

Memoria de Labores 2016

"Investigación para el desarrollo agrícola"



www.icta.gob.gt



Miembros Junta Directiva



Presidente

Mario Méndez Montenegro
Ministro de Agricultura,
Ganadería y Alimentación
-MAGA-



Director

Ángel Santay Ixcoy
Representante del Ministro de
Economía



Director

Julio César Gordillo Coloma
Representante de la Secretaria
de Planificación y
Programación
SEGEPLAN



Director

Armando Vidal Sandoval Núñez
Representante Titular del
Sector Privado Agrícola



Asesor

Julio Morales
Gerente General
ICTA



Presidente Suplente

José Felipe Orellana Mejía
Viceministro de Sanidad
Agropecuaria y Regulaciones
-MAGA-



Director

Luis Enrique Rojas Samayoa
Representante del Ministro de
Finanzas Públicas



Director

Mario Godínez López
Decano
Facultad de Agronomía
USAC

Director

Marco Augusto Quilo Ortiz
Representante Suplente del
Sector Privado Agrícola

Comité Editorial del ICTA

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

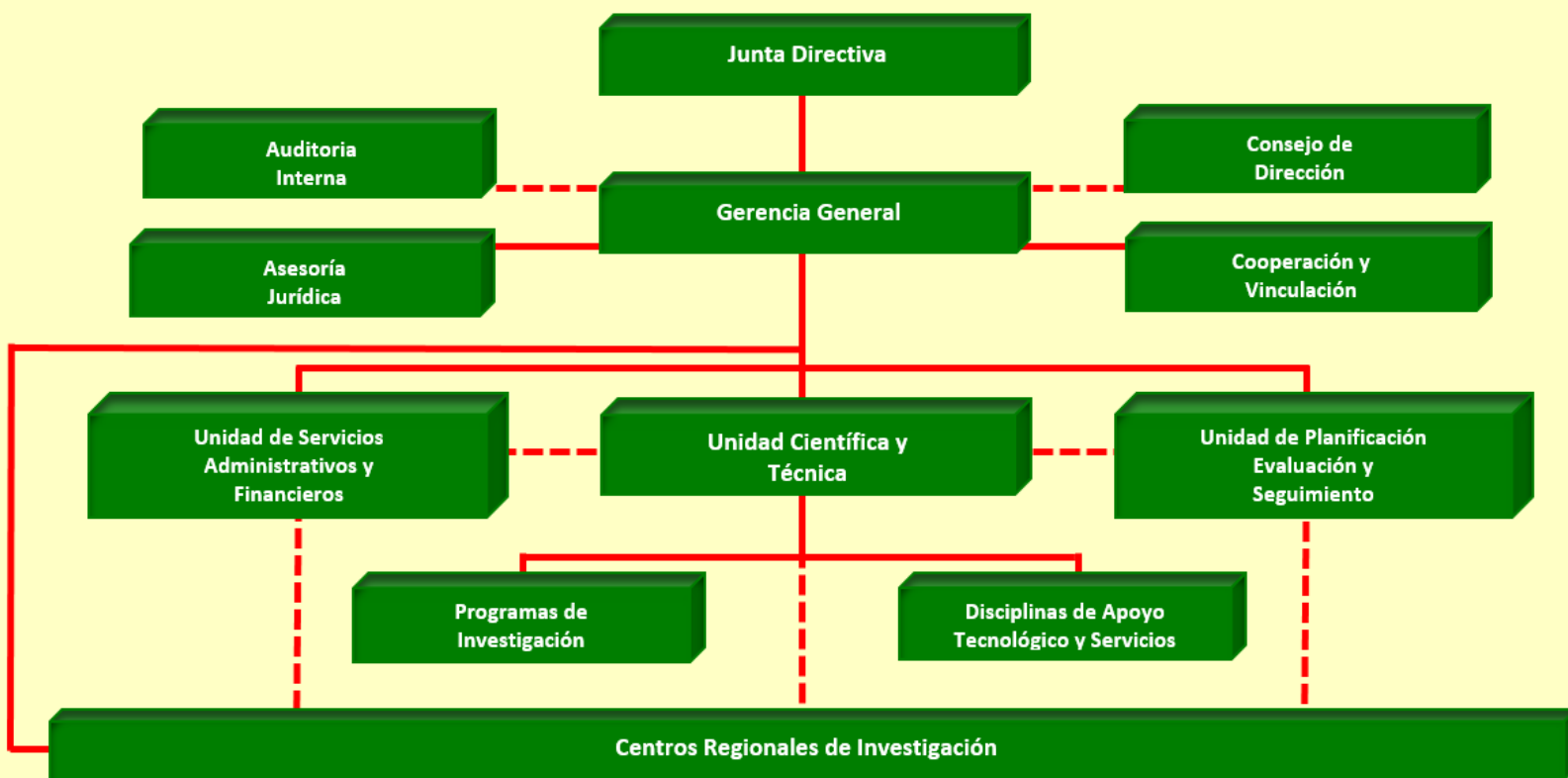
Presidente
Secretaria
Vocal
Vocal
Vocal
Vocal

Colaboradores

Ing. Agr. Julio Franco Rivera
Ing. Agr. MSc. Héctor Alfredo Sagastume Mena

Diseño y diagramación
Disciplina de Divulgación
Febrero, 2017

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 los 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.



Para dar cumplimiento al mandato de la Ley Orgánica del ICTA, Decreto Legislativo No. 68-72, se presenta la Memoria de Labores del año 2016.

Las actividades del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- incluidas en la memoria de labores están enmarcadas dentro del Plan Estratégico 2013-2020 del ICTA, aprobado por la Honorable Junta Directiva, quien definió el marco estratégico de la institución, en cuatro lineamientos: 1) El ICTA debe concentrarse y focalizarse 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 deben ser los agricultores de infra-subsistencia, subsistencia y excedentarios y 4) Como rectora de la investigación, debe centralizar y difundir la información relacionada con la investigación agrícola en Guatemala, de manera que se convierta en un punto focal de consulta.

Contenido

	Página
1. Resumen ejecutivo de logros	1
Sistema tecnológico del ICTA	2
1.1. Programa de investigación de frijol	3
1.1.1. Mejoramiento genético para resistencia al virus del mosaico dorado amarillo de frijol, sequía y alto contenido de minerales	3
1.1.2. Mejoramiento genético para resistencia a roya (<i>Uromyces appendiculatus</i>)	4
1.1.3. Mejoramiento genético para tolerancia a mustia hilachosa (<i>Thanatephorus cucumeris</i> Frankdonk Anamorfosis <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn)	5
1.1.4. Mejoramiento genético para las principales enfermedades fungosas del altiplano de Guatemala	5
1.1.5. Mejoramiento genético de frijoles volubles de Guatemala.	6
1.1.6. Mejoramiento genético para resistencia al daño de gorgojo <i>Acanthoscelides obtectus</i>	6
1.1.7. Determinación del daño provocado por la mosca de la vaina (<i>Asphondylia</i> sp.)	7
1.1.8. Caracterización molecular de variedades de frijol	7
1.1.9. Generación de nuevos productos alimenticios a partir de cultivos biofortificados	8
1..1.9.1. Utilización de harina de frijol ICTA Chorti ^{ACM} para la elaboración de pan tipo francés y estudio sensorial	8
1.1.10. Evaluación agroeconómica de tratamientos de fertilización N-P-K en el cultivo de frijol en el oriente de Guatemala	9
1.2. Programa de investigación de maíz	10
1.2.1. Desarrollo de variedades de polinización libre	11
1.2.1.1. Validación de la variedad de maíz blanco con alta calidad de proteína ICTA B-9 ^{ACP} en zonas del trópico bajo (0-1,200 msnm) de Guatemala	11
1.2.1.2. Validación de la variedad de maíz blanco ICTA B-11 ^{ACPTS} con alta calidad de proteína y tolerante a sequía, en zonas del trópico bajo (0-1,200 msnm) de Guatemala	11
1.2.1.3. Validación de la variedad de maíz blanco ICTA B-13 ^{ACP+Zn} con alta calidad de proteína y mayor contenido de zinc, para cultivo en el trópico bajo de Guatemala	12

1.2.1.4.	Validación de la variedad de maíz blanco ICTA B-15 ^{ACP+Zn} con alta calidad de proteína y mayor contenido de zinc, para cultivo en el trópico bajo de Guatemala	12
1.2.1.5.	Validación de la variedad de maíz blanco ICTA B-18 ^{ACP+Zn} e ICTA B-19 ^{ACP+Zn} con alta calidad de proteínas y mayor contenido de zinc, para el trópico bajo de Guatemala	13
1.2.2.	Estudio piloto de monitoreo, seguimiento y evaluación de la diseminación de tecnología generada por el ICTA en tres regiones de Guatemala	14
1.2.3.	Fitomejoramiento participativo aplicado a maíces nativos del altiplano	15
1.3.	Programa de investigación de arroz	15
1.3.1.	Diagnóstico del estado actual del uso y manejo del agua en el cultivo de arroz bajo condiciones de riego y secano, en las zonas de producción de Guatemala	16
1.3.2.	Evaluación de líneas avanzadas de arroz con mayor contenido de zinc, con potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades en las zonas arroceras de Guatemala	17
1.3.3.	Evaluación de líneas avanzadas de arroz con alto potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades, en la localidad de Zanjón El Tiesto, Ayutla, San Marcos	17
1.4.	Programa de investigación de hortalizas	18
1.4.1.	Evaluación de <i>Trichoderma</i> sp.	20
1.4.2.	Evaluación de diez genotipos de papa de forma oblonga	20
1.4.3.	Cultivo de camote (<i>Ipomea batata</i>)	23
1.4.3.1.	Validación de las variedades biofortificadas del cultivo de camote Dorado ^{BC} e ICTA Pacifico ^{BC}	24
1.4.3.2.	Evaluación de termoterapia del cultivo de camote ICTA San Jerónimo	25
1.4.3.3.	Liberación de las variedades de camote biofortificado ICTA Dorado ^{BC} e ICTA Pacifico ^{BC}	25
1.4.3.4.	Formulación de galleta enriquecida a base de harina de camote biofortificado	26
1.4.3.5.	Promoción de semilla del cultivo de camote biofortificado	26
1.4.4.	Cultivo de yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	27
1.4.4.1.	Conservación <i>in vitro</i> de yuca	27
1.4.4.2.	Validación y estudio de aceptabilidad de la variedad de yuca ICTA Izabal	27
1.5.	Otros cultivos	28

1.5.1.	Cultivo de malanga (<i>Colocasia esculenta</i>) y Macal (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	28
1.5.2.	Cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	29
1.5.2.1	Evaluación agronómica de diez líneas avanzadas de trigo	29
1.5.2.2.	Evaluación agronómica de dos genotipos de trigo bajo tres sistemas de siembra	29
1.5.2.3.	Evaluación de líneas avanzadas de trigo provenientes de CIMMYT	30
1.5.3.	Cultivo de loroco (<i>Fernaldia pandurata</i>)	30
1.5.3.1.	Evaluación vida de anaquel	30
2.	Actividades destacadas	31
2.1.	Curso de formación y capacitación de investigadores agrícolas para reclutamiento de personal técnico del ICTA	31
2.2.	Primeras dos variedades de camote biofortificado en Guatemala a disposición de los agricultores	32
2.3.	Diseminación de cultivos biofortificados	33
2.4.	Visita de científicos	34
2.5.	Evaluación del avance del plan estratégico 2013-2020	34
2.6.	Experiencias con agricultores en la II Feria del frijol	35
2.7.	Exhibición de tecnologías agrícolas en el IV Congreso de Ciencia Tecnología e Innovación	36
3.	Alianzas estratégicas	37
4.	Nuevas publicaciones tecnológicas	40
5.	Participación de personal en eventos	41
6.	Capacitaciones de personal	43
7.	Informe financiero	44

1. Resultados y avances de investigación

Resumen ejecutivo de logros

Dentro de los resultados más relevantes en el cultivo de maíz se tienen los siguientes: a) regeneración de las variedades ICTA B-1, ICTA B-5 e ICTA B-7, que se esperan poner a disposición de los agricultores en el año 2020; b) se validaron variedades de maíz blanco con alta calidad de proteína (ACP), tolerante a sequía (TS), y alto contenido de zinc (Zn), ICTA B-9^{ACP}, ICTA B-11^{ACP+TS}, ICTA B-13^{ACP+Zn} e ICTA B-15^{ACP+Zn} con similar rendimiento que los testigos del agricultor, con la ventaja de que contribuirán a mejorar la dieta alimenticia de la población, además con alta calidad de proteína (lisina y triptófano) y mayor contenido de zinc; se espera liberar la variedad ICTA B-15^{ACP+Zn}. c) se validaron los híbridos, ICTA HB-18^{ACP+Zn} e ICTA HB-19^{ACP+Zn}; el rendimiento promedio del híbrido ICTA HB-18^{ACP+Zn} fue de 4.23 t/ha y en 88% de las localidades superó al testigo local en 1.05 t/ha y se espera liberarlo en el 2017; el rendimiento promedio del híbrido ICTA HB-19^{ACP+Zn} fue de 4.58 t/ha y en 88% de las localidades superó al testigo local en 1.24 t/ha;

Con respecto al cultivo de frijol y de acuerdo con resultados de validaciones, en el año 2017 se liberará la variedad biofortificada,

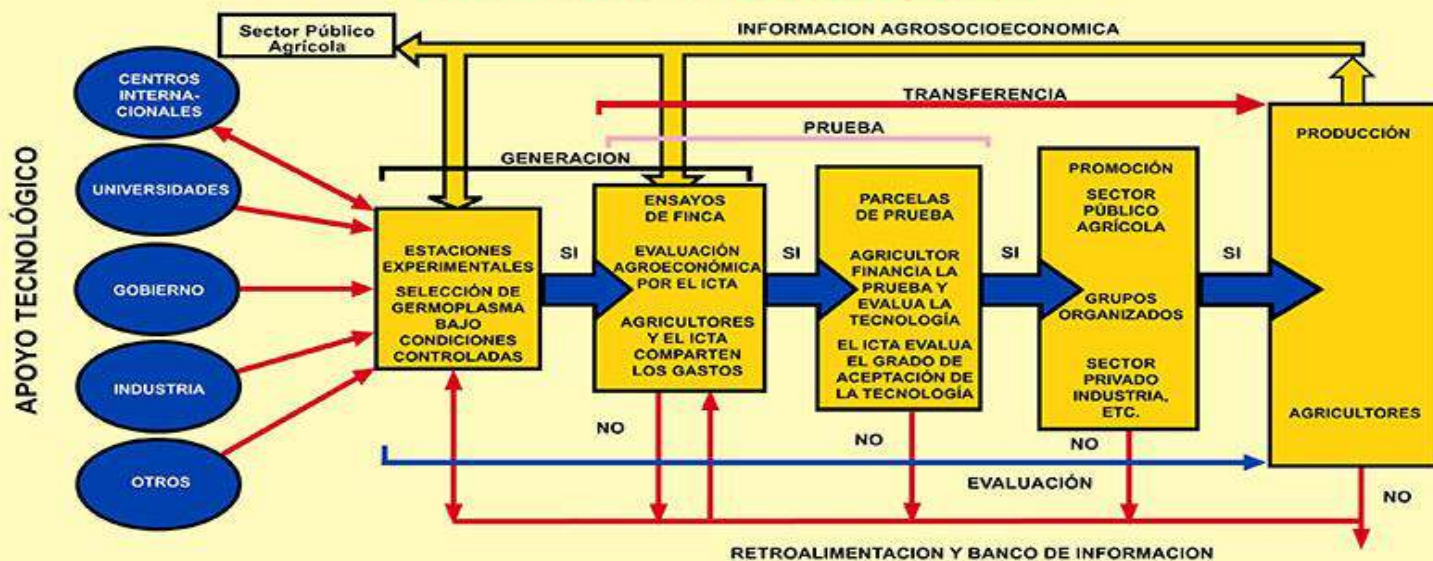
con alto contenido de minerales (ACM), ICTA Chortí^{ACM}, con más de 90 ppm de hierro, tolerante al virus del mosaico dorado y sequía. Esta variedad ha sido diseminada y beneficia a más de 5,000 familias, en la región de oriente y zonas bajas del occidente del país.

Como producto final del proceso de mejoramiento de frijoles volubles en el año 2017 serán liberadas las variedades ICTA Uatlán e ICTA Labor Ovalle, para beneficiar a agricultores de los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango, Quetzaltenango, San Marcos, Sololá, Totonicapán, Huehuetenango y Quiché. La importancia de estas variedades es que permite el asocio con el maíz, sin disminuir su rendimiento.

En el cultivo de arroz se identificaron tres líneas IG-2677, IG-2671 e IG-2676 con buen potencial de rendimiento (4627, 4150 y 4052 kg/ha) y mayor contenido de zinc. En evaluaciones de años anteriores, bajo condiciones adecuadas de lluvia, estas líneas superaron los 7,000 kg/ha.



DIAGRAMA DE FLUJO EN LA SECUENCIA OPERATIVA DEL SISTEMA TECNOLÓGICO AGRÍCOLA



El sistema tecnológico agrícola del ICTA 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.

1.1 Programa de investigación de frijol

Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris*)



En Guatemala se siembran 360,300 manzanas (252,210 hectáreas), se producen 5,316,500 quintales de grano, con un rendimiento promedio de 14.80 quintales por manzana. El 69.3% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en siete departamentos: Petén, Jutiapa, Quiché, Chiquimula, Huehuetenango, Jalapa y Santa Rosa. El cultivo genera 15,944,350 empleos directos en campo, 54,944 empleos permanentes. Se importan 11,196 toneladas métricas y se exportan 820 (DIPLAN-MAGA, con datos de BANGUAT).

El cultivo de frijol en Guatemala es principalmente para autoconsumo, constituye la principal fuente de proteínas en el área rural. El consumo anual por persona para el país, se

calcula en 15.6 kg. El cultivo se adapta a altitudes desde 0 hasta 2,500 msnm y se han identificado factores limitantes, siendo los más importantes: a) factores bióticos: enfermedades como virus del mosaico dorado amarillo, virus del mosaico común, bacteriosis, antracnosis, mancha angular, ascochyta, roya y mustia hilachosa y dentro de las plagas insectiles, el picudo de la vaina, y b) factores abióticos: sequía, bajas temperaturas y baja fertilidad de los suelos. El énfasis del programa es el mejoramiento genético para: a) factores bióticos; b) factores abióticos y c) aumentar el contenido de hierro y zinc (DIPLAN-MAGA, con datos de BANGUAT).

1.1.1 Mejoramiento genético para resistencia al virus del mosaico dorado amarillo del frijol, sequía y alto contenido de minerales

La enfermedad del virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BGYMV) es de gran importancia en Guatemala, causa hasta el 100%

de pérdida en la producción en variedades susceptibles. La enfermedad es más frecuente en zonas con patrones de sequía y siembras de

cultivos hospederos para la mosca blanca (melón, tomate, pepino y otras plantas) particularmente en el oriente de Guatemala. Asimismo, se ha dado prioridad a mejorar el contenido de minerales como hierro y zinc (biofortificación) sin perder la ganancia genética que se ha acumulado en resistencia a las principales enfermedades de cada región productora. El proceso de mejoramiento inicia con la identificación de progenitores y luego se realizan hibridaciones para desarrollar poblaciones con fines de selección. Las actividades se desarrollan en los centros experimentales. Actualmente se cuenta con 264 poblaciones que provienen de cruces de cinco progenitores que tienen alta resistencia al virus

del mosaico dorado amarillo de frijol y más de 90 ppm de hierro. Se identificaron 50 líneas en generaciones avanzadas (F₆₋₇), que durante dos años consecutivos fueron sometidas a presión natural del virus, confirman su tolerancia a la enfermedad y que serán evaluadas en ensayos preliminares de rendimiento en el año 2017.

De acuerdo con los resultados de validaciones, en el año 2017 se liberará la variedad biofortificada ICTA Chorti^{ACM}, con más de 90 partes por millón (ppm) de hierro y tolerancia al virus del mosaico dorado y sequía. Esta variedad ha sido diseminada en el Oriente con el apoyo de Harvest Plus, IFPRI y CIAT y beneficia a más de 5,000 familias



Lineas tolerantes y susceptibles al virus del mosaico dorado amarillo del frijol

1.1.2 Mejoramiento genético para resistencia a roya (*Uromyces appendiculatus*)

La roya del frijol es una enfermedad causada por el hongo *Uromyces appendiculatus*, es común a nivel mundial, considerada como uno de los problemas más importantes que afectan la producción de frijol en América Latina. Las pérdidas estimadas están entre el 18 al 100%. La resistencia del frijol a la infección por *U.*

appendiculatus está regulada por al menos 11 genes, los cuales confieren resistencia a múltiples razas. Se han generado líneas con alta resistencia a roya, evaluadas en varias localidades y que constituirán en el año 2017 ensayos de finca en campos de agricultores en el norte y oriente de Guatemala.



Viveros y ensayos para evaluar tolerancia a roya

1.1.3 Mejoramiento genético para tolerancia a mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frankdonk Anamorfosis *Rhizoctonia solani* Kuhn)

En la costa sur y norte de Guatemala, la producción de frijol se ve limitada por el exceso de lluvia que favorece el desarrollo de enfermedades como la mustia hilachosa (MH) *Rhizoctonia solani* forma asexual, y *Thanatephorus cucumeris* forma sexual, que limitan su producción, reduciendo el rendimiento hasta en un 100%. Con el objetivo de generar variedades tolerantes a enfermedades para la

producción de frijol en las regiones mencionadas, bajo condiciones de alta precipitación y temperatura, se establecieron tres viveros y dos ensayos en el municipio de La Nueva Concepción, Escuintla. Se seleccionaron 274 plantas individuales con tolerancia a la enfermedad, las cuales serán evaluadas en el año 2017 para confirmar su tolerancia y potencial de rendimiento.



Daño por mustia hilachosa en frijol

1.1.4 Mejoramiento genético para las principales enfermedades fungosas del altiplano de Guatemala

Por las condiciones climatológicas del altiplano de Guatemala (bajas temperaturas y alta humedad), las enfermedades más importantes que afectan el rendimiento del cultivo de frijol son: antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*), ascochyta (*Ascochyta phaseolorum*) y roya (*Uromyces appendiculatus*). Mediante selección asistida por marcadores moleculares se identificaron 25 líneas, que a través del marcador SBB14 dieron

positivo a la presencia del gen Co₄² (que confiere resistencia a una de las razas más virulentas de antracnosis en el altiplano de Guatemala). También se identificaron en evaluaciones de tres localidades, 22 líneas avanzadas con alta tolerancia a las enfermedades antes mencionadas y buen potencial de rendimiento. Para el año 2017 se espera confirmar mediante el uso de marcadores moleculares la resistencia de estas líneas.



Antracnosis del frijol

1.1.5 Mejoramiento genético de frijoles volubles de Guatemala

En el altiplano occidental de Guatemala, se cultivan varias especies de frijol voluble Tipo IV (Indeterminado trepador), en asocio con el cultivo de maíz, base alimenticia de la región, en un sistema en donde el maíz es el cultivo principal y el frijol como cultivo secundario. Durante los últimos años ha surgido la necesidad de evaluar diferentes genotipos o variedades de frijol voluble que se adapten a las condiciones y necesidades del agricultor,

Fueron evaluadas 460 accesiones de frijol obtenidas de los agricultores encuestados en el estudio socioeconómico dentro del proyecto mejoramiento genético del frijol voluble para el altiplano de Guatemala, con el apoyo de científicos de la Universidad de Dakota del Norte de USA. Las evaluaciones se realizaron en los centros regionales de investigación del ICTA en Quetzaltenango y Chimaltenango. De este estudio se seleccionaron 24 accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con buena

además de garantizar su seguridad alimentaria. Dentro de las especies de frijol que son utilizadas por los agricultores están, *Phaseolus vulgaris*, *polyanthus* y *coccíneus*, éstas generan para el agricultor una ganancia extra de grano para su consumo alimenticio. Bajo estos sistemas de producción, el agricultor tradicionalmente le proporciona poco manejo al frijol voluble.

arquitectura y tolerancia a enfermedades para ser evaluadas en ensayos de rendimiento.

Como producto final del proceso de mejoramiento de años anteriores, en el año 2017 se liberarán las variedades ICTA Utatlán e ICTA Labor Ovalle, para beneficiar a agricultores de los departamentos de Sacatepéquez, Sololá, Quiché, Chimaltenango, Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán y Huehuetenango.

1.1.6 Mejoramiento genético para resistencia al daño de gorgojo *Acanthoscelides obtectus*

El gorgojo del frijol, *Acanthoscelides obtectus*, es la plaga más importante del frijol almacenado en las regiones altas. Esta especie puede causar daños al grano de frijol, tanto en el campo como en el almacenamiento, debido a que las hembras ovipositan en las valvas (grietas) de las vainas o en los espacios libres entre los granos almacenados. Las pérdidas económicas causadas por ataque de este insecto al frijol almacenado son considerables en todos los países del mundo; sin embargo, son mayores en los países en desarrollo, ya que en muchos casos carecen de una infraestructura de almacenamiento adecuada. Las pérdidas ocasionadas por los gorgojos a nivel mundial

están estimadas en un 13%. La resistencia varietal o resistencia genética, es el mejor método de control de plagas que afectan a los cultivos. Esta forma de manejo de plagas agrícolas es ecológicamente limpia y natural. Con el objetivo de identificar fuentes de resistencia genética al daño ocasionado por *A. obtectus*, se realizó una evaluación de 15 líneas en las localidades de Quetzaltenango y Chimaltenango. Se identificaron cuatro líneas que presentaron menor porcentaje de daño y menor número de agujeros por semilla dañada por *A. obtectus*, a los 60 días después de la infestación.



Líneas susceptibles y tolerantes al daño del gorgojo

1.1.7 Determinación del daño provocado por la mosca de la vaina (*Asphondylia* sp.)

La mosca de la vaina (*Asphondylia* sp.) es una plaga que ha incrementado su daño en el cultivo de frijol y que suele confundirse con el daño del picudo de vaina (*Apion godmani*). Si las condiciones ambientales para la plaga son favorables, los daños pueden llegar hasta un 58%. El adulto de la mosca oviposita sus huevos infectados con un hongo que aún no ha sido identificado y

que le sirve de alimento a las larvas. En la vaina se observa una pequeña protuberancia en forma de agalla. Como resultado de este estudio se determinó que el daño de *Asphondylia* sp. varía en un rango de 20 al 58% para granos dañados, con un promedio del 31% similar al del picudo de la vaina.



Daño ocasionado por *Asphondylia* sp. en granos y vainas de frijol

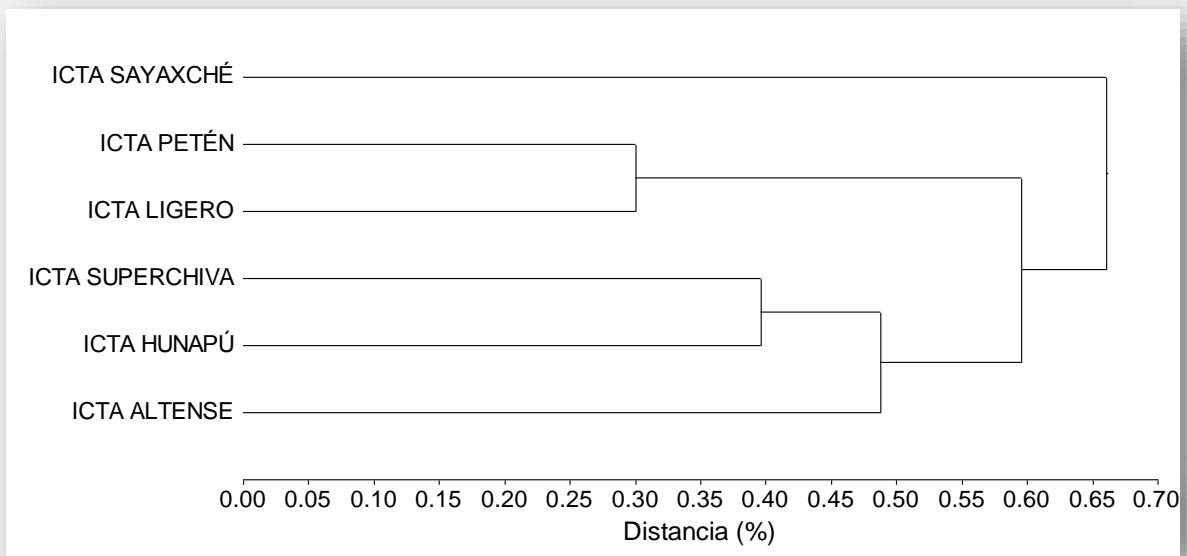
1.1.8 Caracterización molecular de variedades de frijol

La biotecnología es una herramienta que contribuye a identificar características genómicas asociadas con los fenotipos, sin la influencia del ambiente. El ICTA ha liberado variedades de frijol adaptadas a diferentes

condiciones climáticas en el país; sin embargo, no se tenía una caracterización molecular de las últimas variedades liberadas. Esta actividad permitió caracterizar dichas variedades mediante la utilización de 15 microsatélites y

obtener una gráfica que muestra los porcentajes de distancia y similitud entre las variedades. Los resultados indican que las más parecidas genéticamente son ICTA Petén^{ACM} e ICTA Ligero (31% de distancia o 69% de parecido). El segundo grupo más parecido entre sí son las variedades ICTA Superchiva^{ACM} e ICTA Hunapú (37% de distancia o 63% de parecido). Los dos grupos anteriores se parecen en un 49% a ICTA

Altense. La variedad genéticamente más distante a las demás es ICTA Sayaxché (42% de parecido a las demás). Se cuenta con las bandas producto de los alelos correspondientes a cada microsatélite, que corresponde a una huella genética para cada variedad, información que soporta el registro de variedades ante el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).



Dendrograma de similitudes y distancias genéticas entre

1.1.9 Generación de nuevos productos alimenticios a partir de cultivos biofortificados

1.1.9.1 Utilización de harina de frijol ICTA Chortí^{ACM} para la elaboración de pan tipo francés y estudio sensorial

En la planta piloto de ciencia y tecnología de alimentos del ICTA, se desarrolló tecnología para la elaboración de pan tipo francés con inclusión de harina de frijol ICTA Chortí^{ACM}, con el objetivo de determinar la aceptación sensorial y cuantificar el aporte nutricional. Se sustituyó harina de trigo por harina de frijol de la variedad ICTA Chortí^{ACM} a través de dos tratamientos: a) harina de frijol germinado con 80 ppm de hierro

y b) harina de frijol sin germinar con 135 ppm de hierro. Todos los panes elaborados con inclusión de harina de frijol presentaron el doble de hierro que el pan elaborado únicamente con harina de trigo (15 ppm). El estudio se completó con una prueba sensorial donde los panelistas diferenciaron los panes por los atributos de color y sabor. El pan elaborado con 100% de harina de trigo obtuvo mayor ponderación en el color,

respecto al sabor, el pan que obtuvo menor puntuación fue el de 17% de sustitución de harina de trigo por harina de frijol germinado. No existió diferencia en la aceptación general. Se

recomienda en futuros trabajos determinar la biodisponibilidad de hierro en productos elaborados con harina de frijol ICTA Chortí^{ACM}.



Pan francés con harina de frijol ICTA Chortí^{ACM}

1.1.10. Evaluación agroeconómica de tratamientos de fertilización N-P-K en el cultivo de frijol en el oriente de Guatemala

Se evaluaron cinco programas de fertilización N-P₂O₅-K₂O en los genotipos de frijol arbustivo: ICTA Ligero, ICTA Chortí^{ACM} e ICTA Patriarca.

De acuerdo a los resultados, se recomienda para los tres genotipos, validar en parcelas de prueba el programa de fertilización 50 – 60 – 100 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O.

1.2 Programa de investigación de maíz

Cultivo de Maíz (*Zea mays*)



En Guatemala se siembran 1,254,080 manzanas (877,856 hectáreas), se producen 40,891,150 quintales, con un rendimiento promedio de 32.6 quintales por manzana. El 62.3% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en los departamentos: Petén, Alta Verapaz, Quiché, Huehuetenango, Jutiapa, San Marcos e Izabal, genera 57, 983,333 jornales por año, equivalentes a 207,083 empleos permanentes. Se importan 62,597 toneladas métricas de maíz blanco y 916,705 de maíz amarillo, principalmente de Estados Unidos de América. Se exportan 7,570 toneladas métricas de maíz blanco y siete toneladas de maíz amarillo (DIPLAN-MAGA, con datos de BANGUAT).

El maíz es el principal cultivo alimenticio de la población guatemalteca. Se estima un consumo por persona de 110 kg/año (2.4 quintales por

año) para su utilización directa como tortilla. El aporte nutricional equivale a cubrir las necesidades nutricionales en un 38% de calorías y 36% de proteína, debido a que este cereal es deficitario en cantidad y calidad de la misma, especialmente en lo que se refiere a aminoácidos esenciales como lisina y triptófano. Este consumo puede triplicarse en estratos sociales con menores ingresos económicos y menos acceso a otras fuentes de alimento.

El programa de maíz de ICTA desarrolla sus actividades en generar variedades e híbridos para altitudes de 0 a 1,200 msnm, trópico bajo y para altitudes de más de 1,200 msnm para variedades del altiplano. La prioridad es desarrollar variedades e híbridos con alto potencial de rendimiento, mejor contenido de proteína y minerales, y tolerancia a factores limitantes.

1.2.1 Desarrollo de variedades de polinización libre

Dentro de las actividades desarrolladas se tiene la regeneración de las variedades identificadas como ICTA B-1, ICTA-B-5 e ICTA B-7. Esto dio inicio en el año 2015 y a la fecha se ha alcanzado hasta este momento

tres ciclos de selección y se espera liberar las variedades regeneradas (como nuevas y mejoradas); las dos primeras en el 2020 y la última en el 2021.

1.2.1.1 Validación de la variedad de maíz blanco con alta calidad de proteína ICTA B-9^{ACP} en zonas del trópico bajo (0-1,200 msnm) de Guatemala

El objetivo de este estudio fue validar la variedad de maíz con alta calidad de proteína color de grano blanco, bajo las condiciones de manejo de los productores. El estudio se realizó en 114 localidades, de 15 departamentos, situados a una altitud menor a los 1,200 metros sobre el nivel del mar, con temperatura máxima anual de 31.4 °C, media anual de 22.2 °C y mínima de

15.1 °C, zona de vida bosque seco sub tropical (bsst). Se concluyó que la variedad de maíz con alta calidad de proteína ICTA B-9^{ACP} tuvo un rendimiento de grano similar a los testigos de los agricultores. De acuerdo con la opinión de los agricultores, la nueva variedad tuvo buena aceptación para consumo familiar. Se recomienda su liberación en el año 2017.



Validación de ICTA B-9^{ACP}.

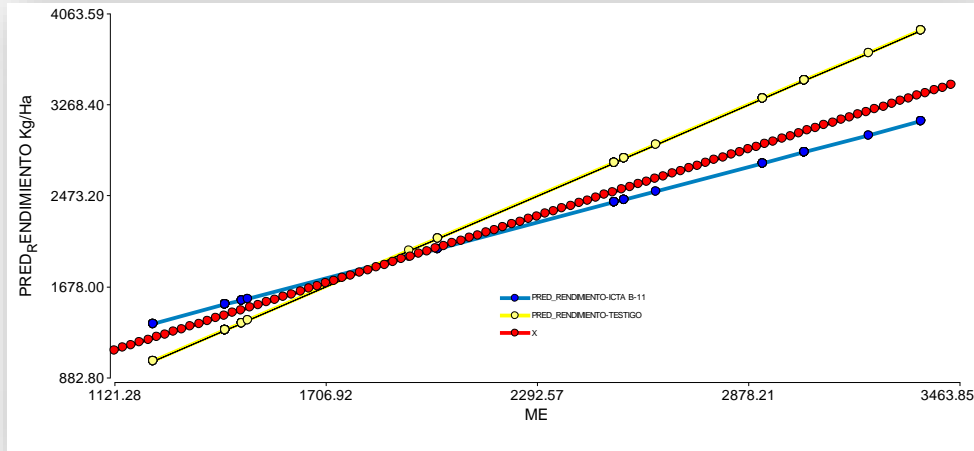
Productor Byron Alarcón, San Manuel Chaparrón, Jalapa

1.2.1.2 Validación de la variedad de maíz blanco ICTA B-11^{ACPTS} con alta calidad de proteína y tolerante a sequía, en zonas del trópico bajo (0 a 1,200 msnm) de Guatemala

Se validó la variedad B-11^{ACPTS} en 178 localidades de 15 departamentos, comparada con los testigos locales, a altitudes menores que 1,200 msnm, con temperatura máxima anual de

31.4°C, media anual de 22.2 °C y mínima de 15.1 °C; abarcó la zona de vida bosque seco sub tropical (bsst). Se concluyó que la variedad de maíz ICTA B-11^{ACPTS} fue estadísticamente igual

en rendimiento a los testigos que usan los agricultores. La variedad evaluada se comporta mejor en ambientes desfavorables en comparación con los testigos.

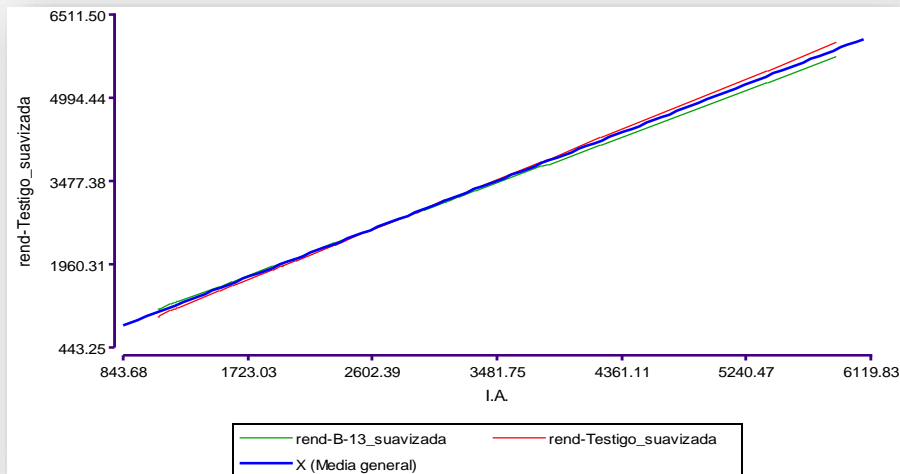


Análisis de estabilidad de rendimiento

1.2.1.3 Validación de la variedad de maíz blanco ICTA B-13^{ACP+Zn} con alta calidad de proteínas y mayor contenido de zinc, para cultivo en el trópico bajo de Guatemala

Se establecieron 25 parcelas de prueba de la variedad de maíz blanco ICTA B-13^{ACP+Zn} con alta calidad de proteína (lisina y triptófano) y mayor contenido de zinc, en cuatro regiones del país durante el año 2016. Los rendimientos

obtenidos presentaron una media de 2,646 kg/ha para la variedad ICTA B-13^{ACP+Zn} y 2,644 kg/ha, para los testigos de los agricultores. El comportamiento, tanto de la variedad como la de los testigos locales, indican que fueron uniformes en todos los ambientes evaluados.



Análisis de estabilidad de rendimiento

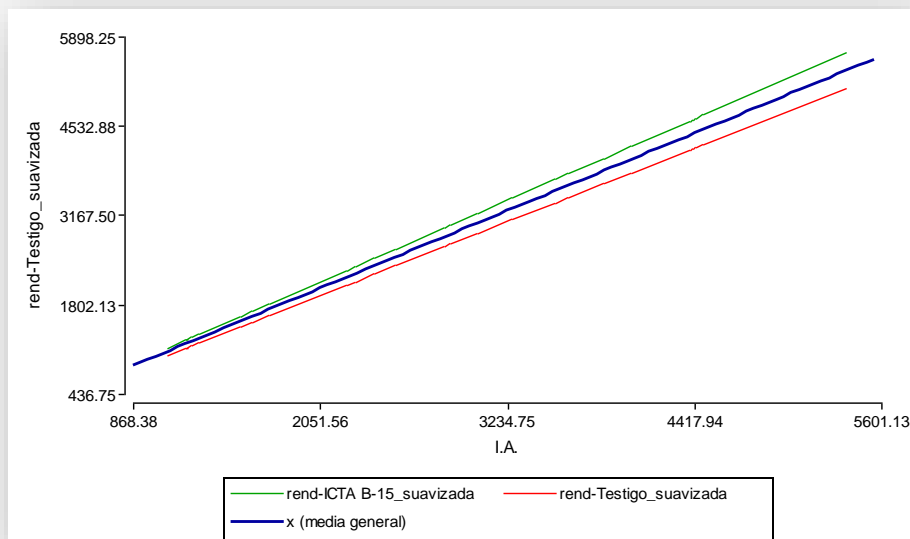
1.2.1.4 Validación de la variedad de maíz blanco ICTA B-15^{ACP+Zn} con alta calidad de proteínas y mayor contenido de zinc, para cultivo en el trópico bajo de Guatemala

Se establecieron 25 parcelas de prueba de la variedad de maíz blanco ICTA B-15^{ACP+Zn} con alta calidad de proteína (lisina y triptófano) y

mayor contenido de zinc, en cuatro regiones del país durante el año 2016. Los rendimientos obtenidos presentaron una media de 2,962

kg/ha para la variedad ICTA B-15^{ACP+Zn} y 2,677 kg/ha, para los testigos de los agricultores. El comportamiento, tanto de la variedad como de

los testigos locales, indica que fueron uniformes en todos los ambientes evaluados. Variedad propuesta para su liberación en el año 2017.

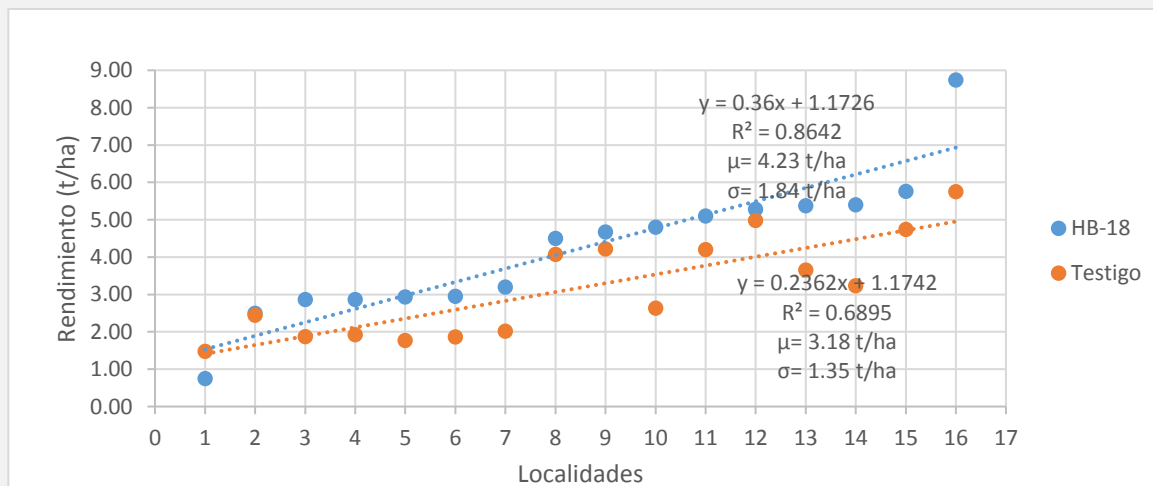


Análisis de estabilidad de rendimiento

1.2.1.5 Validación de los híbridos de maíz blanco ICTA HB-18^{ACP+Zn} e ICTA HB-19^{ACP+Zn} con alta calidad de proteínas y mayor contenido de zinc, para el trópico bajo de Guatemala

En Guatemala la producción de grano de maíz constituye una base importante en la dieta de la población; sin embargo, la calidad nutritiva del maíz que se consume actualmente es de bajo valor nutritivo, debido a la deficiencia de dos , Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu y Santa Rosa. Se realizaron siembras de primera (junio) y en siembra de segunda (agosto). El rendimiento promedio del híbrido ICTA HB-

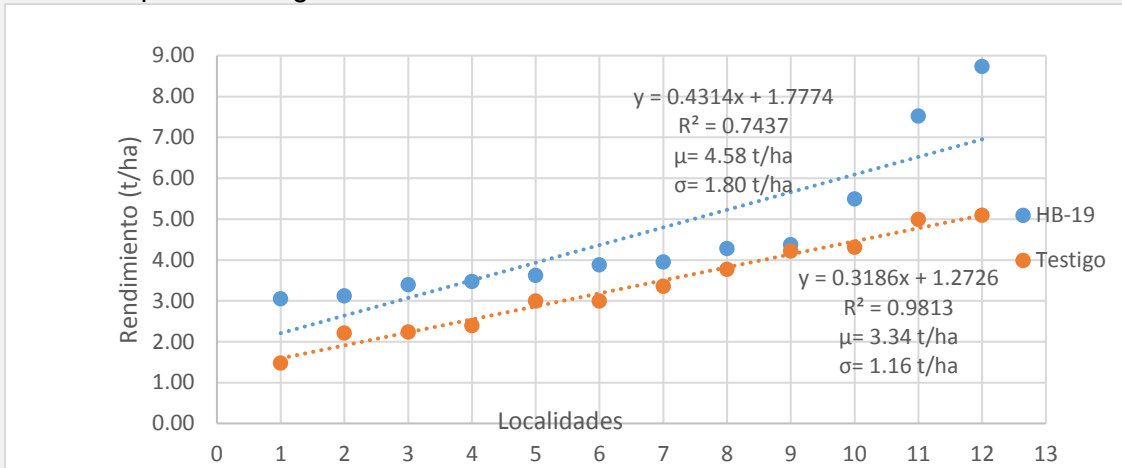
aminoácidos importantes que son lisina y triptófano. Se realizaron evaluaciones de los híbridos promisorios ICTA HB-18^{ACP+Zn} e ICTA HB-19^{ACP+Zn}, a través de parcelas de prueba conducidas en Quiché, Izabal, Jalapa 18^{ACP+Zn} fue de 4.23 t/ha y en 88% de las localidades superó al testigo local en 1.05 t/ha. Los testigos locales presentaron una mejor estabilidad que el híbrido HB-18^{ACP+Zn}.



Análisis de estabilidad de rendimiento

El rendimiento promedio del híbrido ICTA HB-19^{ACP+Zn} fue de 4.58 t/ha y en 88% de las localidades superó al testigo local en 1.24 t/ha.

Los testigos locales presentaron una mejor estabilidad que el híbrido HB-19^{ACP+Zn}.



Análisis de estabilidad de rendimiento

1.2.2 Estudio piloto de monitoreo, seguimiento y evaluación de la diseminación de tecnología generada por el ICTA en tres regiones de Guatemala

Se realizó un estudio de línea base y de aceptabilidad de la variedad de maíz ICTA B-9^{ACP}. Se realizaron encuestas a través de teléfonos móviles utilizando el software *Kobo-Collect* a agricultores con parcelas de prueba en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu en la zona sur, Alta Verapaz e Izabal en la zona norte y Zacapa, Chiquimula, Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa en la zona de oriente.

La muestra en la zona sur fue de 320 agricultores, en la zona norte 64 y en la zona del oriente 51. El estudio de aceptabilidad se definió con 157 encuestas para la zona sur y 30 en las

zonas norte y oriente. Se dispone de información agrosocioeconómica, como: información familiar, superficie con cultivos anuales, sistemas de cultivos, superficie sembrada con maíz, manejo tecnológico, rendimientos, destino de la producción y aspectos de comercialización, entre otros.

En la región sur el 42% de agricultores encuestados guardaron semilla para sembrar el próximo año y en la zona nor-oriental el 87%. Dentro de los factores favorables se mencionaron: rendimiento, sabor del elote, sabor y textura de la tortilla.



Productores de San Pedro Carchá, Alta Verapaz, con mazorcas cosechadas de la variedad de maíz ICTA B-9^{ACP}

1.2.3 Fitomejoramiento participativo aplicado a maíces nativos del altiplano

El altiplano se caracteriza por contar con una gran diversidad de microclimas, lo que genera una gran diversidad genética. Debido a ello las variedades liberadas por el ICTA, para esa región, no se adaptan a todas las localidades, por lo que se hace necesario dar a conocer la metodología del fitomejoramiento participativo, lo cual implica una colaboración estrecha entre mejoradores y agricultores de comunidades para realizar actividades de mejora de las variedades

locales. Con esta metodología se ha capacitado a los productores participantes en aspectos de mejoramiento de maíz, y al mismo tiempo se ha tomado en cuenta el criterio de los propios productores en la selección de genotipos. A la fecha se han formado familias de las variedades nativas de color blanco y amarillo de las localidades de Patachaj, Nueva Candelaria, San Vicente Buenabaj y San Antonio Sija.



Fitomejoramiento participativo en el cultivo de maíz en el altiplano occidental

1.3 Programa de investigación de arroz

Cultivo de arroz (*Oryza sativa*)



En Guatemala se siembran 16,000 manzanas (11,204 hectáreas), se producen 760,100

quintales, con un rendimiento promedio de 47.5 quintales por manzana (67.85 quintales por

hectárea). El 87% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en los departamentos: Jutiapa, Izabal, San Marcos, Alta Verapaz, Petén, Chiquimula y Quetzaltenango. Genera 512,000 empleos directos en campo (jornales por año), 1,829 empleos permanentes. Se importan 102,369 toneladas métricas, principalmente de Estados Unidos de América y se exportan 331 a Centro América. El arroz tiene 6.61 % de proteína, 79.34% de carbohidratos y es fuente importante de minerales y vitaminas. El consumo anual por

persona para el país se calcula en 18.6 libras (DIPLAN-MAGA, con datos de BANGUAT).

El programa de arroz trabaja con énfasis en el mejoramiento genético para incorporar tolerancia a *Pyricularia oryzae*, potencial de rendimiento, calidad molinera y culinaria, biofortificación del grano. En los últimos tres años se han presentado patrones de sequía que han afectado la producción de este cultivo, por lo que es necesario recabar información actual del sistema de producción para priorizar líneas de investigación.

1.3.1 Diagnóstico del estado actual del uso y manejo del agua en el cultivo de arroz bajo condiciones de riego y secano, en las zonas de producción de Guatemala

El diagnóstico se realizó de octubre a diciembre del 2016, como parte del proyecto “Incremento de la productividad del arroz de riego mediante el mejoramiento del manejo del agua” con apoyo técnico-financiero del convenio de cooperación ICTA-KoLFACI, en los municipios de Catarina y Tecún Umán, San Marcos; Panzós, Alta Verapaz; El Estor, Izabal; Las Cruces, Petén; Asunción Mita y Agua Blanca, Jutiapa. Fue un estudio exploratorio, por medio de una revisión de información primaria (encuestas) y secundaria, de las circunstancias naturales y socioeconómicas de los productores de arroz. Los resultados indican que los agricultores que cultivan arroz bajo el sistema de secano lo realizan una sola vez al año y los que lo hacen

bajo riego dos veces. Los productores excedentarios en condiciones de secano, tienen altos costos de producción, principalmente en el control de malezas, uso inadecuado de los insumos y para la comercialización poseen escasa capacidad de infraestructura para el secado y almacenamiento de grano. El 100% de los entrevistados, que cultivan en condiciones de secano, no obtuvieron producción debido a la escasa precipitación pluvial. Los agricultores que cultivan en condiciones de riego y de secano enfrentan los problemas siguientes: no disponen de semilla mejorada, escasa información tecnológica para el control de malezas y fertilización apropiada.



Cultivo de arroz bajo condiciones de riego

1.3.2 Evaluación de líneas avanzadas de arroz con mayor contenido de zinc, con potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades en las zonas arroceras de Guatemala

La investigación se llevó a cabo en las localidades de El Chiltepe, Jutiapa; Caserío Centro América, La Nueva Concepción, Escuintla; Zanjón El Tiesto, Ayutla, San Marcos, y La Máquina, Suchitepéquez. Después de los análisis estadísticos respectivos se identificaron

tres líneas IG-2677, IG-2671 e IG-2676 con un buen potencial de rendimiento y mayor contenido de zinc (4627, 4150 y 4052 kg/ha, respectivamente). En evaluaciones de años anteriores, bajo condiciones adecuadas de lluvia, éstas líneas superaron los 7,000 kg/ha.

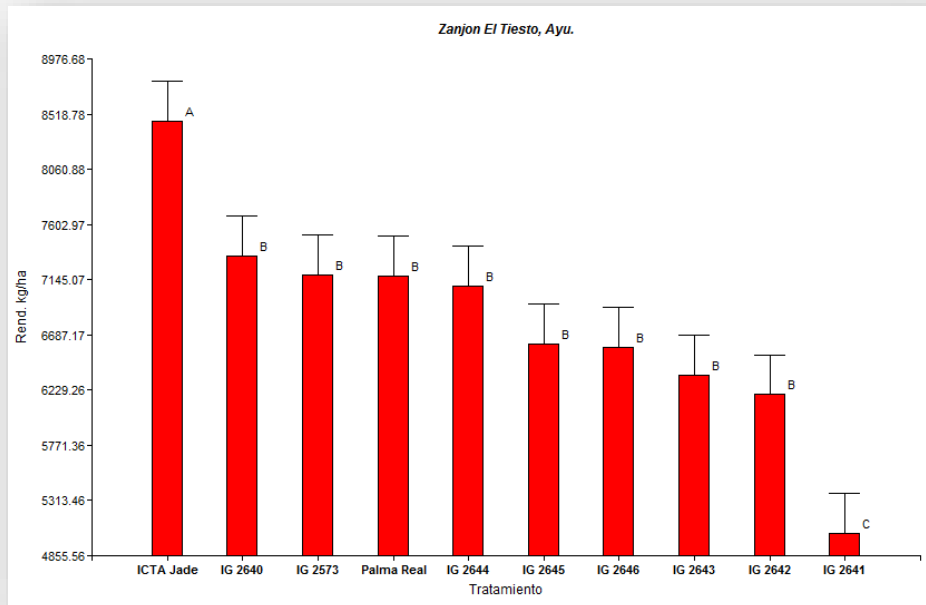


Ensayo preliminar de arroz biofortificado

1.3.3 Evaluación de líneas avanzadas de arroz con alto potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades, en la localidad de Zanjón El Tiesto, Ayutla, San Marcos

Se evaluaron ocho líneas experimentales y dos testigos comerciales (ICTA Jade y Palma Real). Como resultado, después del análisis estadístico, se determinó que ninguna de las

líneas superó en rendimiento a la variedad ICTA Jade (8,458.05 kg/ha), las líneas IG-2640, IG-2573 e IG-2644 presentaron rendimientos superiores a los 7,000 kg/ha.



Evaluación de 10 líneas experimentales

1.4 Programa de investigación de hortalizas

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)



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 2015, la producción nacional se encuentra distribuida 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 30,500 manzanas (21,350 hectáreas) que produjeron 11,836,900 quintales, con un promedio de producción de 388.40 quintales por manzana. Durante el año 2015 se importaron 5,499.23 toneladas métricas, en su mayoría de Canadá y Estados Unidos de América, y se exportaron 77,743.07 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 (DIPLAN-MAGA, con datos de BANGUAT).

El programa de hortalizas, con apoyo de otras disciplinas, durante el año 2016 realizó

actividades de generación de tecnología en el cultivo de la papa.



Se efectuó un diagnóstico agrosocioeconómico en San Jerónimo, Salamá y Purulhá del departamento de Baja Verapaz, a través de la disciplina de socioeconomía rural. Dicho estudio consistió en un sondeo y una encuesta exploratoria con el objetivo de identificar los aspectos socioeconómicos de las actuales condiciones de producción, los factores que determinan su cultivo en la zona y así como las estrategias de adaptación que realizan los agricultores para mitigar los efectos de los problemas que enfrentan.

Los resultados indican que el 100% de los agricultores no almacenan semilla para el siguiente ciclo de siembra, debido a que obtienen menor rendimiento por unidad de área, ésta la compran en Quetzaltenango. La variedad más utilizada es la Loman, debido a su

preferencia en el mercado nacional. En la aldea Chilascó, del municipio de Salamá, se ha incrementado el área de siembra debido a la presencia de agricultores que emigran del municipio de Palencia, Guatemala. Las principales enfermedades que afectan son: el moco o dormidera, tizones y virus. Entre las plagas, la paratíozia y el gusano alambre, de éstas la más importante es la paratíozia. Esta disminuye el rendimiento por unidad de área, los tubérculos toman una coloración amarillenta, con menor aceptación en el mercado y se vende a precios bajos. Su control se realiza con productos químicos que elevan los costos de producción. El 100% de los agricultores no reciben asistencia técnica, las recomendaciones técnicas utilizadas provienen de empresas que venden productos químicos



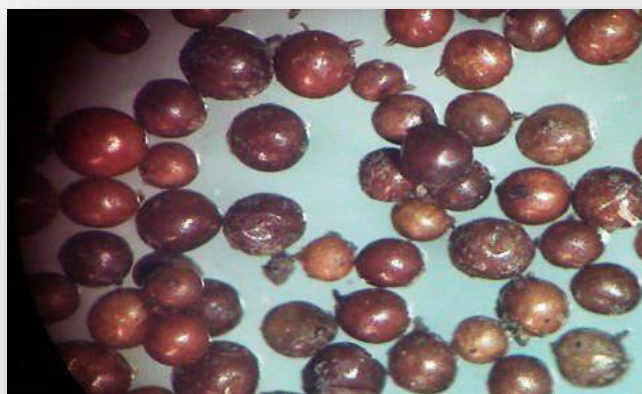
Estudio agrosocioeconómico del cultivo de papa

1.4.1 Evaluación de *Trichoderma* sp.

La disciplina de protección vegetal investigó el efecto de *Trichoderma* sp. para el control de nematodos del quiste, en dos localidades de la aldea Paquix, Chiantla, Huehuetenango.

Además, se evaluaron métodos de control químico, biológico y cultural para el manejo de la costra negra, *Rhizoctonia solani*, en la papa. Los tratamientos para el 2016, fueron: 1) Biofumigado + solarización + *Trichoderma* sp. 2)

Biofumigado + *Trichoderma* sp. 3) Solarizado + *Trichoderma* sp. 4) *Trichoderma* sp. y 5) Testigo absoluto. Los resultados fueron; en la variable TMPN (tasa de multiplicación de nematodos) se acercaron a uno, lo cual indica control de esta plaga en algunos tratamientos, al compararlos con el testigo. En la variable rendimiento, el tratamiento tres, produjo los mejores rendimientos; sin embargo, todos los tratamientos superaron al testigo.



Quistes de nematodo dorado

1.4.2 Evaluación de diez genotipos de papa de forma oblonga

El programa de hortalizas, realizó la evaluación de rendimiento de germoplasma de papa biofortificada, con el apoyo del proyecto Harvest Plus. Se espera tener como producto, al menos una variedad biofortificada, adaptada a las condiciones de producción de Guatemala, que tenga niveles nutricionales superiores a las variedades de papa comerciales y que sean del gusto culinario de la población.

En esta primera fase se sembraron 200 plantas *in vitro*, provenientes del laboratorio de biotecnología, de cada uno de los 29 genotipos introducidos. Se produjeron más de 5,000 minitubérculos de semilla básica, que servirán

para realizar incrementos para el establecimiento de ensayos de finca.

Así mismo, la evaluación del rendimiento de variedades de papa de la colección USPB, con forma oblonga y con tolerancia a *Phytophthora infestans*, se realizó con el apoyo del proyecto ICTA-CRIA.

Se realizaron evaluaciones de adaptación y tolerancia de 10 genotipos de papa, después de realizar el análisis de tolerancia al patógeno y de rendimiento, la opinión de los productores de papa de San Marcos, se identificaron los genotipos Jacqueline Lee, Yukon y Defender como variedades promisorias que pueden adaptarse a las condiciones de producción local y al mercado de Guatemala.



Evaluaciones de adaptación de 10 genotipos de papa

La disciplina de biotecnología, en apoyo al programa de hortalizas, realizó la propagación y conservación *in vitro* de 29 cultivares mejorados de papa, provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP), con la finalidad de multiplicar para su evaluación en campo y transferencia a productores.

En siete genotipos locales se realizó la limpieza de los virus PVX, PVY, PLRV y PVS y se micro

propagaron a través de vitroplantas de papa con fines de investigación.

Se micropropagaron 42 genotipos de papa con fines de investigación. En total se obtuvieron 17,600 plántulas, las cuales fueron trasplantadas y adaptadas a condiciones de invernadero.



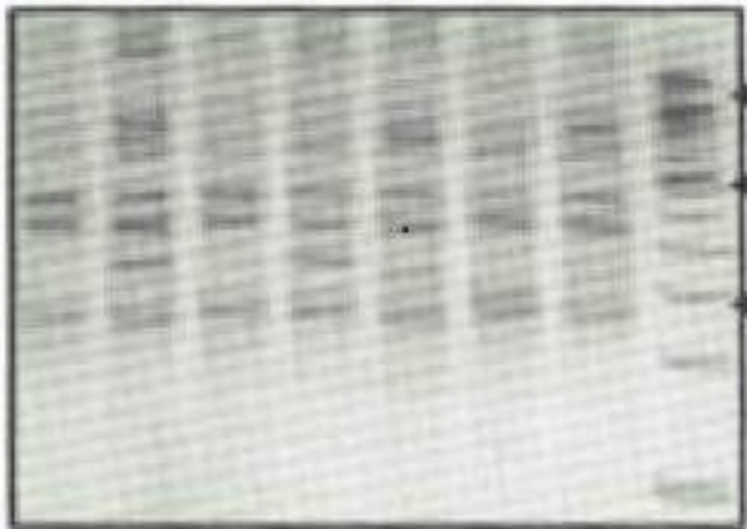
Micropropagación y conservación *in vitro* de cultivares mejorados de papa

También se realizó la caracterización molecular de germoplasma como complemento para el registro de variedades comerciales en el MAGA. Se requiere que el ICTA tenga un registro genético de los genotipos que reproduce para la producción de semilla de papa. Guatemala es

una zona secundaria de origen de papa y se considera que existe una estrecha relación genética entre los cultivares comerciales y como resultado poca diversidad genética entre los genotipos de producción de semilla. Esto permitirá al programa de hortalizas del ICTA, la

identificación y utilización de progenitores no relacionados y complementados entre sus características para poder establecer en un

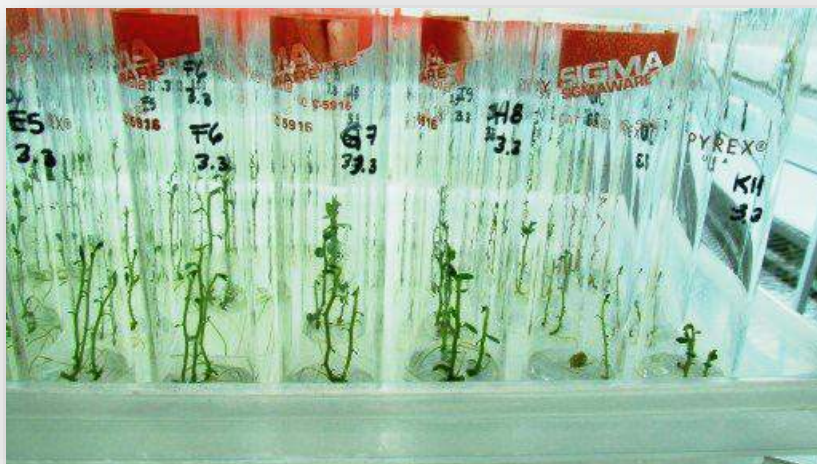
futuro próximo, un programa de cruzamientos en el cultivo de la papa.



Caracterización molecular de germoplasma de papa

Como actividad rutinaria, en el laboratorio de biotecnología se realizó la conservación *in vitro* de germoplasma, con el objetivo de que pueda ser utilizado por la disciplina de semillas para la producción de semilla de papa de calidades

básica y registrada, utilizada por el programa de hortalizas del ICTA o por otros demandantes. Se mantienen en conservación *in vitro* 2,370 plantas de 237 accesiones de papa.



Conservación *in vitro* de germoplasma de papa

1.4.3 Cultivo de camote (*Ipomea batata*)



El camote es una especie vegetal originaria de Mesoamérica, cultivada desde hace tiempo; sin embargo, no ha incidido en el desarrollo de la economía familiar, porque se siembra en áreas pequeñas y su consumo no es popular. Según el cuarto censo agropecuario (INE, 2002/2003), el área sembrada de camote en Guatemala fue de 150 hectáreas (214.29 manzanas), con una producción de 773.3 toneladas métricas, con un rendimiento promedio de 5.15 t/ha. Este rendimiento se considera bajo, si se toma en cuenta que a la fecha existen en países vecinos cultivares que expresan rendimientos de 35 t/ha.

El camote puede crecer en diversas altitudes, en rangos que van desde el nivel del mar hasta 2,200 metros. Requiere menos insumos y mano de obra que otros cultivos como el maíz y tolera condiciones marginales de crecimiento (periodos de sequía y suelos pobres). En los años 1982-1983 el ICTA y la Universidad de San

Carlos de Guatemala, realizaron una colecta de cultivares nativos de camote. Asimismo, el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha generado tecnología para el cultivo, la cual ha sido difundida a la comunidad internacional para contribuir a la seguridad alimentaria en áreas de escasos recursos.

En el 2014, se introdujeron 21 variedades biofortificadas procedentes del CIP, éstas fueron multiplicadas y aclimatadas por la disciplina de biotecnología, y posteriormente evaluadas en el centro experimental de San Jerónimo, Baja Verapaz. De este grupo de variedades se identificaron 11 que superan las 20 toneladas por hectárea y presentan un color de pulpa de anaranjado intermedio a un anaranjado intenso. Para el 2017 se tiene programado evaluarlas en un mayor número de ambientes.



Variedades de camote biofortificadas



Conservación *in vitro*, en el laboratorio de biotecnología, 33 cultivares de camote para multiplicar y evaluar en campo.

1.4.3.1 Validación de las variedades biofortificadas del cultivo de camote Dorado^{BC} e ICTA Pacífico^{BC}

En el año 2015 se establecieron 65 parcelas de prueba de ICTA Dorado^{BC} e ICTA Pacífico^{BC}, variedades con alto contenido de betacarotenos (125 gramos de camote fresco de estas variedades contienen suficiente betacarotenos para proporcionar la provitamina A que requiere diariamente un preescolar), éstas superaron en rendimiento a las variedades que cultivan los agricultores, en un 60 y 40 por ciento de las localidades, respectivamente. Con el propósito

de disponer de semilla certificada para la promoción, se establecieron en los centros experimentales de San Jerónimo, Baja Verapaz y en La Alameda, Chimaltenango, lotes de producción de semilla. Como resultado se produjeron 225,000 vástagos de cada una de las variedades mencionadas, los cuales fueron entregados al MAGA, ONG's y otras organizaciones de agricultores. Estas dos variedades se proponen para su liberación.



Producción de semilla de camote

1.4.3.2 Evaluación de termoterapia del cultivo de camote ICTA San Jerónimo

Se evaluaron tres procedimientos de termoterapia, en combinación con el cultivo de meristemas, aplicados a partes vegetativas de las plantas, con el fin de remover los agentes virales presentes en los tejidos de las plantas infectadas. El procedimiento con termoterapia a 35 grados centígrados, durante 30 días, con un fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad,

con el tamaño adecuado de meristemo, fue efectivo en la eliminación de los virus SPFMV, SPCSV, SPMMV, SPLV, SPVG, SPMSV, SPCFV, SPC6V, SPCV y CMV, que previamente fueron detectados mediante la técnica NCM-ELISA, en la variedad ICTA San Jerónimo.



Termoterapia

1.4.3.3 Liberación de las variedades de camote biofortificado ICTA Dorado^{BC} e ICTA Pacífico^{BC}

Como producto de la generación y validación de tecnología para el cultivo de camote, se procedió a la liberación de las variedades ICTA Dorado^{BC} e ICTA Pacífico^{BC}. El acto público se realizó en las instalaciones del ICTA, La Alameda, Chimaltenango, en noviembre del año 2016, con

la presencia de más de 160 personas entre técnicos, estudiantes, agricultores, autoridades gubernamentales y representantes del MAGA. También se generó una publicación sobre el manejo agronómico de dichas variedades.



Evento de liberación del cultivo de camote

1.4.3.4 Formulación de galleta enriquecida a base de harina de camote biofortificado

En la Planta Piloto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ubicada en el Centro de Investigación del Altiplano Occidental (CIALC-Chimaltenango) con el objetivo de determinar la aceptación sensorial y cuantificar el aporte nutricional, se desarrolló tecnología para la elaboración de galletas a base de harina de camote ICTA Dorado^{BC}. La harina de camote presentó concentración de 15.87 mg/kg de betacarotenos. Se sustituyó harina de trigo por harina de camote, entre el 17% y 25%, para la elaboración de galletas, se realizó la evaluación sensorial de

aceptación y preferencia con niños comprendidos entre siete y nueve años de edad, en la prueba no encontraron diferencias en las galletas evaluadas, y prefirieron las galletas de trigo y las galletas con 17% de harina de camote. Esta última presentó 78% de retención de betacarotenos después del horneado y se determinó que el aporte de una porción de 30 g es del 40% de la recomendación diaria dietética (RDD) de 500 microgramos equivalentes de Retinol y tiene un aporte de energía de 139.5 Kcal.



Galletas a base de harina de camote biofortificado

1.4.3.5 Promoción de semilla del cultivo de camote biofortificado

Como parte del proceso de transferencia de tecnología generada para el cultivo de camote biofortificado, se establecieron parcelas de promoción en los diferentes centros experimentales ubicados en el altiplano central y trópico bajo. Asistieron a las jornadas de transferencia 1388 personas, entre técnicos, agricultores, instituciones educativas, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y

personas interesadas en dicho cultivo. Además, se establecieron 93 parcelas de camote biofortificado ICTA Dorado^{BC} en la región norte, que incluyó los municipios de Fray Bartolomé de las Casas, Chahal, Chisec y Raxruhá del departamento de Alta Verapaz; así como Purulhá, San Jerónimo, Rabinal, Cubulco, San Miguel Chicaj y Salamá, Baja Verapaz.



Promoción de semilla de camote

1.4.4 Cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*)



Según el cuarto censo agropecuario (INE, 2002/2003), el área sembrada de yuca en Guatemala fue de 396 hectáreas (565.7 manzanas), con una producción de 3,221

toneladas métricas, con un rendimiento promedio de 8.13 t/ha. Este rendimiento es bajo considerando que existen cultivares con rendimientos de 30 t/ha.

1.4.4.1 Conservación *in vitro* de yuca

En el laboratorio de biotecnología se conservan *in vitro* 85 cultivares de yuca biofortificados, introducidos del CIAT, con la finalidad de

multiplicarlos para su evaluación en campo. También se cuenta con dos réplicas en campo.

1.4.4.2 Validación y estudio de aceptabilidad de la variedad de yuca ICTA Izabal

Como parte del proceso de generación y validación de tecnología, en el 2014 se condujeron parcelas de prueba de la variedad de yuca ICTA Izabal, en los municipios de Jocotán y Camotán, del departamento de Chiquimula. Durante el año 2016 se realizó el estudio de adopción de esta variedad. De acuerdo con los resultados, el 100% de los encuestados (45), manifestaron que la variedad de yuca ICTA

Izabal, posee características agro morfológicas y culinarias aceptables, y ha sido adoptada en las comunidades de El Naranjo, El Rodeito, El Volcán, Guior y Pelillo, del municipio de Camotán; Guaraquiche, Agua Zarca y Tablón, del municipio de Jocotán. Las razones de adopción fueron: se puede cultivar en asocio con el maíz, mayor rendimiento que el criollo, la planta es más pequeña que el criollo, fácil de

cosechar y pelar, se adapta muy bien a la zona, la planta es más vigorosa, de rápido crecimiento, de sabor agradable, coloración blanca, esponjosa y tiene menos fibra que el criollo. La razón de no adopción en las comunidades de Lelá Chancó, Uchurjá, Nearar, Brasilar, Talco y Tisipe, ha sido la sequía prevaleciente en la zona.

establecieron parcelas de promoción en los diferentes centros experimentales ubicados en el sur y norte de Guatemala. Asistieron a las jornadas de transferencia 1,200 personas, entre técnicos, agricultores, instituciones educativas, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y personas interesadas en dicho cultivo.

Como parte del proceso de transferencia de tecnología generada para el cultivo de yuca, se



Transferencia y promoción de tecnología cultivo de yuca biofortificada

1.5 Otros cultivos

1.5.1 Cultivo de malanga (*Colocasia esculenta*) y Macal (*Xanthosoma sagittifolium*)

En el laboratorio de biotecnología se propagaron *in vitro* y posteriormente se sembraron diez plantas de cada una de las 60 accesiones de macal y 88 accesiones de malanga; colectadas a nivel nacional en los años 2013-2015. Las accesiones están siendo objeto de

caracterización morfológica en Cuyuta, Masagua, Escuintla. Estas accesiones constituyen germoplasma único del país para ser usadas en áreas estratégicas.



Macal



Malanga

1.5.2 Cultivo de trigo (*Triticum aestivum*)

En Guatemala se siembran 1,100 manzanas, se producen 36,400 quintales con un rendimiento promedio de 33 quintales por manzana. El 86% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en los departamentos: San Marcos, Huehuetenango, Quetzaltenango y Quiché. Genera 55,000 jornales por año, equivalentes a 196 empleos permanentes. Se importan 575,542 toneladas métricas principalmente de Estados Unidos de América (91%). Se exportan 2.26 toneladas métricas (78% a Belice y 22% a Honduras). El trigo contribuye a un 20% de calorías y proteínas en la dieta del ser humano a nivel mundial más que cualquier otro cultivo alimenticio. El cultivo de trigo se extiende ampliamente en muchas partes del mundo,

ocupa el tercer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial. Actualmente en Guatemala, en la zona del altiplano occidental los agricultores siguen sembrando trigo, es importante y necesario seguir generando variedades que puedan cultivar dichos agricultores. Por esta razón en el ICTA se siguen evaluando líneas de trigo, provenientes del CIMMYT, además por Decreto Legislativo 13-97 que indica la supresión de la gremial de trigueros y que el ICTA continuará la investigación en el cultivo de trigo para los productores que aún se dediquen al mismo.

1.5.2.1 Evaluación agronómica de diez líneas avanzadas de trigo

Durante el año 2016 se evaluaron 10 líneas avanzadas en tres localidades, dos de Quetzaltenango y uno de Chimaltenango.

Como resultado se obtuvieron cuatro líneas ESWYT 125, ESWYT 177, ESWYT 137 y ESWYT 200 con tolerancia a enfermedades, buen potencial de rendimiento (3.79 t/ha) y precocidad.



Evaluación de rendimiento

1.5.2.2 Evaluación agronómica de dos genotipos de trigo bajo tres sistemas de siembra

En el altiplano de Guatemala, los agricultores siembran al voleo, teniendo como desventaja el acame de plantas y posteriormente bajos

rendimientos. Con la finalidad de poder determinar el sistema más adecuado para el agricultor del altiplano guatemalteco, durante el

año 2016, se evaluaron dos genotipos (Don Vale y V8) en tres sistemas de siembra: al voleo, en surcos y el del agricultor, uno generado por el ICTA y uno intensificado. Los resultados indican que los sistemas del ICTA (4.68 t/ha) y el

intensificado (4.38) t/ha) superan en rendimiento al del agricultor en un 60% (2.93 t/ha). Es importante evaluar estos tres sistemas tomando en cuenta el factor económico.



Evaluación de rendimiento

1.5.2.3 Evaluación de líneas avanzadas de trigo provenientes del CIMMYT

Con el objetivo de evaluar germoplasma para generar variedades se hizo la introducción de dos viveros ESWYT y HRWYT. Durante el año 2016 se evaluaron 27 líneas del vivero HRWYT y 22 líneas del vivero ESWYT. Los resultados indican que del vivero HRWYT se seleccionaron

nueve líneas y 14 del ESWYT, superiores al testigo Don Vale, en cuanto a peso de grano y su peso específico. Por otra parte, fueron seleccionadas dos líneas de cada vivero por su rendimiento.

1.5.3 Cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata*)

1.5.3.1 Evaluación vida de anaquel

En la Planta Piloto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, del CIALC Chimaltenango, se evaluó el efecto de diferentes empaques (polietileno de baja densidad, polipropileno y al vacío) combinado con pretratamientos químicos (ácido cítrico y ácido ascórbico), bajo condiciones de refrigeración (8 °C), con el objetivo de incrementar la vida de anaquel del loroco. El empaque al vacío tuvo la menor pérdida de peso en los 10 días de la evaluación. Para mantener el loroco almacenado durante cuatro días se recomienda el uso de pretratamientos químicos, independientemente del tipo de empaque. El empaque de polietileno de baja densidad con 1.23% de perforación, combinado con la

aplicación de ácido cítrico (1.5% peso/volumen) permitió prolongar la vida de anaquel del loroco hasta por 10 días máximo, mantuvo la calidad superior al límite de aceptación para ser comercializado y con cargas microbiológicas dentro del límite permitido. Se recomienda realizar una evaluación sobre el efecto en la conservación de las características organolépticas de la flor de loroco al utilizar ácido cítrico en combinación con la bolsa de polietileno de baja densidad con diferentes diámetros y porcentajes de perforación, y evaluar agentes o métodos que permitan detener la oxidación de la flor de loroco.



Comparación a los 10 días del loroco empacado en bolsa de polietileno de baja densidad con y sin la aplicación de pretratamiento con ácido cítrico



Aspecto del loroco empacado al vacío a los 10 días

2. Actividades destacadas

2.1 Curso de formación y capacitación de investigadores agrícolas para reclutamiento de personal técnico del ICTA

El 22 de diciembre, finalizó el tercer curso de Formación y Capacitación de Investigadores Agrícolas (FYCIA) impartido en el Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental (CIALO), el FYCIA duró nueve meses y medio y tuvo el aval académico del Departamento de Estudios de Posgrados del Centro Universitario de Occidente (CUNOC) de

la Universidad de San Carlos de Guatemala. El curso contó con el apoyo financiero del Programa Fortalecimiento de las capacidades Institucionales Guatemaltecas en Investigación Agropecuaria para apoyar el Desarrollo Agrícola Rural (Programa CRIA), administrado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Nombre	Grado académico	Especialidad
Carlos Esteban Monzón de Mata	Ing. Agr.	Sist. de producción
Jorge Luis Sandoval Aguirre	Ing. Agr.	Sist. de producción
José Carlo Figueroa Cerna	Ing. Agr.	Sist. de producción
José Hiram Cuá	Ing. Agr.	Sist. de producción
Levi Roberto Sumoza Recinos	Ing. Agr.	Sist. de producción
Miguel Ernesto Barrera Sosa	Ing. Agro.	Sist. de producción
Myriam Consuelo Escobar Molina	Inga. Agr.	Sist. de producción
Orlando Bladimiro Bautista Escobar	Ing. Agr.	Sist. de producción
Orsy Franklin Chávez Martínez	Ing. Admon. Agron.	Agronegocios
Oscar Emiro Barrios Coyoy	Ing. Agr.	Sist. de producción
Servín Carrillo Ramos	Ing. Agr.	Fruticultura
Verónica Marcelina Tax Sapón	Inga. Amb. Des.	Ambiente



2.2 Primeras dos variedades de camote biofortificado en Guatemala a disposición de los agricultores

El ICTA a partir del 10 de noviembre puso a disposición de los agricultores a través del MAGA, dos variedades biofortificadas de camote de pulpa anaranjada de la variedad ICTA Dorado^{BC} e ICTA Pacífico^{BC} ambas con alto contenido de vitamina A, como una alternativa sostenible para combatir la desnutrición e inseguridad alimentaria en el país.

El representante del Ministro de Agricultura, Marco Tulio Díaz, hizo entrega al señor Fermín Córdova, representante de los agricultores las dos variedades de camote, enfatizó los beneficios alimenticios que representa el consumo de camote biofortificado e invitó a los agricultores a producir más y continuar la promoción de las nuevas tecnologías, resaltó que el camote biofortificado es un producto ideal que fortalecerá la seguridad alimentaria y nutricional del país.

Fermín Córdova, expresó “estoy muy contento con las variedades de camote ICTA Dorado^{BC} e ICTA Pacífico^{BC} nos gusta su sabor, es un camote más nutritivo y tiene mercado, el camote que nosotros sembramos se cosecha de 6 a 8 meses, en cambio el ICTA Dorado^{BC} se cosecha a los 3 meses y medio;

necesitamos productores positivos -en nuestras manos está que esté producto siga produciéndose y promoviéndose en este país y que nuestras familias superen los problemas de alimentación que tienen; agradecemos al ICTA esta nueva tecnología que nos está dando”.



2.3 Diseminación de cultivos biofortificados

Con el objetivo de acordar el Plan para difundir entre productores la primera variedad de maíz biofortificada ICTA B9^{ACP} (alta calidad de

A la reunión asistieron 57 personas (13 mujeres y 44 hombres), entre las cuales figuraron representantes del PMA, Visión Mundial, Alcaldía Maya de Canillá, Quiché; Plan Internacional, FAO, IICA, FAUSAC, Anagrab, Asdepe, Coacap, Asociación Pro Bienestar en Acción Saaq Aach’ool Nimla K’aleba’al, Catholic Relief

proteína) y la nueva variedad de frijol ICTA Chortí^{ACM}, el 18 de febrero se realizó la primera reunión del año 2016 de la Plataforma BioFORT. Services, Asociación Semilla Nueva, Redsegua, Semillas para el Futuro, Helps International, Mayacert, Proyecto Paisajes productivos resilientes al cambio climático y redes socioeconómicas fortalecidas en Guatemala, FECCEG, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, representantes del MAGA-DICORER, CONADEA, SESAN e ICTA.



2.4 Visita de Científicos

Fitomejoradores del cultivo de frijol, Doctor Juan Osorno de la Universidad Dakota del Norte, Estados Unidos de América, Doctor Steven Temple, Doctor Juan Carlos Rosas, de la Universidad del Zamorano, Honduras; Doctor en economía Alwang Jeffrey de la Universidad de Arkansas e Ingeniero Agrónomo Julio Villatoro, Coordinador del Programa de Investigación de

Frijol del ICTA, el 27 de abril, realizaron visita técnica a dos ensayos de finca de 10 líneas avanzadas de frijol voluble, bajo el sistema en asocio con maíz; las cuales fueron establecidas por el ICTA en parcelas de agricultores, en los municipios de San Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa.



El Fitomejorador del CIMMYT, Felix San Vicente, en compañía del Coordinador del Programa de Maíz del ICTA, Adalberto Alvarado

e investigadores de dicho programa, visitó del 7 al 10 de diciembre parcelas del cultivo de maíz con alta calidad de proteína y zinc.



2.5 Evaluación del avance del plan estratégico 2013-2020

El 18 de septiembre 2012, la Honorable Junta Directiva del ICTA, aprobó el Plan Estratégico

2013-2020. El plan representa el esfuerzo de buscar y concretar el proceso de modernización

que requiere la institución, con la finalidad de ajustar sus objetivos, funciones, actividades y responsabilidades a las exigencias del entorno, las políticas públicas del país y a las expectativas de resultados de desarrollo que el Gobierno de la República ha planteado. Está integrado por cuatro ejes estratégicos, 1) Generación y validación de tecnología, 2) promoción de tecnología, 3) Alianzas y apoyos institucionales, 4) Fortalecimiento institucional. Se definieron dos objetivos para evaluar el plan: a) determinar el avance de los resultados del plan estratégico

período 2013-2015 en cada uno de los ejes estratégicos; e b) identificar los factores que incidieron en su cumplimiento.

Una de las recomendaciones a las cuales llegó la comisión técnica-administrativa fue revisar el Plan Estratégico 2013-2020 con el propósito de actualizarlo, mejorarlo y asegurar su correspondencia con los programas de Gobierno y las políticas de desarrollo rural que el ICTA tiene la misión de ejecutar y coordinar



2.6. Experiencias con agricultores en la II Feria del Frijol de Ipala

Con el propósito de promover el cultivo, comercio y consumo del frijol negro, blanco y rojo, como un producto básico que contribuye con la seguridad alimentaria y nutricional de la población guatemalteca, el 11 de agosto se realizó la II Feria Trinacional del Frijol, organizada por la Asociación de Desarrollo Comunitario Granero de Oriente (ADEGO) y la Mancomunidad Trinacional Fronteriza Río Lempa.

Técnicos del ICTA, compartieron experiencias con productores, sobre las variedades mejoradas de frijol negro que el ICTA ha generado, principalmente para la región de oriente, en esta se impulsó la variedad biofortificada ICTA Chortí^{ACM} recomendada para

las condiciones de los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Chiquimula. Además, los participantes tuvieron la oportunidad de degustar platillos a base de frijol, elaborados por la Disciplina de Tecnología de Alimentos del ICTA.

José López, de la Asociación Comunitaria de Tecnología y Reflexión para la Salud (CETREPSA), manifestó *“a mí me gusta el frijol ICTA Ligero, por 3 razones: su buen rendimiento, se cosecha rápido de 60 a 70 días y resiste a la enfermedad del mosaico dorado”*.

Leonel Osorio, de la Cooperativa Agrícola Integral Atescatel, *“Nosotros en los dos últimos años hemos producido y vendido 800 quintales de semilla certificada de frijol ICTA Ligero”*.



2.7 Exhibición de tecnologías agrícolas en el IV Congreso de Ciencia Tecnología e innovación

Con el objetivo de fomentar el aprovechamiento de la ciencia, la tecnología e innovación, por medio de la difusión, promoción, transferencia y aplicación tecnológica para contribuir al desarrollo sostenible del país, del 26 al 29 de septiembre, se realizó el IV Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, organizado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), con la participación de los sectores público, privado y académico para generar el desarrollo

científico y tecnológico que requiere Guatemala. El ICTA participó a través de un stand tecnológico agrícola, en el cual se exhibieron semillas mejoradas de maíz, frijol, ajonjolí, sorgo, rosa de jamaica; cultivos *in vitro* de yuca, camote, frijol, plantas ornamentales (cactus, cuerno de alce y orquídeas), manuales técnicos agrícolas; y productos procesados de papa, camote, yuca, arveja, hierbas nativas, rosa de jamaica, etc., elaborados por la Disciplina de Tecnología de Alimentos del ICTA.



3. Alianzas estratégicas

Uno de los ejes estratégicos en el Plan Estratégico 2013-2020 lo constituyen las alianzas estratégicas, las que se convinieron considerando el cumplimiento del mandato institucional y los objetivos estratégicos. Se firmaron 13 alianzas que se describen a continuación.

3.1. Acuerdo tripartito de colaboración con Global Crop Diversity Trust

Este acuerdo se firmó con Global Crop Diversity Trust para financiar y proporcionar asistencia técnica a los colaboradores para permitir que los mismos coleccionen y provean germoplasma de especies silvestres afines en colecciones *ex situ*.

3.2. Carta de entendimiento con BASF de Guatemala

El propósito 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 sobre herbicidas, insecticidas, fungicidas y otros plaguicidas de circulación comercial en el país debidamente registrados, en los cultivos que prioricen ambas instituciones.

3.3. Carta de entendimiento con el Liceo Rafael Álvarez Ovalle con sede en Escuintla.

Tiene la finalidad de complementar esfuerzos entre ambas instituciones para la consecución de sus objetivos, el ICTA en la promoción y transferencia de su tecnología y el Liceo en el fortalecimiento de las capacidades técnicas y productivas de los alumnos, docentes, personal administrativo, promotores y técnicos en el uso de la tecnología agrícola, para la mejora de la productividad.

3.4. Carta de entendimiento con el Centro Universitario de Occidente a través del departamento de estudios de Postgrado del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tiene como objetivo establecer nexos de cooperación que permitan desarrollar programas de postgrado relacionados con la formación y capacitación de investigadores en el sector agrícola.

3.5. Carta de entendimiento con la Asociación para el Desarrollo Comunitario Serjus -ASERJUS-

La finalidad es implementar procesos de capacitación y transferencia de tecnología agropecuaria, por lo menos a 40 promotores y promotoras agrícolas que representan organizaciones comunitarias de los municipios acompañados por ASERJUS en los temas producción de gerberas, tomate y chile pimiento bajo condiciones de invernaderos tipo politúneles; y zoomejoramiento participativo de pollos criollos.

3.6. Carta de entendimiento con la Asociación Semilla Nueva

Tiene el objetivo de complementar el esfuerzo de ambas instituciones en la consecución de sus objetivos institucionales, el ICTA en la generación, promoción y transferencia de su tecnología y Semilla Nueva en el desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas, mejoramiento de liderazgo campesino, masificación y comercialización de nuevas tecnologías y el desarrollo de liderazgo y organización de las instituciones en Guatemala.

3.7. Carta de intención con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Fundación para la Innovación Tecnológica, Agropecuaria y Forestal -FUNDIT-.

Tiene el objetivo de evaluar y desarrollar líneas y variedades de arroz para la biofortificación del arroz en Guatemala, dentro de un plan de colaboración ICTA-CIAT-Harvest Plus.

3.8. Carta de entendimiento entre Buena Milpa-FUNDIT

El objetivo es 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 de suelo y agua y diversificación de parcelas y dietas”.

3.9. Carta de entendimiento entre el CIAT-FUNDIT

El objeto es la ejecución de actividades técnicas: 1. Evaluación de 60 líneas de frijol f2:3; 2.Evaluación de 100 F4; 3. Prueba de dos líneas avanzadas en el oriente y 4. Evaluación de 40 líneas avanzadas en el occidente.

3.10. Carta de entendimiento entre el ICTA-FONTIERRAS-Fundación Defensores de la Naturaleza

El objetivo es establecer nexos formales de cooperación y acción conjunta que propicien el desarrollo de actividades de las y los beneficiarios en las Comunidades Agrarias que atiende el FONTIERRAS ubicadas en el área de influencia de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y el Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic, a través de proyectos productivos y asistencia técnica, así como de generación, promoción y transferencia de tecnología para la búsqueda de competitividad y seguridad alimentaria.

3.11. Carta de donación para el Proyecto de Investigación titulados-Formación, prueba y validación de germoplasma de maíz enriquecido con Zinc para Guatemala Hplus - MAIZ BIOFORTIFICADO (“Hplus - MAIZ BIOFORTIFICADO”)

Evaluación agronómica de 292 híbridos experimentales intermedios (Ensayos 06-16TLXTWQZN, 10-16TLXTWN, 11-16TLXTWN y 12-16TLXTWN) con alto contenido de Zn en una localidad en Guatemala, Evaluación agronómica de 92 híbridos avanzados (01-16TTWCWN, 02- 16TTWCWN y 05-16TSCTWCWQZN) con alto contenido en cuatro localidades en Guatemala, Evaluación agronómica en parcelas de prueba de dos híbridos elites con alto contenido de Zn en al menos 20 localidades en Guatemala y Evaluación

agronómica e parcelas de prueba de dos sintéticos elite con alto contenido de Zn en al menos 20 localidades en Guatemala.

3.12. **Convenio de cooperación técnica entre el ICTA-Mancomunidad Montaña El Gigante**

Su objetivo es unificar esfuerzos entre ambas instituciones para enfrentar la crisis alimentaria en el territorio mancomunado, a través de la tecnificación e incremento de la producción de granos básicos en el territorio y promocionar la semilla mejorada del ICTA que resulte más adecuada para la zona entre productores y productoras de la Mancomunidad para contribuir con la seguridad alimentaria de la región.

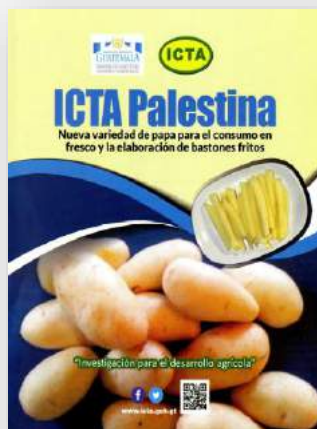
3.13. **Minuta de entendimiento entre el ICTA-Misión de Taiwán**

Tiene por objeto aunar esfuerzos entre el ICTA y el Proyecto de Agronegocios de la Misión Técnica de la Republica China de Taiwán, para implementar acciones conjuntas con el fin de establecer parcelas demostrativas de granos básicos, hortalizas, frutales y realizar actividades de capacitación en la estación experimental del ICTA ubicada en La Alameda, Chimaltenango.

4. Nuevas publicaciones tecnológicas



Presenta la guía para elaborar sustratos en forma artesanal, con insumos locales y en consecuencia mejorar la economía de los agricultores que se dedican a la producción de hortalizas.



Folleto que presenta la nueva variedad de papa ICTA Palestina, tubérculo de forma oblonga y alargada, el grosor de la piel es delgado, lo que le confiere características culinarias deseables



Trifoliar que contiene información de lo que es un Biol, y que materiales se utilizan para realizar Bioles Ovino Papa.



Trifoliar que presenta las dos primeras variedades de camote biofortificado en el país, ICTA Dorado^{BC} e ICTA Pacífico^{BC} y recomendaciones agronómicas para su producción.



Manual con opciones tecnológicas a los productores que les ayuden a mitigar los daños ocasionados por las enfermedades causadas por los begomovirus, transmitidos por la mosca blanca (*B. tabaci*) que están causando pérdidas económicas en la producción de tomate.

5. Participación de personal en eventos

Participante	Evento	Lugar	Organizador/financiante	Fecha
Ing. Agr. Julio César Villatoro Mérida	Conferencia "Mundial Sobre El Cauquí y Leguminosas de Grano Panafricanas"	Zambia, continente de África	Proyecto "Feed The Future Innovation Lab for Collaborative Research on Grain Legumes"	26 de febrero al 08 de marzo
Ing. Agr. Julián Ramírez García	Reunión de trabajo revisión del proyecto "Incremento de la Productividad del arroz de riego mediante el mejoramiento del agua"	Panamá	KoLFACI	28 de marzo al 01 de abril
Ing. Agr. Julio César Villatoro Mérida Ing. Agr. Julio Antonio Franco Rivera Licda. Lidia Guadalupe Tello de la Fuente Ing. Agr. Adalberto Alvarado Calderón Ing. Agr. Mario Antonio Morales Montoya Ing. Agr. Julián Ramírez García Ing. Agr. Erick Ricardo Aguilar Castillo Lic. Enrique Gustavo Mejía Chojolan	II Reunión anual de HarvestPlus América Latina	Costa Rica	HarvestPlus LAC	05 al 08 de abril
Ing. Agr. Erick Ricardo Aguilar Castillo Licda. Lidia Guadalupe Tello de la Fuente Ing. Agr. Adalberto Alvarado Calderón Ing. Agr. Julio César Villatoro Mérida	Reunión anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA)	San José, Costa Rica	HarvestPlus LAC	05 al 08 de abril
Ing. Agr. Edgar Edgardo Carrillo Ramos Inga. Agr. Ángela Nadezhda Nicté Miranda Inga. Agr. Jessica Raquel Moscoso Alfaro	Reunión anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA)	Costa Rica	Proyecto SO1. A1 Genetic Improvement of Middle-American Climbing Beans For Guatemala;	04 al 08 de abril
Inga. Agr. Ángela Nadezhda Miranda Mijangos Inga. Agr. Jessica Raquel Moscoso Alfaro	Reunión de trabajo	Universidad de Dakota del Norte, Estados Unidos	Proyecto de Dakota	17 al 24 de julio
Ing. Agr. Julio César Villatoro Mérida	Reunión de trabajo	Universidad de Dakota del Norte, USA	Proyecto de Dakota	17 al 24 de julio
Ing. Msc. Albaro Dionel Orellana Polanco	Reunión de Planeamiento del KoLFACI (Korea-Latin América Food an Agriculture Cooperación Initiatives)"	Hotel Suits del Bosque, Lima Perú	KoLFACI	08 al 11 de agosto

Participante	Evento	Lugar	Organizador/Financiante	Fecha
Inga. Agr. Glenda Edelmira Pérez García	“Simposio Internacional de Biotecnología y Taller sobre Perfil Genético en Plantas”	Jamaica	Programa de Biotecnología para América Latina y el Caribe, Universidad de las Naciones Unidas, UNU/BIOLAC	08 al 12 de agosto
Ing. Msc. Albaro Dionel Orellana Polanco	XX Reunión anual del Consejo Directivo de FONTAGRO y al XV Encuentro de los INIA de Iberoamérica	Ciudad de Buenos Aires, Argentina	INIA de España	29 de septiembre al 04 de octubre
Licda. Aura Elena Suchini Farfán Inga. Agr. Aida Eleonora Ramírez Rodas Inga. Agr. Jenny Guísela Calderón Maldonado	“Manejo eficiente de germoplasma avanzado de yuca para el mejoramiento de la agro cadena productiva mediante las redes de innovación del PRIICA”	CENTA en San Salvador, el Salvador	UE-PRIICA	16 y 17 de agosto
Inga. Agr. Aida Eleonora Ramírez Rodas Ing. Agr. Osman Estuardo Cifuentes Soto	“XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa (ALAP)”	Ciudad de Panamá, Panamá	Programa CRIA	22 al 26 de agosto
Ing. Agr. Luis Américo Márquez Hernández Inga. Agr. Virginia Adelsuvia Piril Gaitán Ing. Agr. Luis Antonio Huinac Barrios	“Gira Tecnológica”	República de la India	Programa CRIA	10 al 24 de octubre
Ing. Agr. Héctor Alfredo Sagastume Mena	Reunión Ordinaria de los Miembros de la Iniciativa Centroamericana de Biotecnología y Bioseguridad (ICABB) y a la Reunión de la Conferencia de las partes del Protocolo de Cartagena en Bioseguridad (PCB)	San José Costa Rica	IICA	7 al 11 de noviembre
Ing. Agr. Héctor Hugo Ruano Solís Ing. Agr. Osman Estuardo Cifuentes Soto Ing. Agr. Aroldo Roderico García Vásquez Ing. Agr. Luis Miguel Salguero Morales	“V Encuentro Centroamericano de las Redes de Aguacate, Yuca, Papa y Tomate”	Panamá, Panamá	UE-PRIICA	14 al 18 de noviembre

6. Capacitaciones de personal

Participante	Evento	Lugar	Organizador/financiante	Fecha
Ing. Agr. Julio Antonio Franco Rivera	"Curso/Taller Regional Gestión del Conocimiento	IICA, en San José, Costa Rica	PRICA	08 al 11 de marzo
Ing. Agr. Julio César Villatoro Mérida	Taller De Trabajo	Hotel Terrazas, El Salvador	HarvestPlus	09 al 11 de marzo
Ing. Agr. José Luis Sagüil Barrera	"Curso de Producción y Acondicionamiento de Semilla de Calidad de Frijol Común"	Centro Kellogg, Zamorano, Honduras	Proyecto Prueba 3 y MAP	10 al 13 de abril
Inga. Agr. María de los Ángeles Mérida Inga. Agr. Delmy Sayury Castillo Crisóstomo	"Programa de capacitación sobre El Cultivo Y Manejo De Cacao"	Costa Rica	Programa KoLFACI-ICTA	20 de junio al 01 de julio
Lic. Zoot. José Arnulfo Vásquez Rivas	"Sistemas Silvopastoriles en apoyo a la Ganadería"	Estado de Michoacán	Programa CRIA	26 de junio al 02 de julio
Ing. Agr. Leopoldo Calel Mus	"Agricultura Orgánica"	Zarcelero, Costa Rica	Programa CRIA	20 al 23 de junio
Ing. Agr. Oscar Antonio Xutuc Castillo Ing. Agr. José Luis Ságüil Barrera Ing. Agr. Juan Carlos Sis Pérez Ing. Agr. Sergio Gonzalo Hidalgo Villatoro P.C. Marco Antonio Colocho González Inga. Agr. Jenny Guisela Calderón Maldonado	Curso de "Bioestadística Avanzada"	Labor Ovalle, Quetzaltenango	Programa CRIA	27 de junio al 14 de octubre
Inga. Agr. Glenda Edelmira Pérez García	"Simposio Internacional de Biotecnología y Taller sobre Perfil Genético en Plantas"	Jamaica	Programa de Biotecnología para América Latina y el Caribe, Universidad de las Naciones Unidas, UNU/BIOLAC	08 al 12 de agosto
Licda. Lidia Guadalupe Tello de la Fuente	Taller Regional de comunicación en biofortificación	Cali Colombia	HarvestPlus	Del 19 al 22 de septiembre
Inga. Aida Eleonora Ramírez Rodas Licda. Aura Elena Suchini Farfán	"Curso Regional de Capacitación Básica sobre la Mejora por Mutaciones"	Habana, Cuba	Organismo Internacional de Energía Atómica, de la División para América Latina y el Caribe (OIEA)	Del 12 al 16 de septiembre
Lic. Enrique Gustavo Mejía Chojolan	Establecer las bases para monitoreo del programa de HarvestPlus LAC	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	Proyecto CIAT HarvestPlus	19 al 22 de septiembre

Participante	Evento	Lugar	Organizador/financiante	Fecha
Ing. MSc. Albaro Dionel Orellana Polanco	“Salvaguardando parientes silvestres de cultivos mesoamericanos”	Ciudad de México	Iniciativa Darwin	13 y 14 de octubre
Ing. Agr. Gustavo Adolfo Tovar Rodas	“El Fitomejoramiento Participativo y su impacto en la agricultura familiar y la Política Nacional de Semillas”	Managua, Nicaragua	Proyecto de Fitomejoramiento Participativo	10 al 12 de octubre
Ing. Agr. Julio Antonio Franco Rivera	“Taller de Formación de Productores Líderes de los Consorcios”	Ciudad de Guatemala	PRIICA	27 y 28 de octubre
Ing. Agr. Luis Antonio Huinac Barrios	“II Curso Internacional de Arroz: Actualización e Investigación y Manejo del Cultivo”	Cali, Colombia	FLAR y CIAT	24 de octubre al 11 de noviembre
Ing. Agr. Héctor Hugo Ruano Solís Ing. Agr. Luis Miguel Salguero Morales	“Establecimiento y seguimiento de evaluaciones adaptativas con germoplasma de yuca”	La Ceiba, Honduras	PRIICA	28 y 29 de noviembre

7. Informe financiero

El cuadro refleja los aportes totales al Instituto, tanto del gobierno, como los ingresos que el ICTA generó producto de 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 muestra que de los Q.35,000,000.00 recibidos se ejecutó el 100%. Valor que incluye los Q.214,901.91, que corresponden al impuesto al valor agregado -IVA- generado en las diferentes operaciones de gastos realizados por la institución.

Fuente Financiamiento	Nombre de la Fuente de Financiamiento	Asignado	Recibido	Gastado
11	Ingresos Corrientes	35,000,000.00	35,000,000.00	35,000,000.00
31	Ingresos Propios	4,000,000.00	3,439,645.83	3,039,946.19
32	Disminución de Caja y Bancos de Ingresos Propios	500,000.00	500,000.00	197,349.48
	Total	39,500,000.00	38,939,645.83	38,237,295.67

Fuente: SICOIN R00805951.rpt - R00804109.rpt

Reconocimiento póstumo



El recuerdo de los investigadores Ingenieros Agrónomos Dao Rony Guerra García y Julián Ramírez García, estarán vivo en esta Institución, su gran aporte al desarrollo de nuevas variedades de arroz fortalecieron la agricultura del país.

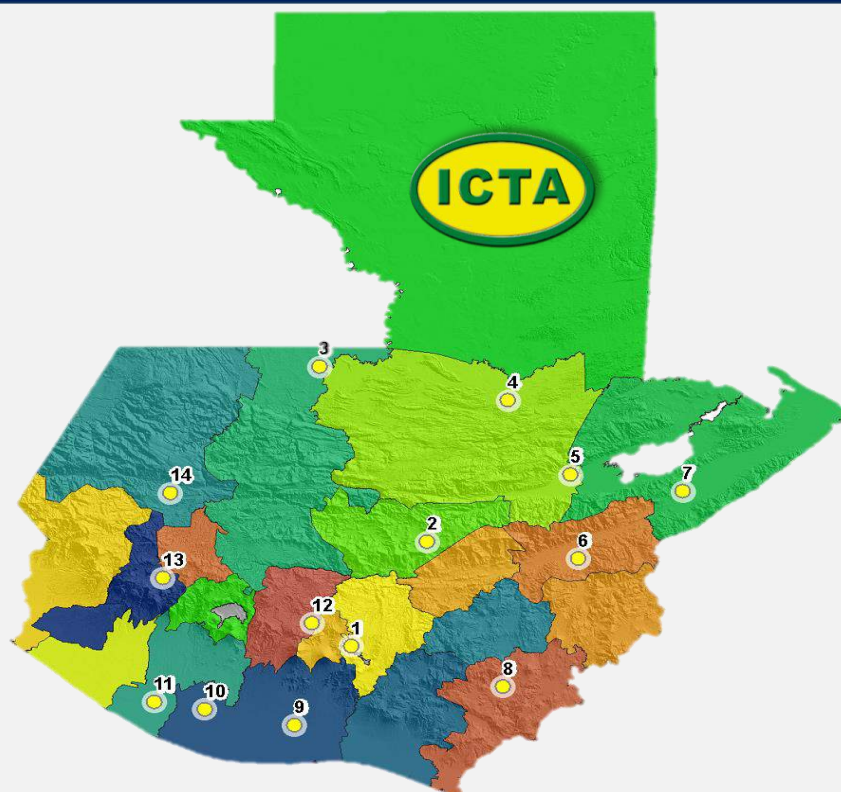


Agradecimiento especial a todos los aliados que contribuyeron en la ejecución de proyectos y actividades durante el ejercicio fiscal 2016



Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas

Centros y subcentros regionales de investigación



- | | | |
|--|---|---|
| <p>1. Oficinas Centrales
Km. 21.5 Carretera al Pacífico, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
Tel. PBX 6670-1500</p> | <p>6. Centro Regional de Investigación del Oriente (CIOR)
Finca El Oasis, Estanzuela, Zacapa
Tels. 5514-0360 / 4072-5943</p> | <p>11. CISUR – La Máquina
Parcela A-5, San José La Máquina, Suchitepéquez.
Tel. 4072-2764</p> |
| <p>2. Centro Regional de Investigación del Norte (CINOR)
Km. 146.5 Carretera a San Jerónimo, San Jerónimo, Baja Verapaz
Tels. 7940-2903 / 4072-3741</p> | <p>7. CIOR - Cristina
Km. 210 carretera al Atlántico, Finca Cristina, Los Amates, Izabal
Tel. 5303-9109</p> | <p>12. Centro Regional de Investigación del Altiplano Central (CIALC)
1ª. Calle 3-85 zona 9, La Alameda, Sector B, Chimaltenango, Chimaltenango.
Tel. 7839-1813</p> |
| <p>3. CINOR - Playa Grande
Zona 2, Playa Grande, Ixcán, El Quiché
Tel. 4072-4091</p> | <p>8. CIOR - Jutiapa
Aldea Río de La Virgen, Jutiapa, Jutiapa
Tel. 7792 9103 / 4072-4245</p> | <p>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</p> |
| <p>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</p> | <p>9. Centro Regional de Investigación del Sur (CISUR)
Km. 83.5 antigua carretera al Puerto de San José. Cuyuta, Masagua, Escuintla
Tel. 4072-3071</p> | <p>14. CIALO - Huehuetenango
9ª. Calle 7-37 Cantón San José zona 5, Huehuetenango, Huehuetenango
Tel. 7762-7637</p> |
| <p>5. CINOR-Panzós
Finca Boca Nueva, Panzós
Alta Verapaz</p> | <p>10. CISUR - Nueva Concepción
Parcela A 49, calle del banco, sector urbano, Nueva concepción, Escuintla
Tel. 4072-3055</p> | |