1966). Se aclara, que no es una prueba completa de la estabilidad porque no se hace la prueba de hipótesis de la suma de cuadrados de las desviaciones igual a cero para definir la consistencia. Además, la prueba en los TCA pudiera estar sesgada porque se trata de un valor promedio de diferentes genotipos. También, se observó, que en ambientes restrictivos los TCA se comportan ligeramente mejor que el híbrido H-385A, pero en los buenos ambientes el híbrido H-385A tiene mejor comportamiento que la media de los TCA (Cuadro 7 y Figura 4).

Cuadro 7. Estabilidad del rendimiento de grano (kg ha^{-1}) del híbrido de maíz de grano amarillo H-385A y del promedio de los testigos comerciales.

Híbrido	Ordenada al origen	Coefficiente de Regresión	R ²
H-385A	8217	0.99	0.83
TCA	7947	0.87	0.71

TCA = Promedio de los testigos comerciales amarillos.

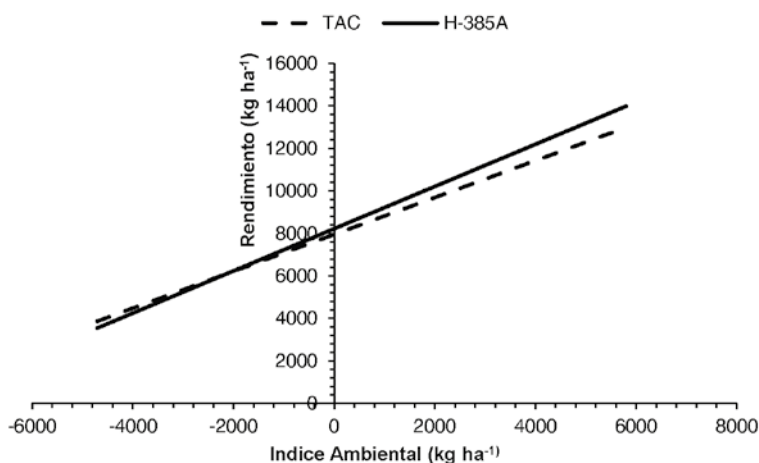


Figura 4. Estabilidad del rendimiento de grano del híbrido de grano amarillo H- 385A y el promedio de testigos comerciales de grano amarillo (TCA), en función del ambiente de evaluación. Cuadrante izquierdo ambientes restrictivos, derecho ambientes buenos.

Con base en los resultados de los Cuadros 4, 5 y 6 se concluye que el rendimiento de híbrido H-385A es competitivo con el de los híbridos comerciales amarillos en los tres regímenes de humedad estudiados, pero en forma más clara en punta de riego y temporal, y tiene adaptación en las zonas ecológicas de trópico y subtrópico, con una cobertura que va desde los 800 a los 1800 m de altitud. Asimismo, el rendimiento de grano del

híbrido H-385A mostró estabilidad a través de años y localidades (Cuadro 7 y Figura 4). Sin embargo, es importante señalar, que el híbrido H-385A tuvo porcentajes de acame de raíz y tallo ligeramente más altos que el promedio de los testigos amarillos comerciales, situación que puede compensarse sembrando las densidades de población indicadas.

Densidad de población.

El híbrido H-385A tiene porte de planta intermedio a alto y tolerancia a acame, durante su formación el híbrido se evaluó entre 70 y 75 mil plantas / ha. Por lo tanto, se sugiere que en siembras comerciales, en condiciones de buen temporal, sembrar de 70 a 75 mil semillas / ha y de 80 a 85 mil en condiciones de punta riego. Es importante no exceder la cantidad de semilla recomendada, debido a que aumentar la densidad de población incrementa el riesgo del acamado de las plantas, se reduce el número de plantas sin mazorca, el tamaño de mazorca y el número de granos (Hashemi *et al.*, 2005), especialmente si se siembra en condiciones de temporal, pues, la respuesta de cada híbrido a la densidad de población es única y está influenciada tanto por factores genéticos como ambientales (Mansfield y Mumm, 2014).

CALIDAD NIXTAMALERA-TORTILLERA DEL HÍBRIDO H-385A

Caracterización física del Grano

En la caracterización física del grano se evaluaron las variables: humedad, peso hectolitrico, índice de flotación, densidad, peso de cien granos y parámetros del color usando la metodología propuesta por Salinas y Vázquez (2006). El color del grano se determinó con el colorímetro Hunter Lab en una muestra de 30 g de grano que se colocó en una caja de aluminio. La lectura

se tomó sobre la superficie de los granos. Se tomaron entre 3 y 4 lecturas de cada muestra. Se obtuvieron las variables CIELab: luminosidad (L^*), que mide la reflectancia de la muestra y presenta valores de 0% para el negro y 100 % para el blanco; a^* , en sus valores negativos (verde) y positivos (rojo); b^* , en sus valores negativos (azul) y positivos (amarillo) (Wrolstad y Smith, 2011). El color se expresó en función de estas variables.

Nixtamalización

La nixtamalización del maíz se hizo con base en una muestra de 100 g de grano limpio y sano, la cual se colocó en vaso de precipitados de 600 ml, se adicionaron 200 ml de agua destilada y 1% de óxido de calcio. La proporción grano/agua debe de ser 1:2 peso/volumen. La cocción del grano se realizó en un equipo de determinación de fibra cruda modificado, el cual minimiza la pérdida de agua por evaporación al contar con un sistema de enfriamiento sobre la boca de los vasos (Salinas y Vázquez, (2006). El tiempo de nixtamalización se determinó de acuerdo a la dureza del grano, medida mediante el índice de flotación (IF). La nixtamalización de las muestras se realizó por duplicado. Con base en el IF del híbrido H-385A (12.00 ± 1.0) y la información generada por Gomes (1993), respecto a la dureza del grano y tiempo de nixtamalización, al híbrido H-385A le correspondieron 45 minutos.

Molienda y elaboración de tortillas.

El nixtamal se molió en molino de piedras; luego, la masa se amasó manualmente con agua hasta obtener la consistencia apropiada para la elaboración de tortillas. Las tortillas se hicieron en una prensa manual a partir de porciones de masa de 20 g y se cocieron en comal metálico calentado con gas butano a temperatura promedio de 250-300 °C. El tiempo de cocción de la tortilla fue de un minuto aproximadamente (15 s por una cara, 30 s por la otra y 15 s más sobre la cara inicial para la formación de la ampolla).

Humedad de nixtamal, masa acondicionada y tortilla

Para determinar la humedad de nixtamal y tortilla se pesó una muestra de 2 a 4 g en una charola de aluminio a peso constante. Se colocó en la estufa durante una hora a 130° C. Posteriormente, las muestras se enfriaron en un desecador, se pesaron en balanza analítica y se calculó el porcentaje de humedad por diferencia de pesos.

Sólidos del nejayote.

Se determinaron los sólidos totales de la mezcla del nejayote y el agua de lavado. El volumen final de nejayote se midió y se tomó una alícuota homogeneizada de 50 mL que se colocó en un vaso de precipitados de 80 mL previamente puesto a peso constante. El vaso con el nejayote se colocó en estufa a 80°C hasta peso constante. La muestra se retiró de la estufa y se enfrió en desecador para luego pesarse. El porcentaje de sólidos se obtuvo por diferencia de peso, del volumen de alícuota y volumen total de nejayote.

Color de tortilla.

El color de la tortilla se midió con el colorímetro Hunter Lab tomando las mediciones de varias tortillas de cada muestra y registrando los valores de las variables CIELab L*, a* y b*.

Además, se determinó el contenido de carotenos y de fenoles solubles totales en el grano en el grano.

Con base en los resultados de laboratorio, el híbrido de maíz H-385A es de grano mediano y consistencia muy dura, pues tuvo peso de cien granos de 30.31 ± 0.24 g, índice de flotación de 12.0, peso hectolítrico de 77.57 ± 0.35

y densidad de 1.2656 g mL^{-1} . El color del grano del H-385A es amarillo claro. Se estimó que por cada kg de grano del híbrido H-385A se obtuvo $1.9 \pm 0.10 \text{ kg}$ de masa y $1.4 \pm 0.14 \text{ kg}$ de tortilla, respectivamente, valor que está ligeramente abajo del 1.5 kg que piden los industriales de la masa y la tortilla. La pérdida de sólidos en el nejayote fue menor que el 5 % máximo indicado en la NOM-034 (2002) para maíz nixtamalizado (Cuadro 8).

El tono del color de la tortilla del híbrido H-385A corresponde a un amarillo claro (Figura 5).



Figura 5. Tono del color de la tortilla del híbrido H-385A.

El contenido de carotenos en grano y tortilla del híbrido H-385A fue de $14.07 \pm 0.41 \text{ } \mu\text{g/g MS}$ y $10.30 \pm 0.17 \text{ } \mu\text{g/g MS}$, respectivamente; el cual se considera bajo. Asimismo se observó que durante el proceso de nixtamalización se pierden 26.8 % de los carotenos del grano (Figura 6 y Cuadro 8).

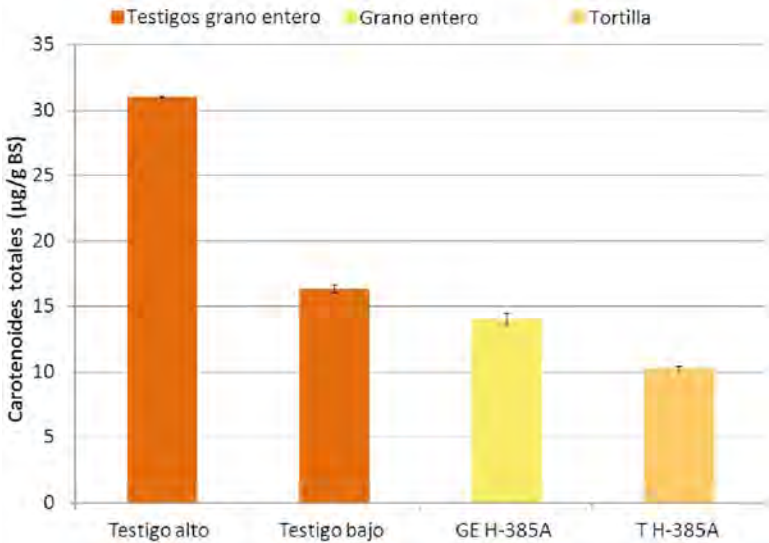


Figura 6. Contenido de carotenos totales en grano en grano y tortilla del Híbrido H-385A, comparado con un testigo con alto y bajo contenido de carotenos totales.

Cuadro 8. Características físicas de grano, nixtamalización y tortilla de maíz de grano amarillo H-385A.

Parámetro	Valor	Valor de referencia**
Características físicas del grano		
Peso hectolitrico (kg/hl.)	77.6 ± 0.35	≥75.0 kg/hL
Peso de cien granos (g)	30.3 ± 0.24	
Índice de flotación	12.0 ± 1.00	≤ 40 %
Color del grano		
L*	61.6 ± 1.43	
Hue (°)	72.3 ± 0.62	
Croma	32.9 ± 2.58	
Variables de nixtamalización y tortilla		
Humedad de nixtamal (%)	43.6 ± 1.74	36 a 42 %
Humedad de masa (%)	55.2 ± 0.66	
Humedad de tortilla (%)	42.3 ± 0.52	
Pérdida de sólidos	4.25 ± 0.04	≤ 5%

Continúa Cuadro 8.

Parámetro	Valor	Valor de referencia**
Rendimiento de masa por kilogramo de maíz (Kg)	1.92±0.02	≥ 2.011
Rendimiento de tortilla por kilogramo de maíz (Kg)	1.4±0.14	≥ 1.511
Color de la tortilla		
L*	70.5 ± 0.71	
Hue (°)	81.4 ± 0.24	
Croma	35.1 ± 1.48	
Contenido de carotenos y capacidad antioxidante		
Carotenoides totales grano (µg/g MS)	14.07±0.41	
Carotenoides totales tortilla (µg/g MS)	10.30±0.17	
*Capacidad antioxidante grano (µmol ET/g MS)	11.53±0.22	
Capacidad antioxidante tortilla (µmol ET/g MS)	14.89±0.64	

*: µmol ET/g MS: micromoles equivalentes Trolox/ g materia seca

** : NMX-FF-034/1-SCFI-2002

¹ valores definidos por los industriales de la masa y la tortilla

PRODUCCIÓN DE SEMILLA CERTIFICADA DEL HÍBRIDO H-385A

La semilla certificada del híbrido H-385A se produce sembrando ambos progenitores a tiempo, en proporción de 6:2, seis surcos de hembra (B-4A x B-6A) por dos de macho (B-7A x B-8A); con esta relación hembra-macho el rendimiento de semilla oscila entre 5.3 y 7.8 toneladas por hectárea.

Con el objeto de apoyar a las empresas vinculadas al INIFAP-CIRPAC con la tecnología de producción de semilla del híbrido H-385A, en el ciclo Otoño-Invierno 2013-2014 se hicieron lotes de validación de la tecnología de producción de semilla del híbrido H-385A en tres localidades, en donde se evaluaron las relaciones de surcos hembra y macho siguientes: a) proporción cuatro surcos de hembra y dos de macho (4:2), y b) seis surcos

de hembra y dos de macho (6:2). Con base en los resultados, el máximo rendimiento de semilla se obtuvo en la localidad de Villa Hidalgo, Nay. en la relación hembra:macho 6:2 (7.8 t ha⁻¹); mientras que, en las localidades de Coquimatlán, Col. y Valle de Banderas, Nay., el rendimiento de semilla osciló de 5.3 a 5.7 t ha⁻¹, y no se observaron diferencias marcadas en el rendimiento de semilla entre las relaciones hembra:macho 4:2 y 6:2, respectivamente (Cuadro 9). Dado que hubo poca diferencia en producción de semilla en las proporciones de surcos hembra: macho, como se muestra en el Cuadro 9, y considerando que en la proporción 6:2 las plantas hembra representan 75% de la ocupación del terreno, la producción de semilla en esta relación podría incrementarse, respecto a la proporción 4:2, aumentando la densidad de población del macho y aplicando flujo de aire en los surcos macho para ampliar la dispersión de polen y se incremente la polinización en las plantas hembra de los dos surcos centrales.

Cuadro 9. Validación de tecnología de producción de semilla certificada del híbrido H-385A (B-4A x B-6A) x (B-7A X B-8A) en tres localidades. Ciclo OI 2013-2014.

Localidad	PRO	Altitud (msnm)	SS	FF	FM	REND (t ha ⁻¹)
Coquimatlán, Col.	04:02	400	R	69	69	5.7
	06:02		R	69	69	5.3
Valle de Banderas, Nay	04:02	40	R	71	70	5.5
	06:02		R	71	70	5.7
Villa Hidalgo, Nay.	04:02	30	R	74	75	7.4
	06:02		R	75	75	7.8

OI = ciclo agrícola de Otoño-Invierno; msnm = metros sobre el nivel del mar; SS = sistema de siembra: R = riego; REND = rendimiento de grano; FF = floración femenina; FM = floración masculina y PRO H:M = proporción hembra:macho.

Es importante señalar, que debido a que los progenitores que forman la cruce simple hembra B-4A x B-6A están emparentados, ésta presenta un comportamiento diferencial en los ciclos agrícolas de Otoño-Invierno y Primavera-Verano que se manifiesta en un falta de llenado en las puntas de la mazorca. Con el objeto de estudiar este comportamiento, la cruce B-4A

x B-6A y los híbridos a los que da origen, H-384A y H-385A, se sembraron en polinización libre para evaluar su comportamiento. Con base en los resultados se encontró lo siguiente:

- a) “En el ciclo de OI se tiene mayor frecuencia de mazorcas con puntas sin llenar que en el ciclo de PV; el porcentaje promedio de la mazorca sin llenar en OI fue de 15.5 %; mientras que en PV de 6.8 %; es importante mencionar que la estimación se hizo visualmente, excepto en la localidad de San José de Mojarras, Nay. (SJM). Aquí se obtuvo el valor de 10.4 %, resultado del cociente de dividir el promedio de la punta de la mazorca sin llenar (1.2 cm) entre la longitud promedio total de la mazorca (11.4 cm) y multiplicado por 100; lo anterior indica que la estimación visual de pérdida de grano con porcentajes está sobreestimado; ya que la mazorca de B-4A x B-6A es cónica cilíndrica y un porcentaje igual de la base y la punta de la mazorca no es proporcional al número de granos que posee cada porción. Además, en la mayoría de las variedades de maíz queda una porción de la punta de la mazorca sin llenar; pero en producción de semillas el problema en B-4A x B-6A se hará más notable si se produce semilla del híbrido H-385A en OI y no se tiene buena sincronía con el progenitor macho (B-7A x B-8A). Nótese, en el Cuadro 10, que en el ciclo de OI sólo se tiene una observación y es en una fecha “de cierre” para la producción de semilla certificada del híbrido, aquí debe hacerse un estudio de fechas de siembra para seleccionar el periodo en donde se conjuguen rendimiento alto con menor número de mazorcas con puntas sin llenar en la cruza hembra.

- b) Al analizar el llenado de los híbridos donde participa como progenitor la cruza B-4A X B-6A se encontró que el híbrido H-384A no presentó mazorcas con puntas sin llenar en ninguno de los ciclos agrícolas OI y PV, respectivamente. En el caso del H-385A, éste se evaluó sólo en el ciclo agrícola de PV, donde el porcentaje de puntas de mazorca sin llenar osciló de 1.0 a 10.2%, siendo el más alto en SJM, de lo anterior

se concluye que las puntas sin llenar de la hembra no impactan significativamente el llenado de la mazorca de los híbridos H-384A y H-385A (Cuadro 10).

- c) En ciclo agrícola de PV, las localidades en las que tiene mejor adaptación la cruce B-4A x B-6A son las que están ubicadas entre los 1350 y 1880 m de altitud. Se considera que la temperatura, más que la precipitación, es el factor que limita la adaptación de la cruce, debido a que en Tlajomulco, Jal. se registran anualmente 768 mm de precipitación, mientras que, en San José de Mojarras, Nay. 1156 mm; sin embargo, en Tlajomulco el rendimiento de grano de la cruce fue 50.9 % mayor que el obtenido en San José de Mojarras; donde la temperatura media anual es 1.7° C mayor que en Tlajomulco (Cuadros 3 y 8). El rendimiento de grano bajo de la cruce en la localidad de Tepatitlán, Jal. se explica porque fue una siembra tardía en condiciones de temporal, aquí la siembra deberá hacerse en punta de riego la primera semana de mayo”.

Cuadro 10. Comportamiento de la cruce simple hembra B-4A x B-6A en polinización libre para evaluar el efecto de llenado de grano de la mazorca.

Ciclo	Localidad	Altitud (m)	SS	FS	Genealogía	REND	COS	NMZ	NMZBA	PDABA
OI 2013-2014	La Huerta, Jal.	310	R	Dic. 19	B-4A x B-6A	4920	20	19	17.5	15.5
PV 2014	Tlajomulco, Jal.	1350	T	Jun. 26	B-4A x B-6A	7013	25	25	5.0	5.0
PV2015	Tlajomulco, Jal.	1350	T	Jul. 08	B-4A x B-6A	8670	27	26	4.4	2.6
PV-2015	Peña del Panal, Mich.	1880	PR	Jun. 26	B-4A x B-6A	11551*	31	30	9.8	14.8
PV-2015	Tepatitlán, Jal.	1810	T	Jun. 30	B-4A x B-6A	5968	25	24	1.0	1.5
PV-2015	San José de Mojarras, Nay.	900	T	Jul. 14	B-4A x B-6A	5744	25	23	6.0	10.4
	Media de B-4A x B-6A					7789	26	26	5.2	6.8
OI 2013-2014	La Huerta, Jal.	310	R	Dic. 19	H-384A	8549	19	26	0	0
PV 2014	Tlajomulco, Jal.	1350	T	Jun. 26	H-384A	8387	25	25	0.0	0.0
PV 2015	Tlajomulco, Jal.	1350	T	Jul. 08	H-385A	10488	26	28	1.5	1.0

Continúa Cuadro 10.

Ciclo	Localidad	Altitud (m)	SS	FS	Genealogía	REND	COS	NMZ	NMZBA	PDABA
PV-2015	Peña del Panal, Mich.	1880	PR	Jun. 26	H-385A	11577	31	31	8.0	3.0
PV-2015	Tepatitlán, Jal.	1810	T	Jun. 30	H-385A	7720	25	25	0.5	1.0
PV-2015	San José de Mojarras, Nay.	900	T	Jul. 14	H-385A	8599	25	24	12.0	10.2
	Media de híbridos					9354	26.4	26.6	4.4	3.0

OI = ciclo agrícola de Otoño-Invierno; PV = ciclo agrícola de Primavera-Verano; SS = sistema de siembra; R = riego, PR = punta de riego y T = temporal; FS = fecha de siembra; REND = rendimiento de grano en peso seco (0 % de humedad; Número de plantas cosechadas / parcela; NMZ = número de mazorcas; NMZBA = número promedio de mazorcas con puntas sin llenar; PDABA = porcentaje promedio de falta de llenado.

* Se dieron dos riegos de auxilio: en la etapa de floración y en el de llenado de grano.

(Tomado de Ramírez *et al.*, 2016).

Es importante señalar que para darle un servicio de calidad y confianza al productor de maíz que usa semilla mejorada; así como, de acreditar la probidad de los organismos involucrados en la formación y comercio de semilla mejorada de maíz, tanto el INIFAP como las empresas productoras de semilla requieren conocer y aplicar las reglas de calidad de semillas que están en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/FITO-2013 (2013) y la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (2007), ambas publicadas en el Diario Oficial de la Federación, pues en ellas se establecen los criterios y especificaciones que deben cumplir las variedades mejoradas de maíz, tanto en campo como en laboratorio, de acuerdo con las categorías de semillas establecidas por la ley.

La semilla del híbrido H-385A puede certificarse en el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), debido a que el híbrido H-385A está inscrito en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) con el número MAZ-1568-290514, y sus progenitores B-4A y B-6A están registrados con los títulos de obtentor 963 y 960, respectivamente. Las empresas o grupos de productores interesados en la compra de semilla registrada para la producción de semilla certificada del híbrido H-385A pueden gestionarla en las oficinas del Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco del INIFAP.

LITERATURA CITADA

- Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 6: 36-40.
- Gomes, E.J., 1993. Métodos comparativos para determinar dureza en maíz (*Zea mays* L.) y su influencia en el tiempo de nixtamalización. Tesis profesional, UACH, D.I.A., Chapingo, México. Gomes, E.J. 1993.
- Hashemi, A. M., A. M., S. J. Herbert, and D. H. Putnam. 2005. Yield response of corn to crowding stress. *Agronomy Journal* 97: 839-846.
- Imagen Agropecuaria. 2016. Nuevo récord de México en importación de maíz amarillo En línea. Diciembre 4. En Línea. <http://imagenagropecuaria.com/2016/nuevo-record-de-mexico-en-importacion-de-maiz-amarillo/>. (Consultado Agosto 20 de 2017).
- Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas. 2007. En Línea. [http://snics.sagarpa.gob.mx/somos/Documents/Ley%20de %20semillas.pdf](http://snics.sagarpa.gob.mx/somos/Documents/Ley%20de%20semillas.pdf).
- Mansfield, B. D. and R. H. Mumm. 2014. Survey of plant density tolerance in U.S. maize germplasm. *Crop Sci*. 54:157–173.
- Norma Oficial Mexicana. NOM-001-SAG/FITO-2013. Criterios, procedimientos y especificaciones para la elaboración de guías para la descripción varietal y reglas para determinar la calidad de las semillas para siembra. En línea. http://snics.sagarpa.gob.mx/prensa/boletines/Documents/NOM_SAG_FITO.pdf. (Consultado en agosto 23 de 2017).
- Norma Mexicana para Maíces Destinados al Proceso de Nixtamalización, N-MX-FF-034/1-SCFI-.2002. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-cereales-Maíz blanco para proceso alcalino para tortillas de maíz y productos de maíz nixtamalizado-Especificaciones y métodos de prueba. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Dirección General de Normas. México, D. F. 18 p.

- Ramírez D., J. L., M. Chuela B., V. A. Vidal M., J. J. Wong P., H. Córdova O., I. Soltero D., J. Franco M., H. L. Vallejo D., A. Arregui E., A. Morfín V., F. Caballero H., H. Delgado M., J. Ron P., J. J. Sánchez G. y G. Vázquez C.
2005. H-375. Híbrido de maíz de grano blanco para riego y buen temporal en la región Centro Occidente, y riego en el Noroeste de México. Folleto Técnico No. 1. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. CIRPAC-INIFAP. Tepatitlán de Morelos, Jal. 28 p.
- Ramírez D., J. L., M. Chuela B., V. A. Vidal M., J. Ron P. y F. Caballero H. 2007. Propuesta para formar híbridos de maíz combinando patrones heteróticos. *Rev. Fitotec. Méx.* 30 (4): 453-461.
- Ramírez D., J. L., M. Chuela B., V. A. Vidal M., H. L. Vallejo D., R. Ramírez Z., N. O. Gómez M., M. G. Vázquez C., A. Morfín V., F. Caballero H., C. A. Reyes M., V. Alemán M., M. Ramírez M., A. Peña R., J. A. Ruiz C., A. D. Terrón I., R. E. Preciado O., B. Coutiño E. y L. Soltero D. 2011. H-378A. Híbrido simple de maíz amarillo para producción de grano y forraje para la zona Centro-Occidente de México. Folleto Técnico Núm. 7. CIRPAC-INIFAP. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. 40 p.
- Ramírez D., J. L., M. Chuela B., V. A. Vidal M., H. L. Vallejo D., R. Ramírez Z., N. O. Gómez M., M. G. Vázquez C., A. Ledesma M., S. Ruiz R., J. J. Wong P., A. Peña R., C. A. Reyes M., B. Coutiño E., J. A. Ruiz C., A. D. Terrón I., Y. Salinas M., I. Alemán de la T. y R. E. Preciado O., 2015. H-380A. Híbrido simple de maíz de grano amarillo para riego, punta de riego y buen temporal para la zona subtropical de México. Folleto Técnico Núm. 7. CIRPAC-INIFAP. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. 28 p.
- Ramírez D., J. L., M. Chuela B., V. A. Vidal M., A. Ledesma M., I. Alemán de la T., H. L. Vallejo D., R. Ramírez Z., N. O. Gómez M., M. G. Vázquez C., S. Ruiz R., A. Peña R., Y. Salinas M., C. A. Reyes, J. A. Ruiz C., A. Trujillo C. y R. E. Preciado O. 2016. H-384A. Híbrido de maíz simple modificado de grano amarillo para, punta de riego y buen temporal para la zona Centro-Occidente de México. Folleto Técnico Núm. Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jal. México. 33 p.
- Ramírez D., J.L., I. Alemán de la T., M. Chuela B., V. A. Vidal M., A. Ledesma

- M., H. L. Vallejo D., R. Ramírez Z., N. O. Gómez M., S. Ruiz R., A. Peña R., C. A. Reyes M., Y. Salinas M., M. G. Vázquez C., J. A. Ruiz C., A. Trujillo C. y R. E. Preciado O. 2017. H-386A. Híbrido trilineal de maíz de grano amarillo para la zona subtropical de México. Folleto Técnico Núm. 5 Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jal. 32 p.
- SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2013. Boletín Informativo 140/13. Enlace de Comunicación Social. Delegación Federal en Quintana Roo. Chetumal, Quintana, Roo. En línea. www.sagarpa.gob.mx. (Noviembre 26 de 2013).
- Salinas M., Y. y Vázquez C. G. 2006. Metodologías de análisis de la calidad nixtamalera-tortillera en maíz. Folleto Técnico No. 23. INIFAP. 91 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2013. Anuario Estadístico de Producción Agrícola. En Línea. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp. Consultado en julio 20 de 2017.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2014. Anuario Estadístico de Producción Agrícola. En Línea. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp. Consultado en julio 20 de 2017.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2015. Anuario Estadístico de Producción Agrícola. En línea. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp. Consultado en julio 20 de 2017.
- Sistema Nacional de Inspección y Certificación de semillas (SNICS). 2010. Manual gráfico para la Descripción Varietal en Maíz. Segunda Edición. México, D. F. 69 p.
- Wrolstad, R.E., and Smith, D. E. 2011. Color analysis. *In: Food Analysis*. Fourth edition. S. S. Nielsen, (Ed). Springer, NY. DOI 10.1007/978-1-4419-1478-1

ANEXO

Cuadro 1A. Descripción varietal de los progenitores para producción de semilla certificada H-385A.

Característica	B-4A x B-6A	B-7A x B-8A	H-385A
Características de primera hoja			
Coloración de la vaina por antocianinas	Débil	Débil	Debil
Longitud (cm)	Muy larga > 5.6	Mediana 4.1-4.5	Muy Larga >5.6
Ancho (cm)	Ancha 1.4-1.7	Mediana 1.0-1.3	Ancha 1.4-1.7
Relación largo / ancho	Mediana	Mediana	Mediana
Forma de la punta	Obtusa redonda	Redonda	Obtusa redonda
Características hoja			
Ángulo entre la hoja y el tallo (justo en la hoja de la mazorca)	Medio	Mediano	Mediano
Orientación de hojas arriba de la mazorca superior (ángulo formado entre la nervadura central y el eje del tallo)	Erecta (0-30°)	Erecta (0-30°)	Erecta (0-30°)
Orientación de hojas abajo de la mazorca superior	Erecta (0-30°)	Erecta (0-30°)	Erecta (0-30°)
Ondulación del margen laminar de la hoja de la mazorca superior	Ligeramente ondulado	Ligeramente ondulado	Ligeramente ondulado
Arrugas longitudinales en la hoja de la mazorca superior	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Color de la lámina en la hoja de la mazorca superior	Verde oscuro	Verde oscuro	Verde oscuro

Continúa Cuadro 1A.

Característica	B-4A x B-6A	B-7A x B-8A	H-385A
Coloración de la vaina en la hoja de la mazorca	Verde medio (normal)	Verde medio (normal)	Verde medio (normal)
Coloración de la vaina de las tres primeras hojas de la base del tallo	Verde medio (normal)	Verde limón	Verde (normal)
Coloración de la aurícula de la hoja de la Mazorca	Verde pálido	Verde pálido	Verde pálido
Pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja de la mazorca	Ausente o muy escasa	Ausente o muy escasa	Ausente o muy escasa
Coloración de antocianinas de la vaina (En la parte media de la planta)	Ausente o muy débil	Ausente o muy débil	Ausente o muy débil
Ancho de lámina, de la hoja arriba de la mazorca (cm)	Mediana	Mediana	Mediana
Características de tallo			
Grado de zigzag desarrollo longitudinal en Zigzag	Ausente o muy ligero	Ausente o muy ligero	Ausente o muy ligero
Número de macollos por planta (ahijamiento)	Ausente	Ausente	Ausente
Coloración de nudos	Ausente o muy tenue	Ausente o muy tenue	Ausente o muy tenue
Coloración de antocianinas en raíces adventicias	Ausente o muy tenue	Ausente o muy tenue	Ausente o muy tenue
Longitud media de entrenudos superiores (distancia del nudo de la mazorca superior al nudo de la hoja bandera) (cm)	Intermedia (11-12)	Intermedia (13-14)	Intermedia (13-14)

Continúa Cuadro 1A.

Característica	B-4A x B-6A	B-7A x B-8A	H-385A
Longitud media de entrenudos inferiores (distancia del nudo de la mazorca superior al nudo más próximo de la superficie del suelo) (cm)	Larga (14-15)	Larga (12-13)	Muy larga (>15)
Diámetro medio en la parte media del entrenudo de la mazorca superior (mm)	Delgado (10-15)	Delgado (10-15)	Mediano (16-20)
Carácter braquítico	Ausente	Ausente	Ausente
Características de planta			
Longitud de planta (Incluyendo espiga) (cm)	Alta (251-300)	Alta (251-300)	Alta (251-300)
Altura desde el ras del suelo hasta la base de la panoja (cm)	Alta (221-250)	Mediana (191-220)	Alta (251-300)
Altura de la mazorca desde la superficie del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca principal (cm)	Media (101-120)	Media (101-120)	Alta (121-140)
Número de mazorcas por planta, expresado como porcentaje (Número de mazorcas entre número de tallos)	101-120%	101-120%	101-120%
Características de espiga			
Cubrimiento de panoja por hoja bandera al 50% de plantas en anthesis	Leve (25 %)	Ausente o muy leve	Leve

Continúa Cuadro 1A.

Característica	B-4A x B-6A	B-7A x B-8A	H-385A
Época de antesis en el 50% de las plantas Considerarla en el tercio medio del eje principal	Tardía (69 días)	Tardía (72 días)	tardía (68 días)
Coloración de las antocianinas en la base de las glumas.	Ausente o muy tenue	Fuerte	Intermedia
Coloración de las antocianinas en las glumas excluyendo la base	Ausente o muy tenue	Tenue	Tenue
Coloración de antocianinas de las anteras	Ausente o muy Débil	Débil	Ausente o muy débil
Densidad de espiguillas	Denso	Medio	Medio
Forma (definida por el ángulo formado entre el eje principal y las ramas secundarias en el tercio inferior de la espiga)	Compacta (21°-40°)	Muy compacta (0°-20°)	Compacta (21°-40°)
Posición de ramas Laterales	Rectilíneas	Rectilíneas	Rectilíneas
Número de ramas laterales primarias	Alto (11-17)	Alto (11-17)	Alto (11-17)
Ramas secundarias	Siempre presentes	Siempre presentes	Siempre presentes
Longitud de la espiga (cm)	Intermedia (32-35)	Larga (36-39)	Larga (36-39)
Longitud del eje principal por encima de la rama más alta (cm)	Larga (23-25)	Larga (26-27)	Muy larga (>27)
Longitud del pedúnculo (cm)	Mediana (13-16)	Mediana (17-20)	Mediana (17-20)
Longitud de ramas laterales (cm)	Muy larga (>10)	Muy larga (>10)	Muy larga (>10)
Características de jilote			
Emergencia de los estigmas en el 50% de las plantas (días)	Tardía (70 días)*	Tardía (72 días)*	Tardía (69 días)*
Coloración de antocianinas de los estigmas	Ausente	Presente	Presente
Intensidad de coloración en los estigmas por antocianinas	Ausente o muy tenue	Intermedia	Tenue

Continúa Cuadro 1A.

Característica	B-4A x B-6A	B-7A x B-8A	H-385A
Coloración de la base de los estigmas del jilote superior	Amarilla	Amarilla	Amarilla
Desarrollo de filodios	Ausente o muy escaso	Ausente o muy escaso	Ausente o muy escaso
Características de mazorca			
Longitud del pedúnculo (cm)	Medio (11 - 15)	Medio (11-15)	Corto (5-10)
Longitud de la base de la mazorca al ápice (cm)	Corta (11-15)	Corta (11-15)	Corta (11-15)
Diámetro en la parte central (cm)	Delgada (4.1-5.0)	Delgada (4.1-5.0)	Delgada (4.1-5.0)
Forma de la mazorca	Cónica cilíndrica	Cónica cilíndrica	Cónica cilíndrica
Número de hileras de granos	Pocas (16-18)	Pocas (16-18)	Pocas (16-18)
Número de granos por hilera	Intermedios (31-40)	Pocos (21-30)	Intermedios (31-40)
Disposición de hileras de granos	Recta	Recta	Recta
Tipo de grano en el tercio central de la mazorca	Semi-cristalino	Semi-cristalino	Semi-cristalino
Color del grano (aparición externa, sin desgranar)	Amarillo (medio)	Amarillo (medio)	Amarillo (medio)
Color dorsal del grano	Amarillo (medio)	Amarillo (medio)	Amarillo (medio)
Color del endospermo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Forma de la corona	Convexa	Convexa	Convexa
Coloración de las glumas (olote)	Ausente (blanco)	Ausente (blanco)	Ausente (blanco)
Intensidad del color de las glumas por antocianinas	Muy tenue	Muy tenue	Muy tenue

*El número de días a floración que se dan son para la localidad de Tlajomulco, Jal. para el ciclo agrícola de primavera verano.

COORDINADORES DE LA INFORMACIÓN

Dr. Jorge Armando Bonilla Cárdenas
M. C. Ramón Hernández Virgen

REVISIÓN TÉCNICA

Dr. Alejandro Espinosa Calderón.
Dr. José Luis Arellano Vázquez

EDICIÓN

Dr. José Luis Ramírez Díaz

Código INIFAP

MX-O-310302-25052509-6

Campo Experimental Centro Altos de Jalisco

M. C. Ramón Hernández Virgen

Jefe de Campo

Lic. Sandra Lucía Vega Ñíguez

Jefe Administrativo

M. C. Ivone Alemán de la Torre	Maíz
M. C. Luis Eduardo Arias Chávez	Leche
M.C. Gabriela Ballesteros Martínez	Maíz
Dr. Juan de Dios Benavides Solorio	Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
M. C. Álvaro Agustín Chávez Durán	Incendios Forestales
Dra. Celia de la Mora Orozco	Manejo Integral de Cuencas
M. C. Primitivo Díaz Mederos	Maíz
M. C. Gerardo Dominguez Araujo	Carne de Cerdo
M. C. Eliab Estrada Cortés	Leche
Dr. José Germán Flores Garnica	Incendios Forestales
Dr. Hugo Ernesto Flores López	Manejo Integral de Cuencas
M. C. Alberto Jorge Galindo Barboza	Carne de Cerdo
M. C. Javier Ireta Moreno	Trigo y Avena
M. C. Alejandro Ledesma Miramontes	Maíz
M. C. David Arturo Moreno González	Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
Dr. Juan Francisco Pérez Domínguez	Hortalizas
Dr. José Luis Ramírez Díaz	Maíz
M. C. Gabriela Ramírez Ojeda	Agrometeorología y Modelaje
M. C. Ernesto Alonso Rubio Camacho	Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
Dr. Agustín Rueda Sánchez	Plantaciones y Sistemas Agroforestales
Dr. José Ariel Ruiz Corral	Agrometeorología y Modelaje
M. C. Santiago Ruiz Ramírez	Maíz
M. C. José Martín Ruvalcaba Gómez	Leche
Dra. Yolanda Salinas Moreno	Maíz
M. C. Mario Antonio Vega Loera	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Ing. Jorge Humberto Villarreal Rodas	Leche
M. C. Fernando Villaseñor González	Leche
M. C. Jaqueline Xelhuantzi Carmona	Incendios Forestales

La presente publicación se terminó de imprimir en diciembre del 2017 en
los talleres gráficos de Prometeo Editores S. A. de C. V.

Libertad 1457, Col. Americana, Guadalajara, Jalisco

CP 44160. Tel. 01(33) 38262726

e-mail: prometeoeditores@prodigy.net.mx

El tiraje fue de 1000 ejemplares


Impreso en México



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



 Sede de Centro de Investigación Regional

 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria

 Campo Experimental

WWW.INIFAP.GOB.MX

El híbrido H-385A es una cruce doble modificada de maíz de grano amarillo formada por los progenitores B-4A x B-6A (hembra) y B-7A x B-8A (macho), se adapta a regiones agrícolas ubicadas entre los 800 y 1800 m de altitud, en el régimen de humedad de punta de riego y buen temporal, con precipitación acumulada de mayo a octubre mayor que 750 mm. Tiene alto potencial de rendimiento de grano, en la zona subtropical, en punta de riego supera las 11.0 t ha⁻¹ y en buen temporal las 9.0 t ha⁻¹. Con el grano del híbrido H-385A se producen tortillas de buena calidad. Con un kilogramo de grano se producen 1.92 y 1.4 kg de masa y tortilla, respectivamente. Se sugiere sembrar en temporal de 70 a 75 mil semillas y en punta de riego de 80 a 85 mil semillas. La semilla del híbrido H-385A se produce sembrando los progenitores hembra (B-4A x B-6A) y macho (B-7A x B-8A) simultáneamente en proporción 6:2 (hembra y macho, respectivamente) y el rendimiento estimado de semilla es de 5.3 a 7.8 t ha⁻¹. La semilla del híbrido H-385A se puede certificar debido a que tanto el híbrido y como sus progenitores, están registrados en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).