



**CRIA**

*Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria*



GOBIERNO de  
**GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO GIAMMATTEI



CRÍA Occidente

Cadena de maíz

**Validación de dos híbridos de Grano Amarillo con tolerancia a mancha de asfalto ICTA**

**HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup>**

Sergio Gonzalo Hidalgo Villatoro

Huehuetenango, 24 de septiembre de 2020.



Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de su(s) autor(es) y de la institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionen.

## LISTA DE ACRÓNIMOS

ACP	Alto Contenido de Proteínas
CRIA	Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria
CIALO	Centro de Investigación del Altiplano Occidental
CONADUR	Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural
DIPLAN	Dirección de Planeamiento
DVTT	Disciplina de Validación y Transferencia de Tecnología
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INE	Instituto Nacional de Estadística
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos

# Índice General

1	Introducción .....	1
2	Marco Teórico .....	2
2.1	Situación actual del cultivo de maíz .....	2
2.2	El maíz amarillo en Guatemala.....	4
2.3	Problemática.....	5
2.3.1	Bajo potencial de rendimiento .....	5
2.3.2	Mancha de asfalto.....	6
2.4	Características del genotipo de maíz ICTA HA-01 <sup>TMA</sup> .....	9
2.5	Características del genotipo de maíz “ICTA HA-02 <sup>TMA</sup> .....	10
2.6	Parcela de prueba.....	10
3	Objetivos .....	11
3.1	Objetivo general .....	11
3.2	Objetivos específicos.....	11
4	Hipótesis .....	12
5	Metodología .....	12
5.1	Localidad.....	12
5.1.1	Época.....	12
5.2	Diseño experimental.....	12
5.3	Tratamientos.....	12
5.4	Tamaño de la unidad experimental .....	12
5.5	Modelo estadístico para análisis de datos .....	12
5.5.1	Análisis de estabilidad .....	13
5.6	Variables de respuesta .....	13
5.7	Análisis de la información.....	13
5.8	Manejo del experimento .....	14
6	Resultados .....	14
7	Conclusiones .....	19
8	Recomendaciones.....	19
9	Referencias.....	20
10	Anexo.....	22

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
1 Rendimiento de tres genotipos de maíz en 14 ambientes de Huehuetenango, Guatemala.	15
2 Prueba T pareada a rendimiento de tres genotipos de maíz, color de grano amarillo en 14 ambientes de Huehuetenango, Guatemala.	15
3 Análisis de la varianza al rendimiento de tres genotipos de maíz, color de grano amarillo ICTA HA-01 <sup>TMA</sup> , ICTA H-02 <sup>TMA</sup> y testigo en 14 ambientes de Huehuetenango, Guatemala.	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1 Complejo de hongos que provocan la “mancha de asfalto”.	7
2 Prueba múltiple DGC (Alfa=0.05) al rendimiento de grano de tres genotipos de maíz color de grano amarillo, en 14 ambientes del trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala.	16
3 Estabilidad dinámica de Eberhart y Russell a tres genotipos de maíz color de grano amarillo, en el trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala.	17
4 Análisis de correspondencia simple de pre aceptabilidad de genotipos de maíz color de grano amarillo, en el trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala.	18

# Validación de dos híbridos de Grano Amarillo con tolerancia a mancha de asfalto ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup>

Sergio Hidalgo Villatoro <sup>1</sup>

## Resumen

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA- liberó en el año 1981 el genotipo de maíz amarillo ICTA HA-48, apto para la agroindustria y consumo animal. Actualmente se importa más del 80% de maíz de grano amarillo. Durante el período 2017-2018, el programa de maíz del ICTA, evaluó, identificó, seleccionó en la estación experimental y ensayos de finca conducidos en el trópico bajo de Guatemala, los genotipos de grano amarillo ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup>, que superaron en rendimiento al testigo del agricultor, mostrando mayores niveles de resistencia al complejo mancha de asfalto. Debido a lo anterior, durante el ciclo 2019 (julio-diciembre), se establecieron parcelas de validación de tecnología en la región del trópico bajo de Guatemala, ubicado de 0 a 1400 msnm, con el objetivo de validar los genotipos HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup> con características de resistencia o tolerancia al complejo de mancha de asfalto. Se establecieron las parcelas en finca de agricultores en el año 2019, en arreglo de parcelas pareadas y 14 ambientes. Se concluyó que los genotipos ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup> superaron en rendimiento al testigo del agricultor en 2107.03 kg ha<sup>-1</sup> y 2549.68 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Ninguno de los genotipos evaluados posee estabilidad de su rendimiento en un ambiente promedio de producción para el cultivo de maíz. No se manifestó presencia del complejo de mancha de asfalto. El genotipo HA-02<sup>TMA</sup> posee mayor pre-aceptabilidad entre los agricultores, por su rendimiento y tonalidad de color amarillo. Se recomienda continuar con el mejoramiento del rendimiento y evaluar bajo presión de inóculo la tolerancia de los genotipos a mancha de asfalto.

**Palabras clave:** Trópico bajo (0-1400 msnm) de Guatemala, maíz amarillo, híbridos de maíz.

---

<sup>1</sup> Investigador DVTT, CIALO, Huehuetenango.

# **Validation of two Yellow Grain hybrids with tolerance to asphalt stain ICTA HA-01<sup>TAS</sup> and ICTA HA-02<sup>TSC</sup>**

Sergio Hidalgo Villatoro <sup>1</sup>

## **Summary**

The Institute of Agricultural Science and Technology (ICTA) released in 1981 the genotype of yellow maize ICTA HA-48, suitable for agro-industry and animal consumption. Currently more than 80% of yellow grain maize is imported. During the year 2017-2018, the ICTA maize program, evaluated, identified, selected in the experimental station and farm tests conducted in the low tropics of Guatemala, the yellow grain genotypes ICTA HA-01<sup>TMA</sup> and ICTA HA-02<sup>TMA</sup>, which outperformed the farmer's witness, showing higher levels of resistance to the Asphalt Spot complex. Due to the above during the 2019 cycle (July-December), technology validation plots were established in the region of the lower tropics of Guatemala located from 0 to 1400 meters above sea level, with the aim of validating the HA-01<sup>TMA</sup> and ICTA HA-02<sup>TMA</sup> genotypes with resistance or tolerance characteristics to the asphalt stain complex. The plots were established on farmers' farm in 2019, in statistical arrangement of semi-detached plots and 14 environments. Concluding that the genotypes ICTA HA-01<sup>TMA</sup> and ICTA HA-02<sup>TMA</sup> outperformed the farmer's witness at 2107 kg ha<sup>-1</sup> and 2550 kg ha<sup>-1</sup>. None of the genotypes evaluated have stability of their yield in an average production environment for maize cultivation. There was no presence of the Asphalt Spot complex. The genotype ICTA HA-02<sup>TMA</sup> has greater pre-acceptability among farmers because of its yield and shade of yellow. It is recommended to continue with performance improvement and evaluate under inoculum pressure the tolerance of the genotypes to Asphalt Spot.

Keywords: Tropic low (0-1400 meters above sea level) of Guatemala, yellow maize, maize hybrids

---

<sup>1</sup> Investigatory DVTT, CIALO, Huehuetenango.

## 1 Introducción

El maíz es tradicionalmente el grano básico de mayor consumo en Guatemala, es la base de la dieta de la población, especialmente para la población más pobre (Fuentes *et al.*, 2005). El consumo promedio per cápita de maíz por año es de 114 kg, este valor puede duplicarse y en algunos casos hasta triplicarse, dependiendo del ingreso económico de las familias (Fuentes, 2002; ICTA, 2013). Según el informe sobre la situación actual del maíz presentado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), para el año agrícola 2016/2017 (mayo a abril) se cosecharon en Guatemala 883,890 hectáreas, con una producción de 2,093,640 t (MAGA, 2017).

Durante el periodo 2016-2017 se produjeron 1,885,000 t de maíz blanco, mientras que de maíz amarillo la producción fue menor a las 200,000 t (MAGA, 2017). Aproximadamente un 90% de la producción nacional es de maíz de grano de color blanco, mientras que de maíz de grano de color amarillo la producción es menor al 10%. Para el año 2015 se importaron 916,705.15 toneladas de maíz amarillo, lo que representa \$ 191,364,791.00 (MAGA, 2015).

En Guatemala el maíz es primordialmente un cultivo de minifundio, el 92% de las fincas en las cuales se produce tienen una extensión menor a 0.7 hectáreas, aunado a esto, es un cultivo que se produce con pocos insumos comprados y que está sometido a una serie de problemas biológicos, climáticos y edáficos (MAGA, 1998; Fuentes, 2002; ICTA, 2013).

Para el año agrícola 2016/2017 (mayo a abril) el rendimiento promedio en Guatemala fue de 2,155.63 kg ha<sup>-1</sup> (MAGA, 2017).

En Guatemala existen dos sectores industriales que son los mayores consumidores de maíz. El primero es la agroindustria de producción animal (avícola y porcina), que utiliza predominantemente el maíz amarillo como base de los alimentos concentrados. El otro sector es el que elabora productos de consumo humano, donde puede hacerse una división entre la fabricación de harinas, que se basa en el maíz blanco, y la de otros productos, como boquitas y fritos, en su mayoría elaborados con maíz amarillo (Van Etten & Fuentes, 2005).

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas desde su creación en el año 1972 ha dedicado considerables esfuerzos para conducir investigación en el cultivo de maíz, lamentablemente desde la liberación del genotipo ICTA HA-48, no se ha liberado ningún cultivar de maíz de grano amarillo que apoye al sector agroindustrial, existiendo en la actualidad una fuerte demanda de maíz de grano amarillo, derivada de la demanda de la creciente industria de producción animal, los cuales importan más del 80% del maíz que utilizan.

En el año 2018 se condujeron ensayos en fincas de agricultores en las regiones del trópico bajo de Guatemala, con el objetivo de seleccionar el o los dos mejores genotipos, que superaran al testigo comercial utilizado por los productores y con características agronómicas de su preferencia; se determinó que los genotipos ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup>, superaron en rendimiento a otros genotipos, incluyendo al testigo comercial, además mostraron un buen nivel de tolerancia al complejo mancha de asfalto. Debido a lo anterior, durante el ciclo “B” 2019, se establecieron parcelas de prueba en fincas de agricultores, en las localidades del trópico bajo de Guatemala, con el objetivo de validar los genotipos ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup>.

## **2 Marco Teórico**

### **2.1 Situación actual del cultivo de maíz**

El cultivo de maíz es de los de mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental. A nivel mundial se siembra en latitudes desde los 55° N a 40° S y del nivel del mar hasta 3,800 m de altitud. El cultivo del maíz tiene una amplia distribución a través de diferentes zonas ecológicas de Guatemala. La distribución del cultivo está en función de la adaptación, condiciones climáticas (precipitación, altitud sobre el nivel del mar, temperatura, humedad relativa), tipo de suelo (Fuentes, 2002; Ferrufino, 2009).

En Guatemala, de manera general el cultivo de maíz se concentra en la zona del altiplano y zonas de la costa sur-occidental, norte y nor-oriental. Este cultivo se observa entre altitudes de 0- 3000 msnm (Fuentes, 2002).

Según el USDA (United States Department Agriculture, por sus siglas en inglés) (2010), Guatemala es el cuarto país con mayor consumo de maíz per cápita anual en el mundo. Este país es el mayor productor y consumidor de maíz en la región centro americana.

Las estadísticas de producción de maíz en Guatemala muestran una tendencia a mantener constante la superficie total cultivada y el rendimiento promedio por hectárea. Las toneladas producidas desde 1985 hasta el año 2000 se han mantenido alrededor de 1,200,000, con rangos que van desde 1,300,000, hasta niveles menores al millón de toneladas, especialmente después del efecto del huracán Mitch en 1998. La importación del grano por el contrario se ha incrementado 63 veces, lo cual se debe al incremento de la población, ya que la producción interna en lugar de aumentar se ha mantenido casi constante, tendiendo a disminuir. Los rendimientos por hectárea (ha) se han mantenido cerca de los 1,800 kg ha<sup>-1</sup>, con medias que llegaron a 2,000 kg ha<sup>-1</sup> durante los primeros años de la década de los 90's hasta su caída como efecto de las inundaciones de 1998. La superficie cosechada también se ha mantenido constante desde 1985, en alrededor de 700,000 ha, con fluctuaciones de alrededor de 100,000 ha por año (Ferrufino, 2009; Gómez, 2013).

Según el informe sobre la situación actual del maíz, presentado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) para el año agrícola 2016/2017 (mayo a abril), se cosecharon en Guatemala 883,890 hectáreas, con una producción de 2,093,640 t y un rendimiento promedio de 2,155.63 kg ha<sup>-1</sup> (MAGA, 2017).

La producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Petén (18%), Alta Verapaz (10%), Quiché (8%), Jutiapa (7%), Huehuetenango (6%), San Marcos (5%), Retalhuleu (5%), Santa Rosa (5%), Chimaltenango (4%), Escuintla (4%), Quetzaltenango (4%), y los demás departamentos de la República suman el (24%) restante. El 62.3% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en siete departamentos: Petén (18.4%). Alta Verapaz (13.1%), Quiché (8.1%), Huehuetenango (7.5%), Jutiapa (6.6%), San Marcos (4.7%), e Izabal (4%) (MAGA, 2015; MAGA, 2017).

En Guatemala el maíz es considerado un cultivo marginal, ya que no aporta mucho a la economía en términos monetarios. Muchas veces se considera la producción de maíz como un sector de importancia “social” más que económica. Sin embargo, es importante destacar que el maíz ocupa dos terceras partes del área con cultivos anuales. Su presencia es lo suficientemente

amplia para merecer atención en su función dentro de la economía doméstica rural (Van Etten & Fuentes, 2005).

En la actualidad la producción de maíz en Guatemala no cubre la demanda nacional, por lo que hay necesidad de importar grandes cantidades de este grano para satisfacer las demandas internas. Tradicionalmente las importaciones de maíz provienen en un 70% de Estados Unidos de Norteamérica y un 30% de México (MAGA, 2017).

Según los resultados de la ENA (2016), que presentó el INE, las importaciones de maíz mostraron un comportamiento irregular durante el período 2007-2013; mientras que a partir del año 2016 presentan una tendencia creciente. Este comportamiento también se manifiesta en sus precios promedio, que pasaron de US \$ 245.61/t en el año 2007 hasta alcanzar los US \$ 400.61/t en el año 2010; después bajaron a US \$ 318.45/t en el año 2013 y se situaron en US\$ 264.02/t en el año 2014, para bajar en el año 2015 a US\$ 231.35/t, y luego volver a subir en el año 2016 a US\$ 241.60/t. En los años 2014, 2015 y 2016, se infiere que las importaciones de maíz aumentaron para cubrir parte de las pérdidas por las canículas prolongadas que se presentaron en esos años (MAGA, 2017).

## **2.2 El maíz amarillo en Guatemala**

La producción de maíz amarillo respecto al maíz blanco es bastante baja, ya que mientras la producción de maíz blanco representa aproximadamente un 90% de lo que se siembra, menos del 10% restante corresponde a maíz de color amarillo. Según datos del MAGA, para el año agrícola 2016-2017 (mayo a abril) en Guatemala se produjeron 1,885,000 t de maíz blanco, mientras que de maíz amarillo la producción fue 210,000 t aproximadamente (MAGA, 2017). Para el año 2015 se importaron 916,705.15 t, de maíz amarillo, lo que representa \$ 191,364,791.00 (MAGA, 2015).

En Guatemala existen dos sectores industriales que son los mayores consumidores de maíz. El primero es la agroindustria de producción animal (avícola y porcina), que utiliza predominantemente el maíz amarillo como base de los alimentos concentrados. El otro sector es el que elabora productos de consumo humano, donde puede hacerse una división entre la

fabricación de harinas, que se basa en el maíz blanco, y la de otros productos, como boquitas y fritos, en su mayoría elaborados con maíz amarillo (Van Etten & Fuentes, 2005).

El maíz amarillo es más rico en carotenoides y por eso es el preferido para los alimentos concentrados para animales, ya que los carotenoides tienen una función importante en el crecimiento y la coloración de la yema de los huevos (Van Etten & Fuentes, 2005).

En el sector de productos para consumo humano la distinción entre maíz amarillo y blanco es más profunda, aunque existen empresas que han diversificado sus actividades y se dedican a la elaboración de productos tanto de maíz amarillo como de blanco (Van Etten & Fuentes, 2005).

### **2.3 Problemática**

En Guatemala el maíz es primordialmente un cultivo de minifundio; el 92% de las fincas en las cuales se produce tienen una extensión menor a 0.7 ha, aunado a esto es un cultivo que se produce con pocos insumos comprados y que está sometido a una serie de problemas biológicos, climáticos y edáficos (MAGA, 1998; Fuentes, 2002; ICTA, 2013).

Uno de los principales problemas del agro guatemalteco es la desigualdad en la propiedad de las tierras, ya que el 15% de los productores (agricultores comerciales) es dueño del 70% de la tierra, el 3.85% (agricultores excedentarios) es dueño del 10% y el restante 20% de la tierra, se reparte entre los restantes agricultores (agricultores de infra subsistencia y subsistencia) (Fuentes, 2002; ICTA, 2012).

Otros problemas están relacionados con bajos niveles de producción que no cubren la demanda, sequías prolongadas, enfermedades como la mancha de asfalto, uso de variedades criollas, entre otros.

#### **2.3.1 Bajo potencial de rendimiento**

El problema central en torno al maíz es que la producción de Guatemala no cubre la demanda nacional. Esto genera la necesidad de importar maíz, lo cual influye en el desequilibrio de la balanza comercial de Guatemala. Esto ha provocado la pérdida de divisas que de otra forma

se hubiesen podido invertir en la economía del país. La débil oferta nacional también provoca aumentos en los precios del maíz, a pesar de las escasas ganancias del sector productivo (Fuentes *et al.*, 2005).

En Guatemala estacionalmente las cosechas de maíz se ven disminuidas de mediados de marzo a mediados de agosto, pero la escasez se acentúa entre mayo y julio, periodo en el cual los mercados se abastecen con las reservas de maíz almacenadas y de la producción que ingresa de México. En esta época los hogares son más vulnerables a la inseguridad alimentaria, por sus limitados recursos para comprar maíz (MAGA, 2017).

### **2.3.2 Mancha de asfalto**

Las enfermedades causadas por hongos son una limitante en la producción del cultivo de maíz; en los últimos años la enfermedad conocida como “complejo mancha de asfalto” TSC (Tar spot complex por sus siglas en inglés), ha causado fuertes pérdidas en algunas regiones de Guatemala. Se ha reportado principalmente en el área norte del país en la época de siembra de noviembre-diciembre y en el municipio de Monjas, departamento de Jalapa, en las siembras de junio.

El primer reporte de mancha de asfalto en maíz, por el hongo *Phyllachora maydis* Maubl., se hizo en México (Maublanc, 1904). Esta enfermedad produce lesiones elevadas oscuras, estromáticas de aspecto liso y brillante, de forma oval a circular, con 0.5 a 2.0 mm de diámetro y forma estrías hasta de 10 mm de longitud (Parbery, 1967; Hamlin, 1999). Un segundo hongo asociado a la enfermedad es *Monographella maydis* Müller & Samuels, el cual provoca lesiones alrededor de las producidas por *P. maydis*. Al principio se observa un halo de forma elíptica, color verde claro, de 1-4 mm, posteriormente es necrótico y provoca el síntoma conocido como “ojo de pescado”. En lesiones jóvenes, es común encontrar a *Microdochium* sp, anamorfo de *Monographella maydis*. También en el tejido necrótico se puede observar a *Coniothyrium phyllachorae* Maubl. (Müller y Samuels, 1984), que confiere una textura ligeramente áspera al tejido dañado (Figura 2) (Pereyda-Hernandez *et al.*, 2009; Hernández-Ramos *et al.*, 2015).

Bajo condiciones ambientales favorables, el follaje puede ser atizonado en menos de ocho días, debido a la coalescencia de lesiones inducidas por los distintos hongos y atribuido a la producción de una toxina. Factores adicionales que favorecen la enfermedad son: alta humedad en el ambiente (10 a 20 días nublados en el mes), niveles altos de fertilización nitrogenada, dos ciclos de maíz por año, genotipos susceptibles, baja luminosidad, edad de alta vulnerabilidad del hospedante, virulencia de los patógenos involucrados (Hock *et al.*, 1989; Pereyda-Hernandez *et al.*, 2009).



Figura 1. Complejo de hongos que provocan la “mancha de asfalto”. a. *Phyllachora maydis* Maubl. b. *Monographella maydis* Müller & Samuels. c. *Coniothyrium phyllachorae* Maubl. d. Daño de mancha de asfalto en genotipos de maíz, Ixcán, Quiché, 2015. (Fotografías de Héctor Danery Martínez, Coordinador del Programa de Maíz del ICTA).

En el Manual Técnico para el Manejo de la Mancha de Asfalto (Dardón, 2013), se reporta que las áreas afectadas en la cosecha 2005-2006 fueron Las Cruces y La Libertad, ubicadas en Petén. En esos lugares, de los 100 mil quintales esperados sólo se logró una producción de unos 40 mil. De esta producción la mitad correspondió a maíz amarillo y la otra de maíz blanco. Estimándose una pérdida equivalente entre 5 a 6 millones de quetzales, de acuerdo al precio de venta del quintal de maíz en ese momento (ICTA, 2013).

En el año 2009 el MAGA reportó pérdidas por Q 25.9 millones por daños en 1,506 hectáreas de cultivo de maíz en cuatro departamentos, habiendo sido perjudicadas unas 6,542 familias, siendo el municipio de Ixcán, Quiché, uno de los más afectados. La Comisión Técnica Nacional de Mancha de Asfalto del Maíz, indica que el dato anterior fue confirmado por representantes de las familias productoras del Ixcán y del Polochic, en el 3er taller nacional de

mancha de asfalto, realizado el 25 de mayo del 2012 en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos (USAC), quienes expresaron que en los años siguientes aumentó la afectación hasta llegar a producir entre 10 y 15 quintales de maíz por manzana en las siembras de noviembre-diciembre de 2011, cantidad que no es suficiente ni para el consumo de la familia al año, que es de 20 quintales (ICTA, 2013).

En las provincias del norte de Guatemala se estimaron pérdidas de rendimiento arriba del 75% para el periodo de 2008/2009 y problemas similares se observaron en Honduras y El Salvador en años recientes (Mahuku *et al.*, 2016).

Una práctica de los agricultores ha sido adelantar las fechas de siembra (esto cuando las lluvias lo permiten), con el objetivo de escapar a la incidencia de la enfermedad. Durante el año 2018 el ICTA liberó el primer cultivar con un alto nivel de tolerancia al complejo mancha de asfalto en Guatemala, ICTA HB-17<sup>TMA</sup>.

Según Ceballos y Deutsch (1999), quienes realizaron el primer estudio de la genética de la resistencia a mancha de asfalto, indican que la herencia de la resistencia está controlada por un solo gen dominante. Mahuku *et al.*, (2016), reportan que un *QTL Mayor* (*qRtsc8-1*) (Quantitative Trait Loci, por sus siglas en inglés), condiciona la resistencia al complejo mancha de asfalto y estuvo presente en una frecuencia de 3.5% en 890 líneas mejoradas de maíz. Este es el primer reporte de un *QTL Mayor* para resistencia al complejo mancha de asfalto.

El programa de investigación de maíz del ICTA, a través de muchos años ha generado, evaluado y desarrollado a nivel de estación experimental, genotipos de maíz de grano amarillo, con alto potencial de rendimiento, con base en que el rendimiento es uno de los componentes más importantes en un programa de mejoramiento, y por lo tanto debe ser uno de los primeros factores a considerarse al momento de evaluar y seleccionar cultivares mejorados. Además, el programa de maíz centra sus esfuerzos en generar y desarrollar genotipos que posean genes de resistencia a enfermedades, debido a que la resistencia genética es el método más viable, económico y factible para el manejo y control de enfermedades.

El uso de la resistencia genética permitirá aumentar los rendimientos del cultivo, además de reducir los costos para los productores. Al mismo tiempo, minimizará el uso de productos químicos que también pueden llegar a ser dañinos para el medio ambiente y para el ser humano.

En el año 2017 el equipo de investigadores del Programa de Maíz evaluó, identificó y seleccionó a nivel de estación experimental, los genotipos ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup>, dos genotipos de grano amarillo, que poseen un alto potencial de rendimiento y un buen nivel de tolerancia al complejo mancha de asfalto, además poseen una textura de grano semicristalina, muy apreciada por los agricultores.

Durante el ciclo “B” del año 2018 (junio a noviembre), en áreas del trópico bajo de Guatemala, se condujeron ensayos en fincas de agricultores; la finalidad de los mismos fue en primer lugar evaluar el comportamiento de los genotipos, pero además, identificar y seleccionar el o los mejores genotipos que combinaran, alto potencial de rendimiento, tolerancia al complejo mancha de asfalto y con buenas características agronómicas, con énfasis en el tipo y color de grano.

Debido a lo anterior, durante el ciclo B del año 2019, se establecieron parcelas de prueba en las localidades del trópico bajo de Guatemala, con la finalidad de validar los genotipos de grano amarillo, con tolerancia al complejo mancha de asfalto, ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TM</sup>, bajo las condiciones del agricultor.

#### **2.4 Características del genotipo de maíz ICTA HA-01<sup>TMA</sup>**

Altura de planta: 2.54 metros, altura de mazorca: 1.38 metros, 59 días a floración masculina, 60 días a floración femenina, 120 días a cosecha, color de grano amarillo, textura del grano semidentado, rendimiento de 6000 kg ha<sup>-1</sup>, rango de adaptación de 0 a 1400 msnm, tolerante al complejo de mancha de asfalto (Comunicación con el coordinador del programa de maíz, ICTA, 2019).

## **2.5 Características del genotipo de maíz “ICTA HA-02<sup>TMA</sup>”**

Altura de planta: 2.64 metros, altura de mazorca: 1.57 metros, 61 días a floración masculina, 62 días a floración femenina, 120 días a cosecha, color de grano amarillo, textura del grano semidentado, rendimiento de 6500 kg ha<sup>-1</sup>, rango de adaptación de 0 a 1400 msnm, tolerante al complejo de mancha de asfalto (Comunicación con el coordinador del programa de maíz, ICTA, 2019).

## **2.6 Parcela de prueba**

Uno de los pasos claves en la generación, prueba y validación de tecnología, es la conducción de parcelas de prueba, áreas de tamaño semi comercial en las cuales el agricultor pone a prueba la tecnología del ICTA, bajo sus propias condiciones.

El aspecto importante en esta etapa de trabajo dentro del Sistema Tecnológico del ICTA, es que el propio agricultor ejecuta el trabajo y el técnico del ICTA actúa únicamente en calidad de asesor, y al final, recaba la opinión del agricultor en cuanto a la factibilidad de uso de la nueva tecnología. El ICTA toma muy en cuenta la opinión del agricultor y la promoción de la nueva tecnología dependerá de la adopción o rechazo por parte del agricultor (ICTA, 1981).

La dimensión de la parcela de prueba varía según sea el tamaño de las unidades de producción de la región. De los resultados que se obtienen en los Ensayos de Finca, se selecciona la práctica (tecnología) que contribuya al mayor incremento en rendimiento con el menor riesgo económico posible; se debe seleccionar el menor número de variables y que estas prácticas no impliquen un cambio total de los hábitos del agricultor o mayor inversión de tiempo.

La parcela de prueba puede tener un solo componente: variedad, dosis de fertilización, distancias, los técnicos de acuerdo con su experiencia, decidirán la conveniencia de poner más de uno o de separarlos considerando una sola alternativa de producción.

Es importante establecer desde un principio en qué va a consistir la relación de trabajo, dejando claro dos puntos principales:

- Que el agricultor es el responsable de ejecutar la parcela de prueba; y
- Que el agricultor pondrá lo insumos que tenga o pueda conseguir.

Donde quiera que sea posible, es recomendable que el agricultor siembre cierta extensión de su terreno con el mismo cultivo, de manera que al final puedan hacerse comparaciones en términos de rendimiento y de costos de producción.

El técnico debe visitar al agricultor unos días antes de la siembra para aclarar dudas pendientes y conjuntamente tomar muestras de suelos y llevar la hoja de “manejo previo”.

Durante la siembra y desarrollo del cultivo, el técnico deberá estar presente y explicarle al agricultor las innovaciones introducidas, las razones de las modificaciones y la ventaja de éstas. Siempre hay que tener cuidado de efectuar la siembra en la misma época en que el agricultor la acostumbra, pues en muchos lugares es un factor crítico que hay que considerar seriamente.

Llegada la época de la cosecha, el técnico deberá seleccionar al azar dentro de la finca del agricultor, la parcela comparativa, demarcarla e indicar al agricultor que tanto la cosecha de esta área como de la Parcela de Prueba, deberá ponerla por separado en el campo, para hacer las determinaciones y comparaciones respectivas.

De nuevo se hace énfasis en que el técnico debe supervisar el cultivo desde el principio hasta el final y evitar que por descuido o ignorancia, el agricultor mezcle el producto cosechado, dando lugar a la obtención de datos falsos (ICTA, 1981).

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Validar los genotipos de maíz color de grano amarillo ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup>, con tolerancia a mancha de asfalto.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Determinar si los genotipos de maíz ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TM</sup> son superiores al testigo del agricultor, en cuanto a rendimiento de grano.
- Recabar la opinión del agricultor sobre el comportamiento de los genotipos de maíz.

## 4 Hipótesis

Los genotipos de maíz ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TM</sup>, poseen mayor potencial de rendimiento que el testigo del agricultor.

## 5 Metodología

### 5.1 Localidad

La Democracia, Santa Ana Huista, Jacaltenango y Nentón, Huehuetenango.

#### 5.1.1 Época

Junio 2019 a abril 2020.

### 5.2 Diseño experimental

Parcelas pareadas. Tres tratamientos y 14 localidades.

### 5.3 Tratamientos

- ICTA HA-01<sup>TMA</sup>
- ICTA HA-02<sup>TMA</sup>
- Testigo del agricultor

### 5.4 Tamaño de la unidad experimental.

El tamaño de la unidad experimental fue de 441 m<sup>2</sup>.

### 5.5 Modelo estadístico para análisis de datos

$$Y_{ij} = \mu + T_i + L_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_i$  = Efecto de rendimiento del maíz en la  $i$  localidad

$\mu$  = Efecto de la media general

$L_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima localidad

T<sub>i</sub> = Efecto del T-ésimo tratamiento.

E<sub>ij</sub> = Efecto del error experimental

### 5.5.1 Análisis de estabilidad

Se realizó bajo el modelo de Eberhar y Russell (1966).

$$Y_{ij} = U_i + B_i + I_j + S_{ij}$$

Dónde:

Y<sub>ij</sub> = Media varietal de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente (i = 1, 2...v; 1, 2, 3...n).

U<sub>i</sub> = La media de i-ésima variedad a través de todos los ambientes.

B<sub>i</sub> = Coeficiente de regresión que mide la respuesta de la variedad i en varios ambientes.

I<sub>j</sub> = Índice ambiental obtenido como promedio de todas las variedades en el j-ésimo ambiente menos la media general.

S<sub>ij</sub> = Desviación de regresión de la variedad i en el ambiente j (Di Rienzo, *et al.*, 2008)

### 5.6 Variables de respuesta

Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>): Peso total de grano comercial al 15% de humedad.

### 5.7 Análisis de la información

El efecto del rendimiento de cada tratamiento se analizó con una prueba “t” para datos pareados. Para observar el efecto del rendimiento de los tres tratamientos en su conjunto se realizó un análisis de la varianza combinado por intermedio de modelos lineales generales y mixtos, con el apoyo del Software Info Stat versión 2008.

Para el análisis de estabilidad del rendimiento de genotipos en los distintos ambientes, se procedió a realizar un análisis de estabilidad dinámica de Eberhart y Russell (1966).

Para evaluar la pre-aceptabilidad de los genotipos en validación, se utilizó una boleta para el efecto (anexo 1), se procedió a tabular los datos de la opinión de los agricultores en una hoja

de Excel, la cual se pasó al programa estadístico InfoStat versión 2008. Se hizo un análisis multivariado de contingencia del cruce de las variables bajo evaluación.

### **5.8 Manejo del experimento**

El manejo agronómico de las parcelas lo ejecutó el agricultor. El técnico del ICTA actuó en calidad de asesor. Al final del cultivo se recabó la opinión del agricultor en cuanto a la factibilidad de uso de la nueva tecnología. Para tomar en cuenta la opinión del agricultor y la promoción de la nueva tecnología, se realizó una actividad de transferencia a agricultores del área de influencia de las parcelas y equipos de extensión del MAGA. Para determinar si los genotipos tenían características de resistencia a mancha de asfalto, se monitoreó durante el ciclo de cultivo la presencia de dicha enfermedad.

## **6 Resultados**

En la tabla 1 se presentan los rendimientos de 14 parcelas de validación de tecnología de cada genotipo de maíz color de grano amarillo ICTA HA-01<sup>TMA</sup>, ICTA HA-02<sup>TMA</sup> y testigo del agricultor. Los genotipos evaluados mostraron comportamiento relativamente diferente en algunos de los ambientes contrastantes donde se realizó la validación.

**Tabla 1. Rendimiento de tres genotipos de maíz en 14 ambientes de Huehuetenango, Guatemala. 2019.**

Parcela	Rendimiento de maíz (kg ha <sup>-1</sup> )			Nombre del testigo
	HA-01 <sup>TMA</sup>	HA-02 <sup>TMA</sup>	Testigo	
1	2915.2098	3719.406	965.9091	Amarillo mexicano
2	3850.5245	3179.633	1258.741	Amarillo pálido
3	2263.986	3277.972	1057.692	Amarillo huevo
4	3712.8497	3258.304	1162.587	Amarillo mexicano
5	2764.4231	4042.832	821.6783	Amarillo huevo
6	2928.3217	3223.339	791.0839	Amarillo huevo
7	3441.8706	3693.182	994.3182	Amarillo pálido
8	4459.0909	3590.472	1016.171	Amarillo mexicano
9	2480.3322	3070.367	1282.78	Amarillo pálido
10	3769.6678	3824.301	944.0559	Amarillo mexicano
11	3026.6608	3500.874	1184.441	Amarillo mexicano
12	3452.7972	3813.374	819.493	Amarillo mexicano
13	2578.6713	3430.944	1064.248	Amarillo mexicano
14	2742.5699	4959.091	1525.35	Amarillo mexicano

En la Tabla 2 se muestra el resultado de la prueba T (muestras apareadas) realizada al rendimiento de grano.

**Tabla 2. Prueba T para muestras independientes del rendimiento de tres genotipos de maíz, color de grano amarillo, en 14 ambientes de Huehuetenango, Guatemala.**

Grupo 1	Grupo 2	N	media(dif)	DE (dif)	T	Bilateral
HA-01 <sup>TMA</sup>	HA-02 <sup>TMA</sup>	14	-442.65	807.31	-2.10	0.0609
HA-01 <sup>TMA</sup>	Testigo	14	2107.03	681.04	11.99	<0.0001
HA-02 <sup>TMA</sup>	Testigo	14	2549.68	480.05	18.22	<0.0001

Con base en los resultados, se determinó que existe diferencia altamente significativa entre las tecnologías ICTA HA-01<sup>TMA</sup>, ICTA HA-02<sup>TMA</sup> y testigo de los agricultores. Siendo el rendimiento de ICTA HA-02<sup>TMA</sup> superior.

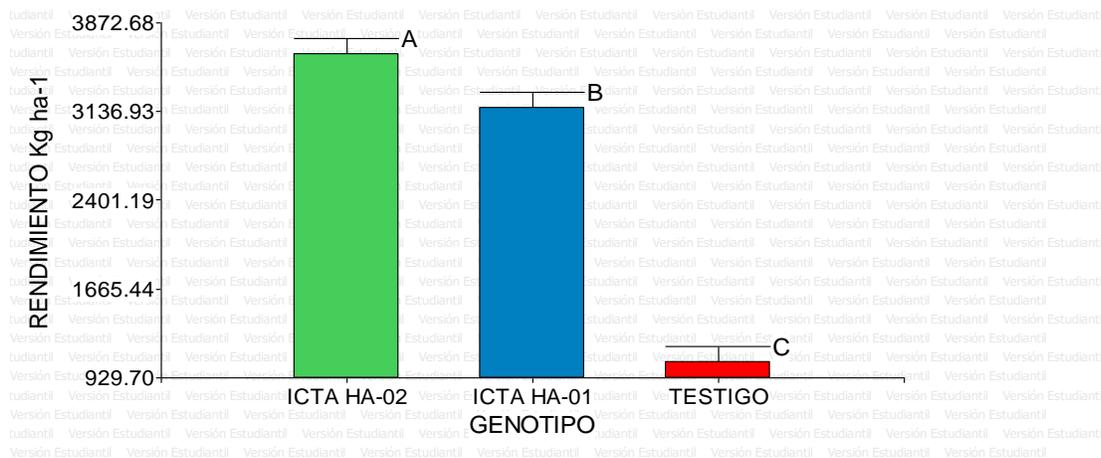
En la tablas 3 se incluye la información pertinente a los estadísticos del análisis de varianza combinado para la variable rendimiento de grano de maíz, utilizando la herramienta de modelos lineales generales y mixtos del programa estadístico InfoStat 2018.

**Tabla 3. Prueba de hipótesis marginales (SC tipo III) al rendimiento de tres genotipos de maíz, color de grano amarillo ICTA HA-01<sup>TMA</sup>, ICTA H-02<sup>TMA</sup> y testigo del agricultor, en 14 ambientes de Huehuetenango, Guatemala.**

	numDF	DenDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	26	1297.87	<0.0001
Genotipo	2	26	117.36	<0.0001

La prueba de hipótesis identifica que la variable genotipo fue altamente significativa, por lo tanto, el rendimiento de los genotipos es relativamente diferente. La variable ambiente no manifestó significancia estadística.

En la figura 2 se muestra el rendimiento de los genotipos de maíz validados y el testigo y la prueba de medias para los mismos.

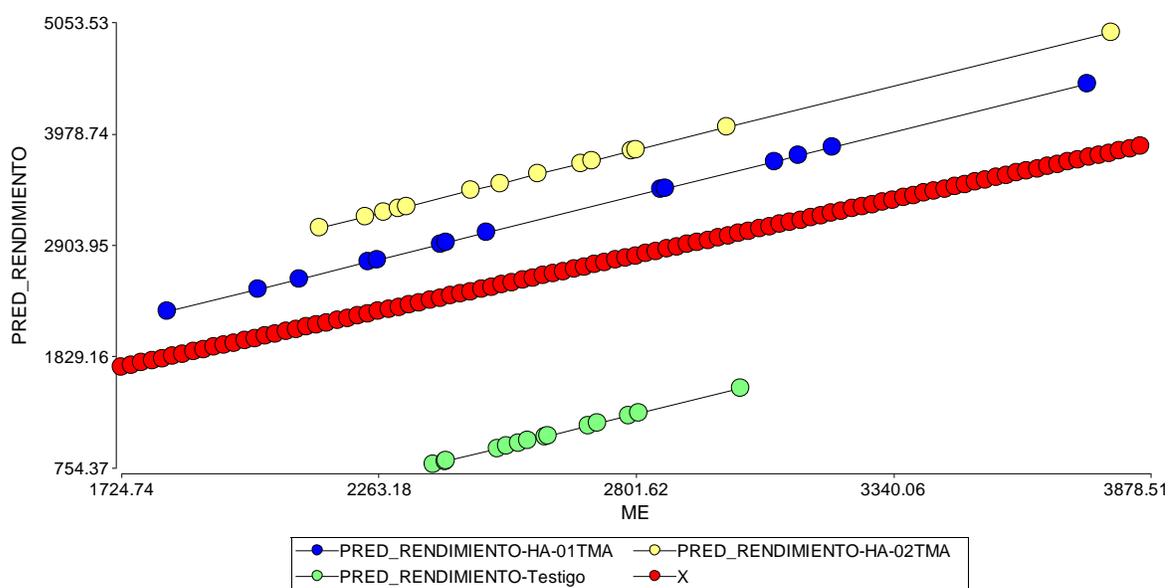


Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ).

**Figura 2: Prueba múltiple de DGC (Alfa=0.05) al rendimiento de tres genotipos de maíz color de grano amarillo, en el trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala.**

Se formaron tres grupos estadísticos. En el primero se ubicó el genotipo ICTA HA-02<sup>TMA</sup>, con un rendimiento medio de 3613.15 kg ha<sup>-1</sup>, el segundo grupo formado por ICTA HA-01<sup>TMA</sup> con un rendimiento medio de 3170.50 kg ha<sup>-1</sup>, siendo la diferencia entre ambos de 442.65 kg ha<sup>-1</sup> y el tercer grupo de medias formado por el testigo del agricultor (genotipos amarillo mexicano, amarillo pálido, amarillo huevo, con rendimiento medio de 1063.47 kg ha<sup>-1</sup>, siendo superado en 2549.68 kg ha<sup>-1</sup> por el genotipo ICTA HA-02<sup>TMA</sup>.

Para determinar la estabilidad de los genotipos se procedió a realizar el cálculo de la estabilidad dinámica de Eberhart y Russell (1966), utilizando modelos lineales generales y mixtos del software Infostat 2016 (Figura 3).



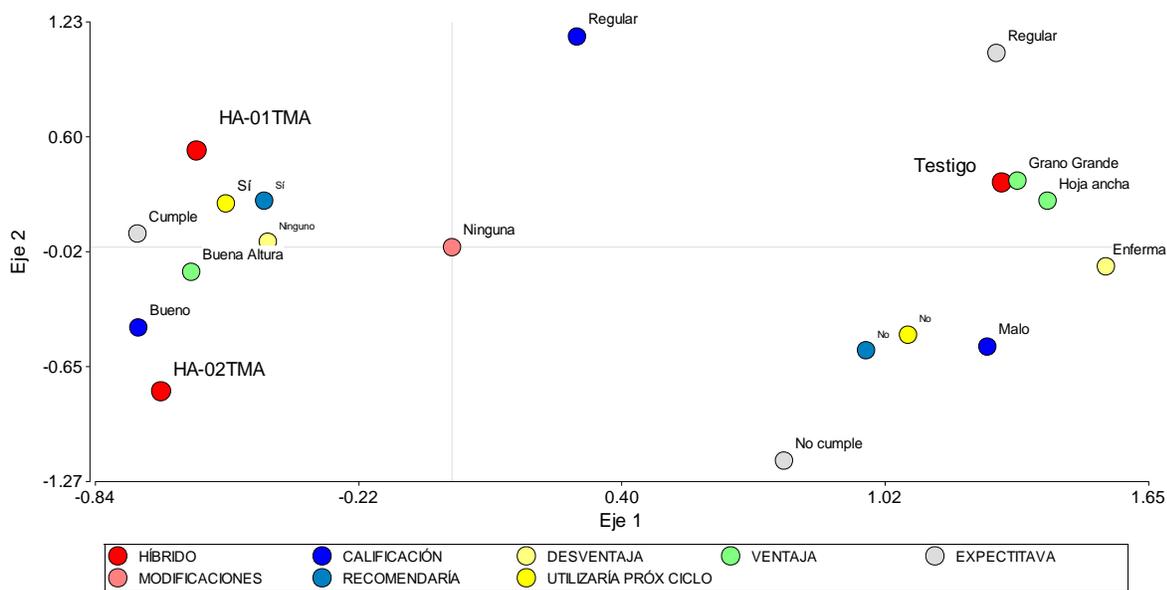
Fuente: DVTT-ICTA, Guatemala.

**Figura 3. Estabilidad dinámica (Eberhart y Russell) de tres genotipos de maíz, color de grano amarillo, en el trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala.**

Se determina que los tres genotipos bajo evaluación se consideran inestables. Resalta que los genotipos ICTA HA-1<sup>TMA</sup> e ICTA HA-2<sup>TMA</sup>, obtienen mejores rendimientos a medida que el ambiente (condiciones de suelo, temperatura y humedad ambiental) se manifiesta en condiciones adecuadas para el cultivo de maíz, superando en rendimiento a la media de rendimiento

ambiental (línea roja) en un ambiente promedio. Es de notar que ICTA HA-2<sup>TMA</sup> supera en rendimiento a los otros genotipos validados, por lo que se puede pasar a la siguiente fase de investigación (promoción de tecnología y liberación comercial). El genotipo testigo del agricultor obtuvo rendimientos menores a la media general en un ambiente promedio.

Para determinar la pre-aceptabilidad de los genotipos bajo evaluación, en actividades de transferencia realizadas en las parcelas de validación, se pasó una boleta en la cual se recopiló la opinión de los agricultores. Para desglosar la misma se vaciaron los datos a una hoja Excel, la cual se pasó al programa estadístico InfoStat versión 2016, para formar una tabla de contingencia de cruce de variables (Figura 4).



Fuente: DVTT-ICTA, Guatemala.

**Figura 4. Análisis de correspondencia simple de pre-aceptabilidad de genotipos de maíz color de grano amarillo, en el trópico bajo de Guatemala.**

Como resultado del análisis multivariado de correspondencia simple, obtenido de la opinión de los agricultores respecto a los parámetros: calificación (bueno, regular, malo), desventajas, ventajas, cumplen o no cumplen los genotipos sus expectativas en rendimiento, haría modificaciones a la tecnología, recomendaría (sí, no) los genotipos y utilizará en el próximo ciclo (sí, no) los genotipos de maíz amarillo; se determinó que: Las dos primeras dimensiones del análisis de correspondencia simple de la tabla de contingencia correspondiente al cruce de las

variables bajo estudio con los genotipos ICTA HA-01<sup>TMA</sup>, ICTA HA-02<sup>TMA</sup> y testigo del agricultor. El biplot (Figura 4) sugiere en su primer eje (con una inercia del 55%), que el genotipo ICTA HA-02<sup>TMA</sup> se relaciona mayormente con buena calificación, buena altura de planta, buen color de grano y cumple la expectativa de los agricultores, mientras que el genotipo testigo se relaciona mayormente con tener buen tamaño de grano, hoja ancha, mayor susceptibilidad a enfermedades del follaje y regular expectativa. Ningún agricultor manifestó que haría modificaciones a su sistema de siembra en el caso de adoptar la nueva tecnología de genotipos de maíz de grano amarillo.

## **7 Conclusiones**

- Estadísticamente los genotipos de maíz ICTA HA-01<sup>TMA</sup> (3170.50 kg ha<sup>-1</sup>) e ICTA HA-02<sup>TMA</sup> (3613.15 kg ha<sup>-1</sup>) superaron en rendimiento al testigo del agricultor (1063.47 kg.ha<sup>-1</sup>) en 2107.03 kg.ha<sup>-1</sup> y 2549.68 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente.
- Ninguno de los genotipos evaluados posee estabilidad de su rendimiento en un ambiente promedio.
- El genotipo ICTA HA-02<sup>TMA</sup> posee mayor pre-aceptabilidad entre los agricultores por su forma de mazorca, color de grano y rendimiento.
- En las localidades bajo estudio no se manifestó presencia del complejo de mancha de asfalto.

## **8 Recomendaciones**

- Continuar con el mejoramiento genético del maíz amarillo.
- Evaluar bajo presión de inóculo la tolerancia de los genotipos a la mancha de asfalto.

## 9 Referencias

Bernardo, R. (2014). Essentials of plant breeding. University of Minnesota. Minnesota, Estados Unidos. 244 p.

Dardón, D. (2013). Recomendaciones para el manejo integrado de la mancha de asfalto (*Phyllacora maydis* Maunblanc, *Monographella mayhdis* Muller y Samuels, *Coniothirium phyllacorae* Maunblanc) en el cultivo de maíz. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Guatemala. 15 páginas.

Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C.W. Robledo. (2008) InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Ferrufino, I. (2009). Mapeo del Mercado de Semillas de Maíz y Frijol en Centroamérica. Managua, Nicaragua.

Fuentes M. (2002a). El cultivo de maíz en Guatemala. ICTA. Guatemala, Guatemala. 45 p.

Fuentes M. (2002b). Variedad de maíz ICTA B-7. ICTA. Guatemala, Guatemala. 4 p.

Fuentes, M.; van Etten, J.; Ortega, A. & Vivero, J. (2005) Maíz para Guatemala: Propuesta para la reactivación de la cadena agroalimentaria del maíz blanco y amarillo, SERIE "PESA Investigación", n°1, FAO Guatemala, Guatemala, C.A.

Gómez, C. (2013). Situación de la producción de semillas de maíz en Guatemala periodo 2006-2010. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

Hallauer, A R & Miranda, J. B. (1988) Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press, Ames, IA. pp: 183-201.

Hallauer A R (1992) Recurrent selection in maize. Plant Breed. Rev. 9: 115-179.

ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). (2012). Planificación del programa de investigación en el cultivo de maíz del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas – ICTA. Guatemala, Guatemala. 50p. sp.

MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). (2015). El Agro en cifras. Dirección de Planeamiento DIPLAN. 65 p.

MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). (2017). Situación del maíz blanco a marzo de 2017. Dirección de Planeamiento DIPLAN. 18 p.

Maya, J. y J. Ramírez. (2002). Selección recurrente en tres poblaciones de maíz para el subtrópico de México. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 25 (2): 201-207.

Paliwal, R., Granados, G. Laffite, H. y Violic, A. (2001). El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción. FAO. Roma, Italia. 371 p.

United States Department Agricultural (USDA). (2010). Global estimates of corn prices, production and consumption.

Van Etten, J., y Fuentes, M. (2005). La crisis del maíz en Guatemala: Las importaciones de maíz y la agricultura familiar. Anuario de Estudios Centroamericanos, Universidad de Costa Rica, 30(1-2): 51-66.

## 10 Anexo

### Anexo 1.

Ubicación geográfica de ambientes y agricultores colaboradores de parcelas de validación de genotipos de maíz amarillo en Huehuetenango, Guatemala.

Parcela	Ambiente	Colaborador	Latitud	Longitud
1	Cementerio, Los Chucles, La Democracia	Eberto Cobón Martínez	15° 38' 12.12''	91° 52' 35.759''
2	Nacimiento de agua, Los Chucles, La Democracia	Erasmus Martínez	15° 39' 08.19''	91° 51' 19.32''
3	El Plan I, Los Chucles, La Democracia	Teodoro Martínez	15° 38' 14.316''	91° 52' 14.357''
4	El Plan II, Los Chucles, La Democracia	Maynor Fernando Martínez Ordóñez	15° 38' 28.601''	91° 51' 14.343''
5	Agua Escondida, Santa Ana Huista	Gabriel Sales Morales	15° 44' 10.41''	91° 52' 6.32''
6	Agua Zarca I, Santa Ana Huista	Wilder Paúl López Castellanos	15° 44' 54.14''	91° 53' 59.60''
7	Agua Zarca II, Santa Ana Huista	Agustín Arles Vásquez Lemus	15° 44' 39.95''	91° 54' 22.80''
8	Maculis I, El Limonar, Jacaltenango	José Montejo Silvestre	15° 48' 13.332''	91° 51' 13.432''
9	Maculis II, El Limonar, Jacaltenango	Manuel Abraham Montejo Sánchez	15° 48' 52.04''	91° 50' 34.50''
10	El Limonar, Jacaltenango,	Manuel Ediberto Mendoza Díaz	15° 48' 15.19''	91° 50' 06.76''
11	Lemnish, Buxup, Jacaltenango	José Domingo Mendoza Miguel	15° 42' 56.52''	91° 49' 53.36''
12	Nueva Catarina, Jacaltenango	Santos Fidel Montejo	15° 46' 22.85''	91° 48' 07.83''
13	La Unión, Nentón	Gustavo Velasco	15° 56' 13.27''	91° 46' 48.12''
14	Llano Grande, Nentón	José Armín Castillo Montt	15° 47' 108.79''	91° 45' 49.48''

**Anexo 2.**

Boleta de evaluación para genotipo ICTA HA-01<sup>TMA</sup>

Tecnología probada	Maíz ICTA HA-01 <sup>TMA</sup>	No. Boleta:
1 ¿Cómo califica el genotipo de maíz?	<i>Bueno:</i> Se mira bien. Tiene buena planta y mazorca. Es bueno para comer para la familia.	
2 ¿Qué problemas presentó para usted el maíz evaluado?	Ninguno.	
3 ¿Qué ventajas observa en este maíz?	Tiene buena altura de planta y mazorca, la planta resiste el viento cuando está lloviendo. Las hojas son anchas y sirven para hacer tamalitos. No le pega enfermedad en sus hojas. No se seca la hoja cuando está en elote. No le pega mucha plaga.	
4 ¿Cumple el genotipo de maíz, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	Sí <u>  X  </u> No <u>      </u> porque tiene buena altura de planta y mazorca, resiste el viento. Produce un poco más que los genotipos mexicanos, los maíces mexicanos necesitan mucho fertilizante, buena tierra y agua bastante. Estos genotipos de ICTA producen en cualquier suelo.	
5 ¿Haría modificaciones al maíz ICTA HA-01 <sup>TMA</sup> probada por ICTA?	Sí <u>      </u> No <u>  X  </u> porque se adapta bien a mi sistema de siembra.	
6 ¿Le recomendaría el maíz ICTA HA-01 <sup>TMA</sup> probado a otro productor?	sí <u>  X  </u> No <u>      </u> porque produce bien sin necesidad de mucho abono y agua. Es bueno para comer para la toda la familia. Tiene buena mata y buena hoja para tamalitos, buena mazorca y olote para usar como leña en la cocina. sí <u>  X  </u> No <u>      </u> porque tiene buena altura de planta y mazorca, resiste el viento. Estos genotipos de ICTA producen en cualquier suelo.	
7 ¿Utilizará el maíz ICTA HA-01 <sup>TMA</sup> para su próximo ciclo de cultivo?	Sí. Porque crece bien la mata y produce parejo. Cómo puedo conseguir la semilla. Dónde venden la semilla. Cuánto vale la semilla. Traerán la semilla para la gente. El MAGA va a dar la semilla	
8 Observaciones	Dónde puedo conseguir más semilla para la siembra del otro año. Cuánto vale la semilla. Dónde venden la semilla. Traerán la semilla para la gente. El MAGA va a dar la semilla	

### Anexo 3.

#### Boleta de evaluación para genotipo ICTA HA-02<sup>TMA</sup>

Tecnología probada	Maíz ICTA HA-02 <sup>TMA</sup>	No. Boleta:
1 ¿Cómo califica el genotipo maíz?	<i>Excelente:</i> Tiene buen tamaño de grano. Es bueno para comer para la familia.	
2 ¿Qué problemas presentó para usted el maíz evaluado?	Ninguna.	
3 ¿Qué ventajas observa en este maíz?	Tiene buena altura de planta y mazorca, la planta resiste el viento cuando está lloviendo. Las hojas son anchas y sirven para hacer tamalitos. No le pega enfermedad en sus hojas. No se seca la hoja cuando está en elote. No le pega mucha plaga. Buen color de grano.	
4 ¿Cumple el genotipo de maíz, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	sí <u>X</u> No _____ porque da buen tamaño de mazorca, buen color del grano y rinde bien. Produce un poco más que los genotipos mexicanos, los maíces mexicanos necesitan mucho fertilizante, buena tierra y bastante agua. Estos genotipos de ICTA producen en cualquier suelo.	
5 ¿Haría modificaciones al maíz ICTA HA-02 <sup>TMA</sup> probada por ICTA?	sí _____ No <u>X</u> porque se adapta bien a mi sistema de siembra.	
6 ¿Le recomendaría el maíz ICTA HA-02 <sup>TM</sup> probado a otro productor?	sí <u>X</u> No _____ porque produce bien sin necesidad de mucho abono y agua. Es bueno para comer y darle a los animales (aves de patio) para que la yema de los huevos tenga mejor color amarillo. Tiene buena mata y buena hoja para tamalitos, buen elote para hacer atol, buena mazorca y olote para usar como leña en la cocina.	
7 ¿Utilizará el maíz ICTA HA-02 <sup>TM</sup> de ICTA para su próximo ciclo de cultivo?	<i>Sí:</i> Porque crece bien la mata y produce parejo. Como puedo conseguir la semilla. Dónde venden la semilla. Cuánto vale la semilla. Traerán la semilla para la gente. El MAGA va a dar la semilla	
8 Observaciones	Dónde puedo conseguir más semilla para la siembra del otro año.	

**Anexo 4.**

Listado de personas por localidad, edad, sexo y etnia en actividades de días de campo de genotipos de maíz ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup> en el departamento de Huehuetenango, Guatemala.

Nombre	Municipio	Comunidad	Edad	Sexo		Etnia
				M	F	Mestizo
Jessica Ramírez	La Democracia	La Democracia	20		x	x
Ana Caño	La Democracia	La Democracia	31		x	x
Merly Galicia	La Democracia	Los Chucles	19		x	x
Yordany Martínez	La Democracia	Los Chucles	25	x		x
Baudelio Martínez	La Democracia	Los Chucles	38	x		x
Erasmus Martínez	La Democracia	Los Chucles	52	x		x
Heberto Cobón	La Democracia	Los Chucles	44	x		x
Gilberto Martínez	La Democracia	Los Chucles	58	x		x
Delma Ordoñez	La Democracia	Los Chucles	50		x	x
Osvin Cobón	La Democracia	Los Chucles	46	x		x
Teresa Martínez	La Democracia	Los Chucles	18		x	x
José Castillo	La Democracia	Los Chucles	46	x		x
Delmar Martínez	La Democracia	Los Chucles	51	x		x
Baldemar Samayoa	La Democracia	Los Chucles	46	x		x
Irma Funes	La Democracia	Los Chucles	45		x	x
Héctor Vásquez	Nentón	Los Chucles	27	x		x
Carlos Castillo	Nentón	Los Chucles	45	x		x
Rosa Castillo	Nentón	Los Chucles	24		x	x
Marlyn Castillo	Nentón	Los Chucles	16		x	x
Berta Leiva	Nentón	Los Chucles	43		x	x
Alida López	Nentón	Los Chucles	38		x	x
Seidy Vásquez	Nentón	Los Chucles	16		x	x
Alfredo Castillo	Nentón	Los Chucles	21	x		x
Antonia Ordoñez	Nentón	Los Chucles	71		x	x

Elvira Maldonado	Nentón	Los Chucles	25		x	x
Ada Castillo	Nentón	Los Chucles	28		x	x
Onoria Maldonado	Nentón	Los Chucles	28		x	x
Olegario Cobón	Nentón	Los Chucles	48	x		x
Catarino Gutiérrez	Nentón	Huehuetenango	53	x		x
Elva Castillo	Nentón	Los Chucles	31		x	x
Antonio Leiva	Nentón	Los Chucles	29	x		x
José Castillo	Nentón	Los Chucles	35	x		x
Edna Sánchez	Nentón	Los Chucles	41		x	x
Lexeny Martínez	Nentón	Los Chucles	38	x		x
Sheily Vásquez	Nentón	Los Chucles	21	x		x
Kenedy Vásquez	Nentón	Los Chucles	17	x		x
Madelys Maldonado	Nentón	Los Chucles	32		x	x
Fernando Herrera	Santa Ana H.	Reforma	31	x		x
Gamaliel Peláez	Santa Ana H.	Lop	35	x		x
Matilde Cruz	Santa Ana H.	Pumul	28		x	x
Carlos Díaz	Santa Ana H.	Buena Vista	45	x		x
Esteban Cruz	Santa Ana H.	Lop	47	x		x
Bladimir Balcázar	Santa Ana H.	Lop	41	x		x
Matilde Cruz	Santa Ana H.	Pumul	37		x	x
Julio López	Santa Ana H.	Florida	55	x		x
Huber Del Valle	Santa Ana H.	San José	46	x		x
Julio Lorenzo	Santa Ana H.	Florida	44	x		x
Florentín Gonzáles	Santa Ana H.	Florida	42	x		x
Misael Morales	Santa Ana H.	San José	38	x		x
Jerónimo Funes	Santa Ana H.	San José	34	x		x
Gregorio Samayoa	Santa Ana H.	San José	41	x		x
Ogler Mendoza	Santa Ana H.	Lop	46	x		x
Becquer Lemus	Santa Ana H.	Santa Ana H.	30	x		x
Celestino Arcia	Santa Ana H.	San José	44	x		x
Alfredo Lemus	Santa Ana H.	Lop	41	x		x

Carlos Morales	Santa Ana H.	San José	38	x		x
Sergio Hidalgo	La Democracia	La Democracia	57	x		x
Abelino Solís	Unión Cantinil	Unión Cantinil	38	x		x
Evelin Félix	Jacaltenango	Jacaltenango	51		x	x
Edilmar Herrera	Unión Cantinil	Unión Cantinil	53	x		x
Rómulo Montejó	Jacaltenango	Jacaltenango	28	x		x
Zaidy López	Santa Ana H.	Santa Ana H.	26		x	x
Rosa Herrera	San Antonio H.	San Antonio H.	45		x	x
Juan Domingo	Concepción H.	Concepción H.	37	x		x
Ingris Silvestre	Concepción H.	Concepción H.	33		x	x
William Velásquez	Concepción H.	Concepción H.	35	x		x
Héctor Martínez	Nentón	Nentón	37	x		x
Fernando Samayoa	Santa Ana H.	Santa Ana H.	36	x		x
Rómulo Montejó	Jacaltenango	Jacaltenango	22	x		x
Rosa Herrera	San Antonio H.	San Antonio H.	32		x	x
María Sánchez	Nentón	Nentón	39		x	x
Flor Cano	Jacaltenango	Jacaltenango	31		x	x
Amelia Montejó	Jacaltenango	Nueva Catarina	39		x	x
Anita Montejó	Jacaltenango	Nueva Catarina	47		x	x
Aura Esteban	Jacaltenango	Nueva Catarina	43		x	x
Glendy Baltazar	Jacaltenango	Nueva Catarina	23		x	x
Emilia Esteban	Jacaltenango	Nueva Catarina	48		x	x
Candelaria Silvestre	Jacaltenango	Nueva Catarina	44		x	x
Manuel Díaz	Jacaltenango	El Limonar	36	x		x
Mauricio Silvestre	Jacaltenango	El Limonar	59	x		x
Baltazar Méndez	Jacaltenango	Nueva Catarina	80	x		x
Olivio López	Jacaltenango	Nueva Catarina	60	x		x
Emilia Esteban	Jacaltenango	Nueva Catarina	48		x	x
Candelaria Silvestre	Jacaltenango	Nueva Catarina	44		x	x
Petrona Quiñones	Jacaltenango	Nueva Catarina	65		x	x



**CRIA**

*Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria*



**GOBIERNO de  
GUATEMALA**  
DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI

