



CRIA

Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria



MINISTERIO DE
AGRICULTURA,
GANADERÍA
Y ALIMENTACIÓN



CRIA Oriente Cadena de Maíz

**Validación de dos híbridos de grano amarillo con tolerancia a
mancha de asfalto ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA}**

**Ing. Agr. José Luis Ságuil Barrera
Investigador Principal
ICTA-CIOR, Zacapa**

Zacapa, Guatemala, junio de 2020

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los 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 mencionan.

Contenido

1.	Introducción	1
2.	Marco teórico	2
2.1	Situación actual del cultivo de maíz	2
2.2	El maíz amarillo en Guatemala	3
2.3	El problema de la mancha de asfalto en la producción de maíz en Guatemala	5
2.4	Características de los híbridos ICTA HA-01 ^{TMA} e ICTA HA-02 ^{TMA}	7
3.	Objetivos	8
4.	Hipótesis	8
5.	Materiales y métodos	9
6.	Resultados y su discusión	11
7.	Conclusiones	15
8.	Recomendaciones	15
9.	Bibliografía	15
	Anexos	17

Siglas y acrónimos

ACP+Zn: Alta calidad de proteína más cinc
CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIMMYT: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CRIA: Consorcio Regional de Investigación Agropecuaria
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación
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
MSPAS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PRM-ProFrijol: Programa Regional de Mejoramiento del Frijol
RMA: Resistencia a la mancha de asfalto
TMA: Tolerancia a la mancha de asfalto
USAID: Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional
USDA: United States Department of Agriculture

Validación de dos híbridos de grano amarillo con tolerancia a mancha de asfalto ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA}

José Luis Ságuil Barrera¹

RESUMEN

La actividad agrícola de Guatemala se basa en la producción de granos básicos, donde el maíz representa el principal cultivo, por el área cultivada y la cantidad de personas que dependen de él, como alimento y como fuente de trabajo. La producción está enfocada principalmente al maíz de grano blanco, que a nivel nacional representa el 90 % de la producción. Existe alrededor de un 10 % enfocado a la producción de maíz de grano amarillo, que es utilizado principalmente para la industria y la actividad pecuaria. En el oriente de Guatemala existen productores que se dedican a cultivar maíz amarillo para autoconsumo, en la alimentación de ganado y aves. Debido a que no existen semillas de cultivares locales, dependen de la semilla que es ofrecida por empresas transnacionales, principalmente híbridos, con un alto costo. El ICTA desarrolló en los últimos años híbridos de grano amarillo que presentan tolerancia a la enfermedad "*Mancha de asfalto*" y para el año 2019 se hizo la validación de dos híbridos seleccionados por la característica anterior y por su buen potencial de rendimiento. Esta actividad se realizó con el apoyo financiero del Programa CRIA-IICA a través del Consorcio de Maíz CRIA-Oriente. De los nueve trabajos establecidos en el oriente de Guatemala, se tiene que, si bien los rendimientos no fueron estadísticamente superiores a los híbridos comparadores, se alcanzaron niveles adecuados, cercanos al potencial de los híbridos bajo condiciones experimentales. El híbrido ICTA HA-02^{TMA}, con rendimiento promedio de 3,415.19 kg/ha fue el preferido por los productores de maíz amarillo, además del rendimiento, por el color uniforme del grano y por la apariencia de la mazorca.

ABSTRAC

Guatemala's agricultural activity is based on the production of basic grains, where corn represents the main crop, due to the cultivated area and the number of people who depend on it, as food and as a source of work. Production is mainly focused on white grain corn, which at the national level represents 90 % of production. There is around 10 % focused on the production of yellow grain corn, which is used mainly for industry and livestock. In eastern Guatemala there are producers who are dedicated to growing yellow corn for self-consumption, to feed livestock and yard birds. Because there are no seeds of local cultivars, they depend on the seed that is offered by transnational companies, mainly hybrids, at a high cost. The ICTA developed in recent years, yellow grain hybrids that show tolerance to the disease "Tar spot" and for the year 2019 two hybrids selected for the previous characteristic and for their good yield potential were validated. This activity was carried out with the financial support of the CRIA-IICA Program through the CRIA-Oriente Maize Consortium. Of the nine studies established in eastern Guatemala, it is clear that, although the yields were not statistically superior to the comparator hybrids, adequate levels were reached, close to the potential of the hybrids under experimental conditions. The hybrid ICTA HA-02^{TMA}, with an average yield of 3,415.19 kg/ha, was preferred by the yellow corn producers, in addition to the yield, due to the uniform color of the grain and the appearance of the corncobs.

¹Investigador Principal, ICTA-CIOR, Zacapa.jlsaguil@icta.gob.gt

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 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 blanco, 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 toneladas métricas (MAGA, 2017).

Durante el periodo 2016-2017 se produjeron 1,885,000 toneladas métricas de maíz blanco, mientras que de maíz amarillo la producción fue menor a las 200,000 (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 a 10 %. Para el año 2015 se importaron 916,705.15 toneladas de maíz amarillo, lo que representó \$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 7.00 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 (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 híbrido ICTA HA-48, no se ha liberado ningún otro cultivar de maíz de grano amarillo que apoye al sector agroindustrial, existiendo en la actualidad una fuerte demanda, derivada de la creciente industria de producción animal, la cual importa más del 80 % del maíz que utiliza.

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 híbridos, que superaran al testigo comercial utilizado por los productores y con características agronómicas de la preferencia de éstos; se determinó que los híbridos ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA}, superaron en rendimiento a otros genotipos, incluyendo al testigo comercial, además mostraron un buen nivel de tolerancia al complejo mancha de asfalto.

Con la finalidad de continuar con el esquema de generación de tecnología del ICTA, durante el año 2019 se desarrolló la validación en el oriente de Guatemala, de los dos híbridos anteriormente mencionados, actividad que se presenta en este informe.

De acuerdo con los datos obtenidos en las nueve localidades donde se establecieron las parcelas de prueba, los dos híbridos validados no superan estadísticamente los rendimientos de los híbridos que cultivan los agricultores que colaboraron con este estudio.

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 a 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 centroamericana.

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 toneladas, con rangos que van desde un 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, con medias que llegaron a 2,000 kg/ha 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 hectáreas, con fluctuaciones de alrededor de 100,000 hectáreas por año (Ferrufino, 2009; Gomez, 2013).

Según el informe sobre la situación actual del maíz blanco 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 toneladas y un rendimiento promedio de 2,155.63 kg/ha (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 es necesario 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. Mientras que en el período enero-marzo/2017, las importaciones de maíz blanco han ingresado en un 90 % de Estados Unidos de Norteamérica y el 10 % de México (MAGA, 2017).

Según los resultados de la ENA (2014), presentados por el INE, las importaciones de maíz blanco mostraron un comportamiento irregular durante el período 2007-2013; mientras que a partir del año 2014 presentan una tendencia creciente. Este comportamiento también se manifiesta en sus precios promedio, que pasaron de US\$ 245.61/TM en el año 2007 hasta alcanzar los US\$ 400.61/TM en el año 2010; después bajaron a US\$ 318.45/TM en el año 2013 y se situaron en US\$ 264.02/TM en el año 2014, para bajar en el año 2015 a US\$ 231.35/TM, y luego volver a subir en el año 2016 a US\$ 241.60/TM. En los años 2014, 2015 y 2016, se infiere que las importaciones de maíz blanco 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 TM de maíz blanco, mientras que de maíz amarillo la producción fue 210,000 TM aproximadamente (MAGA, 2017). Para el año 2015 se importaron 916,705.15 TM de maíz amarillo, lo que representa US\$ 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 blanco y el maíz amarillo tienen diferentes características alimentarias. 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).

2.2.1 Problemática

El maíz forma la base de la dieta en Guatemala, especialmente para la población pobre. También es el cultivo que ocupa mayor superficie que cualquier otro en el país. Dada esta importancia, el maíz debe recibir especial atención (Fuentes et al., 2005).

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 7.00 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 (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 tierra, se reparte entre el 81.15 % de los agricultores (agricultores de infra subsistencia y subsistencia) (Fuentes, 2002; ICTA, 2012).

Esta situación está ligada a los medios de producción y particularmente al de maíz, deficiencias nutricionales se ven ligadas a este problema conjuntamente con los bajos niveles de producción que no alcanzan a satisfacer la demanda nacional, y por ello las importaciones que deben realizarse y pérdida de divisas. Además, el maíz presenta otros problemas que actualmente se manifiestan caóticos como las sequías prolongadas, enfermedades como la mancha de asfalto, uso de variedades criollas, entre otros.

2.2.2 Bajo potencial de rendimiento

El problema central en torno al maíz es que la producción de Guatemala no cubre la demanda nacional. Esto genera una 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).

Según el informe del MAGA para el año agrícola 2016/2017 (mayo a abril), el rendimiento promedio fue de 2,155.63 kg/ha (MAGA, 2017). Estos datos comparados con los rendimientos que se obtienen en los países de mayor producción en el mundo, como Estados Unidos (9,339 kg/ha), Argentina (8,080 kg/ha) o China (5,090 kg/ha) son bastante bajos (MAIZAR, 2011).

Los rendimientos dependen en gran medida de los insumos para la producción y de su precio. La falta de recursos financieros resulta en una elevación de costos, además la falta de liquidez económica también causa atrasos en la utilización de tecnología, como es el uso de semillas mejoradas y otros insumos. A esta situación se agrega la poca o nula existencia de programas de capacitación y asistencia técnica para los productores. Por otro lado, el aumento de los rendimientos se limita por los ambientes ecológicos en que se desarrolla el cultivo del maíz: muchas de las áreas con maíz son de bajo potencial (laderas con alta pendiente, suelos de vocación forestal) (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 almacenado 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 El problema de la mancha de asfalto en la producción de maíz en Guatemala

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.

De acuerdo a Pereyda et al (2009) 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 1).

Bajo condiciones ambientales favorables, el follaje puede ser atizonado en menos de ocho días, debido a 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.

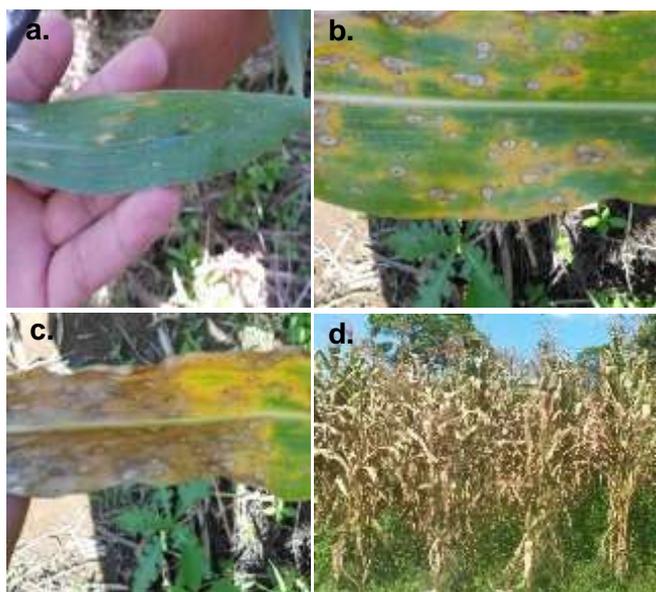


Figura 1. Complejo de hongos que provocan la “mancha de asfalto”. a. *Phyllachora maydis* Maubl. b. *Monographella maydis* Müller & Samuels. c. *Coniothyrium phyllachorae* Maubl. d. Daño de mancha de asfalto en híbridos de maíz, Ixcán, Quiché, 2015 (Fotografías de Héctor Danery Martínez).

En el “Manual Técnico para el Manejo de la Mancha de Asfalto”, 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 tercer 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).

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^{TMA}, es un híbrido de grano blanco normal (en contenido de proteína).

En la actualidad no existen cultivares de grano amarillo resistentes o con un buen nivel de tolerancia al complejo mancha de asfalto en Guatemala.

El programa de investigación de maíz del ICTA, a través de muchos años ha generado, evaluado y desarrollado a nivel de estación experimental, híbridos triples de

maíz de grano amarillo, con alto potencial de rendimiento, sabiendo 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, sabiendo 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.

Desde el año 2017 el equipo de investigadores del programa de maíz evaluó, identificó y seleccionó a nivel de estación experimental, 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 período de junio a noviembre de 2018, se condujeron ensayos de fincas en terrenos de agricultores del área del trópico bajo de Guatemala, con la finalidad de determinar el comportamiento de los genotipos seleccionados, así como identificar y seleccionar el o los mejores híbridos que combinaran, alto potencial de rendimiento, tolerancia al complejo mancha de asfalto y con buenas características agronómicas, haciendo énfasis en el tipo y color de grano. De la evaluación de 25 genotipos, se tuvo como resultado la selección de dos, que han sido identificados durante el proceso experimental como híbridos ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA}.

De acuerdo con el proceso del esquema de generación de tecnología del ICTA, estos dos híbridos han pasado a la etapa de validación, bajo condiciones de tecnología y manejo de productores que se dedican a obtener maíz de grano amarillo, en requerimiento de sus actividades, principalmente agropecuarias.

2.4 Características de los híbridos ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA}

De acuerdo con comunicación personal, con el Ing. Agr. Héctor Danery Martínez, Coordinador del Programa de Maíz del ICTA, los híbridos validados presentan las siguientes características agronómicas:

a. ICTA HA-02^{TMA}

- Altura de planta: 2.29 metros.
- Altura a mazorca: 1.24 metros.
- Días a floración masculina: 62.
- Días a floración femenina: 63.
- Días a cosecha: 120.
- Color de grano: amarillo.
- Textura del grano: cristalino.
- Rendimiento promedio: 6000 kg/ha (90 quintales/manzana).
- Rango de adaptación: 0-1400 msnm.

b. ICTA HA-01^{TMA}

- Altura de planta: 2.20 metros.
- Altura a mazorca: 1.05 metros.
- Días a floración masculina: 57.
- Días a floración femenina: 58.
- Días a cosecha: 120.
- Color de grano: amarillo.
- Textura del grano: cristalino.
- Rendimiento promedio: 5,900 kg/ha (90 quintales/manzana).
- Rango de adaptación: 0-1400 msnm.

3. OBJETIVOS**3.1 General**

Contribuir mediante el uso de los híbridos ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} al manejo de la mancha de asfalto y mejorar el potencial de rendimiento del maíz de grano amarillo.

3.2 Específicos

- Establecer si los híbridos de maíz ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} son superiores en rendimiento de grano, al testigo del agricultor.
- Verificar el comportamiento de los híbridos de maíz ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} bajo las condiciones de manejo agronómico del agricultor.

4. HIPÓTESIS

Ho. Los híbridos triples de maíz ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} poseen similar potencial de rendimiento que el testigo del agricultor.

5. MATERIALES Y MÉTODOS**5.1 Localidades y época**

En total se tuvo la participación de nueve productores, que cultivaron igual cantidad de parcelas de prueba, distribuidas en los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa. Para la selección de los sitios se tomó en cuenta las recomendaciones y contactos con los agricultores colaboradores, realizadas por las Agencias Municipales de Extensión Rural del MAGA en Zacapa y contactos con productores que han tenido experiencia en la producción de maíz de grano amarillo en el resto de los departamentos. La información de las localidades y los productores colaboradores que tomaron parte en la validación se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Agricultores colaboradores y ubicación geográfica de las localidades donde se establecieron las parcelas de prueba para la validación de dos híbridos de maíz de grano amarillo, 2019.

Productor-colaborador	Ubicación de la parcela	Localización geográfica	
		Latitud	Longitud
Corina Buezo Buezo	Olopita, Esquipulas, Chiquimula	14° 36' 24.88"	89° 18' 10.10"
Carlos Efraín Pacheco	Timushán, Esquipulas, Chiquimula	14° 37' 07.13"	89° 12' 09.18"
Aristides David Portillo	Pampacaya, S.L. Jilotepeque, Jalapa	14° 37' 30.76"	89° 43' 42.15"
Mynor Sagastume	Cececapa, Ipala, Chiquimula	14° 40' 16.60"	89° 37' 17.20"
Edvin De Jesús Martínez	Las Cañas, Agua Blanca, Jutiapa	14° 28' 10.75"	89° 32' 48.73"
Wilder Geovani Rosales	Cececapa, Ipala, Chiquimula	14° 40' 21.75"	89° 36' 41.75"
María Alejandra Salguero	Fca. Los Zopilotes, Zacapa, Zacapa	14° 58' 15.73"	89° 30' 50.07"
Antonio Paxtor	V. de Dolores, Esquipulas, Chiq.	14° 35' 55.18"	89° 20' 18.75"
Byron Edmundo Noguera	El Amatillo, Ipala, Chiquimula	14° 30' 57.58"	89° 37' 05.10"

5.2 Diseño experimental

La comprobación de la hipótesis planteada se realizó a través del establecimiento de un ensayo experimental bajo el diseño de *Bloques completos al azar*, con tres tratamientos que correspondieron a los híbridos validados y su comparador, en nueve repeticiones o localidades donde se establecieron las parcelas de validación.

5.3 Tratamientos

- Híbrido triple ICTA HA-01^{TMA}.
- Híbrido triple ICTA HA-02^{TMA}.
- Híbrido utilizado por el agricultor

En el cuadro 2 se especifica el híbrido que los agricultores colaboradores estaban utilizando (testigo).

Cuadro 2. Híbridos de maíz de grano amarillo utilizados como comparadores para la validación de los híbridos triples ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA}, 2019.

Localidad	Comparador
Olopita, Esquipulas, Chiquimula	Pionner amarillo
Timushán, Esquipulas, Chiquimula	Tropical Max
Pampacaya, S.L. Jilotepeque, Jalapa	JC-12
Cececapa, Ipala, Chiquimula	Pionner amarillo
Las Cañas, Agua Blanca, Jutiapa	DK-390 amarillo
Cececapa, Ipala, Chiquimula	JC-12
Fca. Los Zopilotes, Zacapa, Zacapa	Pionner P-4226
V. de Dolores, Esquipulas, Chiq.	Amarello
El Amatillo, Ipala, Chiquimula	Pionner P-4226

5.4 Tamaño de la unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental fue de 220 m².

5.5 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

con $i = 1 \dots 3$ *tratamientos*, $j = 1 \dots 9$ *localidades*

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta.

μ = media general.

τ_i = efecto del tratamiento_i.

β_j = efecto del bloque o localidad_j.

ε_{ij} = error aleatorio asociado a la observación Y_{ij} .

Supuestos:

$$\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$$

5.6 Variable de Respuesta

Rendimiento de grano (kg/ha).

5.7 Análisis de la información

- **Estadístico**

El análisis estadístico de los datos de las parcelas de prueba se realizó mediante el software InfoStat[®], a través del diseño de bloques completos al azar, por medio de modelos generales y mixtos, donde se utilizó a los híbridos validados y su comparador como tratamientos y a las localidades como bloques.

- **Económico**

Se estimaron los costos de producción y se calculó la relación beneficio/costo para cada tratamiento.

- **Opinión del Agricultor**

Se determinó la preceptabilidad, a través de una boleta (ver anexo 1).

5.8 Manejo del experimento

El manejo agronómico se realizó de la manera tradicional y con la tecnología propia de los agricultores colaboradores.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Rendimiento

Con respecto a los resultados de la variable respuesta rendimiento de grano (kg/ha) obtenidos en las nueve localidades donde se establecieron las parcelas de validación, en el Cuadro 3 se presentan los resultados respectivos.

Cuadro 3. Rendimiento de grano (kg/ha) de los híbridos triples ICTA HA-01^{TMA}, ICTA HA-02^{TMA} y sus comparadores, establecidos en nueve localidades del oriente de Guatemala, 2019.

Localidad	Rendimiento ICTA HA-01 (kg/ha)	Rendimiento ICTA HA-02 (kg/ha)	Rendimiento testigo (kg/ha)
Olopita	3408.75	2231.18	2065.91
Timushán	991.74	1586.78	4363.64
Pampacaya	1198.23	1487.45	1136.25
Cececapa, Ipala	3181.50	4049.18	2788.98
Las Cañas	4545.00	7230.68	3883.91
Cececapa	4007.86	4772.25	3863.25
Zacapa, Zacapa	2003.93	1714.70	1156.91
V. Dolores	2169.20	2355.14	3181.50
El Amatillo	5123.45	5309.39	2107.23
Promedio	2958.85	3415.19	2727.51

El resultado del análisis de varianza (ANDEVA) realizado a los datos de rendimiento (kg/ha) de las parcelas de validación (Anexo 2), indican que no existen diferencias significativas entre los tres tratamientos evaluados. Es decir, que el rendimiento de los híbridos amarillos ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} es estadísticamente similar al rendimiento de los híbridos utilizados por los productores participantes, en la región del oriente de Guatemala. Los promedios de los rendimientos fueron de 2,958.85 kg/ha para el híbrido ICTA HA-01^{TMA}, de 3,415.19 kg/ha para el híbrido ICTA HA-02^{TMA} y de 2,727.51 kg/ha para los híbridos comparadores.

Aunque los resultados indican que los rendimientos son estadísticamente iguales, se observó tendencia a que el híbrido ICTA HA-02^{TMA} presentara un mayor rendimiento promedio (en seis de las nueve localidades), sin embargo, el mismo (3,415.19 kg/ha) estuvo por debajo del rendimiento que tuvo dicho material bajo condiciones experimentales, que es de 4,090.50 kg/ha. Un análisis similar con los otros híbridos, permite determinar que los rendimientos se presentaron muy bajos, de acuerdo con lo esperado. Este resultado pudo ser efecto del hecho que las parcelas se instalaron bajo temporada normal de invierno, que en la región presenta características erráticas, desproporcionadas de acuerdo con los requerimientos de humedad del cultivo.

6.1.1 Análisis de estabilidad de los tratamientos

Con la finalidad de establecer la relación que presentaron los rendimientos obtenidos, con el efecto del ambiente en las nueve localidades, se realizó el análisis de estabilidad de los tratamientos, a través del Modelo con Efecto Interacción Multiplicativo-AMMI (1)- que permite relacionar tanto la estabilidad, a la vez que determina los tratamientos que presentaron mayor rendimiento (Figura 2).

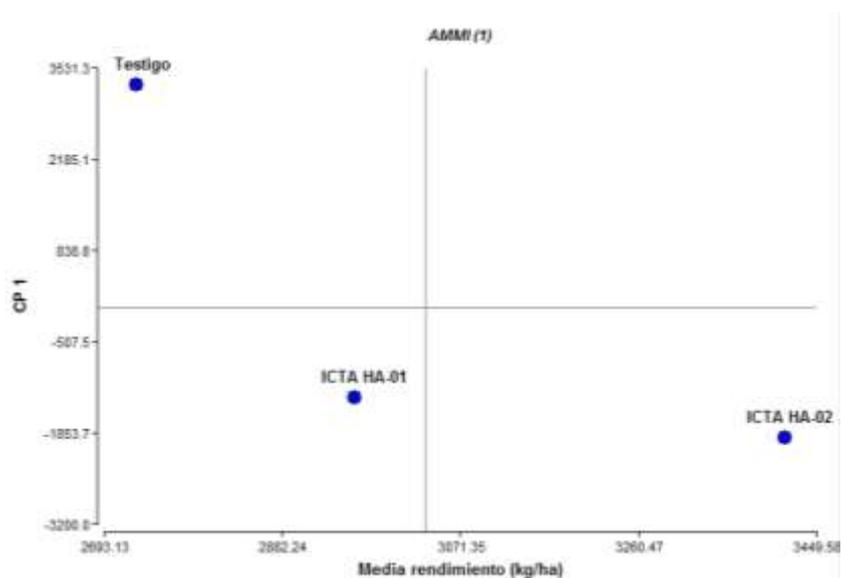


Figura 2. Análisis de estabilidad, a través del modelo AMMI (1), de dos híbridos de maíz amarillo en fase de validación, en el oriente de Guatemala, 2019.

El tratamiento que presentó mayor estabilidad entre los diferentes ambientes fue el híbrido ICTA HA-01^{TMA}, ya que es el que más se acerca a la línea horizontal. Esto indica que el comportamiento de su rendimiento fue influenciado por la calidad del ambiente.

Por otro lado, el híbrido ICTA HA-02^{TMA} resultó ser el que mostró tendencia a tener un rendimiento mayor, aunque fue más inestable que el ICTA HA-01^{TMA}.

6.2 Análisis económico

Con relación al análisis de las variables económicas que conlleva la producción de maíz, aplicado a las parcelas de validación, en el Cuadro 4 se presenta el resumen del análisis a los datos obtenidos en el campo.

Cuadro 4. Relación beneficio-costo de los híbridos de maíz en validación en el oriente de Guatemala, 2019.

Variable	Híbrido ICTA HA-01 ^{TMA}	Híbrido ICTA HA-02 ^{TMA}	Híbridos testigos
Rendimiento de campo (qq/ha)	65.10	75.14	60.01
Precio de maíz (Q/qq)	110.00	110.00	110.00
Beneficios brutos de campo (Q/ha)	7,161.13	8,265.59	6,601.23
Costos que varían (insumos) (Q/ha)	3,766.44	3,766.44	3,934.44
Costos que varían (jornales) (Q/ha)	3,420.00	3,420.00	3,420.00
Costos totales que varían (Q/ha)	7,186.44	7,186.44	7,354.44
Beneficios netos (Q/ha)	-25.31	1,079.15	-753.44
B/C	ND	15.02%	ND

ND = no determinado

Se observa que los costos son similares debido a que en cada localidad, durante el manejo de las plantaciones se hicieron las mismas prácticas, detectándose únicamente diferencia en el costo de las semillas. El precio de las semillas comerciales en el mercado varía entre los Q 8.00 a Q 15.00 la libra.

Con relación a los ingresos, los mismos están relacionados con los rendimientos obtenidos, donde juegan un papel importante las condiciones o tecnología que tenga el productor, ya que se tuvieron casos en los que se tuvo acceso a riego de emergencia, para los períodos en que se tuvo falta de lluvias. Esto terminó influyendo en los rendimientos finales.

6.3 Opinión del Agricultor

Como parte importante de la validación se tuvo la participación de los productores colaboradores durante todo el proceso, así como la de otros productores. Con relación a los primeros, se les corrió una boleta para medir la preceptabilidad (Anexo 1), en la que se recogió su primera impresión, luego de terminado el ciclo del cultivo y de haber cuantificado los rendimientos.

De acuerdo con esta boleta se tuvieron las siguientes respuestas:

1. La calificación de los híbridos:
 ICTA HA-01^{TMA}: 44 % bueno, 44 % regular y 12 % malo.
 ICTA HA-02^{TMA}: 33 % excelente y 67 % bueno.
 Esto indica una clara preferencia por el híbrido ICTA HA-02^{TMA}.
2. Desventajas encontradas en los híbridos:
 ICTA HA-01^{TMA}: el color del grano, el rendimiento y la mazorca muy delgada.
 ICTA HA-02^{TMA}: el 78 % respondió que no encontró desventajas y un 11 % manifestó que tiene como desventaja el grosor del tallo (muy delgado), y otro 11 % que es muy apetecido por las plagas.
3. Ventajas encontradas en los híbridos:
 ICTA HA-01^{TMA}: la tolerancia a la sequía y que produce buen rastrojo para silo (buena cantidad de biomasa).
 ICTA HA-02^{TMA}: la mazorca es de buen tamaño, tolera la sequía, tolera la mancha de asfalto.
4. Cumple las expectativas en rendimiento:
 ICTA HA-01^{TMA}: 67 % no; 33 % si.
 ICTA HA-02^{TMA}: 100 % si.
5. Haría modificaciones a los híbridos:
 ICTA HA-01^{TMA}: 78 % no; 22 % si.
 ICTA HA-02^{TMA}: 89 % no; 11 % si.
6. Recomendaría los híbridos a otros productores de maíz:
 ICTA HA-01^{TMA}: 89 % no; 11 % si.
 ICTA HA-02^{TMA}: 100 % si.
7. Utilizaría los híbridos para el próximo ciclo de cultivo:

ICTA HA-01^{TMA}: 22 % definitivamente no; 44 % probablemente no; 33 % probablemente sí.

ICTA HA-02^{TMA}: 44 % probablemente si (si hay semilla); 56 % definitivamente si.

Con respecto a la tolerancia a la mancha de asfalto, solamente se observó la presencia de esta enfermedad en Olopita, Esquipulas, donde se pudo comprobar que el ICTA HA-02^{TMA} no presentó incidencia, comparado con el ICTA HA-01^{TMA} que mostró incidencia en niveles bajos, escala de 3 a 4; el híbrido comparador si fue afectado, así como otros cultivares de maíz que se encontraban en cultivo en las mismas parcelas.

Aprovechando las parcelas de validación instaladas en la comunidad de Olopita, Esquipulas, Chiquimula, se realizó un día de campo con agricultores, productores de maíz de los departamentos de Zacapa y Chiquimula. La actividad se llevó a cabo en la etapa fenológica de R5 y R6 (secado del grano en la planta), cuando se puede observar el potencial de rendimiento que tendrá la plantación.

En total participaron 23 productores pertenecientes a la Cadena de Maíz del Consorcio CRIA-Oriente, quienes al final de la exposición de las características de los híbridos validados, llenaron una boleta de apreciación de los mismos, en los cuales el 100 % de asistentes indicaron que les gustan ambos híbridos.

Sin embargo, es de resaltar que se externaron más comentarios favorables para el híbrido ICTA HA-02^{TMA}, relacionado a la apariencia de la mazorca y la resistencia a la mancha de asfalto. En el Anexo 3 se presenta el informe del día de campo.

7. CONCLUSIONES

- El rendimiento registrado por los híbridos de maíz ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} validados en nueve localidades del oriente de Guatemala, no presenta diferencias con respecto al rendimiento de los híbridos utilizados como comparador.
- El híbrido ICTA HA-02^{TMA} mostró tendencia (en seis de las nueve localidades) a expresar mayor rendimiento promedio (3,415.19 kg/ha equivalente a 75.14 qq/mz), le siguió el híbrido ICTA HA-01^{TMA} (2,958.85 kg/ha equivalente a 65.10 qq/mz) y por último el promedio de los testigos (2,727.51 kg/ha equivalente a 60.01 qq/mz).
- Con base en los rendimientos y los costos de producción, únicamente con el híbrido HA-02^{TMA} se obtuvo beneficio económico. En general los rendimientos se consideran bajos debido a lo errático de las lluvias durante el ciclo del cultivo.
- Los productores colaboradores mostraron preferencia por el híbrido ICTA HA-02^{TMA}, indicando que posee mejor rendimiento y el color del grano es más uniforme, principalmente.

8. RECOMENDACIONES

- Dado a que la validación se desarrolló en época de invierno y en la misma las lluvias fueron erráticas, se recomienda establecer parcelas de mayor tamaño a las desarrolladas en la validación, que fueron de 220 m², a nivel semicomercial y determinar el potencial de rendimiento de los genotipos.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ferrufino, I. (2009). Mapeo del Mercado de Semillas de Maíz y Frijol en Centroamérica. Managua, Nicaragua.
- Fuentes M. (2002). El cultivo de maíz en Guatemala. ICTA. Guatemala, Guatemala. 45 p.
- Fuentes M. (2002). Variedad de maíz ICTA B-7. ICTA. Guatemala, Guatemala. 4 p.
- Fuentes López, M.R., J. van Etten, A. Ortega Aparicio & J.L. Vivero Pol. (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. Situación de la producción de semillas de maíz en Guatemala periodo 2006-2010. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- 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.
- Pereyda-Hernández, Juan, Hernández-Morales, Javier, Sandoval-Islas, J. Sergio, Aranda-Ocampo, Sergio, de León, Carlos, & Gómez-Montiel, Noel. (2009). Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz en Guerrero, México. *Agrociencia*, 43(5), 511-519. Recuperado en 3 de marzo de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000500006&lng=es&tlng=es.
- United States Department Agricultural (USDA). (2010). Global estimates of corn prices, production and consumption.
- Van Etten, J., y M. Fuentes. (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.

ANEXOS

Anexo 1

Boleta de evaluación de tecnologías en parcelas de prueba ICTA.

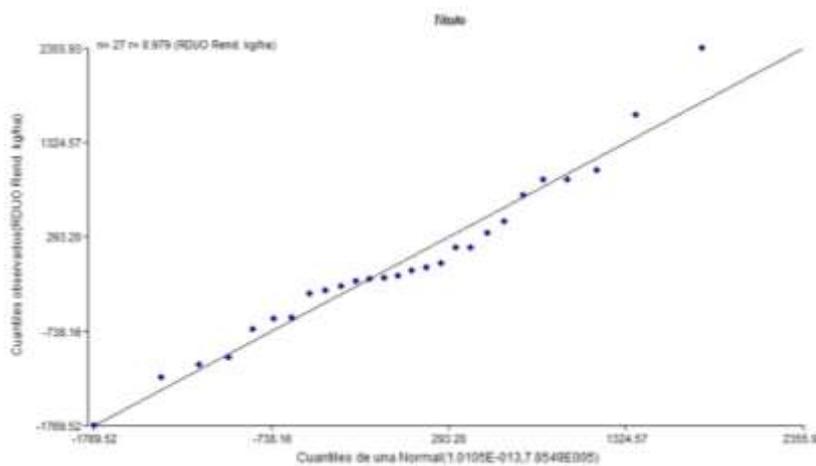
Tecnología probada		Híbrido de maíz ICTA HA-01^{TMA} ICTA HA-02^{TMA}	No. Boleta:
Coordenadas geográficas		Lat: Long:	Responsable:
Nombre del Agricultor			Fecha:
Localización de la parcela		Comunidad: Municipio: Departamento:	
1	¿Cómo califica a los híbridos de maíz ICTA HA-01 ^{TMA} e ICTA HA-02 ^{TMA} propuestos por el ICTA?	<i>Observaciones:</i>	Excelente () Bueno () Regular () Malo () Muy malo ()
2	¿Qué problemas o desventajas presentó para usted el híbrido de maíz ICTA HA-01 ^{TMA} ICTA HA-02 ^{TMA} probados en su sistema de cultivo?		
3	¿Qué ventajas observa en los híbridos de maíz ICTA HA-01 ^{TMA} ICTA HA-02 ^{TMA} probados por el ICTA?		
4	¿Cumple los híbridos de maíz ICTA HA-01 ^{TMA} ICTA HA-02 ^{TMA} probados por el ICTA, sus expectativas en rendimiento del cultivo?	sí ____ No ____ por qué?	
5	¿Haría modificaciones “al híbrido de maíz ICTA HA-01 ^{TMA} ICTA HA-02 ^{TMA} probados por el ICTA?	sí ____ No ____ por qué?	
6	¿Le recomendaría “el híbrido de maíz ICTA HA-01 ^{TMA} ICTA HA-02 ^{TMA} probados a otro productor?	sí ____ No ____ por qué?	
7	¿Utilizará los híbridos de maíz ICTA HA-01 ^{TMA} ICTA HA-02 ^{TMA} de ICTA para su próximo ciclo de cultivo?	<i>Observaciones:</i>	Probablemente sí () Definitivamente sí () Probablemente no () Definitivamente no ()
8	Observaciones no consideradas en los incisos del 1 al 7 sobre “los híbridos de maíz ICTA HA-01 ^{TMA} ICTA HA-02 ^{TMA} probados por el ICTA		

Anexo 2

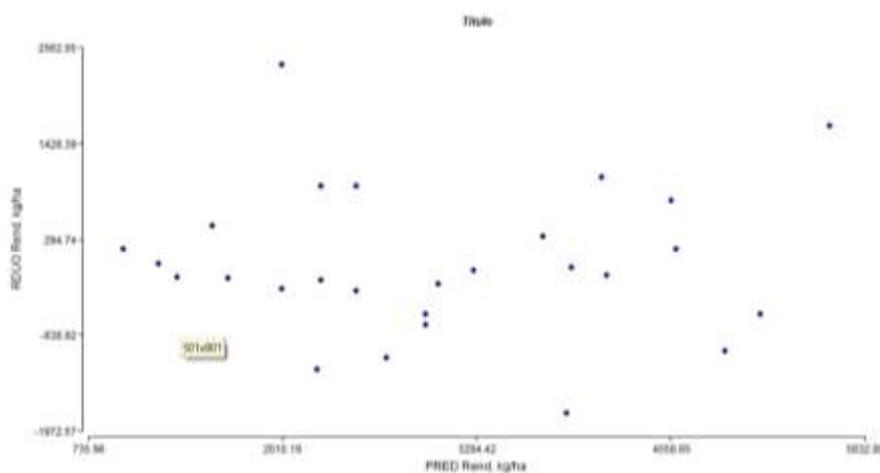
Análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento (kg/ha) obtenida en las parcelas de prueba de los híbridos ICTA HA-01^{TMR} e ICTA HA-02^{TMR} y sus comparadores, en el oriente de Guatemala, 2019.

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	F	p-Valor
Modelo	43041099.10	10	4304109.91	3.37	0.01
Híbrido	2204039.65	2	1102019.83	0.86	0.44
Loc.	40837059.44	8	5104632.43	4.00	0.01
Error	20422791.47	16	1276424.47		
Total	63463890.57	26			

Fuente: Infostat[®]



Gráfica 2. QQ-plot de los residuos del rendimiento que determina el cumplimiento del supuesto de la normalidad de los datos analizados.



Gráfica 3. Dispersión de los predichos del rendimiento versus los residuos del rendimiento que determinan el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de la varianza de los datos analizados.

Anexo 3

Informe del día de campo realizado con productores de maíz pertenecientes a la Cadena de Maíz, del Consorcio CRIA-Oriente.

I. Título

Día de campo en parcelas de prueba de dos híbridos de maíz de grano amarillo con tolerancia a mancha de asfalto ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} con actores locales de la cadena de maíz del oriente, Olopita, Esquipulas, Chiquimula.

II. Tecnología o tema presentado

Híbridos de maíz de grano amarillo, con tolerancia a mancha de asfalto ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA}

III. Identificación

Investigador principal	José Luis Ságuil Barrera
Investigador asociado	
Lugar	Olopita, Esquipulas, Chiquimula
Fecha	23 de octubre de 2019
Fecha del informe	25 de noviembre de 2019

IV. Propósito de la actividad

Justificación

En la Ley Orgánica del ICTA, en su artículo 3º indica que “el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas es la institución de derecho público responsable de generar y promover el uso de la ciencia y tecnología agrícolas. En consecuencia le corresponde conducir investigaciones que buscan la solución de los problemas de explotación racional agrícola que incidan en el bienestar social; producir materiales y métodos para incrementar la productividad agrícola; promover la utilización de la tecnología a nivel del agricultor y del desarrollo rural regional, que determine el sector público agrícola”.

El ICTA contribuye con la seguridad alimentaria de la población rural focalizándose en la generación y promoción de tecnología de los principales cultivos alimenticios, entre los que está el maíz. Esto lo hace por medio de la difusión de las tecnologías a los pequeños y medianos productores.

Partiendo de los compromisos que genera el Plan Estratégico 2013-2020 (ICTA, 2012), entre los cuales se tiene el objetivo estratégico de “Promocionar tecnología agrícola

prioritariamente enfocada a cultivos de seguridad alimentaria, para que el mayor número de agricultores posibles conozca, acceda y haga uso de las tecnologías generadas por el Instituto”, año con año el ICTA se plantea metas para la capacitación a productores y difusión de la tecnología generada, a través de días de campo, para lo que hace uso de las parcelas cultivadas con las nuevas tecnologías generadas.

En el caso del maíz, el país depende en gran medida de la importación de grano amarillo, mismo que es demandado para la elaboración de alimentos balanceados o concentrados. Se pretende que en el país se incremente la producción de este tipo de grano. El ICTA a través del Programa de Maíz y la DVTT, ha evaluado y seleccionado dos híbridos con alto potencial de rendimiento y tolerancia al complejo de hongos que provocan la enfermedad conocida como *Mancha de asfalto*, tecnología que se encuentra en la última fase, de acuerdo con el esquema de generación de tecnología, por lo que se requiere de la promoción y evaluación en el campo.

Antecedentes

Durante el ciclo agrícola 2018, el Programa de Maíz del ICTA, introdujo en el esquema de generación de tecnología de la institución, la evaluación de 22 híbridos élite con endospermo amarillo y tolerancia a la *Mancha de asfalto*. La evaluación realizada en varias localidades del país produjo como resultado la selección de dos de estos híbridos.

Los híbridos seleccionados, que han sido identificados como ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA}, pasaron durante el año 2019 a la fase de validación (parcelas de prueba).

Para la validación en parcelas de prueba, se presentó ante el Programa IICA-CRIA el proyecto “Validación de dos híbridos de grano amarillo con tolerancia a mancha de asfalto ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} en el oriente”, mismo que fue aprobado para su financiamiento.

El proyecto se desarrolló en nueve localidades de Zacapa y Chiquimula, con igual número de productores colaboradores en sus respectivas fincas.

Una de las actividades que formaron parte del proyecto, fue un día de campo, para dar a conocer y difundir esta tecnología con los miembros de la Cadena de Maíz del Oriente.

Objetivos

- Difundir la tecnología en producción de maíz generada por el ICTA para la región del oriente de Guatemala, por medio de la observación del desarrollo y producción de grano de dos híbridos ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA}, en la aldea Olopita, Esquipulas, Chiquimula.
- Dar conocer las características fenotípicas y agronómicas de los híbridos de maíz de grano amarillo ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} a los actores locales de la Cadena de Maíz del Consorcio CRIA-Oriente.

V. Descripción de la actividad

Previamente al día de campo, se realizó una visita a la parcela de la señora Corina Buezo Buezo, participante en el proyecto, con la instalación de parcelas de prueba, tanto para los híbridos de grano amarillo, como los híbridos de grano blanco, en la localidad de Olopita, Esquipulas, Chiquimula. La parcela se localizaba en las coordenadas 14° 36' 22.50" latitud norte y 89° 18' 08.66" longitud oeste, a 918 msnm. Se determinó el estado de las parcelas y la viabilidad de realizar el evento del día de campo. En esta localidad se encontraron las condiciones ideales, tanto por su acceso como por el estado de las parcelas de maíz, por lo que se hicieron los compromisos que conllevó la logística del día de campo. Se determinó que el mismo se dirigiera a los actores locales, representantes de las organizaciones de productores de maíz que componen la Cadena de Maíz del Consorcio CRIA-Oriente, a los que posteriormente se hizo la respectiva invitación.

Siguiendo la agenda establecida previamente, la actividad inició con la apertura de la reunión por parte del Ing. Agr. José Luis Ságuil Barrera, Investigador de la DVTT-ICTA en Zacapa e Investigador Principal del Proyecto, donde se hizo la presentación de los asistentes al evento.

En seguida se dio la bienvenida al día de campo, por parte del Presidente de la Cadena de Maíz del Consorcio Oriente, el Ing. Agr. Hugo Humberto Rodríguez Salvatierra, quien remarcó sobre la importancia del conocimiento de nuevos cultivares, híbridos en esta oportunidad, con características que mejoran la productividad de la actividad de producción de maíz en la región del oriente de Guatemala.

En seguida, el Ing. Agr. Luis Emilio Calderón Vásquez, Gestor de la Cadena de Maíz del Consorcio Oriente, explicó a los asistentes, la actividad que se desarrollaría, indicando los objetivos y la metodología por medio de los cuales se presentaría a continuación los híbridos de maíz de grano amarillo que el ICTA con apoyo financiero del Programa CRIA se encuentran validando en la región, así como también los híbridos de grano blanco, aprovechando que los mismos también se encuentran en una parte de la parcela.

Luego con la dirección del Ing. José Luis Ságuil se realizó un recorrido por cada una de las parcelas de prueba que se encontraban en estado fenológico de R5 y R6 (secado del grano en la planta), en las cuales se hizo la descripción de las principales características fenotípicas y agronómicas de cada híbrido. Los productores tuvieron la oportunidad de verificar la altura de las plantas, altura de las mazorcas, tamaño y grosor de las mazorcas, color del grano y otras características de la planta de maíz que se podían observar a simple vista. El Ing. José Luis Ságuil explicó sobre el plus que tienen los híbridos de grano amarillo, que es la tolerancia a la mancha de asfalto, pudiéndose corroborar que la plantación fue afectada por la enfermedad y sin embargo, manifiesta mazorcas con granos de buena calidad.

También se hizo el recorrido por el área donde se encontraban los dos híbridos de maíz de grano blanco ICTA BIOZn-01 e ICTA BIOZn-02^{TMA} y su testigo ICTA HB-83, desarrollando la misma operación que en los híbridos amarillos, para que los participantes tuvieran un acercamiento a los cultivares en validación. Aquí se hizo especial énfasis en las características de estos híbridos, como lo son la mayor concentración del mineral cinc (comparado con los maíces comunes) y su impacto en la nutrición de las personas que consuman este grano, además de la tolerancia a la mancha de asfalto presente en el híbrido ICTA BIOZn-02^{TMA}.

Durante el recorrido por las parcelas de prueba de los híbridos de ambos colores, la Productora-Colaboradora, señora Corina Buezo, explicó el manejo agronómico que le dio a las plantaciones, que es el usual para el resto de los híbridos de maíz que ella normalmente produce.

Por último se realizó entre los participantes un intercambio de experiencias y un ejercicio de preguntas y respuestas que pudieran despejar dudas sobre el cultivo de maíz y su manejo. Acá tomaron parte los participantes, quienes manifestaron que observaron muy buenas características y dieron su aprobación por el grado de desarrollo de las mazorcas que observaron en los híbridos ICTA HA-02^{TMA} (grano de endospermo amarillo) e ICTA BIOzn-02^{TMA} (grano de endospermo blanco). Indicaron su interés por conocer al final del ciclo, los datos de rendimiento.

La actividad fue clausurada por el Ing. Luis Calderón, agradeciendo a los participantes su interés en el día de campo, así como sus aportes en la validación de los híbridos. Previo al regreso se ofreció el respectivo almuerzo para todos.

VI. Principales logros (resultados)

Relacionados con la tecnología expuesta:

- Se dio a conocer el desarrollo en campo de los híbridos de maíz de endospermo amarillo ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} a actores locales, representantes de las organizaciones de productores de maíz del oriente de Guatemala.
- Se contribuyó con la meta de difundir la tecnología agrícola generada por el ICTA, a 23 productores de maíz de los departamentos de Zacapa y Chiquimula.

Lecciones aprendidas relacionadas con la tecnología expuesta:

- Es imprescindible contar con el apoyo financiero de entes externos al ICTA para el desarrollo de los días de campo, debido a los gastos que se incurre en el traslado y alimentación de los beneficiarios.
- El momento del día de campo en el ciclo de cultivo de los híbridos en validación resultó adecuado, ya que se presentó las plantaciones en estado reproductivo final, en el que se puede observar el potencial de rendimiento.

VII. Análisis de la evaluación de la tecnología

De acuerdo con el conteo de las boletas de evaluación en el campo, se tiene que el 100 % de los participantes manifestaron aceptación por las características que presenta el híbrido de maíz de endospermo amarillo ICTA HA-02^{TMA}. El mismo resultado se obtuvo con el híbrido de maíz de endospermo blanco ICTA BIOzn-02^{TMA}. En ambos casos la boleta de evaluación fue marcada por todos en la opción de <me gusta>.

Los participantes manifestaron interés por conocer los resultados finales del proyecto.

VIII. Conclusiones

- Se promocionaron y difundieron los híbridos de maíz grano con endospermo amarillo ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} e híbridos de maíz de grano con endospermo blanco ICTA BIOZn-01 e ICTA BIOZn-02^{TMA} a 23 productores de maíz del municipio los departamentos de Chiquimula y Zacapa.

IX. Recomendaciones

- Difundir los resultados finales del proyecto con los grupos de productores de maíz de la región del oriente de Guatemala.

X. Referencias bibliográficas de apoyo al tema

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. (2012). Plan Estratégico 2013-2020.

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Ley Orgánica, Decreto Legislativo 68-72. Diario de Centro América, No. 6, t. CXCIV. (22 de noviembre de 1972).

XI. Anexos

Figura A-1. Imágenes del día de campo en parcelas de prueba de dos híbridos de maíz amarillo ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} con Actores Locales de la Cadena de Maíz del Oriente, en Olopita, Esquipulas, Chiquimula. 2019

A.



B.



C.

D.

A) Bienvenida a los participantes por el Presidente de la Cadena de Maíz, Ing. Agr. Hugo Rodríguez. B) Recorrido para presentación de las características de los híbridos en validación, por parte del Ing. Agr. José Luis Ságuil. C) La señora Corina Buezo Buezo, dueña de la parcela, compartiendo el manejo agronómico de las parcelas. D) Vista general de los participante en día de campo.

Cuadro A-1. Programa general desarrollado en el día de campo en parcelas de prueba de dos híbridos de maíz de grano amarillo con tolerancia a mancha de asfalto ICTA HA-01^{TMA} e ICTA HA-02^{TMA} con Actores Locales de la Cadena de Maíz del Oriente, en Olopita, Esquipulas, Chiquimula. 2019.

Programa

Día de campo con Actores Locales de la Cadena de Maíz de Oriente

Fecha y lugar: miércoles 23 de octubre de 2019, Olopita, Esquipulas, Chiquimula

Facilitadores del evento: José Luis Ságuil Barrera/Luis Emilio Calderón Vásquez

HORA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
09:30-09:40	Apertura y presentación de los asistentes	José Luis Ságuil Barrera Investigador Principal
09:40-9:50	Bienvenida	Hugo Rodríguez Salvatierra Presidente de la Cadena
09:50-10:00	Explicación de la actividad del día de campo y su relación con el proyecto	Luis Emilio Calderón Vásquez Gestor de la Cadena
10:00-10:30	Características de los híbridos de maíz de grano amarillo y blanco	José Luis Ságuil Barrera Investigador Principal
10:30-11:15	Recorrido en las parcelas de prueba	José Luis Ságuil Barrera Participantes
11:15-11:30	Manejo de la parcela de prueba	Corina Buezo Buezo Productora colaboradora
11:30-12:00	Intercambio de experiencias, preguntas y respuestas. Evaluación de los híbridos	José Luis Ságuil Barrera Participantes
12:00-12:10	Clausura	Luis Emilio Calderón Vásquez Gestor de Cadena
12:10-13:00	Almuerzo	Todos

Cuadro A-2. Hoja informativa entregada en el día de campo en Olopita, Esquipulas, Chiquimula. 2019.



Cuadr

o A-3. Boleta de evaluación utilizada en el día campo con Actores Locales de la Cadena de Maíz del Oriente, en Olopita, Esquipulas, Chiquimula. 2019.

BOLETA DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PARCELAS DE PRUEBA
ICTA
Tecnología evaluada
Híbrido de maíz de grano de endospermo blanco ICTA BIOZn-01^{RMA}

Indique su valoración del híbrido de maíz presentado en el día de campo colocando una marca en la figura que represente su gusto o no de lo que observó

		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ME GUSTA	NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA	NO ME GUSTA

BOLETA DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PARCELAS DE PRUEBA
ICTA
Tecnología evaluada
Híbrido de maíz de grano de endospermo blanco ICTA BIOZn-02^{RMA}

Indique su valoración del híbrido de maíz presentado en el día de campo colocando una marca en la figura que represente su gusto o no de lo que observó

		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ME GUSTA	NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA	NO ME GUSTA

Cuadro A-3. Participantes en el día de campo en parcelas de prueba de dos híbridos de maíz de grano amarillo con tolerancia a mancha de asfalto ICTA HA-01TMA e ICTA HA-02TMA con Actores Locales de la Cadena de Maíz del Oriente, en Olopita, Esquipulas, Chiquimula. 2019.

ICTA		Listado de participantes en capacitación de la DVTT				ICTA				
Nombre de la capacitación: Día de campo en parcelas de prueba de los híbridos de grano amarillo ICTA HA-01 e ICTA HA-02										
Lugar donde se realizó la capacitación: Olopita, Esquipulas, Chiquimula										
Fecha que se realizó la capacitación: 23 octubre 2019										
Nombre y apellido	Departamento	Municipio	Comunidad	Sexo			Etnia		Nota	
				mas	f	n	maya	otro		
Gerardo Humberto Muñoz Jiménez	Chiquimula	La Soledad	El Rancho	42	x				x	Enfermedades
Victor Hugo Gómez	Chiquimula	La Soledad	El Rancho	61	x				x	Enfermedades
Humberto Zúñiga Álvarez	Chiquimula	Esquipulas	Nuevo	53	x				x	Enfermedades
Aracely Cordero Cordero	Chiquimula	Esquipulas	El Rancho	54	x				x	Enfermedades
Victor de Jesús Juárez M	Chiquimula	Esquipulas	El Rancho	66	x				x	Enfermedades
Roberto Ramírez Gómez	Chiquimula	Esquipulas	Compartido	24	x				x	Enfermedades
Josue Gilber Murrupán	Chiquimula	Esquipulas	El Rancho	64	x				x	Enfermedades
Melchor García	Chiquimula	Compartido	El Rancho	59	x				x	Enfermedades
Walter Amador Pérez	Chiquimula	Compartido	Sanja	22	x				x	Enfermedades
Valentin Ramírez	Chiquimula	Compartido	Lela Chucul	60	x				x	Enfermedades
Victor René Gómez	Chiquimula	Esquipulas	El Rancho	53	x				x	Enfermedades
José Ángel Gómez	Chiquimula	Esquipulas	Mesa Alegre	28	x				x	Enfermedades
Enry Amador García Espinal	Chiquimula	Compartido	Rancho	24	x				x	Enfermedades
Victor Rosales Cruz Martí	Chiquimula	Esquipulas	Tercero Mayo	20	x				x	Enfermedades
Arturo Escobar Gil H	Escuintla	Cualán	San Juan	55	x				x	Enfermedades
Diego Alonso Velasco	Escuintla	Cualán	Pan Grande	40	x				x	Enfermedades

ICTA		Listado de participantes en capacitación de la DVTT				ICTA				
Nombre de la capacitación: Día de campo en parcelas de prueba de los híbridos de grano amarillo ICTA HA-01 e ICTA HA-02										
Lugar donde se realizó la capacitación: Olopita, Esquipulas, Chiquimula										
Fecha que se realizó la capacitación: 27 octubre 2019										
Nombre y apellido	Departamento	Municipio	Comunidad	Sexo			Etnia		Nota	
				mas	f	n	maya	otro		
Luis Calderón	Chiquimula	Esquipulas		47	x				x	Enfermedades
Rogelio Jato	Chiquimula	Esquipulas	Esquipulas	25	x				x	Enfermedades
Francisco Jato	Chiquimula	Esquipulas	Esquipulas	67	x				x	Enfermedades
Enrique Pérez Gómez	Chiquimula	Esquipulas	Esquipulas	53	x				x	Enfermedades
Humberto García	Chiquimula	Esquipulas	Esquipulas	40	x				x	Enfermedades
Rogelio Rodríguez	Chiquimula	Esquipulas	Esquipulas	66	x				x	Enfermedades
Roberto Jato	Chiquimula	Esquipulas	Esquipulas	57	x				x	Enfermedades



CRIA

Programa de consorcios de Investigación Agropecuaria



**GOBIERNO de
GUATEMALA**

DR. ALEJANDRO CIAMMATTEI

MINISTERIO DE
AGRICULTURA,
GANADERÍA
Y ALIMENTACIÓN



USAC
UNIVERSITY OF CALIFORNIA