GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN

ICTA

Memoria de Labores

2018

"Investigación para el desarrollo agrícola"

www.icta.gob.gt

Miembros Junta Directiva

Presidente
Mario Méndez Montenegro
Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)

Presidente Suplente
José Felipe Orellana Mejía
Viceministro de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (MAGA)

Diretores
Ángel Santay Ixcoy
Representante del Ministro de Economía

Luis Enrique Rojas Samayoa
Representante del Ministro de Finanzas Públicas

Julio César Gordillo Coloma
Representante del Secretario General de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN)

Mario Godínez López
Decano Facultad de Agronomía USAC

Guillermo Javier Aguirre Rodríguez
Representante Titular del Sector Privado Agrícola (AGREQUIMA)

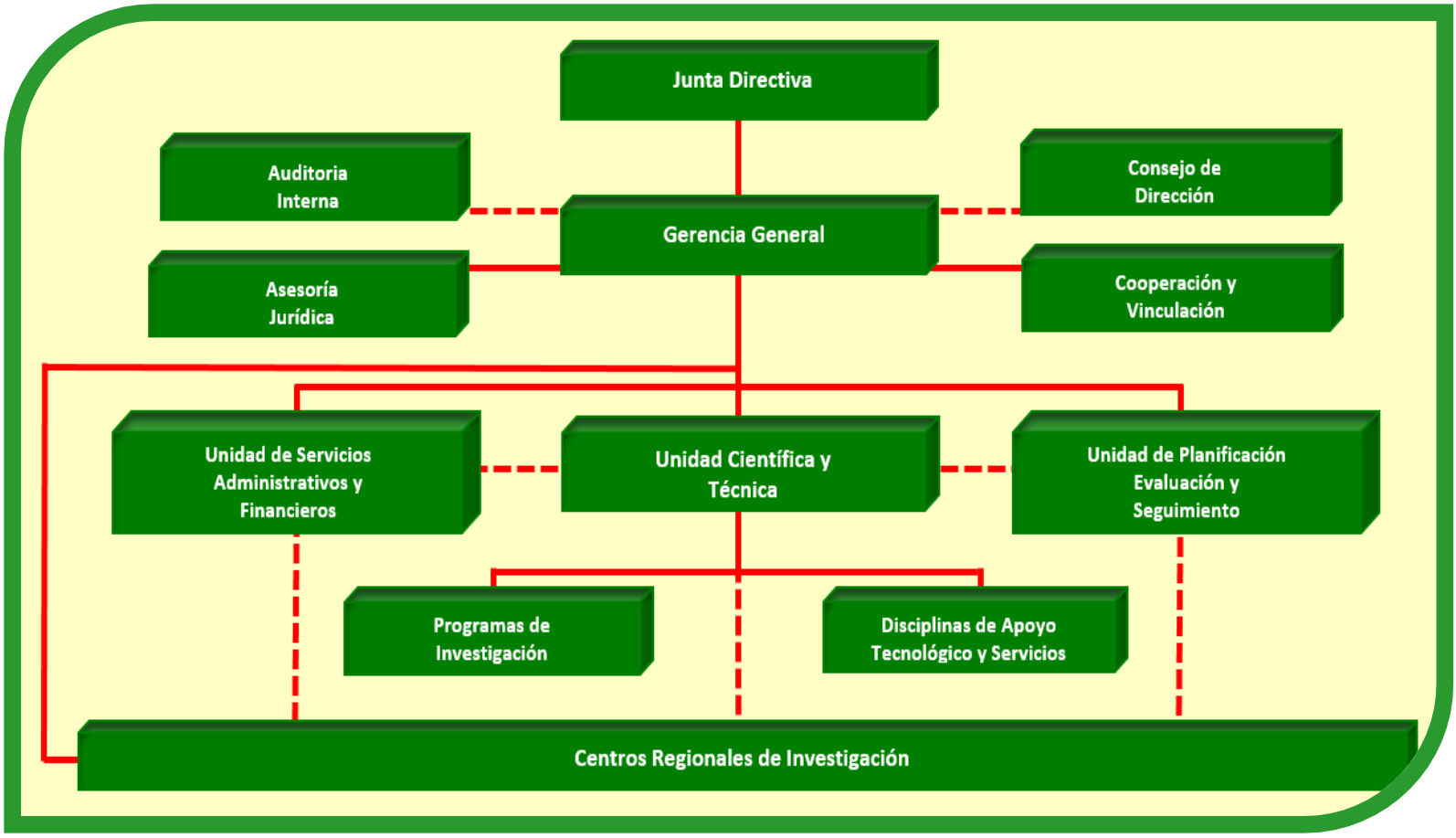
Asesor
Julio César Villatoro Mérida
Gerente General ICTA

Comité Editorial del ICTA

Ing. Agr. Julio César Villatoro Mérida	Presidente
Ing. Agr. MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila	Vicepresidente
Licda. Lidia Guadalupe Tello de la Fuente	Secretaria
Ing. Agr. Msc. Adán Obispo Rodas Cifuentes	Vocal
Ing. Agr. Luis Antonio Huinac Barrios	Vocal
Ing. SC. Benjamín Pérez Ciprián	Vocal

Colaborador
Ing. Agr. MSc. Héctor Alfredo Sagastume Mena

Diseño y diagramación
Disciplina de Divulgación
Mayo, 2019



Estructura organizacional

Objetivo

Es la institución de derecho público responsable de generar y promover el uso de la ciencia y tecnología agrícolas en el sector respectivo. En consecuencia, le corresponde conducir investigaciones tendientes a 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 de agricultor y del desarrollo rural regional, que determine el sector público agrícola. (Artículo 3, Decreto Legislativo No. 68-72, Ley Orgánica del ICTA)

Misión

Somos una institución de derecho público responsable de generar y promover la ciencia y tecnología agrícolas para la |os sistemas de producción agrícola, con énfasis en agricultores de infrasubsistencia, subsistencia y excedentarios, como una contribución al desarrollo agrícola de Guatemala.

Visión

Ser la institución que mediante la generación y promoción de tecnología, contribuye al desarrollo agrícola nacional.

Presentación

De acuerdo al mandato de la Ley Orgánica del ICTA, Decreto Legislativo No. 68-72, se presenta la Memoria de Labores correspondiente al Ejercicio Fiscal 2018.

En ésta se describen las principales actividades del ICTA desarrolladas, durante el 2018, las cuales se enmarcan en concordancia al Plan Estratégico Institucional 2013-2020, aprobado por la Honorable Junta Directiva, según cuatro lineamientos:

1. El ICTA se concentra y se focaliza en la generación y validación de tecnología en el tema de seguridad alimentaria.

2. El enfoque dentro de la seguridad alimentaria, es la generación y promoción de tecnología en los cultivos de maíz, frijol, papa, arroz y sistemas tradicionales y alternativos de producción de alimentos, por la importancia de estos cultivos dentro de la economía guatemalteca.

3. La población objetivo son agricultores de infra-subsistencia, subsistencia y excedentarios.

4. Como rectora de la investigación centraliza y difunde la información relacionada con la investigación agrícola en Guatemala, para que se convierta en un punto focal de consulta.

Contenido

		Página
1.	Resumen de resultados y avances de investigación	1
1.1.	Sistema tecnológico	2
1.2.	Programa de investigación en el cultivo de maíz	3
1.2.1.	Liberación del híbrido de maíz blanco ICTA HB-17^{TMA}	4
1.2.2.	Liberación de la variedad de polinización libre de maíz ICTA B-15^{ACP+Zn}	5
1.2.3.	Liberación del híbrido de maíz ICTA HB-18^{ACP+Zn}	5
1.2.4.	Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo mancha de asfalto	6
1.2.5.	Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo del achaparramiento	7
1.2.6.	Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia a *Curvularia* spp.	8
1.2.7.	Mejoramiento genético del cultivo de maíz con alta calidad proteínica y alto contenido de micronutrientes	9
1.2.8.	Rendimiento y resistencia al complejo mancha de asfalto (CMA) de híbridos triples élite de maíz de grano blanco con alta calidad de proteína y alto contenido de zinc	9
1.2.9.	Rendimiento y resistencia al complejo mancha de asfalto (CMA) de híbridos triples élite de maíz de grano amarillo	10
1.2.10.	Fitomejoramiento participativo de maíces nativos del altiplano en Guatemala	11
1.2.11.	Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L), a la aplicación de nitrógeno proveniente de abonos verdes y fertilizante químico, en condiciones de finca de agricultores en la región Norte de Guatemala	12
1.3.	Programa de investigación del cultivo de frijol	13
1.3.1.	Mejoramiento genético por resistencia a virus del mosaico dorado amarillo y alto contenido de hierro	14
1.3.2.	Dinámica poblacional y nivel de daño del picudo de la vaina del frijol (*Apion godmani* W.) en el altiplano de Guatemala	14
1.3.3.	Identificación de fuentes de resistencia para antracnosis en el germoplasma de frijol voluble de Guatemala	15

1.3.4. Diversidad genética de las colecciones de frijol voluble de Guatemala 16
1.3.5. Evaluación de cinco programas de fertilización química con N-P-K, para tres genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en cuatro localidades del corredor seco de los departamentos de Chiquimula y Zacapa 16
1.3.6. Validación de la línea ICTA Ju 2013-3 de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) negro tipo arbustivo, para el trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala 16
1.4. Programa de investigación de arroz 18
1.4.1. Evaluación de rendimiento y características agronómicas de 90 líneas de arroz biofortificado procedentes del CIAT 19
1.4.2. Potencial y estabilidad de rendimiento de cinco líneas avanzadas de arroz biofortificado, en tres zonas arroceras 19
1.4.3. Caracterización varietal de la línea avanzada de arroz ICTA Jade 20
1.5. Programa de investigación en el cultivo de sorgo 21
1.5.1. Caracterización varietal de la línea avanzada de sorgo ICTA Rendidor[FI] 22
1.5.2. Comportamiento de los sorgos híbridos para grano en el ensayo uniforme del PCCMCA 22
1.6. Programa de investigación en hortalizas 23
1.6.1. Cultivares de papa diferenciada para su comercialización en supermercados 24
1.6.2. Generación de variedades de papa para consumo en fresco y procesamiento industrial 24
1.7. Rendimiento y cocción de clones biofortificados de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) con alto contenido de betacarotenos 25
1.8. Rendimiento de clones biofortificados de camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) en fincas de agricultores 25
1.9. Multiplicación, conservación y caracterización de germoplasma de chile cahabonero 26
1.10. Disciplina de Protección Vegetal 26
1.10.1. Evaluación de resistencia a antracnosis en el vivero del GEN21, líneas promisorias de frijol arbustivo y voluble 26
1.10.2. Distribución geográfica del picudo del frijol *Apion godmani* Wagner en el altiplano de Guatemala 27

1.10.3. Efecto de insecticidas químicos y botánicos en el control de *Apion godmani* W. en dos genotipos de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) 28
1.10.4. Identificación de resistencia al nematodo del quiste en 12 genotipos de papa con tres niveles de infestación, bajo condiciones controladas 29
1.11. Disciplina de Socioeconomía 30
1.11.1. Diagnóstico agro-socioeconómico del cultivo de papa *Solanum tuberosum*) en el departamento de Jalapa, Guatemala 30
1.11.2. Incidencia de aflatoxinas y fumonisinas en producciones excedentarias del norte de Guatemala 31
1.11.3. Diagnóstico de los factores limitantes en los sistemas de producción de maíz en el trópico bajo de Guatemala: el caso de la región norte 31
2. Actividades destacadas 32
2.1. Tres nuevos cultivares de maíz blanco fueron puestos a disposición del sector agrícola en contribución a la seguridad alimentaria y nutricional 32
2.2. Curso de formación y capacitación en investigación agrícola (Fycia) 33
2.3. Resultados de promoción de frijol en el altiplano occidental 34
2.4. Más de 12,809 agricultores del altiplano occidental practican tecnologías innovadoras en sistemas milpa para la conservación del suelo y agua 35
2.5. ICTA beneficia con plantas medicinales y aromáticas 36
2.6. Fitomejoradores del cultivo de frijol en gira de campo para establecer proyecto de generación de tecnologías 36
2.7. Expertos evalúan rendimientos de variedades de papa 37
2.8. Autoridades supervisan proyectos de investigación agrícola 38
2.9. Especialistas de KoLFACI visitan a autoridades del ICTA para ejecución de proyecto de suelos 39
2.10. Día de campo en frijol arbustivo en Huehuetenango 40
2.11. ICTA recibe biodiversidad genética de maíces nativos repatriados desde el CIMMYT 40
2.12. Expertos participaron en taller para recolectar parientes silvestres de cultivos mesoamericanos y salvaguardarlos 41
2.13. Expertas en recursos fitogenéticos informan avances de proyecto 43
2.14. Homenaje al Doctor Federico Poey, fitomejorador del cultivo de maíz

44

3. Alianzas estratégicas 45
4. Nuevas publicaciones tecnológicas 47
5. Capacitaciones de personal 49
6. Participación de personal en eventos 50
7. Informe financiero 51

1. Resumen de resultados y avances de investigación

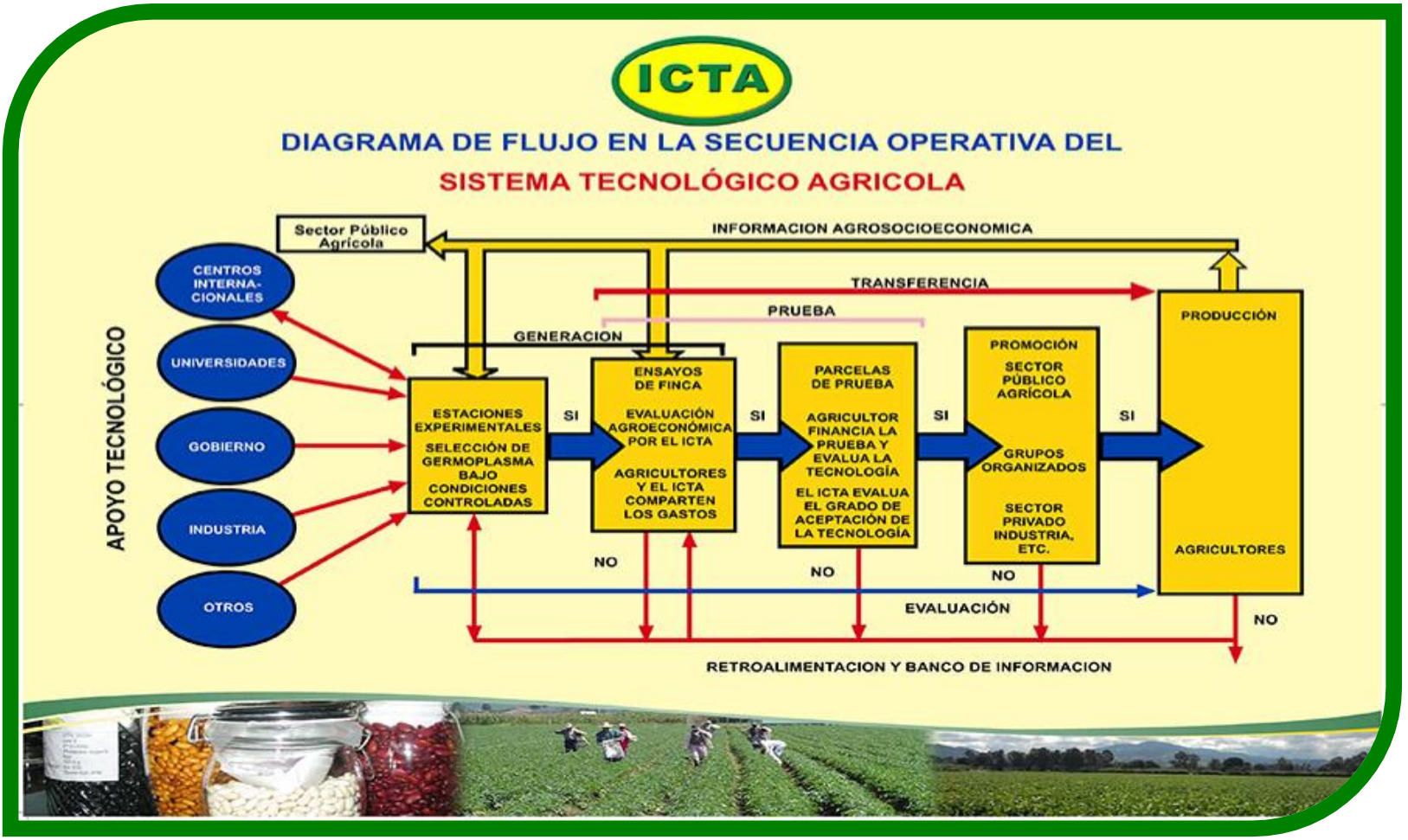
Dentro de los resultados más relevantes en el cultivo de maíz se tienen:

a) Regeneración de las variedades de grano blanco ICTA B-1, ICTA B-5, ICTA B-7TS e ICTA V-301 y de grano amarillo, ICTA San Marceño Mejorado e ICTA Don Marshall, los cuales se pondrán a disposición de los agricultores en el año 2020.
b) Se liberaron tres cultivares de grano blanco (una variedad y dos híbridos), la variedad ICTA B-15ACP+Zn y el híbrido ICTA HB-18ACP+Zn, cuyas características son alta calidad de proteína (ACP), y alto contenido de zinc (Zn). El híbrido ICTA HB-17TMA, se caracteriza por ser resistente a la enfermedad denominada mancha de asfalto. Los tres cultivares contribuirán a mejorar la dieta alimenticia de la población guatemalteca, porque dos de ellos son biofortificados, ya que proporcionan mayor nutrición proteínica, además, por su alto contenido de zinc, permite a las personas absorber de mejor manera otros minerales, tienen mayor rendimiento comparado a cultivares nativos que poseen los agricultores.
c) Se continúan las evaluaciones de nuevos cultivares de maíz para sustituir en el futuro a los tres recientemente liberados y los que tienen más de 10 años en el mercado como ICTA B-5 e ICTA B-7, ICTA V-301; y de grano amarillo: ICTA San Marceño Mejorado e ICTA Don Marshall.

Con respecto al cultivo de frijol:
a) De acuerdo con los resultados de validaciones, se espera liberar en el año 2020 una nueva variedad biofortificada, con alto contenido de minerales (ACM), tolerante al virus del mosaico dorado y sequía. Al ser liberada esta variedad y se disemine, se espera beneficiar a más de 5,000 familias, en la región de oriente y zonas bajas del occidente del país.
b) Para el altiplano occidental se tienen algunas variedades de enredo promisorias, que permiten su asocio con el maíz, sin disminuir su rendimiento.

En el cultivo de arroz:
a) Se identificaron tres líneas biofortificadas con buen potencial de rendimiento y mayor contenido de zinc, se tiene planificado liberar una o dos de dichas variedades en el 2020.

La actividad científica y técnica que desarrolla el ICTA, requiere de personal con las competencias en investigación agrícola, para el cumplimiento de su misión y visión. Surge, entonces, la necesidad de formar profesionales con dichas competencias en consideración a los cambios de escenarios de la agricultura nacional. A través del Curso de Formación y Capacitación en Investigación Agrícola (Fycia) 2018, se formaron quince investigadores con potencialidades de incorporarlos a la institución. El curso obtuvo el aval del Departamento de posgrado del Centro Universitarios de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como curso especializado en investigación agrícola.



1.1 Sistema tecnológico

Integra las fases de generación, validación (prueba) y transferencia de tecnología. Este sistema puede iniciarse en cualquiera de ellas, depende del estado de adaptación o validación de la tecnología disponible o si se trata de investigación básica o aplicada.

La fase de generación se determina al utilizar el enfoque de "investigación participativa" debido a que los propios agricultores son los que definen su problemática a resolver. El tipo de tecnología a desarrollar es definida por los análisis agrosocioeconómicos hechos con la población objetivo. La generación se lleva a cabo en las estaciones experimentales del ICTA o en campos de agricultores.

Una vez generada la tecnología, ésta se evalúa en la fase de prueba de tecnología. Ésta se hace en campos de los agricultores y determina su funcionalidad y grado de aceptación.

La última fase consiste en la transferencia de la tecnología. Ésta se hace con extensionistas y grupos organizados de agricultores (cooperativas, asociaciones, grupos organizados, aldeas, comunidades y otros).

Considera las interacciones más importantes entre los diferentes actores relacionados con la generación y transferencia de tecnología y cuenta con un sistema de retroalimentación con base en la información que se genera en el proceso, basado en el método científico.

1.2 Programa de investigación en el cultivo de maíz

Cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Para el año agrícola 2017-2018, se sembraron en Guatemala 863,940 hectáreas del cultivo de maíz, se estimó una producción de 2,151,585 toneladas métricas; con un rendimiento promedio de 2,266 kg/ha (34.90 quintales/manzana) (MAGA, 2018). En Guatemala este cultivo ocupa la mayor superficie cultivada en el país, es además, el cultivo que la población guatemalteca utiliza como base de su dieta alimenticia y es la tortilla elaborada en los hogares rurales y urbanos, que elaboran a partir del grano entero, cuyo consumo promedio por persona por año es de 114 kg, este valor puede duplicarse y en algunos casos hasta triplica depende del ingreso económico de las familias (Fuentes, 2002; Van Etten & Fuentes, 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 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 2018). El programa de investigación en el cultivo de maíz del ICTA concentra sus esfuerzos en desarrollar nuevos cultivares (tanto variedades como híbridos) con mejores capacidades de adaptación al cambio climático, mejor calidad nutricional y mayor productividad en el rendimiento. La investigación se desarrolla en todo el territorio nacional, en áreas del trópico bajo (0 a 1400 msnm), el altiplano central (1401 a 2000 msnm) y el altiplano occidental (> 2000 msnm). En la figura se observa la siembra tradicional de maíz.

1.2.1 Liberación del híbrido de maíz blanco ICTA HB-17^{TMA}

Es un híbrido triple que destaca por tener un mayor potencial de rendimiento comparado a otros maíces comerciales y de uso local de los agricultores, con mayor resistencia a la enfermedad conocida como Mancha de Asfalto (CMA), causada por un complejo de hongos denominados *Phyllachora maydis* Maubl., M*onographella maydis* Müller & Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maubl. (ICTA-CIMMYT, 2018). Aunque la enfermedad fue reportada en México en 1904 y en Guatemala en 1905. Ocasionando pérdidas millonarias en México en 1985. En Guatemala en el año 2007 en Ixcán, Quiché, esta enfermedad afectó aproximadamente 25,500 hectáreas de maíz y pérdidas de grano 37,500 toneladas métricas y un valor aproximado en US $ por 3.5 millones de dólares (Comisión MAGA, 2007). Sin embargo, hay otros reportes que indican que la mancha de asfalto ha causado pérdidas en la producción de maíz de hasta 80% en algunas regiones de Guatemala, principalmente en el norte y oriente del país. En Guatemala hasta este momento no se tenía ningún cultivar con niveles de resistencia al complejo mancha de asfalto. Después de 10 años de investigación colaborativa, el ICTA-CIMMYT- agricultores, desarrolla el híbrido de maíz blanco ICTA HB-17^{TMA} que constituye una excelente opción para mitigar los efectos de esta enfermedad. Es conocido que, la resistencia genética es el método más viable, económico y factible para el control de enfermedades como la mancha de asfalto. Al sembrar ICTA HB-17^{TMA} no es necesario realizar aplicaciones de fungicidas y, disminuyendo los costos de producción, se aumentan los rendimientos del cultivo y se disminuye la contaminación ambiental por el uso de pesticidas. El híbrido ICTA HB-17^{TMA} está recomendado para las localidades del trópico bajo, con altitudes desde 0 hasta 1400 msnm, tiene un grano blanco de tipo semidentado, posee una altura de planta promedio de 1.97 metros, con un promedio de 120 días a cosecha, alcanzando un rendimiento promedio de 105 quintales por manzana, además tiene tolerancia a la roya, tizones foliares, pudrición de la mazorca, y a la sequía.

Acto de liberación de la variedad ICTA HB-17^{TMA}, San Jerónimo, B.V

1.2.2 Liberación de la variedad de polinización libre de maíz ICTA B-15^{ACP+Zn}

Es la primera variedad de polinización libre de maíz blanco biofortificada (contiene mayor contenido de zinc y aminoácidos lisina y triptófano) esenciales para la alimentación humana, que se libera en Guatemala. Se caracteriza por tener un buen potencial de rendimiento, pero lo importante es su alta calidad de proteína y su alto contenido de zinc, respecto a los cultivares comerciales y nativos. Este maíz debe utilizarse para contribuir a reducir la desnutrición infantil, con el apoyo del gobierno local y central. La difusión de su uso en atoles de maíz para la refacción escolar proporcionaría a los niños un mayor contenido alimenticio por los aminoácidos esenciales (lisina y triptófano), esto aporta el 90% de proteínas que contiene la leche, comparado con el maíz que se consume normalmente, el cual únicamente aporta el 40%. Las tortillas elaboradas con ICTA B-15^{ACP+Zn} contienen un 50% más de zinc que las tortillas elaboradas con un maíz comercial y hasta un 60% más de lisina y triptófano. El zinc, es un micronutriente indispensable para el organismo que no es producido por el cuerpo humano y es necesario para el buen funcionamiento del cerebro, el sistema inmune y vital para el crecimiento y desarrollo infantil desde la etapa del feto (HarvestPlus – ICTA – CIMMYT - MAGA, Guatemala, 2017). La variedad ICTA B-15^{ACP+Zn} es en una excelente opción para mejorar la alimentación de niños, mujeres embarazadas, adultos mayores y en general de toda la población guatemalteca, contribuyendo a disminuir los altos índices de desnutrición. ICTAB-15^{ACP+Zn} está recomendada para las localidades del trópico bajo, con altitudes desde 0 hasta 1,400 msnm, tiene un grano blanco crema de tipo semicristalino, posee un promedio de altura de planta de 2.44 metros, 120 días a cosecha, rendimiento de 70 quintales por manzana, además, tiene tolerancia a la roya, tizones foliares y pudrición de la mazorca y a la sequía.

Acto de liberación de la variedad ICTA B-15^{ACP+ZN}. Monjas, Jalapa

1.2.3 Liberación del híbrido de maíz ICTA HB-18^{ACP+Zn}

ICTA HB-18^{ACP+Zn} es el primer híbrido de maíz biofortificado a nivel mundial y Guatemala, tuvo el privilegio de ser el primer país en liberarlo. Sus características son: mayor contenido de aminoácidos esenciales (lisina y triptófano), que aportan el 90% de proteínas que contiene la leche, comparado con el maíz que se consume normalmente, el cual únicamente aporta el 40%. Las tortillas elaboradas con ICTA HB-18^{ACP+Zn} contienen un 50% más de zinc que las tortillas elaboradas con un maíz comercial y hasta un 60% más de lisina y triptófano. El híbrido de maíz ICTA HB-18^{ACP+Zn} es en una excelente opción para mejorar la alimentación de la población guatemalteca, contribuyendo a disminuir los altos índices de desnutrición. Por su rendimiento ayuda a incrementar la rentabilidad del cultivo

contribuyendo en la economía de productores principalmente excedentarios y comerciales. (HarvestPlus y otros, 2017). El híbrido ICTA HB-18^{ACP+Zn} está recomendado para las localidades del trópico bajo, con altitudes desde 0 hasta 1400 msnm, tiene un grano blanco crema de tipo semicristalino, posee un promedio de altura de planta de 2.38 metros, 120 días a cosecha, rendimiento de 90 quintales por manzana.

Acto de liberación del híbrido ICTA HB-18^{ACP+ZN}. Atescatempa, Jutiapa

1.2.4 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo mancha de asfalto

Las enfermedades causadas por hongos limitativos en la producción del cultivo de maíz, en los últimos años la enfermedad conocida como "complejo mancha de asfalto" (CMA) ha causado pérdidas en algunas regiones de Guatemala, principalmente en el Norte del país, en la época de siembra de noviembre a diciembre y en el municipio de Monjas, departamento de Jalapa, en las siembras de junio, reportándose pérdidas de hasta 80% (ICTA, 2018). Según estudios realizados durante los últimos años, se reporta que un *QTL Mayor* (*qRtsc8-1*) (Quantitative Trait Loci, por sus siglas en inglés), condiciona la resistencia al complejo mancha de asfalto (Mahuku *et al*., 2016). Durante el año 2018 se realizaron "Top Cross", con tres variedades comerciales: ICTA B-1, ICTA B-9^{ACP} e ICTA B-15^{ACP+Zn}, que fueron cruzadas con la línea endogámica GTB 13-18, portadora de la resistencia al Complejo Mancha de Asfalto e identificada por el programa de maíz del ICTA durante el año 2017 y que además es parte de los parentales del híbrido ICTA HB-17^{TMA}. Actualmente se tienen 123 cruzas F_1, las cuales se avanzarán de generación durante el año 2019, con el objetivo de evaluar un aproximado de 900 familias F_2, con uso de la metodología de selección recurrente fenotípica de medios hermanos, en aproximadamente cinco ciclos de mejoramiento, para que en el mediano plazo se pueda generar la primera variedad de polinización libre de maíz con mayor resistencia al complejo mancha de asfalto. También durante 2018, en la localidad de San Jerónimo, Baja Verapaz, se evaluaron: 12 variedades sintéticas de maíz de grano blanco, 10 variedades de grano amarillo, 107 híbridos de grano blanco y 92 híbridos de grano amarillo, con la finalidad de seleccionar los mejores genotipos que combinaran un alto potencial de rendimiento, pero principalmente alto nivel de resistencia al Complejo Mancha de Asfalto. Como resultado de la investigación, se

seleccionaron 21 híbridos de grano blanco, 9 híbridos de grano amarillo. Solo una variedad de grano blanco mostró resistencia al Complejo Mancha de Asfalto. Los híbridos blancos obtuvieron rendimientos desde los 4,655.79 hasta los 7,512.16 kg/ha, mientras que los híbridos amarillos reportaron rendimientos desde 4,713.53 hasta 6,016.30 kg/ha. La variedad de grano blanco alcanzó un rendimiento promedio de 4,262.60 kg/ha.

Híbridos con tolerancia al complejo mancha de asfalto

1.2.5 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo del achaparramiento

El complejo del achaparramiento es causado por tres organismos: virus del rayado fino del maíz (MRFV), Espiroplasma del achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii)* -CSS- y el Enanismo arbustivo del maíz (MBS) (Loladze *et al.*, 2016). El vector principal de los tres patógenos, son cicadélidos del género *Dalbulus*, siendo el más importante la especie *Dalbulus maidis* De Long & Wolcott, conocido también como chicharrita, debido a lo anterior se le considera la plaga de maíz más importante de América Latina (Bañuelos, 2009). El complejo del achaparramiento puede llegar a ocasionar perdidas en el cultivo de maíz hasta el 70%. Se evaluaron variedades sintéticas e híbridos de grano blanco y amarillo, con la finalidad de seleccionar los mejores genotipos con alto potencial de rendimiento y resistencia al complejo del achaparramiento. Los híbridos de grano amarillo mostraron los niveles más bajos de daño entre un 12 a 25%, confirmando lo descrito por CIMMYT, donde se refiere que las frecuencias de resistencia al complejo del achaparramiento son más altas en maíces amarillos (Loladze *et al.*, 2016).

Daños ocasionados por el complejo del achaparramiento

Híbridos con resistencia al complejo del achaparramiento

1.2.6 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia a *Curvularia spp.*

Esta mancha foliar es ocasionada por el hongo *Curvularia spp*., sin embargo, en Guatemala aún no se ha determinado la o las especies presentes. *Curvularia spp*., pertenece a la clase de los Deuteromicetes, Orden Moniliales y Familia Dematiacea, este género actualmente está compuesto por más de 40 taxones (Garcés *et al.*, 2011), sin embargo la especie mayormente asociada al cultivo de maíz ha sido *Curvularia lunata* Boed (Jie *et al*., 2000). *Curvularia spp.,* puede llegar a ocasionar perdidas en el rendimiento de hasta 60%, debido a la gran pérdida de la región fotosintética del cultivo (Akinbode, 2010). Se evaluaron variedades sintéticas de grano blanco y amarillo, híbridos de grano blanco y amarillo. El objetivo fue seleccionar los mejores genotipos que combinaran un alto potencial de rendimiento, con tolerancia a *Curvularia spp*. Se identificaron 5 híbridos de grano blanco y 6 híbridos de grano amarillo con altos niveles de resistencia a *Curvularia spp*., con calificaciones de 2 en la escala propuesta por CIMMYT. Los híbridos blancos tuvieron rendimientos desde los 4,465.45 hasta los 6,496.71 kg/ha, mientras que los híbridos amarillos reportaron rendimientos desde 4,139.47 hasta 5,543.78 kg/ha.

Daños ocasionados por *Curvularia spp.*

Híbridos con resistencia a *Curvularia spp.*

1.2.7 Mejoramiento genético del cultivo de maíz con alta calidad proteínica y alto contenido de micronutrientes

Guatemala presenta serias limitaciones en cuanto a la situación nutricional de sus habitantes. La desnutrición se concentra en la población indígena, principalmente en el área rural y en las regiones del Norte y Suroccidente del país. El maíz es la principal fuente de energía en la dieta del guatemalteco, sin embargo, este cereal es deficitario en cantidad y calidad de proteína, especialmente aminoácidos esenciales como la lisina y triptófano y también de micronutrientes como el zinc. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) Guatemala ocupa el tercer lugar a nivel mundial y el primer lugar a nivel de Latinoamérica en desnutrición crónica en niños menores de 5 años con 46.5%. La biofortificación de alimentos supone una alternativa viable para contrarrestar el problema de la desnutrición en Guatemala, el programa de maíz del ICTA evaluó cultivares con alta calidad de proteína y alto contenido de zinc, siendo estos: variedades sintéticas de grano blanco y amarillo e híbridos de grano blanco. Se seleccionaron: dos variedades sintéticas con mayor potencial de rendimiento comparadas con el testigo comercial biofortificado ICTA B-15^{ACP+Zn}, con 4,077 y 3,809 kg/ha, además se seleccionaron 22 híbridos de grano blanco con rendimientos superiores al testigo comercial biofortificado ICTA HB-18^{ACP+Zn}, con rendimientos desde los 4,465 hasta 5,375 kg/ha.

Híbridos de maíz con alta calidad de proteínas y alto contenido de zinc

1.2.8 Rendimiento y resistencia al complejo mancha de asfalto (CMA) de híbridos triples élite de maíz de grano blanco con alta calidad de proteína y alto contenido de zinc

Los híbridos son una alternativa altamente viable para incrementar los rendimientos en el cultivo de maíz y tomando en cuenta que es imprescindible mejorar la calidad nutricional del grano, se evaluaron híbridos superiores por el programa de maíz. El objetivo fue seleccionar uno o dos híbridos superiores que combinen, alto potencial de rendimiento, alta calidad de nutricional y resistencia a enfermedades haciendo énfasis en el CMA. Se seleccionaron

dos híbridos superiores denominados experimentalmente como ICTA BIOZN-01^{RMA} e ICTA BIOZN-02^{RMA}, alcanzaron rendimientos promedio de 4,656 y 4582 kg/ha respectivamente. Estos híbridos presentaron resistencia para el CMA, ICTA BIOZN-01^{RMA} Para el caso del complejo del achaparramiento ICTA BIOZN-01^{RMA}, presentó un 22% de daño, mientras que ICTA BIOZN-02^{RMA} tuvo un 34% de daño. Para el caso de *Curvularia spp*., los híbridos tuvieron tolerancia dicha enfermedad. Los híbridos ICTA BIOZN-01^{RMA} e ICTA BIOZN-02^{RMA}, serán validados durante el 2019 en aproximadamente 40 localidades del trópico bajo de Guatemala para confirmar sus buenas características y posteriormente sean una alternativa para los agricultores guatemaltecos.

Híbrido ICTA BIOZN-01^{RMA} versus testigo susceptible al complejo mancha de asfalto

Mazorcas del híbrido ICTA BIOZN-01 ^{RMA}

1.2.9 Rendimiento y resistencia al complejo mancha de asfalto (CMA) de híbridos triples élite de maíz de grano amarillo

Desde la liberación del híbrido ICTA HA-48 en la década de los 90, en el ICTA no ha generado cultivares de maíz de grano amarillo que apoye al sector agroindustrial. En la actualidad existe demanda de maíz amarillo para la elaboración de concentrados para la alimentación animal, para lo cual importan más del 80% del maíz que utilizan. Se evaluaron híbridos superiores generados por el programa de maíz. El objetivo fue seleccionar uno o dos híbridos superiores que combinen, alto potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades haciendo énfasis en el CMA. Se seleccionaron dos híbridos superiores denominados experimentalmente como ICTA HA-01^{RMA} e ICTA HA-02^{RMA}, que alcanzaron rendimientos promedio de 5,004 y 4312 kg/ha respectivamente. En cuanto a su resistencia a enfermedades, para el CMA, ambos híbridos presentaron calificaciones de 3 en la escala propuesta por CIMMYT, estos resultados denotan tolerancia a la enfermedad. Para el caso de otras enfermedades como en el complejo del achaparramiento ICTA HA-01^{RMA}, presentó un 20% de daño, mientras que ICTA HA-02^{RMA} tuvo un 27% de daño. Para el caso de *Curvularia spp*., ambos híbridos son tolerantes a esta enfermedad. Los híbridos ICTA HA-01^{RMA} e ICTA HA-02^{RMA}, serán validados

durante el 2019 para confirmar sus buenas características y posteriormente sean una alternativa para los agricultores guatemaltecos principalmente del sector agroindustrial.

Testigo susceptible al complejo mancha de asfalto versus híbrido ICTA HA-01 RMA

Mazorcas de híbrido ICTA HA-01RMA

1.2.10 Fitomejoramiento participativo de maíces nativos del altiplano en Guatemala

La región del altiplano de Guatemala se caracteriza por un marcado minifundio, donde se práctica una agricultura de subsistencia, la siembra de maíz en esta región es a través de variedades locales o nativas con un 90 a 98% del total del área sembrada (ASOCUCH, 2016). A través de la técnica del fitomejoramiento participativo (FP), el programa de maíz del ICTA concentra sus esfuerzos en mejorar las principales características agronómicas de las diferentes variedades nativas, utilizadas por agricultores de la región del altiplano central (1,401 a 2,000 msnm) y del altiplano occidental (2,000 msnm), siendo estas principalmente: rendimiento de grano, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, precocidad, etc. A través del método de selección masal estratificada, se desarrollaron cuatro variedades experimentales dos de grano blanco (Las Cuevas y Chimazat) y dos de amarillo (Cucul y Cimientos) para el altiplano central. Para el altiplano occidental se desarrollaron tres variedades experimentales de grano blanco (Nueva Candelaria, Patachaj y San Antonio) y cuatro de grano amarillo (Nueva Candelaria, Patachaj, San Antonio, y San Vicente).

Mazorcas de variedad nativa Nueva Candelaria

Selección de mazorcas con agricultores

1.2.11 Respuesta del cultivo de maíz (Zea mays L), a la aplicación de nitrógeno proveniente de abonos verdes y fertilizante químico, en condiciones de finca de agricultores en la región Norte de Guatemala.

La producción de alimentos básicos, para la población guatemalteca, la llevan a cabo principalmente, los campesinos y los pequeños agricultores. Sin embargo, dicha producción se realiza en tierras marginales, con problemas en la disponibilidad de agua y, suelos con problemas de baja fertilidad, producto de la severa erosión hídrica que sufren. Para contribuir a la solución de dicha problemática, dentro de las alternativas que se pueden emplear, está tecnología de abonos verdes, como fuente de nitrógeno para un mejor manejo del suelo. Determinaciones del aporte de N de *Mucuna pruriens* (abono verde) al cultivo de maíz, realizadas en ensayos previos, presentaron resultados promisorios para la fertilización nitrogenada del maíz con dichos abonos. En el presente proyecto el objetivo fue: evaluar el efecto del abono verde (leguminosas) combinado con diferentes dosis de fertilizante químico nitrogenado, en el rendimiento de maíz variedad ICTA B-7. Se encontró diferencia en la altura y rendimiento del grano de maíz, por el efecto del uso y método de aplicación del abono verde.

Milpa con aplicación de nitrógeno

1.3 Programa de investigación del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Guatemala es un país con una superficie de 108,889 Km^2 y más de 17 millones de habitantes, de los cuales el 60.3% vive en el área rural. El 46.5 % de los niños menores de 5 años padecen de desnutrición crónica y aguda, siendo el país de América Latina con el más alto índice de desnutrición, y ocupa el tercer lugar a nivel mundial, solo es superado por Afganistán y Yemen, países con conflictos internos como guerras (UNICEF, 2017). Los departamentos de Totonicapán (70%), Quiché (68.8%), Huehuetenango (67.7%), San Marcos (54.8%) y Quetzaltenango (48.8%), los más afectados (FANTA/PERFILES; 2017). El cultivo de frijol se adapta a altitudes que van desde los cero hasta los 2,500 metros sobre el nivel del mar abarcando un área de siembra de 362,000 manzanas donde se produjeron en año 2016 5,460,400 quintales de grano de frijol, con un rendimiento promedio de 15.1 quintales por manzana. El 69.3 % de la producción se encuentra concentrada en siete departamentos: Petén (17%), Jutiapa (13.5%), Quiché (9.9%), Chiquimula (8.4%), Huehuetenango (8.1%), Jalapa (6.4%) y Santa Rosa (6.0%). El cultivo genera 15,944,350 empleos directos en campo, equivalentes a 54,944 empleos permanentes. Se importan 11,196 toneladas métricas y se exportan 820 (MAGA en Cifras, 2016). Se han identificado factores bióticos y abióticos que limitan la producción en los diferentes estratos de siembra, siendo los más importantes: a) Factores bióticos como enfermedades (virus, roya, antracnosis, mancha angular, ascochyta, mustia hilachosa) y plagas insectiles (gorgojos de almacenamiento y picudo de la vaina); y b) factores abióticos como sequía, altas temperaturas y baja fertilidad. El Programa de Frijol tiene como énfasis la generación de variedades con resistencia a los factores limitantes de producción de cada región de Guatemala, así como el incremento de contenido de hierro (Biofortificación.

Mejoramiento genético por resistencia a virus del mosaico dorado amarillo y alto contenido de hierro

Las condiciones climáticas que prevalece en la zona oriental del país se caracterizan, por los periodos de sequía, que permiten el incremento de poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) vector principal de BGYMV aunado a este factor, las siembras escalonadas de hortalizas como tomate (*Solanum lycopersicum*), chile (*Capsicum sp.*) y melón (*Cucumis melo*) provocan que el vector permanezca de forma continua en esta región del país. Uno de los objetivos del programa de frijol es generar variedades con resistencia a estas limitantes, además de mejorar el contenido de hierro, para contribuir a disminuir la desnutrición. Fueron seleccionadas plantas individuales por su resistencia al virus del mosaico dorado amarillo, tolerancia al estrés por sequía y contenido de hierro mayor a 70 partes por millón.

Cultivos con resistencia a virus del mosaico dorado amarillo

1.3.1 Dinámica poblacional y nivel de daño del picudo de la vaina del frijol *(Apion godmani W.)* en el altiplano de Guatemala

El picudo de la vaina (*Apion sp*.), está considerado como una de las principales plagas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.*)* en las zonas frijoleras de Guatemala, constituye un factor limitante de la producción, por el daño directo que causa a la semilla durante su formación. El daño que causa el picudo pasa desapercibido para la mayoría de productores de frijol por ser un insecto muy pequeño y porque el daño lo causa a las semillas en formación, esto impide que se tomen medidas adecuadas de control que reduzcan su daño, alcanzando en algunas ocasiones hasta el 90 % de daño. Se realizó un estudio para determinar el nivel de daño y la dinámica poblacional, en genotipos arbustivos y volubles de frijol común. Dinámica Poblacional: La aparición de los adultos inicia en la etapa de floración y culmina en la etapa de madurez. En los genotipos volubles se observó la plaga en los meses de julio a noviembre, pero la mayor población de éste fue en agosto y septiembre. En los genotipos arbustivos se presentó la plaga a finales de agosto y a principios de octubre, esta información permitirá implementar el manejo integrado de la plaga eficiente. Nivel de daño: Los

genotipos volubles tuvieron una media de 52.79% en ICTA Utatlán y 65.49% en ICTA Texel-Bolonillo y los arbustivos, una media de 33.88% en Bayo Azteca y 33.50% en ICTA Hunapú.

Daño picudo de la vaina del frijol

1.3.2 Identificación de fuentes de resistencia para antracnosis en el germoplasma de frijol voluble de Guatemala

Antracnosis, (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. y Magnus) Briosi y Cavara) es un hongo que afecta al cultivo de frijol común a nivel mundial. El rendimiento de grano de la planta puede alcanzar pérdidas hasta del 100% cuando las siembras se realizan con semilla infectada y las condiciones ambientales favorecen a la enfermedad. Los frijoles volubles representan una fuente de proteína para los habitantes del altiplano. Se han identificado seis razas que fueron encontradas en las muestras colectadas en el altiplano. Así mismo, se evaluó la colección de germoplasma de frijoles volubles para determinar la resistencia a la raza 73 del hongo *C. lindemuthianum*, por ser la de mayor incidencia y agresividad. Aproximadamente el 10% presentó resistencia a esta raza. Los resultados del estudio de asociación completa del genoma, con el uso de 78,754 marcadores SNP los cuales indican que existen regiones genómicas involucradas en la resistencia a *C. lindemuthianum* en Pv04 y en Pv07.

Genotipo con resistencia a antracnosis

1.3.4 Diversidad genética de las colecciones de frijol voluble de Guatemala

El frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es la leguminosa más importante para consumo humano alrededor del mundo. Por esta razón los mejoradores de frijol han sido desafiados a incrementar la producción de frijoles mientras enfrentan nuevos problemas como el cambio climático. Guatemala, es el país con mayor desnutrición crónica a nivel Latinoamericano, especialmente en niños menores de 5 años, y su dieta es a base de maíz (Zea mays L.) y frijol, el cual proporciona la fuente de proteína más importante. En el altiplano guatemalteco, estos dos cultivos se siembran juntos en el sistema milpa, donde el frijol voluble utiliza la caña del maíz como tutor para poder crecer. Los frijoles volubles guatemaltecos se han considerado como representantes de la raza Guatemala, una nueva raza identificada en el acervo genético Mesoamericano que puede representar una fuente de alelos para el mejoramiento de frijol que aún no ha sido explotada. Este estudio confirmó la existencia de la raza Guatemala en el acervo genético Mesoamericano y su diferenciación con las otras razas, tanto Andinas como Mesoamericanas, utilizando un estudio de estructura de población con el Software STRUCTURE, un árbol filogenético y un análisis de componentes principales. La baja estructura de población encontrada dentro de estos frijoles guatemaltecos también hace a esta población ideal para el descubrimiento de genes candidatos para rasgos importantes. Utilizando un estudio de asociación, indica que la población de frijoles volubles guatemaltecos fue útil para proveer genes candidatos para factores genéticos previamente reportados como el gen V para color de flor, el gen Prp para el color de la vaina y el gen Asp para el brillo de la semilla. Además, se pudo enfatizar la importante relación entre el tiempo de floración y la adaptación altitudinal de estos frijoles.

Diversidad genética de frijol voluble

1.3.5 Evaluación de cinco programas de fertilización química con N-P-K, para tres genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris L.), en cuatro localidades del corredor seco de los departamentos de Chiquimula y Zacapa

La presente investigación se realizó en cuatro localidades del corredor seco de Guatemala: San Juan Ermita e Ipala, del departamento de Chiquimula; Cabañas y San Diego, del departamento de Zacapa. El objetivo fue generar tecnología para la nutrición del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris)*, mediante la evaluación de cinco programas de fertilización con N-P-K para tres genotipos de crecimiento arbustivo. Se evaluaron cinco tratamientos (kilogramos de N-P_2O_5-K_2O por hectárea): a) 75-75-75; b) 50-60-100; c) 100-60-100; d) 45-

45-45 y e) 30-30-30, en tres genotipos: ICTA Ligero, ICTA Chortí^{ACM} e ICTA Patriarca. El fertilizante se aplicó en bandas, en una dosis única al suelo, ocho días después de la germinación. De acuerdo con los resultados estadísticos, el tratamiento que presentó diferencias significativas fue el programa dos, con nivel de fertilizante N-P_2O_5-K_2O de 50-60-100 kg/ha, en los tres genotipos evaluados; con el tratamiento anterior se obtuvo la mejor relación beneficio costo y tasa de retorno marginal.

Programas de fertilización química con N-P-K

1.3.6 Validación de la línea ICTA Ju 2013-3 de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) negro tipo arbustivo, para el trópico bajo de Huehuetenango, Guatemala

El objetivo del estudio fue determinar el rendimiento, la pre-aceptabilidad y estabilidad ambiental de la línea de frijol ICTA JU 2013-3. Dicho genotipo proviene de los ensayos de finca de rendimiento de los años 2015-2017, conducidos en el trópico bajo de Guatemala, seleccionado por sus características de alto rendimiento, tolerancia al complejo de enfermedades y virus del mosaico común y dorado del frijol. Se establecieron 20 parcelas de validación en el trópico bajo de Huehuetenango, a altitudes de 0 a 1,200 msnm y temperatura promedio de 25 grados centígrados. Se hizo mediante parcelas de prueba donde se comparó con el genotipo que cultiva el agricultor. Se concluyó que el genotipo ICTA JU 2013-3 tipo arbustivo de grano negro, superó en rendimiento al testigo del agricultor. El genotipo ICTA JU 2013-3 superó al testigo del agricultor en las pruebas de pre-aceptabilidad vegetativa, reproductiva y gustativa.

Validación de línea de frijol negro arbustivo

1.4 Programa de investigación en el cultivo de arroz

El arroz (*Oriza sativa* L.) es una poácea originaria de Asia y África, es un cultivo extensivo y uno de los granos básicos más importantes a nivel mundial. Se produce en 113 países, es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial. El arroz proporciona el 27 por ciento de la energía alimentaria y el 20 por ciento de las proteínas (FAO, 2004).

El cultivo está considerado por su consumo, como el tercer grano alimenticio básico de mayor importancia para los guatemaltecos después del maíz y el frijol. Se ha determinado un consumo per cápita promedio de 30 g de arroz por día (Cardona & Lee, 2000). En muchos países de Latinoamérica, especialmente en Centroamérica, la producción es insuficiente para llenar las demandas del consumo. En Guatemala se importan alrededor de 80 mil TM de arroz. Tres mil productores a nivel nacional producen aproximadamente 750,000 quintales de arroz granza (34 mil TM) lo que constituye el 30% del consumo nacional anual, por lo que el 70% se importa, principalmente de Estados Unidos. En algunas ocasiones la producción se ve afectada por fenómenos climáticos, como en el 2014 que la sequía redujo la producción en el área del oriente cerca de 100,000 quintales (ARROZGUA, 2014).

En Guatemala se siembran alrededor de 16,200 manzanas de arroz, las mayores extensiones se ubican en la zona norte del departamento de Izabal y las riberas del Río Polochic en Alta Verapaz. Las zonas de producción se encuentran en alturas comprendidas de 0 a 1,000 msnm, con temperaturas promedio de 27 °C y pp de 900 a 1,500 mm anuales (Cardona & Lee, 2000). Los rendimientos promedian las 2.15 t/ha, que

podría considerarse como un rendimiento bajo. Las principales limitantes del cultivo son la disponibilidad de agua y otros factores climáticos como la baja radiación solar en los meses de producción. Es característica importante del cultivo que se produce eficientemente en tierras susceptibles de anegarse, donde no prospera otro cultivo. Además, cabe resaltar que Guatemala dispone de extensas áreas ubicadas en las costas del Pacífico, Atlántico y el Oriente, con características de suelo y clima, muy apropiadas para extender más allá de lo previsto la producción de arroz.

1.4.1 Evaluación de rendimiento y características agronómicas de 90 líneas de arroz biofortificado procedentes del CIAT

Actualmente en Guatemala los productores de arroz dependen para su cultivo de una o dos variedades, y dado la rapidez con que pierden sus cualidades de resistencia o tolerancia a las enfermedades, y a la necesidad de mejorar algunas características como calidad molinera, culinaria y nutricional, es necesario evaluar y seleccionar germoplasma para generar nuevas variedades que sustituyan a las que se usan actualmente. Se evaluó un vivero de 90 líneas biofortificadas procedentes del CIAT, en los centros experimentales del ICTA Cuyuta e ICTA Cristina. Se seleccionaron 24 líneas de arroz biofortificado, por presentar rendimientos superiores, mayor contenido de zinc, buenas características agronómicas y tolerancia a enfermedades. Éstas serán evaluadas en la siguiente fase en ensayos preliminares de rendimiento.

Ensayo de rendimiento y características agronómicas de 90 líneas de arroz biofortificado

1.4.2 Potencial y estabilidad de rendimiento de cinco líneas avanzadas de arroz biofortificado, en tres zonas arroceras

Se evaluaron cinco líneas avanzadas de arroz biofortificado, en tres zonas arroceras de Guatemala. Se establecieron siete ensayos de rendimiento en distintas localidades arroceras del país, bajo condiciones de secano. Se incluyeron ICTA Jade y la variedad del agricultor como testigos. Las líneas IR64, IG 2671, IG 2677 e IG 2676 presentaron los rendimientos similares a ICTA Jade (5.30, 5.23, 5.13, 5.00 y 5.07 t/ha respectivamente). El análisis de estabilidad indicó que ICTA Jade, IG 2671 e IR64 fueron los genotipos más estables. Todas las líneas evaluadas presentaron buena tolerancia a enfermedades y buenas características agronómicas, destacándose la línea IG 2671 por presentar una buena altura de planta y un ciclo más precoz en comparación con las otras líneas que

presentaron también rendimientos superiores. Se determinó que hay líneas avanzadas de arroz biofortificado con potencial para convertirse en una nueva variedad de arroz. Asimismo, se hizo un incremento de semilla genética de la línea IG 2671 obteniéndose 11.32 quintales que se utilizará para el establecimiento de 30 parcelas de prueba a nivel nacional.

Ensayos de rendimiento

1.4.3 Caracterización varietal de la línea avanzada de arroz ICTA Jade

El ICTA dispone de la línea avanzada de arroz ICTA Jade para liberarse. Para ello se requiere entre otros aspectos tener la caracterización agro morfológica de dicha línea. Para esto se utilizó el descriptor varietal para los cultivos de arroz, frijol, maíz y sorgo del CIAT. El trabajo se llevó a cabo en dos localidades del país: Los Amates, Izabal y Masagua, Escuintla. Se determinaron 65 caracteres varietales, de las cuales 43 fueron características cualitativas y 22 fueron cuantitativas. Con estas características se determinó la identidad, uniformidad y estabilidad morfológica de la línea avanzada de arroz ICTA Jade.

Caracterización varietal de la variedad de arroz ICTA Jade

1.5 Programa de investigación en el cultivo de sorgo

El sorgo o maicillo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es una poácea de la cual se aprovecha el tallo, el follaje y el grano. El tallo/follaje para alimentación animal y el grano para consumo humano y animal. Además, es considerado como un buen sustituto de otros granos, como puede ser el maíz amarillo.

El sorgo se cultiva aproximadamente en 32,000 hectáreas en el país, con 17,670 en la zona seca del oriente del país. Ocupa el tercer lugar en área de los granos cultivados en Guatemala después del maíz y el frijol. El sorgo es usado en la alimentación humana, en la elaboración de forrajes para especies menores y en la alimentación del ganado.

En la zona del corredor seco del país, el sorgo es un cultivo obligado debido a la baja precipitación y a los periodos impredecibles de sequía. La importancia del sorgo estriba entonces en que complementa o sustituye las necesidades del maíz en la ración alimenticia diaria del agricultor.

Otra característica del sorgo que favorece su cultivo en la región del oriente del país es su adaptación a condiciones de humedad limitada, constituyéndose en un seguro para el agricultor que de esta forma se garantiza la producción de sorgo cuando no produce el maíz por condiciones de falta de humedad o sequía.

1.5.1 Caracterización varietal de la línea avanzada de sorgo ICTA Rendidor^{FI}

El ICTA desarrolló la variedad de sorgo fotoinsensitivo ICTA Rendidor^{FI} próxima a su liberación. Para ello se requiere entre otros aspectos tener la caracterización agro morfológica de dicha variedad. Para esto se utilizó el descriptor varietal para los cultivos de arroz, frijol, maíz y sorgo del CIAT. El trabajo se llevó a cabo en el centro experimental de Zacapa. Se determinaron 57 características de las cuales 22 fueron cuantitativas y 35 cualitativas. Las 57 determinan la identidad, uniformidad y estabilidad morfológica de la línea avanzada de sorgo ICTA Rendidor^{FI}.

Caracterización varietal de la variedad de sorgo ICTA Rendidor^{FI}

1.5.2 Comportamiento de los sorgos híbridos para grano en el ensayo uniforme del PCCMCA

Los ensayos uniformes de sorgo del PCCMCA, son el medio regionalizado para evaluar y seleccionar los mejores sorgos híbridos comerciales y pre-comerciales de las empresas productoras de semillas y programas nacionales de la región. Esta información ha sido la base para que los agricultores reciban las mejores semillas que les aseguren buena rentabilidad del cultivo. Este ensayo fue conformado por 15 híbridos, Impulsor como testigo común e ICTA Rendidor como testigo local. Se estableció en seis localidades de Centroamérica. Para el ensayo establecido en Zacapa, Guatemala, se determinó que hubo 13 genotipos con rendimientos de grano superiores, que van desde los 5,993 kg/ha hasta los 7,192 kg/ha. Cabe destacar que la variedad ICTA Rendidor que se utilizó como testigo, estuvo dentro de este grupo de genotipos superiores, con una media de rendimiento de grano de 6,148 kg/ha. Los híbridos de mejor estabilidad y rendimiento de grano a nivel regional fueron: MSP 445, MSP 542, Monarca y MSP 541. Ninguno de los híbridos en prueba presentó indicios de taninos en el grano.

Ensayos de híbridos de sorgo

1.6 Programa de investigación en hortalizas

La papa en Guatemala la cultivan en su mayoría pequeños agricultores, cuya producción se destina al autoconsumo y al mercado nacional. La producción obtenida de agricultores excedentarios se destina al mercado centroamericano.

De acuerdo con El agro En Cifras, para el año 2016, la producción nacional se distribuyó de la siguiente forma: Huehuetenango 32%, Quetzaltenango 23%, San Marcos 21%, Guatemala 6%, Sololá 4% y los demás departamentos de la república suman el 14% restante. El 88.9% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en seis departamentos: Huehuetenango 29.1%, San Marcos 24%, Quetzaltenango 21.7%, Guatemala 5.6%, Jalapa 4.7% y Sololá 3.8%. Se establecieron 30,00 manzanas (21,350 hectáreas) que produjeron 11,873,600 quintales, con un promedio de producción de 395.75 quintales por manzana. Durante el año 2016 se importaron 5,868 toneladas métricas, en su mayoría de Canadá y Estados Unidos de América, y se exportaron 72,947 toneladas, a El Salvador en mayor porcentaje. Como generador de empleo directo en campo (jornales/año 2014): 3,581,900, equivalente en empleos permanentes a 12,793 (MAGA, 2016).

1.6.1 Cultivares de papa diferenciada para su comercialización en supermercados

La papa ha sido desde 1950 un cultivo que además de generar alimento localmente, genera ingresos económicos a la familia rural. Las variedades de papa más cultivadas en Guatemala son: Loman, ICTA Tollocan e ICTAFRIT, que fueron introducidas a Guatemala y que gracias a sus características agronómicas y gastronómicas se han ganado la aceptación del mercado de Guatemala y Centro América, sin embargo, la demanda creciente en supermercados exige la diversificación de variedades que ofrezcan características diferentes especialmente en el color de pulpa. El ICTA ha introducido las variedades de papa Attx961014-1R/y, Sierra Rosa, Chieftain y Purple Majesty, esto a través de la United States of America Potato Board (USPB), estas variedades cuentan con características diferentes como lo es el color de pulpa para comercializar en súper mercados.

Variedad de papa de piel roja

Variedad de papa de pulpa morada

1.6.2 Generación de variedades de papa para consumo en fresco y procesamiento industrial

Las variedades de papa sembradas en Guatemala presentan problemas de susceptibilidad a enfermedades provocando una degeneración en el tubérculo. Es necesario el desarrollo de nuevas variedades que puedan mejorar el potencial de rendimiento y tener tolerancia a enfermedades, mejor calidad culinaria y aceptación en el mercado. El objetivo de este estudio fue identificar clones de papa con mayor potencial de rendimiento, con tubérculos de forma oblonga y oblonga alargada. Éste se realizó en Quetzaltenango a una altitud de 2,380 msnm y una precipitación pluvial de 409 mm durante el ciclo de cultivo. Los materiales genéticos evaluados provienen del Centro Internacional de la Papa (CIP) con tolerancia a la enfermedad del tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont de Bary). Se seleccionaron como materiales promisorios los clones de papa experimentales identificados como ICTA.TC3.17 e ICTA TG12.17 son tubérculos muy similares a la variedad Loman.

1.7 Rendimiento y cocción de clones biofortificados de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) con alto contenido de betacarotenos.

En Guatemala no se dispone de variedades de yuca biofortificada. El objetivo del estudio es identificar germoplasma de yuca con alto potencial de rendimiento, con características nutricionales superiores y buenas características culinarias. Se evaluaron genotipos provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Se seleccionaron 13 genotipos con un tiempo de cocción menor a 30 minutos, aunque el testigo (ICTA Izabal) fue de 19 minutos. El segundo criterio de selección fue rendimiento, en el cual cinco clones mostraron un rendimiento promedio de 21 t/ha y superaron a ICTA Izabal. El tercer criterio de selección fue el contenido de betacarotenos superior a las 20 ppm. En base a este criterio se seleccionaron nueve clones. Se recomienda una evaluación multiambiental de los clones promisorios, incluyendo nuevas variables: como la precocidad, análisis sensoriales y el contenido nutricional en los diferentes ambientes.

Genotipos de yuca seleccionados

1.8 Rendimiento de clones biofortificados de camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) en fincas de agricultores.

La producción de camote en Guatemala está concentrada en zonas de suelos poco fértiles y el sistema de cultivo predomina en asocio con el maíz u otros granos básicos y en ciertas regiones en monocultivo. El principal uso de las raíces del camote es el auto consumo. El ICTA a través del proyecto HarvestPlus introdujo 12 clones de camote con alto

contenido de betacarotenos. El estudio se desarrolló en dos fases, tuvo como objetivo identificar y seleccionar clones con rendimiento superior. En la primera fase se seleccionaron cinco como promisorios por su rendimiento. Los clones fueron: CIP 105086.2, CIP 199076.1, CIP 187016.2, CIP 10603.1, CIP 106496.1 En la segunda fase del estudio, fueron evaluados bajo condiciones de productores en las regiones occidental, sur, norte y oriental de Guatemala. Los resultados del rendimiento mostraron que no hubo diferencia entre los clones seleccionados por rendimiento. Sin embargo, dos clones promisorios que se han identificado como ICTA FB-2 e ICTA FB-39 sobresalieron en el contenido de betacarotenos, mayor a 20 ppm y tiempo de cocción menor a 20 minutos.

1.9. Multiplicación, conservación y caracterización de germoplasma de chile cahabonero

En la región norte de Guatemala se practica la agricultura de subsistencia, en su mayoría con cultivos como: maíz, frijol y chile para cubrir las necesidades básicas de los agricultores. El IV censo nacional (2002-2003), reporta que el área de siembra de chile fue de 292 hectáreas, con una producción de 454 toneladas métricas. En el municipio de Cahabón, Alta Verapaz, es un cultivo generador de empleo, 120-150 jornales/ha. El objetivo de este estudio fue colectar, multiplicar, caracterizar y conservar germoplasma de chile cahabonero. Se colectó semilla de 18 cultivares de chile cahabonero, conservados por al menos tres generaciones de agricultores. El vivero de caracterización se estableció en Cahabón. Se usó la clave del IPGRI. Los resultados preliminares indican que hay variabilidad en forma y tamaño de fruto desde alargado a redondo, aún en cultivares del mismo agricultor. Sin embargo, se considera que con la caracterización e identificación de cultivares superiores es posible incrementar el rendimiento de este cultivo y mejorar los ingresos de los productores de esta región.

1.10 Disciplina de Protección Vegetal

1.10.1 Evaluación de resistencia a antracnosis en el vivero del GEN23, líneas promisorias de frijol arbustivo y voluble.

El clima de Guatemala favorece el desarrollo y propagación de enfermedades causantes de pérdidas de rendimiento del frijol, como la antracnosis, que en condiciones favorables puede causar pérdida total de producción. Ésta se puede dispersar por semilla, y existe alta variabilidad de razas en el mundo, lo que dificulta identificar un material resistente. Solo en el altiplano de Guatemala (2017) se identificaron 6 razas que afectan genes Mesoamericanos. A pesar de que el ICTA ha trabajado en desarrollar cruzamientos para piramidar genes de resistencia, no se ha encontrado un material resistente a todas las razas o aislamientos. Por ello se evaluaron las líneas avanzadas de frijol voluble y arbustivo, además de 23 líneas pertenecientes a un vivero desarrollado para tener resistencia a antracnosis. Posterior a la reactivación de la raza 585, la cual es una de las razas más comunes en Guatemala, los resultados de las inoculaciones mostraron que las líneas de frijol voluble ICTA Utatlán, Quiché y L-221 reaccionaron tolerantes a la raza 585. Esto indica que estas líneas pueden tener los genes *Co-2, Co-3, Co-5,* o *Co-11,* o combinación de los mimos. Por ello se sugiere realizar un análisis molecular para corroborar la presencia/ausencia de los genes en las líneas que son homogéneas.

Síntomas de *C. lindemuthianum* presentados en los viveros de frijol evaluados

1.10.2 Distribución geográfica del picudo del frijol *Apion godmani* Wagner en el altiplano de Guatemala

Las condiciones climáticas de Guatemala favorecen el desarrollo de enfermedades y propagación de plagas relevantes, en zonas bajas y el altiplano. En este último *Apion godmani* Wagner es el principal problema para los agricultores, causa daños y pérdidas de la semilla del frijol, vainas, y granos tiernos en formación causando hasta en 90% de reducción de rendimientos.

Como consecuencia, hay pérdidas económicas y se ve afectada la seguridad alimentaria de muchas familias. Existe información desactualizada de las áreas específicas donde ésta plaga causa daños y sus niveles de daño, dado a que no existen antecedentes recientes. Por lo tanto, fue necesario recolectar muestras y evaluar los niveles de daño en las zonas productoras de frijol del altiplano. Esto se realizó empleando la metodología del protocolo establecido por CIAT (1987), con el que se eligieron 30 vainas/ parcela al azar en madurez fisiológica. Los resultados promedio de daño fueron: Quetzaltenango 74%; Totonicapán 92%; San Marcos 85% y Huehuetenango 34%. Utilizando modelos generales mixtos para granos dañados y sanos (binomial), se determinó que, el daño es independiente de la altitud en este estudio; presentándose San Marcos y Totonicapán como los departamentos más afectados. Esto permitirá establecer una geo-referenciación de los niveles de daño por zona para realizar el control.

Picudo de la vaina adulto *A. godmani* en campo y daño de sus larvas en vainas madura

1.10.3 Efecto de insecticidas químicos y botánicos en el control de *Apion godmani* W. en dos genotipos de frijol voluble (P*haseolus vulgaris* L.)

Estudios recientes e información proveniente de los agricultores demuestra que la incidencia de *Apion godmani* W. en Guatemala causa pérdidas en la producción de frijol voluble, afectando a productores y la seguridad alimentaria de muchas familias. Por lo que se hace necesario evaluar alternativas para su control. En este estudio se evaluó el efecto de la Deltamentrina® y Fipronil®, así como extracto de neem y ajo, como alternativas botánicas. Se usó la metodología del protocolo establecido por el CIAT (1987). Al no realizar control, el ICTA Quiché® presentó una media de 49.52% de daño, e ICTA Utatlán 29.1%. El tratamiento más costoso fue el extracto de neem. Los productos químicos Deltametrina® y Fipronil® tienen un costo similar entre ellos, y al extracto de ajo. Además, hubo interacción entre tratamiento y genotipo (p=0.0011). Lo que indica que los tratamientos y genotipos se comportaron de la misma manera a través de las localidades. El control más efectivo fue el químico, teniendo Deltametrina® y Fipronil® el mismo control, lo que es una alternativa para rotación de grupos químicos. El genotipo ICTA Quiché tuvo el mayor daño, independientemente del producto para control, ya que su periodo de floración dura hasta 50 días. ICTA Utatlán presentó menor daño ya que su periodo de floración dura hasta 33 días, lo que significa menos exposición a la plaga.

Uso de barrera plástica y viva (maíz) durante la aplicación de los tratamientos para el control del picudo de la vaina

1.10.4 Identificación de resistencia al nematodo del quiste en 12 genotipos de papa con tres niveles de infestación, bajo condiciones controladas

Los quistes son estructuras que los nematodos hembra forman para proteger los huevos y larvas. Estas estructuras dificultan el control en campo pues es difícil eliminar directamente los huevos y larvas. Como consecuencia hay una reducción considerable de rendimientos, y algunos productores deciden abandonar el cultivo. Por lo que, es necesario generar materiales con resistencia genética. Los materiales evaluados fueron inoculados con tres diferentes niveles bajo condiciones controladas. Para lo cual se utilizaron quistes viables que se obtuvieron de muestras de suelo de campos infectados con esta plaga. Todos los clones excepto Loman, mostraron una media de TMPN <1, siete de los materiales que muestran valores intermedios, siendo estos: C9, C8, C11, C5, C6, C7 y C1, con medias de 0.18, 0.16, 0.14, 0.12, 0.12, 0.11 y 0.09 respectivamente. Los materiales con las menores medias de TMPN, cercanas a cero y clasificadas en un solo grupo estadístico son: C3, C10, C2 y C4 con las medias de 0.08, 0.06, 0.05 y 0.04 respectivamente. Estos clones que pueden ser utilizados en planes de mejoramiento del cultivo de papa, los cuales son de tubérculo redondo. Estos materiales mostraron niveles prometedores de resistencia, pero también se recomienda seguir evaluando otros materiales con características similares a las de la variedad Loman.

Clones de papa inoculados con quistes del nemátodo evaluado, y cosecha de suelo para diagnóstico de los niveles de infestación posterior a la cosecha del cultivo

Unidades de conteo de quistes para cada tratamiento

1.11 Disciplina de Socioeconomía

1.11.1 Diagnóstico agro-socioeconómico del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en el departamento de Jalapa, Guatemala

En el Oriente de Guatemala la papa se produce en el departamento de Jalapa, en los municipios de Jalapa y Mataquescuintla. La falta de información del contexto en el cual se desarrolla la producción, motivó a realizar un diagnóstico en el cual se recopiló información agrícola, social y económica, así como la identificación de la problemática de la cadena productiva. La información se recopiló por medio de entrevistas a productores de las diferentes comunidades de las localidades seleccionadas para un total de 66 productores. Con base a los resultados, el 100% de los productores son masculinos, de los cuales el 30 % han sido capacitados en manejo agronómico del cultivo de papa, por vendedores de casas comerciales. No se identificó organización de productores. Con relación a tenencia de la tierra el 58% cultivan en terreno propio, el área promedio cultivada por persona es de 0.83 hectáreas. La papa se cultiva en asocio con granos básicos, hortalizas (crucíferas) y frutales (manzana y melocotón). El 100% cultiva la variedad Loman debido a que presenta mayor demanda, es de ciclo corto y por su rendimiento. La semilla se obtiene de intermediarios. La problemática identificada fue: alta presencia de plagas y enfermedades como: mosca blanca, mosca minadora, tizón, virus y moco y la falta de reconocimiento de patógenos de enfermedades. Mala calidad de semilla. Variación de precios y la falta de un comprador fijo. Las principales necesidades que tienen los productores son: asesoría técnica en temas de identificación de plagas y enfermedades y métodos de control, acceso a semilla de buena calidad, estabilidad de precios en el mercado. Se recomienda desarrollar habilidades y destrezas a través de capacitación y asistencia técnica en temas productivos como: fertilización, identificación de plagas y enfermedades y su control y variedades nuevas. Fomentar el desarrollo de una organización de productores. Promover la diversidad de cultivos dentro del sistema productivo para reducir el efecto de la variación de precios en el mercado del tubérculo de papa, además generar investigación que permita incrementar el rendimiento y el uso eficiente los recursos. Diversificar las variedades de papa que se cultivan en la región para reducir pérdidas por daño por plagas. Realizar un reconocimiento de plagas y enfermedades dentro de las parcelas productivas de cultivo de papa, el cual incluya muestras para envío de laboratorio. Capacitar a los productores en producción de semilla de buena calidad (libre de plagas y enfermedades y con brote homogéneo) u organizar un grupo de productores para la generación y proveer semilla certificada.

Diagnóstico agro socioeconómico en el cultivo de papa

1.11.2 Incidencia de aflatoxinas y fumonisinas en producciones excedentarias del norte de Guatemala

Las aflatoxinas y fumonisinas son las micotoxinas que se presentan con mayor frecuencia en el maíz. El desarrollo depende de factores ambientales, de las prácticas pos cosecha y de los sistemas de almacenamiento. Por ser considerados como carcinógenos humanos es importante identificar la incidencia y las condiciones que contribuyen a la presencia. Es por ello que el objetivo del presente estudio fue identificar la incidencia de aflatoxinas y fumonisinas y una caracterización de las prácticas de cosecha, poscosecha y almacenamiento. La zona de estudio se desarrolló en los siete municipios que integran la agrocadena de maíz en la región norte. En total se entrevistaron 89 agricultores y se recolectaron 100 muestras de maíz (50 en cada época de cosecha). Las variables a analizar se centraron en calidad de grano, características del agricultor, del sistema de producción, de las prácticas de cosecha, poscosecha y sistemas de almacenamiento. Entre los principales resultados se puede identificar que la calidad física del grano no es apta para la comercialización y el consumo según la Norma XII. El nivel de aflatoxinas y fumonisinas para la primera cosecha se encontraron por debajo de los niveles permitidos, sin embargo, en la segunda los niveles reportados sobrepasaron los permitidos. Se encontró una diversidad de sistemas de almacenamiento los cuales aunados a las condiciones ambientales favorecen el desarrollo hongos mico tóxicos. Se espera que la información generada por el estudio sea de utilidad para desarrollar tecnologías y prácticas apropiadas a la problemática, a las condiciones de la zona y al tipo de agricultor.

Sistemas de almacenamiento de maíz

1.11.3 Diagnóstico de los factores limitantes en los sistemas de producción de maíz en el trópico bajo de Guatemala: el caso de la región norte

El objetivo del estudio fue la identificación de los factores que limitan la producción. Se desarrolló en los municipios de Fray, Chisec, Ixcán, Cobán, Carchá, Panzós, La Tinta, San Jerónimo, Salamá, San Miguel Chicaj, Rabinal y Cubulco. Se realizaron 138 entrevistas a agricultores distribuidos en la zona de estudio. Entre los principales resultados se identificaron cuatro factores que influyen en el rendimiento: económicos (disponibilidad de dinero para adquirir insumos agrícolas, pago de mano de obra y alquiler de suelo y riego); capacitación y asistencia técnica (para identificar y responder a problemas en fertilización, control de plagas y enfermedades en el momento adecuado); condiciones climáticas (implementación de prácticas de adaptación) y problemas en la comercialización (fluctuaciones en el precio). La información generada por el estudio será de utilidad para desarrollar tecnologías y prácticas apropiadas a la problemática, a las condiciones de la zona y al tipo de agricultor.

2. Actividades destacadas

2.1. Tres nuevos cultivares de maíz blanco fueron puestos a disposición del sector agrícola en contribución a la seguridad alimentaria y nutricional

Dos cultivares biofortificados de grano blanco con alta calidad de proteína y mayor contenido de zinc, fueron liberados en el oriente del país a través de dos actos públicos, el 3 de mayo. ICTA HB-18^{ACP+Zn} primer hibrido biofortificado a nivel mundial liberado en la sede de la Cooperativa Agrícola Integral Atescatel R.L., en Atescatempa, Jutiapa; y en parcelas de la Asociación de Productores Agrícolas de la Laguna del Hoyo (APALH), en Monjas Jalapa, la variedad biofortificada ICTA B-15^{ACP+Zn}.

Asimismo, el 4 de mayo en la sede del Centro Regional de Investigación del Norte (CINOR), San Jerónimo, Baja Verapaz, se liberó ICTA HB-17^{TMA} primer híbrido en Guatemala con tolerancia a la enfermedad mancha de asfalto.

Los cultivares fueron entregados por el Gerente General, Julio Morales, al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), a través de los representantes departamentales; quienes entregaron a representantes de los agricultores. En los actos participaron autoridades internacionales de HarvestPlus, CIMMYT y autoridades locales.

Acto de liberación

2.2 Curso de formación y capacitación en investigación agrícola (Fycia)

La actividad científica y técnica que desarrolla el ICTA, requiere de personal con las competencias en investigación agrícola, para el cumplimiento de su misión y visión. Surge, entonces, la necesidad de formar profesionales con dichas competencias en consideración a los cambios de escenarios de la agricultura nacional. Con el apoyo del Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agrícola (CRIA), se formaron 15 investigadores con el fin de incorporarlos a la institución. El Fycia obtuvo el aval del Departamento de posgrado del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como curso especializado en investigación agrícola. El Fycia fue teórico práctico y hace relevancia a los diseños experimentales, análisis estadístico con software especializado, metodología de la investigación, redacción científica, andragogía, psicología laboral, gestión de la calidad, entre otros. El aprendizaje práctico, se basó en la formulación de proyectos de investigación, redacción científica y técnica, capacitación, conducción de experimentos, tanto en la estación experimental como en campos de agricultores, según el sistema tecnológico del ICTA. Se contó con profesores con maestrías y doctorados, del ICTA e invitados, nacionales e internacionales. Las evaluaciones muestran un grupo con diferencias significativas en las competencias alcanzadas, esta heterogeneidad es opción para el trabajo que realiza ICTA en generación, validación, transferencia, capacitación y promoción de tecnología agrícola. El fin último es disponer con profesionales para hacer carrera en investigación y contribuir con la innovación tecnológica.

Becarios graduados en el curso Fycia

2.3 Resultados de promoción de frijol en el altiplano occidental

Durante cuatro años (abril 2014) el ICTA, contribuyó en la ejecución del proyecto MASFRIJOL, impulsado y financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) e implementado por el Laboratorio de Innovación en Leguminosas de la Universidad Estatal de Michigan, en los departamentos de Quetzaltenango, Quiché, Huehuetenango, Totonicapán y San Marcos, con el objetivo de incrementar la productividad del cultivo de frijol en agrosistemas del altiplano, a través del acceso a variedades mejoradas y mejoramiento de manejo integrado del cultivo, extendiendo el almacenamiento de semilla y grano en el hogar para su consumo, y de esa manera mejorar la nutrición familiar.

El 4 de marzo autoridades del proyecto presentaron los resultados de MASFRIJOL, los principales logros fueron:

- Más de 34,000 familias experimentan una variedad arbustiva de frijol de las variedades mejoradas: ICTA Hunapú, ICTA Altense, ICTA Superchiva^{ACM} e ICTA Ligero.
- 81 almacenes comunitarios de semilla mejorada establecidos.
- Más de 1,600 productores compraron semillas mejoradas de almacenes comunitarios.
- Más de 16,800 familias con formación en mejores prácticas agronómicas.
- Más de 22,800 familias participaron en sesiones de nutrición.

Presentación de resultados del proyecto MASFRIJOL

2.4 Más de 12,809 agricultores del altiplano occidental practican tecnologías innovadoras en sistemas milpa para la conservación del suelo y agua

Del 2016 al 2018, el ICTA en colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), ejecutaron el proyecto Buena Milpa, con el propósito de generar, validar y transferir tecnologías innovadoras para la conservación del suelo y agua. Además, trabajar en la diversificación de cultivos para mejorar la dieta alimenticia de las familias que residen en los departamentos de Quiché, Huehuetenango, San Marcos, Totonicapán y San Marcos.

El 13 de diciembre en la ciudad de Quetzaltenango, autoridades de Buena Milpa, presentaron resultados del proyecto, informando que 12,809 agricultores fueron beneficiados con tecnologías innovadoras para la conservación del suelo y diversificación de cultivos (59.42% mujeres y 40.58% hombres). El proyecto fue ejecutado por técnicos e investigadores del ICTA con sede en el Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental (CIALO), ubicado en Olintepeque, Quetzaltenango; en coordinación con personal de Buena Milpa, con quienes trabajaron actividades de conservación y mejoramiento participativo del cultivo de maíz de variedades criollas; conservación del suelo y agua; y diversificación agrícola.

Agricultores con tecnologías innovadoras en sistemas milpa

2.5 ICTA beneficia con plantas medicinales y aromáticas

En el Centro Regional de Investigación del Altiplano Central (CIALC-Chimaltenango), autoridades del ICTA, donaron 5,000 plantas medicinales y aromáticas de 48 especies, considerando el rango de adaptación donde se sembrarán, para que sean multiplicadas y que las comunidades tengan disponibilidad de dichos recursos naturales, tanto medicinales como comestibles.

Las plantas fueron entregadas por el director científico y técnico, Danilo Dardón, a comadronas de San Francisco La Unión, Quetzaltenango; grupo de hombres y mujeres de los municipios de Patzún, Comalapa y Acatenango, Chimaltenango; grupo de mujeres de la municipalidad de Santa Cruz Balanyá, Chimaltenango; representantes del Centro Universitario de Santa Rosa (CUNSARO), al coordinador de extensión rural del MAGA departamental de Chimaltenango; y al representante de la dirección de apoyo a la producción de alimentos del MAGA.

Representantes de organizaciones beneficiadas con plantas medicinales y aromáticas

2.6 Fitomejoradores del cultivo de frijol en gira de campo para establecer proyecto de generación de tecnologías

Con el propósito de evaluar regiones de siembra del cultivo de frijol y llegar acuerdos para establecer un proyecto de generación de tecnologías, tomando en consideración la problemática que afecta la producción en el país, el 3 y 4 de diciembre, fitomejoradores del cultivo de frijol, Juan Osorno y Phil McKean, de la Universidad de Dakota del Norte; James Beaver, de la Universidad de Puerto Rico; Juan Carlos Rosas y Raphael Colbert de la Universidad de Zamorano (Honduras); y el investigador Timothy Porch, del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA/ARS), se reunieron e hicieron una gira de campo en el Centro Regional de Investigación del ICTA ubicado en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz; con el Gerente General del ICTA, Julio Villatoro, la Coordinadora del Programa de Investigación de Frijol, Ángela Miranda, el Coordinador de la Disciplina de Socioeconomía Rural, Juan José Santos, la investigadora en biotecnología, Gabriela Tovar y con los investigadores Edgar Carrillo y José Carlo Figueroa.

Gira de campo y reunión con autoridades del ICTA

2.7 Expertos evalúan rendimientos de variedades de papa

Representantes del Consejo de la Papa de Estados Unidos (USPB), realizaron del 17 al 21 de septiembre, gira de campo en los departamentos de Jalapa, San Marcos y Quetzaltenango; con el objetivo de evaluar la adaptabilidad de seis variedades de papa, para fritura de papalinas y de bastones.

El ICTA estableció ensayos de finca con productores de la montaña de Jalapa, donde se sembraron 6 variedades de papa (Cal White, Alegría, Defender, Jaquelyn Lee, Golden Globe, Yukon Gem) proporcionadas por Potatoes USA, y como testigo la variedad Loman.

David Radtke, representante de Zuckermann Produce, California y Saúl Mercado, representante de Potatoes USA, expresaron que han trabajado con el ICTA en los últimos años, estableciendo ensayos experimentales y de validación con el fin de encontrar nuevas variedades de papa que puedan darles a los productores locales mejores rendimientos y, por lo tanto, mejorar su calidad de vida.

Evaluación de rendimientos de papa en la Montaña de Jalapa

2.8 Autoridades supervisan proyectos de investigación agrícola

En las instalaciones del Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental (ICTA-CIALO), Ted Mckinne, Subsecretario de Comercio y Asuntos Agrícolas del Exterior del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), el Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Mario Méndez Montenegro, el Viceministro de Desarrollo Económico Rural, José Felipe Orellana Mejía, el Gerente General del ICTA, Julio Morales y representantes del Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (Programa CRIA); supervisaron proyectos de investigación de papa y ovinos que están siendo ejecutados por el ICTA en los departamentos de Huehuetenango, San Marcos y Quetzaltenango, con financiamiento del Programa CRIA.

La supervisión fue realizada el 1 de marzo a través de un recorrido por los macrotunéles de investigación del cultivo de papa y por el laboratorio de protección vegetal, donde los especialistas del ICTA, explicaron los procesos de investigación que se están ejecutando.

Mediante una exhibición en stand, la comitiva tuvo oportunidad de observar y compartir con productores, investigadores y técnicos, así como saborear platillos a base de carne de ovino, snacks de papa y miel de abeja, entre otros.

Supervisión de proyecto de investigación por autoridades

2.9 Especialistas de KoLFACI visitan a autoridades del ICTA para ejecución de proyecto de suelos

Especialistas en suelos de la Cooperación entre Corea y América Latina para la Alimentación y la Agricultura (KoLFACI), Kong Myunsuk y Hyun Byung, sostuvieron reunión con autoridades y equipo de trabajo de la disciplina de suelos del ICTA, con el objetivo de ejecutar el proyecto "Establecimiento del sistema latinoamericano de información sobre suelos", para disponer de una base de datos que permita la formulación de recomendaciones de fertilización; considerando la experiencia que Corea tiene en el tema y de contar con un sistema de información del ambiente edáfico (Heuktoram). Los especialistas de KoLFACI, visitaron el laboratorio de suelos e hicieron una gira de campo en municipios de Jutiapa y Jalapa, del 18 al 20 de mayo, la cual fue liderada por el Coordinador de la Disciplina de Suelos, Raúl Alfaro. En la reunión participaron, Julio Morales, Gerente General, Julio Villatoro, Subgerente General, Danilo Dardón, Director de la Unidad Científica Técnica y el equipo de la disciplina de suelos.

Presentación de proyecto de investigación a representantes de KoLFACI

2.10 Día de campo en frijol arbustivo en Huehuetenango

Con el propósito de validar tecnología en el cultivo de frijol negro arbustivo ICTA JU2013-3, apto para sembrarse en altitudes de 0 a 1,200 metros sobre el nivel del mar (msnm), con tolerancia al virus del mosaico dorado del frijol, mancha angular y a sequía, 45 agricultores del consorcio de frijol del occidente, extensionistas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), estudiantes de agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala con sede en los departamentos de Quetzaltenango y Huehuetenango; participaron en un día de campo, el 27 de junio.

Los participantes conocieron y evaluaron características vegetativas, como: altura de planta, días a floración, ciclo del cultivo, número de granos por vaina y días a cosecha; también evaluaron características culinarias, como: sabor, espesor del caldo, tamaño y color del grano.

El día de campo fue conducido por Sergio Gonzalo Hidalgo Villatoro, técnico de la Disciplina de Validación y Transferencia de Tecnología del ICTA.

Validación de tecnología en el cultivo de frijol arbustivo

2.11 ICTA recibe biodiversidad genética de maíces nativos repatriados desde el CIMMYT

Los “Guardianes de la agrobiodiversidad”, grupo formado por campesinos de distintas regiones de Guatemala, denominado con ese nombre porque preservan variedades nativas de maíz in situ; entregaron al ICTA 700 accesiones de maíces nativos de Guatemala para ser conservadas en al banco de germoplasma institucional. Estas accesiones fueron conservadas en el Banco de Germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ubicado en México, desde hace 68 años (1950) y repatriadas al territorio guatemalteco para su conservación.

Esta es la segunda entrega realizada en este año, la primera fue el 31 de mayo a través de un acto protocolario celebrado en las instalaciones centrales del ICTA, donde agricultores de la Asociación de Organizaciones de los Cuchumatanes (ASOCUCH) entregaron 225 acciones de maíz y 7 de frijol, las cuales se encuentran conservadas en el banco de germoplasma del ICTA.

La entrega del germoplasma tiene como objetivo mantener la biodiversidad de cultivares nativos de maíz y frijol, que permita en un momento de emergencia hacer frente a las condiciones del cambio climático. Así mismo, los recursos genéticos nativos también permitirán continuar con procesos de mejoramiento de maíz y frijol, cultivos básicos en este país, con el objetivo de mejorar su productividad y por ende la seguridad alimentaria y nutricional de la población.

Acto de entrega de maíces nativos

2.12 Expertos participaron en taller para recolectar parientes silvestres de cultivos mesoamericanos y salvaguardarlos

Especialistas en recursos fitogenéticos de los países de Gran Bretaña, México, El Salvador y Guatemala, se reunieron el 4 y 5 de julio, con el propósito de definir sitios de interés para recolectar parientes silvestres de cultivos mesoamericanos en Guatemala, para su conservación en los bancos de germoplasma nacionales.

"Salvaguardando parientes silvestres de cultivos mesoamericanos", es el proyecto que tiene como propósito mejorar significativamente la conservación *in situ* y *ex situ* a través de la implementación de convenios internacionales.

Mesoamérica es uno de los centros más importantes a nivel mundial en diversidad y origen de parientes silvestres de cultivos, esta región resguarda algunos de los cultivos utilizados en el mundo como frijol, maíz, calabazas, aguacates, etc., dijo Bárbara Goettsch, Oficial del Programa de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (por sus siglas en inglés UICN).

Se sabe que los parientes silvestres de cultivos enfrentan muchas amenazas las cuales en su gran mayoría están documentadas tales como: pérdida del hábitat, erosión de la diversidad genética, uso de herbicidas que ponen en riesgo a estas especies, asimismo, poca conservación de los parientes silvestres de cultivos y su diversidad genética *in situ* por medio de áreas naturales protegida, resaltó Goettsch. Los parientes silvestres son cada vez más importantes para la agricultura mundial, porque contienen rasgos beneficiosos necesarios para el mejoramiento de variedades cultivables que son más productivas, más nutritivas, más resistentes a enfermedades y a la sequía, y mejor adaptadas al estrés del cambio climático.

César Azurdia, dijo: "¿Qué pasará en el 2050? Van a cambiar las áreas de distribución y entonces los puntos donde hay coincidencia, es en los puntos donde la diversidad genética está presente actualmente, y va a estar entre 25 a 30 años, porque son los puntos que deberíamos de conservar en este momento para que no se vean afectados por el cambio climático, por lo que deberíamos de proponer un área protegida de aquellas áreas donde teóricamente no ha cambiado su distribución".

Los participantes en el taller fueron del ICTA, MAGA, FAUSAC, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Centros Universitarios de Occidente, de Oriente, y Sur Occidente; ASOCUCH, Defensores de la Naturaleza. Además, se tuvo el apoyo de expertos internacionales de la UICN, CONABIO, Iniciativa Darwin, CONAREFIH; CENTA, INIFAP-CNRG y la Universidad de Birmingham.

Especialistas participantes en el taller

2.13 Expertas en recursos fitogenéticos informan avances de proyecto

Representantes del proyecto "Salvaguardando parientes silvestres de cultivos mesoamericanos", financiado por la Iniciativa Darwin (Reino Unido), sostuvieron reunión el 6 de julio con el Subgerente General, Julio Villatoro, el Director Científico Técnico, Danilo Dardón, y la Coordinadora de la Disciplina de Recursos Genéticos, María de los Ángeles Mérida, con el fin de informar sobre la ejecución del proyecto "Salvaguardando parientes silvestres de cultivos mesoamericanos" y el taller de zonificación realizado el 4 y 5 de julio en la Antigua Guatemala.

El proyecto beneficiará al país en la conservación de los recursos fitogenéticos y en el fortalecimiento de capacidades de especies de parientes silvestres. Facilitará la implementación del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de las Naciones Unidas, y su Protocolo de Nagoya, así como el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) que tienen como prioridad la conservación in situ y ex situ de la diversidad de los parientes silvestres para la seguridad alimentaria regional y el desarrollo sustentable.

El proyecto es colaborativo y se ejecuta en cuatro países, El Salvador, Guatemala, Honduras y México, durará 3 años. Consta de cuatro fases:

1. Selección de especies
2. Evaluar riesgo de extinción utilizando las categorías y criterios, y evaluar su vulnerabilidad al cambio climático.
3. Identificar las áreas de importancia para su conservación
4. Recolecta en los 4 países participantes y depositar las accesiones en cada uno de los bancos de germoplasma nacionales

Visita de expertas en recursos genéticos al banco de germoplasma del ICTA

2.14 Homenaje al Doctor Federico Poey, fitomejorador del cultivo de maíz

El 16 de marzo, el ICTA le rindió homenaje al fitomejorador de maíz Federico Poey, por su contribución en el desarrollo de variedades e híbridos de maíz en el país; como el hibrido ICTA HB-83, el cual es cultivado en el país por semilleristas.

El acto estuvo concurrido por investigadores del ICTA, así como, extrabajadores del ICTA, quienes efusivamente agradecieron al Doctor Poey el aporte brindado al desarrollo de la agricultura del país, así como las enseñanzas y momentos inolvidables que vivieron.

El Doctor Federico Poey, de nacionalidad cubana, laboró en el ICTA del 15 de junio de 1976 al 8 de julio de 1979, en el Programa de Investigación de Maíz.

3. Alianzas estratégicas

Uno de los ejes del Plan Estratégico Institucional 2013-2020 lo constituyen las alianzas. Durante el año 2018 se suscribieron 9 alianzas:

3.1 Convenio de cooperación entre el ICTA y la Fundación para la Innovación Tecnológica, Agropecuaria y Forestal (FUNDIT)

Tiene como objetivo la colaboración de las partes, conjuntando recursos y acciones en el marco del proyecto Buena Milpa para la implementación del proyecto denominado "Generación, validación, y transferencia de tecnologías innovadoras para la conservación y mejoramiento de maíces nativos, la conservación de suelo y agua y diversificación de parcelas y dietas fase III"

3.2 Convenio de cooperación entre el ICTA y la Asociación Gremial del Empresariado Rural (AGER)

El propósito es el cumplimiento de acciones de la actividad "Investigación sobre plantas nativas y desarrollo de un Banco de Germoplasma", actividades que están orientadas a reducir la inseguridad alimentaria de zonas indígenas pobre y a promover la revitalización de plantas nativas, buscando adaptarse al cambio climático.

3.3 Convenio de cooperación administrativa y financiera, entre el ICTA y la Fundación para la Innovación Tecnológica, Agropecuaria y Forestal (FUNDIT)

Apoyar la cooperación administrativa y financiera para la gestión y ejecución de proyectos que en el marco del Memorando de Entendimiento sobre el Establecimiento de la Iniciativa de Cooperación entre Corea y América Latina para la Alimentación y la Agricultura (KoLFACI) son financiados por la República de Corea a través de la secretaria de KoLFACI y de la carta de entendimiento suscrita entre KoLFACI y la Administración de Desarrollo Rural de la República de Corea.

3.4 Carta de entendimiento entre el ICTA y la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE)

Su objetivo es normar la ejecución conjunta del proyecto: "Respuesta del cultivo de maíz (Zea mays L.) a la aplicación de diferentes niveles de macro nutrimentos NPK en la cuenca del lago de Atitlán, Sololá", mediante la coordinación de acciones por parte del ICTA y AMSCLAE, para contribuir al desarrollo e implementación de actividades en la Cuenca del Lago de Atitlán coordinando las mimas a través del Departamento Agrícola Forestal de AMSCLAE y la disciplina de suelos del ICTA, para contribuir al desarrollo e implementación de tecnología más adecuada para el mejoramiento de la producción a disposición de los pequeños productores dentro de la Cuenca del Lago de Atitlán, sin causar deterioros y contaminación en el lago de Atitlán.

3.5 Carta de entendimiento entre el ICTA y la Asociación para el Desarrollo Integral de Nororiente (ADIN)

Con base en la complementariedad de objetivos y líneas de trabajo, las partes confirman su voluntad de establecer nexos formales de cooperación y acción conjunta, que propicien, en el cumplimiento de sus objetivos, especialmente identificar acciones relacionadas con la seguridad alimentaria, agricultura orgánica, inocuidad de los alimentos, agroindustria, biotecnología, riego, cambio climático, sanidad agropecuaria, entre otros temas que tendrán como resultado el mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes del área rural en el contexto del área de influencia de la ADIN.

3.6 Carta de entendimiento entre el ICTA y la compañía BASF de Guatemala, S.A.

El fin es realizar proyectos de investigación conjunta, así como establecer unidades demostrativas de uso de diversa tecnología, con el objetivo de generar conocimientos y tecnologías útiles para el control de plagas y para ampliar información de herbicidas, insecticidas, fungicidas y otros plaguicidas de circulación comercial en el país debidamente registrados, en los cultivos que prioricen ambas instituciones, así como difundir la información entre personal técnico de instituciones del sistema nacional de extensión rural, líderes de productores, estudiantes y personas interesadas en general.

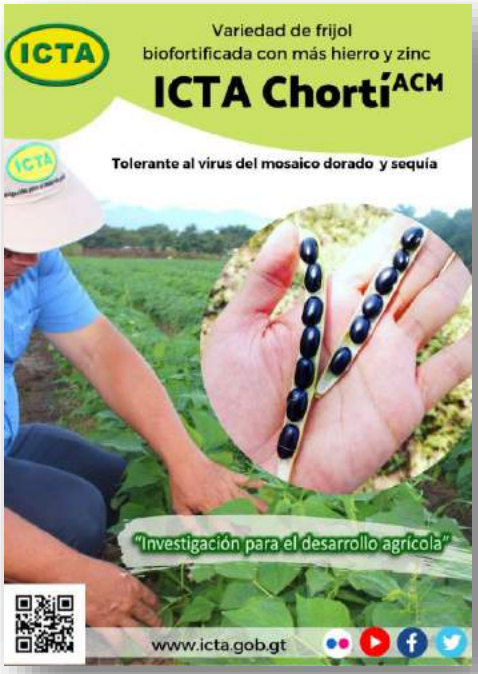
4. Nuevas publicaciones agrotecnológicas

Trifoliar que presenta la primera variedad biofortificada de polinización libre en Guatemala, ICTA B-15^{ACP+Zn} con alta calidad de proteína y mayor contenido de zinc respecto a los cultivares convencionales, buen potencial de rendimiento, recomendada para altitudes de 0 a 1,400 metros sobre el nivel del mar.

Trifoliar con las principales recomendaciones agronómicas del primer híbrido biofortificado a nivel mundial con alta calidad de proteína y mayor contenido de zinc ICTA HB-18^{ACP+Zn} con alto potencial de rendimiento, recomendado para altitudes de 0 a 1,400 metros sobre el nivel del mar.

Trifoliar del primer hibrido en Guatemala de grano blanco ICTA HB-17^{TMA} con alto nivel de tolerancia al Complejo Mancha de Asfalto y buen potencial de rendimiento, se recomienda para altitudes de 0 a 1,400 metros sobre el nivel del mar.

Trifoliar con las principales recomendaciones técnicas sobre la variedad de frijol negro ICTA Ligero, precoz y resistente al mosaico dorado amarillo.



Trifoliar con información sobre la variedad de frijol arbustivo biofortificada ICTA Chortí^{ACM} con alto contenido de hierro y zinc. (Segunda edición)

Trifoliar con información sobre procesos biotecnológicos aplicados en el desarrollo de la agricultura a través del ICTA.

5. Capacitaciones al personal

Participante	Capacitación	Lugar	Organizador/ Financiante	Fecha
Luis Miguel Salguero Morales	Desarrollo e innovación del sector hortícola	Israel	Embajada de Israel/Cría	5 al 23 de febrero
Eddy Rodolfo Ixcotoyac Cabrera	Inglés	Colorado, Boulder	Programa Fulbright	7 de marzo al 3 de agosto
Aida Eleonora Ramírez Rodas Héctor Alfredo Sagastume Mena	Mejora genética enfocada a la tolerancia a diversos tipos de estrés abiótico en cultivos agrícolas obtenidos por inducción de mutación	Obregón, Sonora, México	Agencia Internacional de Energía Atómica	19 al 23 de marzo
María de los Ángeles Mérida Guzmán Delmy Sayury Castillo Crisóstomo	Taller sobre operaciones y aprendizaje avanzado en bancos de germoplasma	San José, Costa Rica	Gobierno de Noruega	14 al 18 de mayo
Oscar Antonio Xutuc Castillo	Curso internacional programación en R	Turrialba, Costa Rica	Programa Cría	21 al 25 de mayo
Juan Josué Santos Pérez	Taller de zonificación para guiar las estrategias para la conservación de parientes silvestres de cultivos Mesoamericanos. Capacitación en el uso de herramienta zonation para planeación de conservación.	México	Iniciativa Darwin	31 de mayo al 01 de junio de 2018
Leopoldo Calel Mus	Cacao cultura moderna de renovación con sistemas agroforestales	Costa Rica	Catie	17 al 30 de junio
Eddy Rodolfo Ixcotoyac Cabrera	Maestría en ciencias de las plantas	Universidad Dakota del Norte	Programa Fulbright	Agosto 2018 a agosto 2020
Secretarias y asistentes del ICTA	Administración para asistentes ejecutivas, redacción y correspondencia	Oficinas Centrales del ICTA	ICTA	21 de septiembre
Personal técnico, administrativo y operativo	Taller optimismo inteligente	Oficinas Centrales ICTA	ICTA	5 de octubre
María Gabriela Tobar Piñón	Curso regional de capacitación en biología molecular y bioinformática para el mejoramiento genético de cultivos agrícolas obtenidos mediante inducción a mutaciones	Obregón, Sonora, México	IAEA	10 al 14 de diciembre

6. Participación de personal en eventos

Participante	Evento	Lugar	Organizador/ Financiante	Fecha
Olga Vanessa Illescas Contreras Erick Ricardo Aguilar Castillo	Primera reunión anual y entrenamiento del proyecto manejo de postcosecha	Jeounju República De Corea	Proyecto KoLFACI	2 al 6 de abril
Héctor Danery Martínez Figueroa, Angela Nadezhda Nicté Miranda Mijangos, Luis Antonio Huinac Barrios, Osman Estuardo Cifuentes Soto, Julio Antonio Franco Rivera, Luz De María Albertina Montejo Domínguez, Erberto Raúl Alfaro Ortiz, Carlos Raúl Maldonado Mota, María Gabriela Tobar Piñón, Erick Ricardo Aguilar Castillo Lidia Guadalupe Tello de la Fuente	LXIII Reunión anual PCCMCA	Ciudad de Panamá	Proyecto HarvestPlus/Fundit, Cimmyt/Fundit Programa Cria	23 al 27 de abril
Adán Obispo Rodas Cifuentes Erberto Raúl Alfaro Ortiz	Taller para revisar el avance de los proyectos KoLFACI	Bogotá, Colombia	República de Corea	14 al 17 de mayo
Erberto Raúl Alfaro Ortiz Adán Obispo Rodas Cifuentes	Reunión anual de evaluación del proyecto de fertilizante orgánico de KoLFACI	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Y Forestal (Centa) San Salvador, El Salvador	Proyecto KoLFACI	8 al 10 de agosto
Lidia Guadalupe Tello de la Fuente	Reunión anual de comunicadores del proyecto HarvestPlus/ Taller de edición y creación de video para Smartphones	Panamá	Proyecto HarvestPlus	10 al 12 de octubre
Erberto Raúl Alfaro Ortiz, Daniel Gerardo Peinado Monroy, Jaime Josué Perdomo Esquivel, Edín Saúl Pérez Batz, Luis Miguel Salguero Morales, Orsy Franklin Chávez Martínez, Virginia Adelsuvia Piril Gaitán, J José Carlo Figueroa Cerna	Curso-Taller de geo estadística aplicada en Agronomía y ciencias afines	Zacapa	Proyecto KoLFACI	15 al 19 de octubre
Luis Antonio Huinac Barrios José Luis Sagüil Barrera	Reunión anual de evaluación del proyecto de arroz “Demostración de la mejora de la productividad de arroz a través de un manejo optimo del agua en arroz de riego”	Santo Domingo, República Dominicana	Proyecto KoLFACI	1 al 3 de octubre
María de los Ángeles Mérida Guzmán	Reunión de administración de bancos de germoplasma	Tepatitlán, Jalisco, México	Embajada de México	15 al 26 de octubre
Leopoldo Calel Mus	Segunda reunión puntos focales del proyecto cacao de KoLFACI	Turrialba, Costa Rica	Proyecto KoLFACI	03 al 07 de diciembre
Aura Elena Suchini Farfán	Taller sobre técnicas nucleares aplicadas a la producción sostenible de alimentos	Habana, Cuba	Inca	19 al 23 de noviembre

7. Informe financiero

En el cuadro se detallan los aportes del Instituto, tanto del gobierno central, como los ingresos propios que el ICTA generó por los diferentes servicios prestados durante el ejercicio fiscal. De acuerdo a las normas contables que rigen el sistema de contabilidad integrado SICOIN, la fuente de financiamiento 11 Ingresos corrientes (dados por el gobierno central) muestra que de los Q.31,840,741.00 recibidos se ejecutó el 99.4%.

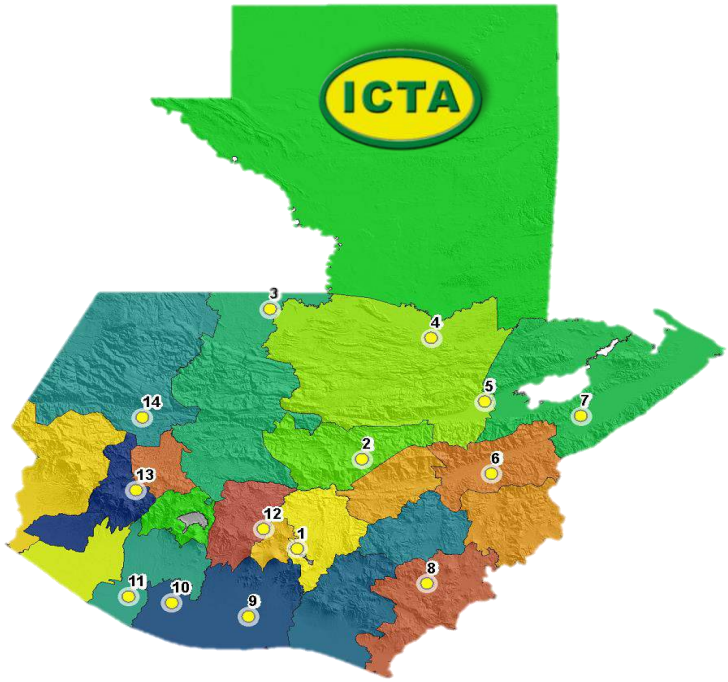
Fuente de financiamiento		Asignado	Recibido	Gastado
11	Ingresos corrientes	35,000,000.00	31,840,741.00	31,650,160.87
31	Ingresos propios	2,511,450.00	3,014,820.48	2,139,549.82
32	Disminución de caja y bancos de ingresos propios	1,488,550.00	1,488,550.00	1,073,475.38
	Total	**39,000,000.00**	**36,344,111.48**	**34,863,186.07**

Fuente: Sicoin

Agradecemos a los aliados que contribuyeron en la ejecución de proyectos para el desarrollo sostenible de la agricultura del país, durante el ejercicio fiscal 2018

Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas

Centros y subcentros regionales de investigación



1. **Oficinas Centrales**
   Km. 21.5 Carretera al Pacifico,
   Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
   Tel. PBX 6670-1500

2. **Centro Regional de Investigación del Norte -CINOR-**
   Km. 146.5 Carretera a San Jerónimo,
   San Jerónimo, Baja Verapaz
   Tels. 7940-2903 / 4072-3741

3. **CINOR - Playa Grande**
   Zona 2, Playa Grande, Ixcán, El Quiché
   Tel. 4072-4091

4. **CINOR - Fray Bartolomé de las Casas**
   4a avenida 3-97 zona 2, Barrio Magisterio, Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz
   Tel. 7952-0117

5. **CINOR-Panzós**
   Finca Boca Nueva, Panzós
   Alta Verapaz

6. **Centro Regional de Investigación del Oriente -CIOR-**
   Finca El Oasis, Estánzuela, Zacapa
   Tels. 5514-0360 / 4072-5943

7. **CIOR - Cristina**
   Km. 210 carretera al Atlántico,
   Finca Cristina, Los Amates, Izabal
   Tel. 5303-9109

8. **CIOR - Jutiapa**
   Aldea Rio de La Virgen, Jutiapa,
   Jutiapa Tel.7792 9103 / 4072-4245

9. **Centro Regional de Investigación del Sur -CISUR-**
   Km. 83.5 antigua carretera al Puerto de San José. Cuyuta, Masagua, Escuintla
   Tel. 4072-3071

10. **CISUR - Nueva Concepción**
    Parcela A 49, calle del banco, sector urbano,
    Nueva concepción, Escuintla
    Tel. 4072-3055

11. **CISUR – La Máquina**
    Parcela A-5, San José La Máquina, Suchitepéquez.
    Tel. 4072-2764

12. **Centro Regional de Investigación del Altiplano Central -CIALC-**
    1ª. Calle 3-85 zona 9, La Alameda, Sector B, Chimaltenango, Chimaltenango.
    Tel. 7839-1813

13. **Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental -CIALO-**
    Estación experimental Labor Ovalle, Km. 3.5 carretera a Olintepeque, Quetzaltenango
    Tels. 7763-5097 / 7763-5436

14. **CIALO - Huehuetenango**
    9ª. Calle 7-37 Cantón San José zona 5, Huehuetenango, Huehuetenango
    Tel. 7762-7637