



# Memoria de Labores 2020



Investigación para el desarrollo agrícola

## **Miembros de Junta Directiva**

José Ángel López Camposeco  
Ministro de Agricultura Ganadería y Alimentación  
Presidente

José Miguel Antonio Duro Tamasiunas  
Viceministro de Desarrollo Económico Rural  
Presidente Suplente

Edwin Omar de la Cruz García  
Director  
Representante del Ministro de Finanzas Públicas

Byron Enrique Cabrera Sucup  
Director  
Representante del Ministro de Economía

José Jesús Mora Balcazar  
Director  
Representante del Sector Privado

Waldemar Nufio Reyes  
Director  
Decano de la Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ing. Julio Villatoro  
Asesor  
Gerente General  
ICTA

## **Comité Editorial**

Ing. Agr. Héctor Hugo Ruano Solís  
Subgerente General  
Presidente

Licda. Lidia Guadalupe Tello de la Fuente  
Coordinadora Unidad de Divulgación  
Secretaria

Ing. Agr. Luis Antonio Huinac Barrios  
Coordinador Programa de Arroz  
Vocal

Ing. Sistemas Benjamín Pérez Ciprián  
Coordinador de Informática  
Vocal

## Objetivo

(Artículo 3. Decreto Legislativo No. 68-72, Ley Orgánica)

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, es la Institución de Derecho Público responsable de generar y promover el uso de la Ciencia y Tecnología Agrícolas en 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.

## Visión

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

## Misión

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

## Presentación

En ésta se presentan las actividades relevantes desarrolladas por el instituto, en cumplimiento con el objetivo (Artículo 3, Decreto Legislativo No. 68-72, Ley Orgánica del ICTA), Plan Operativo Anual 2020 y Plan Estratégico Institucional 2013-2020.

Durante el ejercicio fiscal, se realizaron diferentes estudios que afectan severamente al cultivo de maíz, como lo son: el complejo de la mancha de asfalto, achaparramiento y curvularia entre otros. Asimismo, se continúa con el mejoramiento genético de variedades de maíz con alta calidad proteínica, alto contenido de micronutrientes y alto potencial de rendimiento. Se validaron 4 híbridos de maíz con tolerancia al complejo de mancha de asfalto; dos blancos con alta contenido de zinc y dos amarillos, para cultivarse de 0 a 1,400 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo a los resultados, en el 2021 se espera poner uno a disposición de los agricultores.

En el cultivo de frijol, se efectuaron investigaciones sobre plagas y enfermedades que están dañando los rendimientos, entre las que destacan: mancha angular, mosaico dorado amarillo, antracnosis, virosis, estrés por sequía y daños causados por gorgojos de almacenamiento.

En el cultivo de arroz, se identificaron 19 líneas con los mejores rendimientos, para cultivarse bajo sistema de riego en las zonas productoras de arroz. Se validó el genotipo IG 2671, el cual se caracteriza por tener buenos rendimientos y buena calidad molinera. También se capacitaron a 201 personas a nivel nacional. En el cultivo de sorgo se validó la variedad ICTA Blanco, la cual se espera liberar durante el 2021-2022.

En el cultivo de hortalizas, sobresalen investigaciones en papa, principalmente en una variedad mejorada que no solamente tenga buenos rendimientos de tubérculos, sino también con alto contenido de hierro y zinc; asimismo, variedades con tolerancia al tizón tardío, papas especializadas para la elaboración de harinas, entre otras. Además, se trabaja en investigaciones sobre el cultivo de yuca, camote, chile cahabonero y loroco.

En recursos genéticos, se conservan 2,500 accesiones de semillas ortodoxas de los cultivos de maíz, frijol, chiles, cucúrbitas, amaranto y ajonjolí entre otros; colecciones de campo de 110 especies de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias, 15 genotipos de aguacate, 600 árboles frutales de los cultivos de manzana, pera, melocotón y ciruela. Entre las especies de hortalizas nativas se preservan accesiones de yuca (83), malanga (62), macal (54) y camote (29).

Se procesaron 349 toneladas de semilla tanto del sector privado como del ICTA, y se comercializaron 18 toneladas de las categorías básica, registrada y certificada de maíz, frijol, sorgo, arroz y haba.

El presupuesto recibido de la fuente de financiamiento 11 (Ingresos corrientes) fue de Q. 32,850,000.

Es preciso destacar que a pesar de la crisis sanitaria, por la entrada al país de la pandemia del Covid-19 (Coronavirus), el ICTA hizo esfuerzos por cumplir con los resultados del POA 2020.

# Contenido

	Página
1. Resultados y avances en investigación, validación y transferencia de tecnología agrícola.....	1
1.1. Cultivo de maíz.....	1
1.1.1 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo mancha de asfalto. ....	1
1.1.2 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo del achaparramiento (Dalbulus midais De Long & Wolcott) .....	2
1.1.3 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia a Curvularia spp. ....	3
1.1.4 Mejoramiento genético del cultivo de maíz con alta calidad proteínica y alto contenido de micronutrientes.....	4
1.1.5 Fitomejoramiento participativo de maíces nativos del Altiplano de Guatemala.....	5
1.1.6 Bioreguladores de estrés hídrico: Efecto en el cultivo de maíz en el oriente de Guatemala.....	7
1.1.7 Indicadores biológicos de calidad del suelo en el sistema maíz-abonos verdes .....	8
1.1.8 Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de diferentes niveles de macro nutrientes NPK, en la cuenca del lago de Atitlán, Sololá.....	9
1.1.9 Validación de dos genotipos de maíz de grano amarillo con tolerancia a mancha de asfalto ICTA HA-01 <sup>TMA</sup> e ICTA HA-02 <sup>TMA</sup> en el trópico bajo de Guatemala.....	10
1.1.10 Validación de los genotipos de maíz grano blanco ICTA BIOZn-01 <sup>TMA</sup> e ICTA BIOZn-02 <sup>TMA</sup> con tolerancia a Mancha de Asfalto.....	11
1.2. Cultivo de frijol.....	12
1.2.1 Selección asistida con marcadores moleculares ligados a genes de resistencia a enfermedades en frijol.....	12
1.2.2 Mejoramiento genético .....	13
1.2.3 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para resistencia a antracosis.. ..	13
1.2.4 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para resistencia al daño ocasionado por gorgojos de almacenamiento.....	14
1.2.5 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para tolerancia al estrés por sequía .....	15

1.2.6	Diagnóstico del comportamiento del saltahojas ( <i>Empoasca kraemeri</i> ) en el frijol común en el Altiplano Central de Guatemala.....	16
1.2.7	Renovación y mantenimiento del inventario de aislamientos patogénicos y microorganismos biológicos .....	17
1.2.8	Aceptabilidad de la variedad de frijol negro ICTA Patriarca en el oriente de Guatemala.....	19
1.2.9	Evaluación de líneas avanzadas de frijol negro con resistencia a virus del mosaico dorado amarillo, buen potencial de rendimiento y alto contenido de hierro . .....	20
1.3.	Cultivo de arroz .....	21
1.3.1	Selección de variedades de arroz aptas para cultivarse bajo sistema de riego .....	21
1.3.2	Validación de la línea avanzada de arroz IG 2671 .....	22
1.3.3	Instrucción y difusión de tecnología en el cultivo de arroz bajo sistema de riego .....	23
1.4.	Cultivo de sorgo .....	25
1.4.1	Validación de la línea avanzada de sorgo ICTA Blanco en el oriente, norte y sur de Guatemala .....	25
1.5.	Cultivo de papa .....	26
1.5.1	Desarrollo de una variedad de papa con alto contenido de hierro, zinc y vitamina C para el fortalecimiento de la dieta nutricional de la población guatemalteca.....	26
1.5.2	Protocolo para el aislamiento in vitro de <i>Phytophthora infestans</i> , causante de tizón tardío en papa.....	27
1.5.3	Resistencia al tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> ) en clones de papa bajo condiciones controladas .....	28
1.5.4	Micropropagación de variedades y genotipos de papa con fines de investigación y producción de semilla .....	29
1.5.5	Validación de la variedad de papa Defender en tres departamentos del occidente .....	30
1.6.	Cultivo de camote.....	31
1.6.1	Determinación de la época de cosecha de variedades y líneas avanzadas de camote biofortificado con betacarotenos .....	31
1.7.	Cultivo de chile cahabonero .....	32
1.7.1	Determinación del agente causal de la marchitez del chile cahabonero ( <i>Capsicum annum</i> L.) y control biológico inoculativo utilizando diferentes cepas de <i>Trichoderma spp.</i> .....	32

1.8.	Cultivo de loroco.....	33
1.8.1	Regeneración de cultivares de loroco ( <i>Fernaldia pandurata</i> Woodson) con alto potencial de rendimiento en el oriente de Guatemala.....	33
1.9.	Disciplina de recursos genéticos .....	34
1.9.1	Banco de germoplasma.....	34
1.10.	Disciplina de biotecnología.....	35
1.10.1	<b>Conservación y regeneración <i>in vitro</i> de germoplasma de hortalizas en el laboratorio de biotecnología en el centro regional de investigación el altiplano occidental</b> .....	35
1.10.2	<b>Conservación <i>in vitro</i> de germoplasma de hortalizas en el laboratorio de biotecnología en oficinas centrales del ICTA en Bárcena, Villa Nueva</b> .....	36
1.11.	Disciplina de suelos y agua.....	37
1.11.1	<b>Servicio de análisis físico químico de suelos y plantas en el laboratorio del ICTA</b> .....	37
1.12.	Disciplina de tecnología de alimentos .....	38
1.12.1	<b>Desarrollo de tecnología en alimentos</b> .....	38
1.13.	Disciplina de tecnología y producción de semillas .....	40
1.13.1	Planta de acondicionamiento de semillas.....	40
1.14.	Disciplina de divulgación.....	41
1.14.1	Divulgación y promoción de publicaciones agrotecnológicas e imagen institucional.....	41
2.	Actividades destacadas.....	43
2.1	La cosecha exitosa de camote biofortificado .....	43
2.2	Autoridades del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación visitan las instalaciones del ICTA-Quetzaltenango.....	44
2.3	ICTA participa en feria de la productividad rural de Quetzaltenango.....	45
2.4	CIAT apoya actividades de investigación en el cultivo de frijol.....	45
2.5	ICTA entrega semilla de maíz al MAGA .....	46
2.6	Familias afectadas por lluvias en Baja Verapaz se benefician con semillas mejoradas del ICTA.....	47
2.7	Niños aprenden a cultivar camote biofortificado en huerto escolar .....	48
2.8	Corea del Sur apoya la investigación en el cultivo de frijol para generar variedades tolerantes a sequía para Guatemala.....	49
2.9	Familias de Baja Verapaz se unen a la lucha contra la desnutrición.....	49

2.10	Conservación y aprovechamiento de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias .....	50
2.11	ICTA inaugura subcentro regional de investigación en Petén con apoyo del MAGA.....	51
2.12	Autoridades supervisan proyectos de investigación del POA.....	52
2.13	Promoción de camote biofortificado .....	53
2.14	Mujeres emprendedoras siembran camote biofortificado y yuca a través de SOSEP.....	54
2.15	ICTA en el foro virtual “Retos del Desarrollo de la Investigación Agropecuaria en Guatemala” .....	55
2.16	Gerente General se reúne con la comisión de agricultura para presentar proyecto de presupuesto 2021 .....	56
2.17	Promoción de cultivos biofortificados en el oriente de Guatemala .....	57
2.18	Productores conocen nueva variedad de arroz en día de campo en la costa sur .....	58
2.19	Programa CRIA fortalece la investigación del ICTA con donación de espectrofotómetro .....	58
2.20	Día de campo en cultivo de camote biofortificado .....	59
2.21	Equipo del programa de investigación en maíz entrega semilla genética .. .....	60
2.22	Fortalecen infraestructura de centros regionales de investigación .....	61
2.23	Tercera cumbre ALLBIOTECH 2021 .....	61
2.24	Presentación de resultados del Plan Operativo 2020.....	62
3.	Alianzas estratégicas.....	63
3.1	Carta de entendimiento entre Catholic Relief Services (USCCB), el ICTA y la Fundación para la Innovación Tecnológica, Agropecuaria y Forestal (FUNDIT) . .....	63
3.2	Acuerdo de colaboración entre Social Innovation Cluster For Change (SIC4CHANGE).....	63
4.	Participación de personal en eventos.....	64
5.	Ejecución financiera .....	64
6.	Publicaciones agrotecnológicas .....	65

# 1. Resultados y avances en investigación, validación y transferencia de tecnología agrícola

## 1.1. Cultivo de maíz

### 1.1.1 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo mancha de asfalto.

El objetivo de la presente investigación fue seleccionar genotipos con alto nivel de resistencia al Complejo Mancha de Asfalto (CMA), buen potencial de rendimiento y buenas características agronómicas. En la localidad de San Jerónimo, Baja Verapaz, se realizó la formación de población segregante ( $F_2$ ) de la cruce ICTA B-7<sup>TS</sup>/GTB 13-18 en un lote aislado. Además, considerando que la variedad ICTA B-7<sup>TS</sup>, tiene excelentes características, pero es susceptible a CMA, se realizó el primer ciclo de retrocruzamientos ( $BC_1$ ), cruzando la variedad ICTA B-7<sup>TS</sup> comercial con las 53 familias  $F_1$  generadas en 2019. Asimismo, se evaluaron 97 híbridos de maíz de grano blanco y 15 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. Los ensayos se sembraron utilizando diseños Alpha Látice.

Como resultado se cosecharon 297 mazorcas (familias  $F_2$ ), provenientes de la cruce ICTA B-7<sup>TS</sup>/GTB 13-18, estas familias serán evaluadas durante el 2021,

con el fin que a mediano plazo se genere la primera variedad de polinización libre de maíz con alto nivel de resistencia al CMA. Además, se cosecharon 81 familias de la primera generación de retrocruzamientos “ $BC_1$ ” (ICTA B7<sup>TS</sup>/ICTA B-7<sup>TS</sup>/GTB 13-18), estas familias se evaluarán durante el 2021, con la finalidad de seleccionar aquellos genotipos que presenten resistencia al CMA, esta fracción superior se retrocruzarán de nuevo, para obtener el  $BC_2$ , dicho proceso se repetirá hasta obtener el  $BC_7$ , y con ello a mediano plazo se generará una nueva versión de la variedad ICTA B-7<sup>TS</sup> con resistencia al CMA. También, se seleccionaron 45 híbridos de grano blanco con alto nivel de resistencia a CMA, con calificaciones de 1 y 1.5 en la escala del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) (donde 1= ausencia de síntomas y 5= una infección muy severa), además, se seleccionaron 2 híbridos de grano amarillo con buen nivel de resistencia a CMA con calificaciones de 2 y 2.5. Los híbridos blancos obtuvieron rendimientos desde los 4,275 hasta los 6,718 kg/ha, mientras que los híbridos amarillos reportaron rendimientos de 5,125 y 5,715 kg/ha.



Híbrido de maíz con alto nivel de resistencia a CMA versus genotipo susceptible, ICTA San Jerónimo, Baja Verapaz.

### **1.1.2 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo del achaparramiento (*Dalbulus midais* De Long & Wolcott)**

El objetivo fue seleccionar genotipos de maíz, que combinaran un alto nivel de resistencia al complejo del achaparramiento, buen potencial de rendimiento y buenas características agronómicas. En la localidad de San José La Máquina, Suchitepéquez, se evaluaron 97 híbridos de maíz de grano blanco y 52 híbridos de grano amarillo, los ensayos se sembraron en diseños Alpha Látice.

Como resultado se seleccionaron 4 híbridos de grano blanco con porcentaje de daño menor al 20 %, siendo el testigo

comercial ICTA HB-83, el cultivar que mayor porcentaje de daño sufrió debido al complejo del achaparramiento, con un 64 % reportado. Los rendimientos alcanzados por los híbridos con alto nivel de resistencia al complejo del achaparramiento oscilaron entre los 3,877 y 5,351 kg/ha. En cuanto a los híbridos de maíz de grano amarillo, se seleccionaron 9 híbridos con porcentaje de daño menor a 20 %, reportándose daños de hasta 72 % en cultivares susceptibles. Los rendimientos obtenidos para los híbridos con alto nivel de resistencia al complejo del achaparramiento oscilaron entre los 4,061 y 7,683 kg/ha.



A. Enanismo arbustivo del maíz, transmitido por *Dalbulus maidis*. B. Híbridos con alto nivel de resistencia al complejo del achaparramiento, ICTA San José La Máquina, Suchitepéquez.

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

En el 2011 se realizó la detección de marcadores microsatélites asociados con la resistencia a *Curvularia pallescens* (Boeding) en maíz. Los resultados obtenidos muestran una asociación entre el locus Bnlg439 y la resistencia *C. pallescens*, adicionalmente este marcador presentó el valor más alto en especificidad con un 76 % y también el mayor valor predictivo positivo con 85 %. Con base en estos resultados es posible sugerir el uso de este marcador en programas de mejoramiento genético (Fernández *et al.*, 2011). El objetivo fue seleccionar genotipos de maíz, que combinaran un alto nivel de resistencia a la mancha foliar ocasionada por *Curvularia* sp., buen potencial de rendimiento y buenas características agronómicas. En la

localidad de Cuyuta, Masagua, Escuintla, se evaluaron 83 híbridos de maíz de grano blanco y 37 híbridos de grano amarillo, los ensayos se sembraron en diseños Alpha Láctice. Como resultado se seleccionaron 6 híbridos de maíz de grano blanco, con buen nivel de resistencia a *Curvularia* sp., con calificaciones de 2 en la escala del CIMMYT (donde 1= ausencia de síntomas y 5= una infección muy severa), además, se seleccionaron 2 híbridos de grano amarillo con buen nivel de resistencia a *Curvularia* sp., con calificaciones de 2. Los híbridos blancos obtuvieron rendimientos desde los 4,001 hasta los 4,908 kg/ha, mientras que los híbridos amarillos reportaron rendimientos de 3,535 y 3,673 kg/ha.



A. Daños ocasionados por *Curvularia spp.* B. Híbridos con alto nivel de resistencia a *Curvularia spp.* ICTA Cuyuta, Masagua, Escuintla.

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

En la localidad de San Jerónimo, Baja Verapaz, se realizaron “Top Cross”, utilizando para ello dos variedades comerciales: ICTA Compuesto Blanco e ICTA V-301, que fueron cruzadas con la línea endogámica GTBQZN 3-19, portadora del gen Opaco-2, que además, contiene 43 ppm de zinc, esta línea fue identificada por el programa de maíz del ICTA durante el 2018. La finalidad es generar y desarrollar dos variedades de maíz con alta calidad de proteína y alto contenido de zinc, utilizando para ello la técnica de retrocruzamientos. Dichas variedades se desarrollarán para las localidades del altiplano central y occidental de Guatemala, en donde se tienen los mayores índices de prevalencia

de desnutrición y para las cuales, aún no se tienen cultivares de maíz biofortificado.

También en las localidades de San Jerónimo, Baja Verapaz; Cuyuta, Masagua, Escuintla y San José La Máquina, Suchitepéquez, se evaluaron 38 híbridos de maíz de grano blanco con alta calidad de proteína y alto contenido de zinc. Como resultado se cosecharon 30 familias F<sub>1</sub> (mazorcas), las cuales se avanzarán de generación durante el 2021, con el objetivo de identificar las familias que sean portadoras del gen Opaco-2, esta fracción superior se retrocruzarán para obtener el primer ciclo de retrocruzamiento (BC<sub>1</sub>), dicho proceso se repetirá hasta obtener el BC<sub>7</sub>, con ello a mediano plazo se generarán dos nuevas variedades de

maíz con alta calidad de proteína y alto contenido de zinc. Por otro lado, se seleccionaron 13 híbridos de maíz de grano blanco con rendimientos superiores

al testigo comercial biofortificado ICTA HB-18<sup>ACP+ZN</sup>, con rendimientos desde los 4,224 hasta 4,914 kg/ha.



Izquierda: Formación de cruza ICTA Compuesto Blanco e ICTA V-301 por la Línea GTBQNZ 3-19. Derecha: Familias F1 GTBQZN 3-19/ICTA V-301, ICTA San Jerónimo, Baja Verapaz.

### 1.1.5 Fitomejoramiento participativo de maíces nativos del Altiplano de Guatemala

El Fitomejoramiento Participativo (FP) es una técnica de mejoramiento genético que se utiliza para el desarrollo de germoplasma que incluye: el mejoramiento de plantas y la selección varietal pero de manera participativa (fitomejorador y agricultor) (Moreno, Puldón & Ríos, 2009). A través del 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 (1401 a 2000 msnm) y del altiplano occidental (> 2000 msnm), siendo estas principalmente: rendimiento de grano, altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, precocidad, tipo y color de grano, etc. En el altiplano central el FP se

realizó en localidades del municipio de San Bartolomé Jocotenango, Quiché y del municipio de Santa Cruz Balanyá, Chimaltenango. En el altiplano occidental el FP se realizó en localidades de los municipios de San Cristóbal, San Francisco el Alto y Momostenango, Totonicapán.

En el 2013-2019, se realizaron tres ciclos de fitomejoramiento participativo a 4 variedades nativas del altiplano central de Guatemala, siendo dos de grano blanco: “Las Cuevas” y “Chimazat” y dos de grano amarillo: “Cucul” y “Cimientos”. De la misma manera se realizaron tres ciclos de FP a 7 variedades nativas del altiplano occidental de Guatemala, siendo tres de

grano blanco: “Nueva Candelaria”; “Patachaj” y “San Antonio” y cuatro de grano amarillo: “Nueva Candelaria”; “Patachaj”; “San Antonio” y “San Vicente”. Para cada ciclo de FP se obtuvo una variedad experimental, completando al final del proceso 3 variedades experimentales por cada una de las variedades nativas.

En el 2020, fueron conducidos 55 ensayos en las localidades del altiplano central y occidental de Guatemala, las variedades experimentales generadas, se evaluaron de forma participativa utilizando diseños de bloques completos al azar con cinco repeticiones y cuatro tratamientos (tres variedades experimentales más la

población base sin mejoramiento). Las variables evaluadas por los productores en cuatro fases del cultivo fueron: rendimiento de grano, altura de planta y mazorca, vigor de la planta y tipo y color de grano. Como resultado del proceso de FP, los agricultores de las distintas localidades, seleccionaron las variedades con mejores características agronómicas, siendo de manera general, las versiones experimentales correspondientes al ciclo 2 y 3 de mejoramiento y que luego de realizar el análisis estadístico, también fueron las mejores variedades en cuanto a rendimiento de grano. Las variedades seleccionadas en cada localidad fueron puestas a disposición de los agricultores durante este año.



momento de la cosecha en las comunidades de Patachaj y Nueva Candelaria, San Cristóbal, Totonicapán.

### 1.1.6 Bioreguladores de estrés hídrico: Efecto en el cultivo de maíz en el oriente de Guatemala

El objetivo fue identificar poblaciones microbianas del suelo y establecer su efecto en la tolerancia al estrés hídrico causado por sequía, en el cultivo de maíz. Se recolectaron muestras de suelo y de raíz en parcelas de maíz del Oriente de Guatemala. Además, se colectaron muestras de raíces de árboles cercanos a las parcelas muestreadas para realizar una identificación en laboratorio sobre las unidades formadoras de colonias de mesófilos aerobios, solubilizadores de P y K, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas sp.* También se estableció un ensayo donde se evaluó el efecto de cepas comerciales de microorganismos del suelo, respecto al

desarrollo del maíz y su tolerancia al estrés hídrico. Se analizaron la altura de planta, diámetro del tallo, área de la hoja, peso fresco y seco de la parte aérea, peso de raíz y los  $\text{mm/cm}^2$  de clorofila.

Los microorganismos identificados que tuvieron mayor presencia en el cultivo fueron los mesófilos aerobios. Además, se observó que *B. thuringiensis* y micorrizas en las cepas comerciales, tuvieron un efecto positivo en el desarrollo de las plantas, aunque no existió diferencias significativas sobre la tolerancia al estrés hídrico, con ningún microorganismo inoculado.



Fase de extracción de muestras biológicas de raíz y suelo, en el oriente de Guatemala.



Fase de la investigación, establecimiento de ensayo en invernadero.

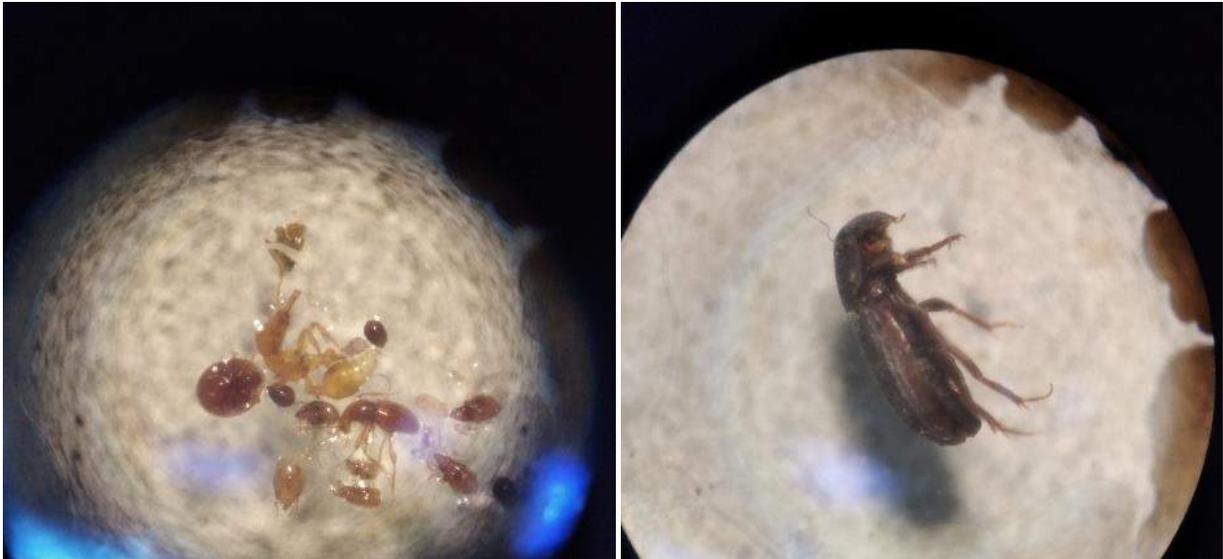
### 1.1.7 Indicadores biológicos de calidad del suelo en el sistema maíz-abonos verdes

El objetivo fue determinar el efecto de la incorporación al suelo de mucuna cultivada en asocio con maíz, sobre las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, indicadores de su calidad. Se tomaron muestras de suelo provenientes de campos donde existieron previamente experimentos que incluían cultivo de maíz y mucuna posteriormente incorporada, así como en lotes cercanos con maíz, pero sin leguminosa biomasa. Las muestras provenían de parcelas de agricultores de Panzós, Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz e Ixcán, Quiché. Se analizaron las propiedades químicas del suelo y su textura, en el laboratorio de suelos del ICTA. Se analizó también el carbono de la microbiana, la respiración de la masa

microbiana del suelo, el cociente metabólico y microbiano, y el número de individuos y órdenes de la meso fauna del suelo, como indicadores de calidad del suelo. Se determinó que la biomasa microbiana del suelo y la respiración del suelo o flujo de CO<sub>2</sub> fueron mayores en parcelas donde se incorporó la mucuna. Así mismo, los otros indicadores reflejaron un mejor estado de actividad microbiana (cociente metabólico) y una mayor contribución microbiana al contenido de materia orgánica del suelo (cociente microbiano). No se observaron cambios importantes en los indicadores químicos del suelo, lo que se atribuye a que la mineralización de la materia orgánica no es inmediata.



Estimación de la respiración del suelo



Contabilización de individuos y determinación de órdenes de mesofauna del suelo.

### **1.1.8 Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de diferentes niveles de macro nutrientes NPK, en la cuenca del lago de Atitlán, Sololá**

En esta investigación se determinó que la mayor erosión de suelos en la cuenca del lago de Atitlán, ocurre cuando se cultiva maíz en monocultivo. Dicho problema aunado al uso de altas dosis de fertilizante químico, principalmente fosforado, preocupan a las autoridades encargadas de velar por la conservación del lago de Atitlán, el cual está siendo invadido por plantas acuáticas y cianobacterias, que deterioran la calidad del agua y el paisaje del lago. Por esta razón, Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y su Entorno (AMSCLAE) e ICTA colaboraron para determinar los niveles de fertilización para el cultivo de maíz, que incidan directamente sobre el rendimiento del

cultivo y que sean bajos en fósforo (P). Los estudios se realizaron durante 3 años, en donde se evaluaron diferentes programas de fertilización química más combinaciones con abono orgánico y enmiendas de cal. Se encontraron tres programas que se recomiendan para el cultivo de maíz en el área de estudio: dos con bajo contenido de P (105 N-17 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-105 K<sub>2</sub>O-1000 mat.org.-500 cal y 75 N-40 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -40 K<sub>2</sub>O -0 mat. Org.-500 cal) para la producción de maíz en suelos que presentan contenidos adecuados de nutrientes incluyendo P y, un tercero (110 N-110 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0 K<sub>2</sub>O-0 mat.org.-0 cal), recomendado únicamente cuando los suelo presenten bajos contenidos de P.

### 1.1.9 Validación de dos genotipos de maíz de grano amarillo con tolerancia a mancha de asfalto ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup> en el trópico bajo de Guatemala

Con el objetivo de validar los genotipos de maíz híbrido ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup> con características de resistencia o tolerancia al complejo de mancha de asfalto. El estudio se realizó en 14 localidades de Huehuetenango, 9 localidades en el oriente, y en la parte norte de Guatemala.

En Huehuetenango se concluyó que los genotipos ICTA HA-01<sup>TMA</sup> e ICTA HA-02<sup>TMA</sup> superaron en rendimiento al testigo del agricultor en 2107 kg/ha y 2550 kg/ha respectivamente. No se manifestó presencia del complejo de mancha de asfalto. El genotipo HA-02<sup>TMA</sup> fue preferido entre los agricultores, por su rendimiento y tonalidad de color grano amarillo. Se recomienda evaluar bajo presión de inóculo la tolerancia de los genotipos a mancha de asfalto.

En el Oriente de Guatemala los rendimientos no fueron estadísticamente

superiores a los híbridos comparadores, pero se alcanzaron niveles cercanos al potencial de los híbridos bajo condiciones experimentales.

El híbrido ICTA HA-02<sup>TMA</sup>, con rendimiento promedio de 3,415 kg/ha fue el preferido por los productores de maíz amarillo, además del rendimiento, por el color uniforme del grano y por la apariencia de la mazorca.

En la región Norte de Guatemala el híbrido de maíz ICTA HA-02, mostró mejor promedio de rendimiento de grano con 3,703 kg/ha, superando a los híbridos del agricultor, que obtuvieron una media de rendimiento de 2,388 kg/ha. El híbrido de maíz ICTA HA-02, presentó opinión favorable entre los agricultores, principalmente por su forma de mazorca, color intenso de grano y rendimiento superior a ICTA HA-01 y testigo del agricultor.



### 1.1.10 Validación de los genotipos de maíz grano blanco ICTA BIOZn-01<sup>TMA</sup> e ICTA BIOZn-02<sup>TMA</sup> con tolerancia a Mancha de Asfalto

Este estudio se realizó con el objetivo de validar los genotipos de maíz de grano blanco de los híbridos ICTA BIOZn-01<sup>TMA</sup> e ICTA BIOZn-02<sup>TMA</sup> con tolerancia a mancha de asfalto y mayor contenido de zinc. El estudio se realizó en 16 localidades de Huehuetenango, 6 localidades en el oriente y 2 en la región norte de Guatemala.

En Huehuetenango se concluyó que bajo condiciones de baja precipitación pluvial el híbrido ICTA BIOZn-01<sup>TMA</sup> con rendimiento de 5,736 kg/ha, superó a ICTA BIOZn-02<sup>TMA</sup> que obtuvo 2,417 kg/ha, y a los testigos de los agricultores con 3,319 kg/ha. ICTA BIOZn-01<sup>TMA</sup> posee mayor pre aceptabilidad entre los agricultores por su

En la región del norte el híbrido de maíz ICTA BioZn-01<sup>TMA</sup>, mostró mejor promedio de rendimiento de grano con 4,000 kg/ha, superando a los híbridos del agricultor, que obtuvieron rendimiento de 2,746 kg/ha. En la región Norte el híbrido de maíz ICTA

forma de mazorca, tamaño de grano y rendimiento. Es importante destacar que no se manifestó presencia del complejo de mancha de asfalto, en las localidades bajo estudio en Huehuetenango.

En la región del oriente, como resultado se obtuvo que los rendimientos de estos híbridos experimentales no son estadísticamente superiores a los híbridos utilizados como comparadores. Los agricultores mostraron mayor preferencia por el híbrido ICTA BioZn-02<sup>TMA</sup> ya que mostró resistencia a la mancha de asfalto en las localidades donde se tuvo la presencia de este complejo de hongos que producen la enfermedad.

BioZn-01, tuvo una opinión favorable entre los agricultores, por su forma de mazorca, tamaño de grano y rendimiento superior a los genotipos ICTA BIOZN-02<sup>ACP+Zn</sup> y testigo del agricultor.



Cosecha de parcela de prueba en La Tinta Alta Verapaz

## 1.2. Cultivo de frijol

### 1.2.1 Selección asistida con marcadores moleculares ligados a genes de resistencia a enfermedades en frijol

El objetivo de esta investigación fue identificar genotipos que presenten los marcadores positivos para alguno de los genes de resistencia a plagas y enfermedades de importancia en el cultivo. Se utilizaron marcadores tipo SCAR y STARP para identificar genes de resistencia a mancha angular (*phg-1* y *phg-2*), virus del mosaico común BCMV (*I* y *bc-3*), y virus del mosaico dorado amarillo BGYMV (*bgm-1* y *QTL*SW12). Se evaluó una línea avanzada de frijol para las zonas bajas de Guatemala (NSMC17524-12) para los genes de resistencia a BCMV; 80 líneas

F3 provenientes de cruzas del altiplano con las líneas G2333 y G10474 para resistencia a mancha angular y 95 líneas F2 provenientes de cruzas entre ICTA Ligero x rojo papa e ICTA Ligero x rojo de seda a las cuales se les diagnosticó para los genes de resistencia a BGYMV. Se concluyó que la línea NSMC17524-12 es positiva para el gen *I* del BCMV pero negativa para el gen *bc-3*. 37 de las 80 líneas F3 de frijol voluble son positivas para el gen *Phg-2* y 17 son positivas para el gen *Phg-1* de mancha angular. Una de ellas es positiva para ambos genes.



Detección de resistencia al virus del mosaico dorado amarillo en líneas de frijol.



Extracción de ADN de genotipos de frijol.

### 1.2.2 Mejoramiento genético para resistencia al virus del mosaico dorado amarillo del frijol

El objetivo de la investigación fue evaluar y seleccionar genotipos de frijol que combinaran resistencia al virus del mosaico dorado y adaptabilidad a las condiciones de las zonas bajas de Guatemala. En la localidad de El Progreso, Jutiapa, bajo presión natural de BGYMV, se evaluaron en viveros sin diseño experimental, genotipos de las generaciones filiales F<sub>2</sub> a F<sub>7</sub> y líneas avanzadas, con la finalidad de realizar

selección de plantas individuales y compuestos masales. Como resultado se seleccionaron 435 líneas en diferentes generaciones filiales (F<sub>2</sub> a F<sub>7</sub>) y 72 líneas avanzadas, todas con un buen nivel de resistencia a BGYMV, tolerancia a sequía, alto contenido de hierro y alto potencial de rendimiento. Las líneas avanzadas se evaluarán nuevamente durante el 2021, en un ensayo preliminar de rendimiento.



Genotipo de frijol común susceptible versus genotipo resistente a BGYMV.

### 1.2.3 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para resistencia a antracnosis

El objetivo fue evaluar y seleccionar genotipos de frijol que combinaran resistencia a antracnosis y adaptabilidad a las condiciones del altiplano central de Guatemala (1,500 a 2,000 msnm). En la estación experimental de Chimaltenango, se evaluaron 20 genotipos avanzados de frijol, provenientes de 34 selecciones individuales (vivero GEN), se realizaron inoculaciones artificiales con las razas de

antracnosis 556 y 585. La raza 585, es la más frecuente de la región del altiplano occidental de Guatemala, mientras que la raza 556, tiene la particularidad de afectar a las líneas diferenciales Perry Marrow y Kaboon, que poseen los genes de resistencia de origen andino Co-13 y Co-12. Se evaluaron 100 accesiones de frijol voluble, realizando inoculaciones artificiales con la raza 584 de antracnosis.

Como resultado de la investigación se identificaron tres líneas avanzadas con alto potencial de rendimiento (2,219 hasta 2,746 kg/ha en promedio), buena arquitectura y resistencia a las razas 556 y

585 de antracnosis. Se seleccionaron varios genotipos de frijol voluble con resistencia a la raza 584 de antracnosis, estos genotipos se utilizarán en viveros de cruzamientos futuros.



Líneas de frijol común inoculadas con las razas 556 y 585 de antracnosis.

#### **1.2.4 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para resistencia al daño ocasionado por gorgojos de almacenamiento**

El objetivo fue identificar fuentes de resistencia genética al daño ocasionado por el gorgojo mexicano del frijol (*Zabrotes subfasciatus*). En las localidades de San Jerónimo, Baja Verapaz y Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, se evaluaron 22 líneas avanzadas de frijol común, más tres testigos. Como resultado se identificó a la línea PR 1303-42, que presentó resistencia al daño ocasionado por *Z. subfasciatus* (Boheman 1833), mostrando un 12 % de daño a los 120 días después

de la infestación, esta línea será incluida dentro de ensayos de rendimiento posteriores y será utilizada en viveros de cruzamientos futuros. Se determinó en evaluaciones preliminares utilizando marcadores moleculares ligados a la resistencia del daño ocasionado por gorgojos de almacenamiento que 10 de las 22 líneas evaluadas tenían presencia del marcador, sin embargo, solamente la línea PR 1303-42, mostró poseer resistencia en los ensayos de campo.

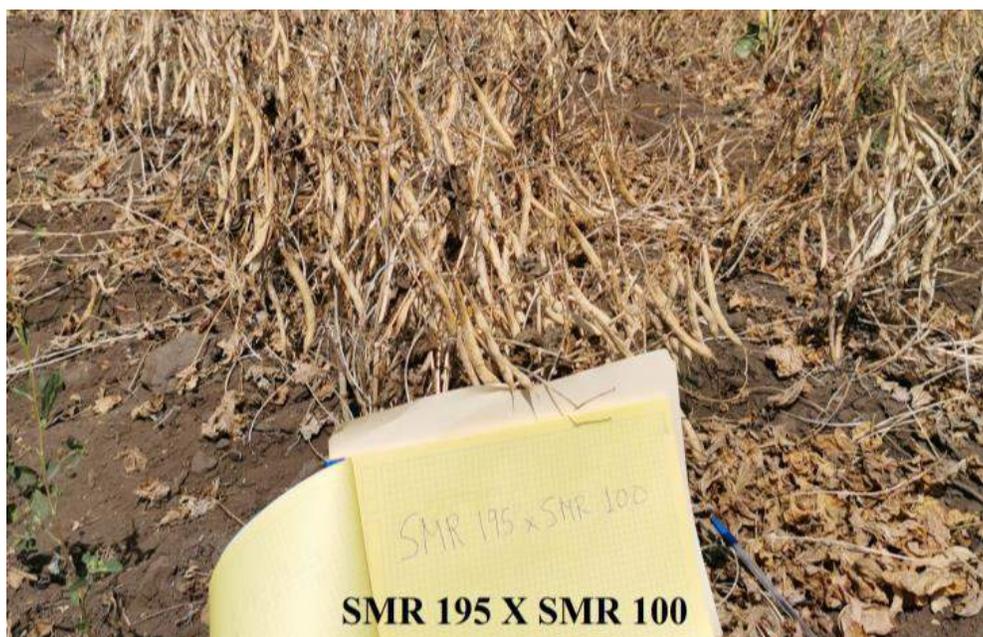


Frijol común infestado con gorgojos de almacenamiento.

### 1.2.5 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para tolerancia al estrés por sequía

El objetivo de la investigación fue evaluar la adaptación de genotipos de frijol y seleccionar aquellos que mostraran tolerancia al estrés por sequía. Durante el ciclo 2019-2020 (diciembre-febrero), en la localidad de Nueva Concepción, Escuintla, se realizó una evaluación de líneas avanzadas de frijol común. Como resultado se realizaron 465 selecciones individuales de 16 Poblaciones F<sub>2</sub> provenientes del

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Se seleccionaron 73 líneas de frijol común (64 de grano rojo y 9 de grano negro), con un buen nivel de tolerancia al estrés por sequía. Además, se identificaron del vivero CIAT\_Fe\_Sx\_2019, 7 líneas de grano negro que combinan un buen nivel de tolerancia a la sequía, pero además, poseen resistencia al virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BGYMV).



Líneas de frijol común con tolerancia al estrés por sequía.

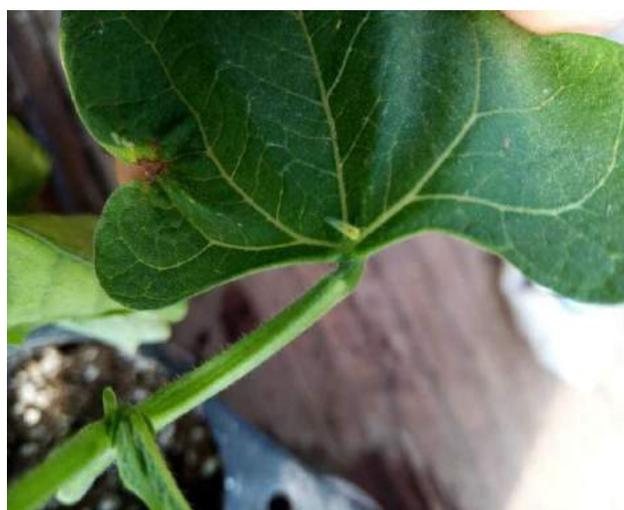
### 1.2.6 Diagnóstico del comportamiento del saltahojas (*Empoasca kraemeri*) en el frijol común en el Altiplano Central de Guatemala

El objetivo de esta investigación fue evaluar la dinámica poblacional y el efecto del saltahojas (*E. kraemeri*) en dos variedades de frijol (ICTA Hunapú e ICTA Superchiva). La investigación se desarrolló en el Centro Regional de Investigación del Altiplano Central, La Alameda, Chimaltenango, en los meses de julio a noviembre del 2020. A partir de los 15 días después de siembra (DDS) se realizaron muestreos semanales. Para la evaluación de adultos se utilizó una trampa fototóxica de 1m x 0.40m que se colocaba sobre las plantas; las ninfas se cuantificaron de forma directa sobre los trifolios, evaluando

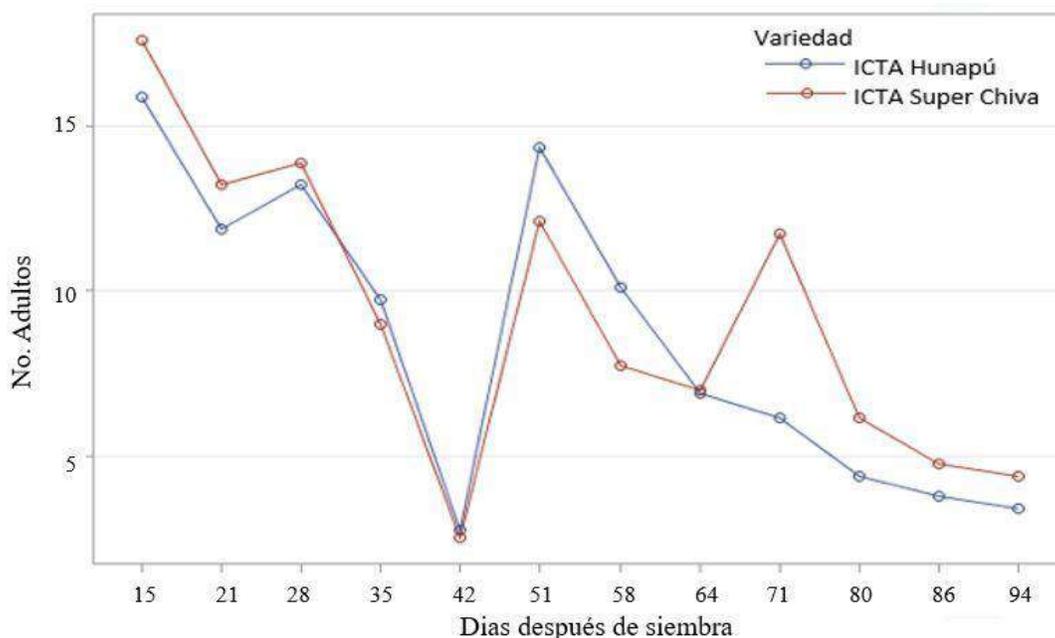
tres trifolios por planta de cada unidad experimental. La presencia de *E. kraemeri* fue mayor cuando las plantas estaban en floración. Los mayores niveles poblacionales de adultos de *E. kraemeri* se reportaron a los 14 y 52 DDS, la mayor cantidad de ninfas se reportó a los 86 DDS. Este insecto no demostró preferencia varietal y no se reportó daños en las plantas ocasionados por *E. kraemeri*. El rendimiento no fue afectado por la presencia de *E. kraemeri*; se reportó un rendimiento de 2,707 kg/ha y 1,575 kg/ha para ICTA Hunapú e ICTA Superchiva, respectivamente.



Trampa utilizada para la colecta de adultos de *E. kraemeri* en el cultivo de frijol



Ninfa de *E. kraemeri* en el cultivo de frijol. Laboratorio de Protección Vegetal, ICTA-Chimaltenango.



Comportamiento de adultos en el cultivo de frijol en el Centro Regional de Investigación del Altiplano Central, La Alameda, Chimaltenango

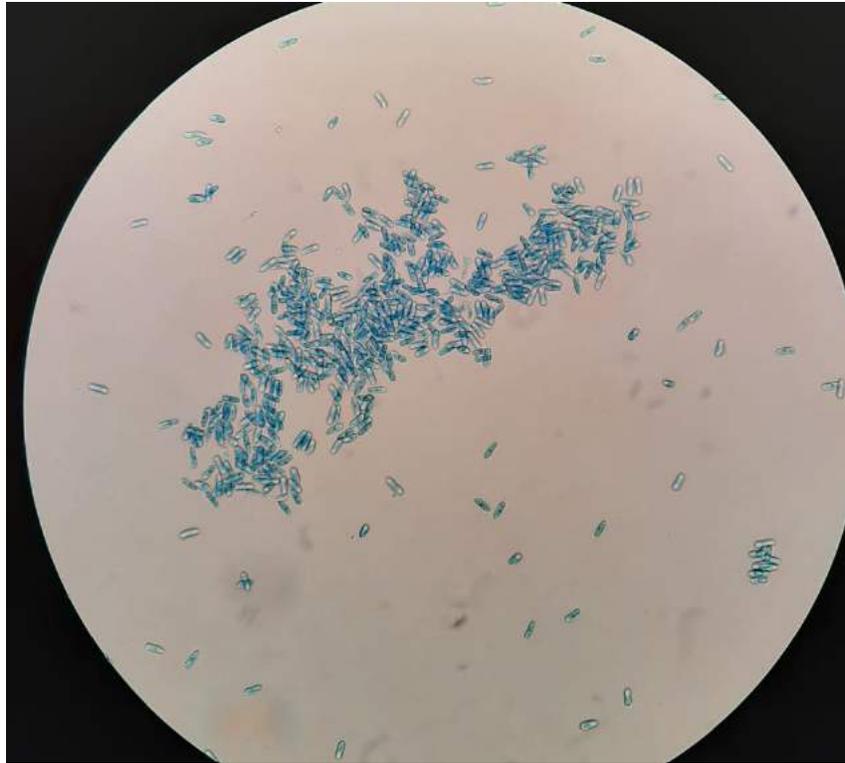
### 1.2.7 Renovación y mantenimiento del inventario de aislamientos patogénicos y microorganismos biológicos

Dentro de las enfermedades más comunes del frijol se encuentran la roya (*Uromyces appendiculatus*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) y virosis. En la disciplina de Protección Vegetal, durante el 2018-2019 se realizó la caracterización de razas de antracnosis. Las razas caracterizadas fueron conservadas en congelador a -20°C.

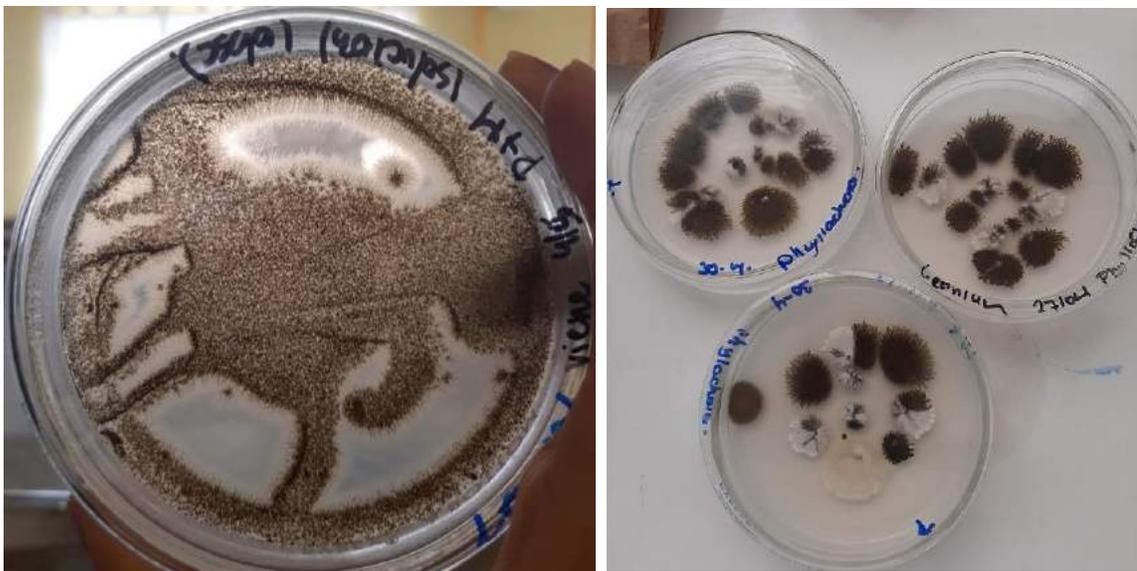
Se reactivaron los aislamientos conservados con el objetivo de mantener un banco de aislamientos de razas caracterizadas disponibles, para mantener

su vida útil y apoyar al programa de frijol con la evaluación de resistencia a *C. lindemuthianum* en diferentes líneas experimentales. La misma se ha realizado según el protocolo establecido por Pastor Corrales (1991) y CIAT, específicamente con las fases de reactivación, incremento, inoculación y conservación.

Además, se realizó la reactivación de aislamientos de roya del frijol, y pruebas para el incremento de *Monographella maydis*, uno de los patógenos causantes del Complejo de Mancha de Asfalto en maíz.



Conteo de esporas en 40x, para la preparación de inóculo de antracnosis del frijol.



Pruebas de desarrollo de *P. maydis* + *M. maydis* (CMA) en medio de cultivo, para producción de inóculo.

### 1.2.8 Aceptabilidad de la variedad de frijol negro ICTA Patriarca en el oriente de Guatemala

La disciplina de socioeconomía rural determinó el grado de aceptación de la variedad de frijol ICTA Patriarca. Considerando como población de estudio a los productores que establecieron parcelas de prueba en el oriente de Guatemala, así como participantes de escuelas de campo del proyecto “Frijol: Escuela de campo para agricultores productores de área de Chiquimula y Zacapa”. Se estimó el índice de aceptabilidad para determinar los factores que favorecen la integración de la tecnología al sistema productivo y la difusión que realizaron los productores de ICTA Patriarca a otros productores. La información se recolectó a través de

entrevistas semiestructuradas evaluando área de producción, opinión y comentarios positivos y negativos del productor respecto a la tecnología, así como métodos de difusión y cantidad de productores usuarios. Se concluyó que ICTA Patriarca tiene índice de aceptabilidad superior al comparador de Hildebran y Poey lo cual indica buena aceptación entre los productores. Por lo que se recomienda fomentar la difusión de ICTA Patriarca por medio del cooperativismo y comunicación entre productores, así como la identificación de actores fuente para facilitar la divulgación de las tecnologías.



Variedad de frijol ICTA Patriarca en Camotán, Chiquimula.



Desarrollo de la variedad de frijol ICTA Patriarca en Esquipulas, Chiquimula.

### 1.2.9 Evaluación de líneas avanzadas de frijol negro con resistencia a virus del mosaico dorado amarillo, buen potencial de rendimiento y alto contenido de hierro

La disciplina de validación y transferencia de tecnología condujo ensayos de finca en los departamentos de Jalapa y Jutiapa para determinar el comportamiento de cada una de las líneas en comparación con el testigo local Pecho Amarillo, susceptible al virus del mosaico dorado amarillo, ICTA Ligerito como testigo resistente e ICTA Chortí<sup>ACM</sup> como testigo para alto contenido de hierro (biofortificado).

Los ensayos se establecieron en los meses de agosto a diciembre. Se determinó que existe interacción entre los genotipos y los ambientes, además se comprobó que existieron diferencias significativas para la variable de rendimiento, formándose dos grupos, en el primero la línea ICTA 2019-5 presentó el rendimiento más alto con 1560 kg/ha, sin embargo fue estadísticamente igual a los testigos ICTA ligero, Pecho Amarillo e ICTA Chortí<sup>ACM</sup>.



Ensayo de líneas avanzadas de frijol arbustivo establecido en la localidad de El Jocote, Quesada, Jutiapa.

## 1.3. Cultivo de arroz

### 1.3.1 Selección de variedades de arroz aptas para cultivarse bajo sistema de riego

En los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez, Izabal y Alta Verapaz, se establecieron 5 ensayos preliminares de rendimiento, 3 ensayos en la época de invierno, de junio a noviembre de 2019, y 2 ensayos en la época de verano, de enero a mayo de 2020, bajo condiciones de riego. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de grano, vigor inicial de crecimiento, días a floración, altura de planta, acame, resistencia a enfermedades y contenido de zinc en el grano.

Como resultado se identificaron 19 líneas que fueron superiores en rendimiento de grano a los testigos comerciales, destacándose la línea IG 2697, la cual

reportó un rendimiento de grano de 7.63 t/ha. Para la resistencia a enfermedades, se determinaron bajos niveles de daño en las líneas de arroz evaluadas, reportándose calificaciones entre 1 y 5 en la escala de CIAT (1 a 3 genotipos con alta resistencia, 4 a 6 genotipos con resistencia intermedia, 7 a 9 genotipos susceptibles), siendo el escaldado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*) y el manchado del grano (complejo de hongos), las enfermedades de las cuales se tuvo mayor incidencia. Las líneas seleccionadas pasarán a la siguiente fase de evaluación a través de ensayos avanzados de rendimiento en fincas de productores de arroz de las distintas zonas arroceras del país.



Ensayo preliminar de rendimiento de líneas de arroz. ICTA-Cuyuta, Masagua, Escuintla.

### 1.3.2 Validación de la línea avanzada de arroz IG 2671

En el 2014 a través del proyecto HarvesPlus, se introdujo al programa de arroz un set de semillas de 90 líneas de arroz biofortificado de las cuáles se observaron líneas promisorias, seleccionando 12 líneas, las cuales se evaluaron en los años 2015 al 2017, con la finalidad de identificar y seleccionar las de mayor rendimiento, mejor comportamiento agronómico y mayor contenido de zinc. Como resultado de estos trabajos se seleccionaron 5 líneas avanzadas, las cuales se evaluaron a nivel nacional en el año 2018, en 7 ensayos de finca. Como resultado se recomendó validar en campo de productores, la línea avanzada de arroz IG 2671 por presentar buen potencial y estabilidad de rendimiento, resistencia a enfermedades, buenas características agronómicas y buena calidad molinera.



Parcela de prueba en la localidad de El Tempisque, Agua Blanca, Jutiapa.

En el 2019 se inició el proceso de validación de la línea IG 2671, para ello se establecieron 19 parcelas de prueba en localidades representativas de las regiones arroceras del oriente, sur y norte del país.

En el 2020 se continuó con la validación de esta línea de arroz IG 2671 en 20 localidades de los departamentos de Alta Verapaz, Petén, Chiquimula, Jutiapa, Izabal, San Marcos, Escuintla, Suchitupéquez y Retalhuleu. Como resultado se determinó que la línea IG 2671 presentó un rendimiento de 4.98 t/ha, superior a los testigos utilizados por los agricultores (4.14 t/ha) que condujeron las parcelas de prueba; además obtuvo buena aceptación de los productores. El contenido de zinc de la IG 2671 fue de 17.14 ppm el cual no fue superior al de los testigos. De acuerdo a los resultados, se recomienda liberar esta variedad de arroz.



Parcela de prueba establecida en la comunidad Palestina, Las Cruces, Petén.

### 1.3.3 Instrucción y difusión de tecnología en el cultivo de arroz bajo sistema de riego

Dentro de las actividades del proyecto KoLFACI, se realizaron 2 capacitaciones y 8 días de campo, estos eventos fueron dirigidos a extensionistas y promotores del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), investigadores de la disciplina de validación y transferencia de tecnología del ICTA, y productores de arroz de las diferentes zonas de producción del país (norte, oriente y sur). La tecnología transferida fue la variedad de arroz IG 2671 (ICTA Robusta), el manejo agronómico y el

manejo del agua en el cultivo de arroz bajo sistema de riego.

Como resultado de las actividades realizadas, se capacitaron a un total de 46 personas, entre extensionistas, promotores e investigadores. Los días de campo, fueron realizados en parcelas demostrativas y parcelas de prueba de la variedad de arroz IG 2671 y se tuvo la participación de 201 personas, en 8 eventos (ver tabla).



Día de campo en parcela prueba de la variedad de arroz IG 2671 (ICTA Robusta). Las Cruces, Petén.

## Días de campo en el cultivo de arroz

Fecha	Lugar	Participantes	Contenidos
29/10/2019	ICTA-La Máquina, Suchitepéquez	62 (Estudiantes de agronomía)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo agronómico del cultivo de arroz bajo sistema de riego, en las parcelas demostrativas.</li> <li>- Características de la variedad de arroz ICTA Robusta.</li> <li>- Evaluación de germoplasma de arroz.</li> </ul>
23/06/2020	Finca "La Isla", Cahaboncito, Panzós, Alta Verapaz	15 (Investigadores DVTT-ICTA y extensionistas del MAGA de Panzós y El Estor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivelación y adecuación de suelos.</li> <li>- Manejo agronómico del cultivo de arroz bajo sistema de riego.</li> <li>- Manejo del agua.</li> <li>- Características de la variedad de arroz ICTA Robusta.</li> </ul>
16/10/2020	Hacienda "La Isla", Pajapita, San Marcos	22 (Extensionistas del MAGA y productores de arroz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso de investigación del ICTA.</li> <li>- Manejo agronómico del cultivo de arroz.</li> <li>- Características de la variedad de arroz ICTA Robusta.</li> </ul>
21/10/2020	Panzós, Alta Verapaz	30 (Extensionistas del MAGA y productores de arroz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características de la variedad de arroz ICTA A-1.</li> <li>- Cosecha y rendimiento de la variedad de arroz ICTA Robusta.</li> </ul>
28/10/2020	Comunidad La Técnica Agropecuaria, Las Cruces, Petén	30 (Extensionistas del MAGA y productores de arroz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características de la variedad de arroz ICTA Robusta.</li> </ul>
28/10/2020	Aldea Playitas, Panzós, Alta Verapaz	10 (Productores de arroz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características de la variedad de arroz ICTA Robusta.</li> </ul>
30/10/2020	Aldea El Amatillo, Ipala, Chiquimula	18 (Extensionistas del MAGA y productores de arroz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso de investigación del ICTA.</li> <li>- Manejo agronómico del cultivo de arroz.</li> <li>- Características de la variedad de arroz ICTA Robusta.</li> </ul>
17/11/2020	Aldea Palestina, Las Cruces, Petén	14 (Extensionistas y productores de arroz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo agronómico del cultivo de arroz.</li> <li>- Características de la variedad de arroz ICTA Robusta.</li> </ul>
<b>TOTAL</b>	<b>8 eventos</b>	<b>201 personas</b>	

## 1.4. Cultivo de sorgo

### 1.4.1 Validación de la línea avanzada de sorgo ICTA Blanco en el oriente, norte y sur de Guatemala

Durante el año 2020 se establecieron parcelas de prueba de sorgo ICTA Blanco con el objetivo de determinar su comportamiento agronómico y para conocer la opinión de los agricultores. Se establecieron 12 parcelas de sorgo ICTA Blanco en la región norte de Guatemala en el departamento de Baja Verapaz. En la región norte no hubo diferencias estadísticas significativas entre los rendimientos del sorgo ICTA Blanco y los sorgos utilizados como testigos presentando un rendimiento promedio de 2,283 kg/ha y 2,237 kg/ha respectivamente. Es importante mencionar que un aspecto muy importante para los agricultores, fue la precocidad que esta variedad presenta.

En el oriente se establecieron 6 parcelas de prueba en comunidades de Zacapa y Chiquimula, en la época de invierno de segunda (agosto-septiembre). El análisis estadístico indicó, que existieron

diferencias en los rendimientos obtenidos. El Sorgo ICTA Blanco con un rendimiento de 1,634 kg/ha superó a las variedades testigo que tuvieron una media de 1,142 kg/ha. Los agricultores colaboradores opinaron que la línea avanzada de sorgo ICTA Blanco, les gusta porque es de ciclo corto y se puede utilizar para hacer tortillas, situación que los ha motivado a volver a sembrar en el próximo ciclo.

En la costa sur se establecieron 2 parcelas en La Máquina, Suchitepéquez. Los rendimientos obtenidos fueron de 2,729 para el sorgo ICTA Blanco y 2,222 para los testigos utilizados. Los agricultores expresaron que la cualidad más importante de esta línea de sorgo es su ciclo vegetativo el cual comparado con los testigos fue precoz, por otro lado, la coloración del grano les pareció interesante, ya que, podría ser atractivo para el consumo humano.



Gira de campo parcela de sorgo ICTA Blanco, El Chol, Baja Verapaz.

## 1.5. Cultivo de papa

### 1.5.1 Desarrollo de una variedad de papa con alto contenido de hierro, zinc y vitamina C para el fortalecimiento de la dieta nutricional de la población guatemalteca

Los objetivos del estudio fueron identificar clones de papa que además de presentar el mejor rendimiento de tubérculos, también presenten un contenido de hierro, zinc y vitamina C superior al de la variedad sembrada por el agricultor. Así mismo, Identificar los clones con mejor potencial de comercialización y procesamiento para la elaboración de harinas. Se establecieron ensayos en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos Y Huehuetenango. Los análisis de laboratorio fueron realizados en el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. (INCAP) y la planta de Tecnología de Alimentos del ICTA en Chimaltenango, Guatemala. Se encontró diferencia significativa en el rendimiento comercial de tubérculos, así como en el contenido de hierro, zinc y vitamina C de los clones evaluada. Los clones B28 y B29 presentaron características de forma de tubérculo similares al de la variedad de

papa Loman y los genotipos B18, B23, B27 y B29 mostraron una tasa de conversión a harina superior al promedio. Los clones biofortificados con mayor potencial de rendimiento para Huehuetenango fueron B25 y B27, para San Marcos los clones B25 y B17 y en Quetzaltenango los clones B25, B27, B28 y B29. El clon de papa con contenido de zinc superior fue B18 con una concentración 54 % superior al testigo. El clon de papa con contenido de hierro superior fue B17, con una concentración 26 % superior al testigo. El clon de papa con contenido de vitamina C superior fue B1. Los clones con características superiores de rendimiento, contenido de micronutrientes y tasa de conversión materia fresca fueron seleccionados para conformar el grupo de clones avanzados de los cuales se seleccionarán las variedades biofortificadas de papa que serán liberadas en Guatemala.



Clon de papa ICTA B28 con alto contenido de hierro y zinc.

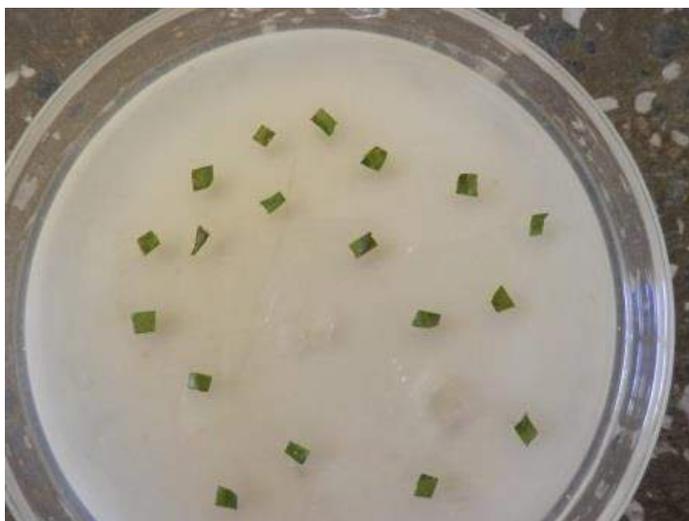


Cosecha de ensayo de clones biofortificados de papa en Ixcamal, San Marcos.

### 1.5.2 Protocolo para el aislamiento in vitro de *Phytophthora infestans*, causante de tizón tardío en papa

Entre los factores bióticos que afectan al cultivo de papa se encuentra el oomicete *Phytophthora infestans*, causante del tizón tardío. El objetivo del estudio fue establecer el protocolo de aislamiento de *P. infestans* en el laboratorio de protección vegetal de ICTA en Labor Ovalle para la producción de inóculo. Las colectas de muestras iniciaron en abril del 2020, se seleccionaron plantas con un mes de emergencia que presentaban síntomas de la enfermedad en folíolos del área media. Las muestras se colectaron en municipios de Quetzaltenango: Olinstepeque, San Martín Sacatepéquez y Palestina de los Altos. Para establecer el aislamiento in vitro de tejido enfermo, se realizaron cortes de 0.2 a 0.7 mm<sup>2</sup> y se colocaron en medio

corn-agar® con antibiótico. A los cinco días después de la siembra se realizaron subcultivos en dos medios de crecimiento [papa dextrosa agar (PDA) con antibiótico y medio V8 con antibiótico]. Hubo diferencia significativa (< 0.05) en el crecimiento radial de *P. infestans* en los dos medios evaluados. A los 7 días, se reporta un crecimiento de 4.06 mm en el medio PDA y de 1.38 mm en medio V8. Si el tamaño del tejido aislado tiene un rango superior a 0.5 mm<sup>2</sup>, el porcentaje de contaminación con bacteria endógena puede ser superior al 20 %. El medio adecuado para el sub-cultivo de los tres aislamientos de *P. infestans* en LPV-ICTA fue PDA con antibiótico.



Aislamiento de *P. infestans* de tejido de papa.



Crecimiento de micelio de *P. infestans* en explantes después de 5 días de siembra en Corn-Agar.

### 1.5.3 Resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en clones de papa bajo condiciones controladas

El objetivo del estudio fue determinar el nivel de resistencia de dos colecciones de papa a la presencia de *P. infestans*, bajo condiciones controladas. Se utilizaron 21 clones procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP), y como testigo comercial se utilizó la variedad Loman. La cepa de *P. infestans* utilizada en este estudio se colectó y aisló en el laboratorio de protección vegetal. La cepa fue inoculada en 8 folíolos de cada clon, colocando los folíolos en una cámara húmeda con un fotoperíodo de 12 horas. Tres días después de la inoculación se

midió el área infectada cada 24 horas. En total, se realizaron 5 lecturas para determinar el grado de severidad y calcular el área bajo la curva de la enfermedad. Los clones de papa con mayor índice de severidad fueron 103B-12, 106B-20, TG11, con el 100 %, 83 %, y 91 %, respectivamente. Los clones Defender, 104B-17 y TC9 presentaron menor severidad siendo de 44 %, 58 % y 63 %, respectivamente; el testigo Loman obtuvo un 94% de severidad. Ninguno de los clones mostró resistencia completa a la inoculación de *P. infestans*.



Infección de *P. infestans* en folíolos de papa después de 5 días de inoculación.

#### 1.5.4 Micropropagación de variedades y genotipos de papa con fines de investigación y producción de semilla

La técnica de cultivo de tejidos vegetales comprende un proceso mediante el cual, células, tejidos u órganos bajo condiciones estériles, en presencia de un medio de cultivo balanceado de nutrientes y reguladores del crecimiento, permite la producción de semillas limpias de especies de propagación asexual.

Los materiales vegetales certificados son generados mediante la aplicación de termoterapia y aislamiento de meristemas en combinación con la micropropagación, lo que constituye una importante alternativa para la producción de materiales de siembra de alta calidad.

El objetivo principal de este estudio fue, aplicar el cultivo de microesquejes a la

multiplicación *in vitro* de variedades y genotipos de papa con fines de investigación y producción de semilla en el laboratorio de biotecnología de ICTA (Labor Ovalle, Olintepeque, Quetzaltenango). Se trasplantaron y adaptaron a invernadero 7,000 plántulas de la variedad de papa Loman que fueron entregadas a la disciplina de semillas para la producción de tubérculo-semilla, y al programa de hortalizas se le entregaron, 2,400 plántulas de dos variedades y siete genotipos de papa, entre los que se encuentran variedades comerciales y accesiones de las colecciones de materiales provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP) para sus proyectos de investigación.



Micropropagación de papa variedad Loman y aclimatación de plántulas de papa para producción de semilla-tubérculo en invernadero.

### 1.5.5 Validación de la variedad de papa Defender en tres departamentos del occidente

Tomando en cuenta las características agronómicas de la variedad Defender, durante el 2020, se validó el rendimiento y adaptabilidad de la variedad en diferentes localidades de los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Totonicapán, a través del establecimiento de 12 parcelas de prueba de tecnología, comparada con la variedad de papa Loman. Las variables de respuesta fueron rendimiento de tubérculo en fresco, por calidades (primera, segunda y tercera), expresado en t/ha. Se determinó que el rendimiento para la categoría primera de papa, no presentó diferencia estadística significativa, la variedad Defender

obtuvo una media de rendimiento de 23.99 t/ha, produciendo solamente 3.12 t/ha más, que la variedad Loman utilizada como testigo. En la papa de segunda categoría, al igual que la de primera, no se presentó diferencia significativa en el rendimiento entre la variedad Defender comparada con Loman. En esta categoría la variedad Defender produjo 1.01 t/ha más que el testigo. El rendimiento de la variedad Defender fue superior, sin embargo no es estable, indicado por el Índice Ambiental del 1.05, por lo que se recomienda seguir validando la variedad económica para el cultivo de papa.



Cosecha de parcela de prueba de la variedad de papa Defender en San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango



Cosecha en Chuicabal, Momostenango, Totonicapán

## 1.6. Cultivo de camote

### 1.6.1 Determinación de la época de cosecha de variedades y líneas avanzadas de camote biofortificado con betacarotenos

El objetivo del trabajo fue determinar el tiempo óptimo para realizar la cosecha de las raíces reservantes de las 5 líneas avanzadas y las 3 variedades con que se cuentan, considerando el rendimiento y el tiempo a cocción.

Se establecieron 4 ensayos en: Jacaltenango, Huehuetenango; Chimaltenango; La Fragua, Zacapa y San Jerónimo, Baja Verapaz. La selección de muestras se realizó en 3 diferentes épocas: 4, 5 y 6 meses después de la siembra de esquejes. Los resultados obtenidos indican que si existe diferencia significativa en cuanto al rendimiento relacionado con el tiempo a cosecha, con un promedio de 19.77 t/ha,  $\pm$  1.24 t/ha, a los 5 y 6 meses después de la siembra. Asimismo, se determinó que cosechar a los 4 meses

después de la siembra se obtiene un rendimiento menor (13.14 t/ha,  $\pm$  1.22 t/ha).

Por otro lado, se determinó que la época a cosecha no influye en cuanto al tiempo de cocción ya que no demostró diferencia significativa. En conclusión, el rendimiento de raíces reservantes de los clones de camote biofortificado si depende de la época de cosecha. Las variedades ICTA Pacífico<sup>BC</sup>, ICTA Dorado<sup>BC</sup> e ICTA FB 2 presentaron el mayor rendimiento de raíces reservantes con un promedio de 26.08 t/ha. Al cosechar a los 5 y 6 meses después de la siembra se obtiene el mayor rendimiento de raíces reservantes (promedio 19.77 t/ha). El tiempo de cocción es independiente a la época de cosecha de 4 a 6 meses, siendo ésta igual o inferior a los 25 minutos.



Cosecha de camote biofortificado.

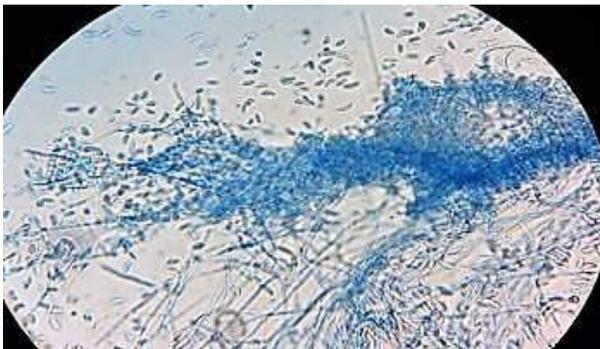
## 1.7. Cultivo de chile cahabonero

### 1.7.1 Determinación del agente causal de la marchitez del chile cahabonero (*Capsicum annum* L.) y control biológico inoculativo utilizando diferentes cepas de *Trichoderma* spp.

El cultivo de chile cahabonero representa una de las principales actividades económicas y agrícolas de la región de Alta Verapaz. Sin embargo, a partir del 2014 los agricultores indican una disminución progresiva de la producción por acción de la denominada “marchitez del chile cahabonero” llegando a un 100 % de pérdida de las plantas en ciertas localidades, lo que afecta directamente el desarrollo de la economía familiar del campesino.

El objetivo de este proyecto fue identificar al agente causal asociado a esta enfermedad, así como determinar el efecto de diferentes tratamientos de *Trichoderma* sobre el control de la enfermedad. Los resultados de laboratorio e invernadero han identificado a los patógenos *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp. como los

agentes causales asociados a ésta enfermedad, en donde el 80 % de las muestras mostró incidencia para *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp. en un 60 % de las mismas. Así mismo en el 40 % de las muestras se reportó la presencia de los 2 hongos. También, se determinó que las cepas de *Trichoderma*: Vista Volcanes<sup>®</sup>, Proselective<sup>®</sup> y MICSA<sup>®</sup> fueron superiores al testigo absoluto en cuanto a la sobrevivencia de las plantas y en cuanto al rendimiento obtenido en cada tratamiento. Por tal razón, se recomienda continuar evaluando las cepas superiores de *Trichoderma* en condiciones contrastantes de producción y bajo diferentes niveles de infección con la finalidad de identificar la cepa cuyo uso pueda recomendarse a los productores de chile cahabonero en esta región del país.



*Fusarium* spp. en chile cahabonero



*Rhizoctonia* spp. en chile cahabonero

## 1.8. Cultivo de loroco

### 1.8.1 Regeneración de cultivares de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson) con alto potencial de rendimiento en el oriente de Guatemala

En Guatemala, el cultivo de loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson) es prácticamente silvestre; sin embargo, por el aumento de la demanda de sus flores, los agricultores lo han venido domesticando desde hace aproximadamente 60 años, principalmente en el oriente del país. No obstante, según los productores de loroco, en dicha domesticación no se ha tenido en cuenta la homogenización de las plantaciones con un solo cultivar, básicamente porque las plántulas se compran en viveros en donde existe una mezcla de 2 hasta 3 cultivares. Por lo tanto, existe un impacto negativo en el rendimiento, ya que los cultivares difieren significativamente en la producción de flores, según algunos productores de la región oriental.

A través del diagnóstico realizado en la agrocadena del cultivo de loroco, en el marco del Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), durante el 2016 se determinó que en los departamentos de Zacapa y Chiquimula, los productores argumentan poseer 2 o más cultivares en una misma plantación. Por lo que fue necesario iniciar un proceso de regeneración de los cultivares de loroco, iniciando el estudio con la identificación, selección y multiplicación asexual de los cultivares de loroco en localidades representativas de los departamentos de Zacapa y Chiquimula con la finalidad de incrementar la producción de dicho cultivo para el beneficio de los productores de la región.

Se seleccionaron 6 plantaciones de loroco, representativas de las áreas de producción de Zacapa y Chiquimula. El trabajo inició en junio del 2019 con la selección de parcelas identificadas con 2 o más cultivares con alto potencial de rendimiento y finalmente se llevó a cabo la multiplicación asexual de los cultivares superiores.

Actualmente, en el Centro Regional de Investigación del Oriente (CIOR) ICTA, Estanzuela, Zacapa, hay un jardín clonal con 8 cultivares de loroco con alto potencial de rendimiento. Hasta el momento en el jardín clonal bajo condiciones ex situ no se han observado diferencias fenotípicas entre las colectas realizadas.

Se recomienda, continuar con el manejo del mencionado jardín, con la finalidad de propiciar el buen desarrollo de los cultivares e incitar la expresión de las características fenotípicas (producción de flores, principalmente). Realizar caracterizaciones agromorfológicas y genéticas de estos cultivares y otras muestras a nivel nacional, para identificar variabilidad genética que permita desarrollar un programa de mejoramiento del cultivo de loroco. El jardín clonal será utilizado como módulo referente para la difusión de resultados de investigación en actividades de mejoramiento genético, fertilización y manejo agronómico del cultivo, así como fuente de germoplasma superior y con uniformidad genética.



Selección de genotipos superiores de loroco.



Toma de datos cosecha de loroco

## 1.9. Disciplina de recursos genéticos

### 1.9.1 Banco de germoplasma

Guatemala es uno de los 8 centros mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas y fue catalogado en el 2010 como un país megadiverso ocupando el sitio No. 18 de 100 países con mayor diversidad. La estrategia *ex situ* implementada por el ICTA hace varios años para la conservación de los recursos fitogenéticos, ha sido por medio del banco de germoplasma.

El objetivo es conservar la diversidad genética de especies cultivadas y de parientes silvestres en Guatemala. Las estrategias implementadas para la conservación *ex situ* fueron: almacenamiento de semillas ortodoxas de especies de parientes silvestres y especies cultivadas en cámara fría a mediano plazo y la conservación de raíces, tubérculos, árboles frutales y plantas medicinales, aromáticas y condimentarias por medio de colecciones de campo.

Se realizaron actividades complementarias de regeneración de germoplasma de especies de frijoles y chiles. Como resultado se conservan 2,500 accesiones de semillas ortodoxas de los cultivos de maíz, frijol, chiles, cucúrbitas, amaranto, ajonjolí entre otros; también se conservan en las colecciones de campo 110 especies de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias, 15 genotipos de aguacate, 600 árboles frutales de los cultivos de manzana, pera, melocotón y ciruela. Entre las especies de hortalizas nativas se preservan accesiones de yuca (83), malanga (62), macal (54) y camote (29).

Se logró incrementar semillas de 50 accesiones de frijoles y 20 accesiones de chiles que servirán para futuras investigaciones. Se donaron 2,600 plantas medicinales que beneficiaron a 80 agricultores. El banco de

germoplasma conserva alrededor de 2,979 accesiones entre semillas y material vegetativo, patrimonio nacional

que conserva el valor genético de las semillas y la cultura alimenticia ancestral guatemalteca.



Conservación de semillas *ex situ* en cámara fría a mediano plazo en el banco de germoplasma de ICTA Central.

## 1.10. Disciplina de biotecnología

### 1.10.1 Conservación y regeneración *in vitro* de germoplasma de hortalizas en el laboratorio de biotecnología en el centro regional de investigación en el altiplano occidental

El mantenimiento de germoplasma *in vitro*, complementa la conservación *ex situ* del banco de germoplasma de ICTA, en cultivares que no producen semilla botánica y el costo de mantenimiento en colecciones de campo es muy elevado. El fin principal es mantener germoplasma *in vitro* de genotipos y

variedades de papa seleccionados, así como conservar genotipos biofortificados y no biofortificados de yuca y camote. Es importante, disponer de material vegetativo *in vitro* de las 3 especies, para una propagación masiva cuando sea solicitado por el programa de hortalizas, la disciplina de semillas, la

disciplina de protección vegetal y para proyectos de investigación en general. Para la conservación del germoplasma de papa, se utilizó el método de crecimiento mínimo regulando la concentración osmótica mediante la adición de sorbitol.

Para la conservación del germoplasma de yuca y camote, no se utilizó agentes osmóticos, sino el medio de cultivo normal adicionado con carbón activado. Se conservan *in vitro* 202 variedades,

genotipos y clones de papa que se han venido preservando en diferentes períodos de tiempo en este laboratorio. También se conservan *in vitro* 13 genotipos de yuca y 22 genotipos de camote biofortificado y de la variedad ICTA-San Jerónimo. Se micropropagaron 4,956 vitroplantas de variedades y genotipos de papa, 996 vitroplantas de los genotipos de yuca, y 808 vitroplantas de los genotipos de camote.



Conservación y regeneración *in vitro* de germoplasma de hortalizas.

### **1.10.2 Conservación *in vitro* de germoplasma de hortalizas en el laboratorio de biotecnología en oficinas centrales del ICTA en Bárcena, Villa Nueva**

La propagación y conservación de plantas *in vitro* tiene ventajas como la obtención de plantas libres de patógenos, su multiplicación en menor tiempo, la adecuación de un gran número en un espacio reducido, la

producción masiva de plantas con las características de interés (clones) entre otras. El objetivo fue conservar *in vitro* los genotipos de las colecciones de papa, yuca y camote provenientes de CIAT y CIP y las accesiones de las

colectas nacionales de yuca, malanga, macal, camote y piñuela. Para los genotipos de papa y camote se siembran microesquejes; para yuca, malanga, macal y piñuela se utiliza la siembra inicial de meristemos y posteriormente la separación de masivos; la papa se conserva en un medio de cultivo Moorashige y Skoog (MS) con retardante de crecimiento (sorbitol), la malanga, el macal y la piñuela en medio MS normal, el camote en medio MS normal con carbón activado y la yuca en medio especial de crecimiento mínimo (metodología de CIAT). Además se realizó una renovación en campo de las colecciones de yuca y malanga. Se conservaron *in vitro* 85 cultivares mejorados de yuca, 35 cultivares mejorados de camote y 55 cultivares mejorados de papa para el programa de hortalizas; 82 accesiones de malanga, 60 accesiones de macal, 84 accesiones de yuca, 17 accesiones de camote y 2 especies de piñuela colectadas por la disciplina de recursos genéticos para conservar la diversidad genética existente en Guatemala.



Variedades de camote conservadas *in vitro*.

## 1.11. Disciplina de suelos y agua

### 1.11.1 Servicio de análisis físico químico de suelos y plantas en el laboratorio del ICTA

El objetivo del laboratorio de suelos y plantas del ICTA, es ofrecer servicios de análisis de suelos y plantas a los usuarios en general. Se realizaron determinaciones de pH, materia orgánica, clase textural, Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), y Manganeseo (Mn). Las metodologías empleadas fueron las

siguientes: Bases de cambio absorción atómica, extracción con acetato de amonio pH 7; CICE: Sumatoria de bases y Al; conductividad eléctrica (CE) electrométrico extracto de saturación; fósforo disponible colorimétrico: Melich I; micronutrientes absorción atómica, extracción con Melich I; materia orgánica: Walkley Black; pH: potenciométrico, relación suelo: agua 1:2.5; Textura: Bouyoucos o según solicitud. Densidad aparente ( $d_a$ ) con base en la textura. Kg/ha: Aproximación de los contenidos totales en suelo. Se realizaron 12,773 determinaciones a 1,041 muestras de suelos, adicional a ello se realizaron 15 determinaciones a muestras foliares, haciendo un total de 12,908 determinaciones. Uno de los logros para el laboratorio fue la adquisición de un nuevo equipo de absorción atómica.



Equipo de absorción atómica obtenido como parte del fortalecimiento del laboratorio de suelos.

## 1.12. **Disciplina de tecnología de alimentos**

### 1.12.1 **Desarrollo de tecnología en alimentos**

La disciplina de tecnología de alimentos del ICTA, ha trabajado en evaluar la calidad industrial y culinaria de nuevos genotipos de diferentes cultivos generados por los programas de mejoramiento genético. Esto se ha realizado con el objetivo de garantizar que las nuevas variedades tengan características deseadas por los consumidores. Se realizó la determinación de época de cosecha para 8 genotipos de camote en función

de la acumulación de materia seca a través del tiempo y caracterización de la calidad de tubérculos de papa de la colección USBP y una colección resistente a *Phytophthora infestans*. Las mediciones de materia seca se realizaron de acuerdo con el método 925.09 de la AOAC. Para la medición de tiempo de cocción se midió el ablandamiento de cubos de camote cada cinco minutos, la dureza fue medida con un penetrómetro. Para determinar la clasificación y uso de las papas se realizó mediante la metodología del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile. Todas las variedades de camote

evaluadas presentaron la mayor acumulación de materia seca entre los 5 y 5.5 meses posteriores a la siembra, ICTA San Jerónimo fue la variedad que mayor contenido de materia seca alcanzó, lo que indica que este es el tiempo ideal de cosecha para estas variedades. De las variedades de papa tolerantes a *P. infestans* el rango de materia seca se encontró entre 10.67 a 17.62% y de la colección de USBP el contenido de materia seca estuvo entre 10.94 a 20.2%. Estos rangos están por debajo del ideal para procesamiento de papa.



Variedades de papa evaluadas para contenido de materia seca



Prueba de calidad culinaria en variedades de papa evaluadas



Medición de dureza en camote después de la cocción

### 1.12.2 Transferencia de tecnología en alimentos

El objetivo de este proyecto fue generar capacidades y competencias en el área de tecnología de alimentos, con la finalidad de que los agricultores generen valor agregado con la cosecha de sus productos. Se realizó transferencia de tecnología de alimentos en temas de: elaboración de mermeladas, salsas, deshidratado de frutas, frituras,

procesamiento de lácteos y procesamiento secundario de cacao. Las capacitaciones fueron realizadas por medio de charlas magistrales y la metodología de “aprender haciendo”. Se realizó un total de 13 eventos de capacitación, siendo capacitadas un total de 142 personas provenientes de distintos departamentos del país. Del

total de personas beneficiadas 30 fueron capacitadas en elaboración de chocolate de tableta y crema de cacao. Es importante resaltar que dentro de los grupos capacitados se apoyó en el desarrollo de productos a base de

níspero, a integrantes de Cooperativa Senderos del Alto de San Cristóbal El Alto, Sacatepéquez, los productos desarrollados para la cooperativa fueron: salsa, aderezo, mermelada y deshidratado osmótico de nísperos.



Capacitación en elaboración de productos de cacao.



Integrantes de Cooperativa Senderos del Alto con los productos desarrollados a base de níspero.

## 1.13. Disciplina de tecnología y producción de semillas

### 1.13.1 Planta de acondicionamiento de semillas

Desde el año 1980 el ICTA ha prestado el servicio de acondicionamiento de semillas, en apoyo a las actividades del sector semillero y ha tenido a la venta las diferentes categorías de semillas, para producir híbridos y variedades de granos básicos para los productores guatemaltecos. El objetivo del acondicionamiento de semillas es obtener de un lote de semillas el máximo porcentaje de pureza, con el más alto grado de uniformidad, vigor y germinación a un costo razonable. El servicio de acondicionamiento consiste en varias actividades que involucran el

estado físico de la semilla: recepción y pesado, cuarentena, limpieza y preclasificación, clasificado por forma y tamaño, tratamiento, envasado, estibado y almacenaje final en bodega. La venta de semilla es personalizada y se brinda asesoría en cuanto a los rangos de adaptación de los diferentes cultivares generados y promocionados por el ICTA. Se procesaron 349 toneladas de semilla, de las cuales 266 toneladas (76 %) fueron del sector privado y 83 toneladas (24 %) del ICTA. Además, se comercializaron 18 toneladas de las categorías básica,

registrada y certificada de los diferentes cultivos disponibles de maíz, frijol, sorgo, arroz y haba.



Proceso de acondicionamiento



Semilla procesada y empaçada

## 1.14. Disciplina de divulgación

### 1.14.1 Divulgación y promoción de publicaciones agrotecnológicas e imagen institucional

En este ejercicio fiscal se pusieron a disposición del sector agrícola 4 nuevos manuales, de los cultivos de: maíz para el trópico bajo, camote, yuca y papa; una reedición del manual sobre el manejo integrado de la mosca blanca en el cultivo de tomate, 6 folletos sobre el manejo agronómico de los cultivos de camote biofortificado, sorgo, frijol y maíz; además, un documento que contiene recetas guatemaltecas a base de productos biofortificados de maíz, frijol y camote. A través del sitio web institucional se promovieron, socializaron y divulgaron 120 agropublicaciones.

Para divulgar y promover las actividades institucionales a nivel nacional se

generaron 12 boletines, uno mensual enviados en formato PDF a más de 5,511 personas por correo electrónico y publicado en el sitio web institucional. Por razones de la pandemia del COVID-19 únicamente se instalaron 3 stands en eventos agrícolas, donde participaron alrededor de 500 personas. Se generaron 5 videos: dobla del maíz, lectura de perfiles de suelos en campo, procedimiento para la caracterización de razas de antracnosis, actividades que desarrolla el laboratorio de biotecnología, procedimiento para elaborar chips de papa. También se divulgó y promovió el quehacer institucional a través de redes sociales, especialmente en la página de Facebook

donde a diciembre se tienen 8,268 seguidores.

De conformidad al Plan Estratégico Institucional 2013-2020, la meta de personas beneficiadas con

publicaciones agrotecnológicas son de 52,500; pero debido a razones presupuestarias del año 2014 al 2020 se beneficiaron a 39,636 lo que representa el 75.5 % de la meta programada.



Stand agrotecnológico en ICTA Chimaltenango



Promoción e imagen institucional

## 2. Actividades destacadas

### 2.1 La cosecha exitosa de camote biofortificado

Para evaluar rendimiento de camote biofortificado, investigadores, técnicos del ICTA y representantes de la Plataforma BioFORT, estuvieron en la cosecha de la parcela del productor Juan Hernández, el 8 de enero de 2020. Juan Hernández, sembró camote biofortificado ICTA Pacífico<sup>BC</sup> el 20 de mayo del 2019, en las faldas del volcán de Agua y el 8 de enero realizó la cosecha e invitó a

técnicos e investigadores del ICTA para que fueran testigos de la producción. Sembró 30 metros cuadrados y obtuvo 242 libras, resaltó que el camote ICTA Pacífico<sup>BC</sup> es una buena variedad por su rendimiento y características como: peso, forma, color de la pulpa, es más dulce y suave; cualidades que en el mercado les gusta.



Cosecha de camote biofortificado ICTA Pacífico<sup>BC</sup> en las faldas del volcán de Agua

## 2.2 Autoridades del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación visitan las instalaciones del ICTA-Quetzaltenango

El Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Oscar Bonilla; Viceministro de Desarrollo Económico Rural (VIDER), Eduardo Mendoza; y Viceministro de Seguridad Alimentaria y Nutricional (VISAN), Jorge Rodas; el 18 de febrero, estuvieron de visita en el Centro Regional de Investigación del Altiplano Occidental (ICTA-CIALO), en el marco del Gabinete de Puertas Abiertas, dirigido por el Presidente Alejandro Giammattei. Durante su estancia en las instalaciones del centro regional de investigación, las autoridades ministeriales se informaron sobre el trabajo que realiza el ICTA en el departamento de Quetzaltenango, principalmente en la generación de cultivares mejorados de maíz, frijol, papa, haba, trigo, yuca, camote y aguacate, cultivos priorizados de acuerdo a las necesidades manifestadas por los agricultores del altiplano occidental.



Autoridades, ministeriales y departamentales del MAGA e ICTA Quetzaltenango

### 2.3 ICTA participa en feria de la productividad rural de Quetzaltenango

Más de 150 productores agropecuarios del departamento de Quetzaltenango, que conforman los Centros de Aprendizaje para el Desarrollo Rural (CADER), exhibieron sus productos agropecuarios en el Centro Cultural, de la mencionada ciudad, el 19 de febrero. El ICTA a través de un stand agrotecnológico, facilitó información y exhibió el trabajo que genera en beneficio del desarrollo sostenible de la

agricultura del país, y por ende para la seguridad alimentaria de las familias guatemaltecas. Los pequeños productores participantes forman parte de un proyecto local impulsado por el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Educación, con el propósito de mejorar la nutrición de los estudiantes con productos provenientes de la agricultura familiar, en cumplimiento a la ley de alimentación Escolar.



Stand agrotecnológico en Quetzaltenango y asistentes a feria de la productividad

### 2.4 CIAT apoya actividades de investigación en el cultivo de frijol

Miguel Ángel Grajales, Fitomejorador del Programa de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el 25 de febrero, realizó gira de campo en la costa sur, con el equipo de

investigadores del programa de frijol del ICTA, con el propósito de cosechar y evaluar líneas de frijol rojo y negro que están en proceso de investigación.



Fitomejorador del CIAT evaluando líneas de frijol con investigadores del programa de frijol

## 2.5 ICTA entrega semilla de maíz al MAGA

El Gerente General del ICTA, Julio Villatoro, el 26 de febrero entregó al Director de Desarrollo Agrícola del Viceministerio de Desarrollo Económico Rural (VIDER) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Luis Alfredo López Argueta, 430

quintales de semillas certificadas de maíz, de las variedades ICTA Don Marshall, ICTA V-301, ICTA San Marceño Mejorado e ICTA Compuesto Blanco, como parte de un convenio entre ambas instituciones.



Gerente General entregando la semilla de maíz al Director de Desarrollo Agrícola del MAGA

## 2.6 Familias afectadas por lluvias en Baja Verapaz se benefician con semillas mejoradas del ICTA

El señor Presidente de la República de Guatemala, Dr. Alejandro Giammattei y el Ministro de Agricultura, Ganadería y alimentación (MAGA), José Ángel López, el 10 de junio, beneficiaron a 100 familias afectadas por las lluvias en el departamento de Alta Verapaz, con semilla mejorada de maíz y frijol producida por el ICTA. Entregaron 111 quintales, de las variedades ICTA La Máquina 7422, ICTA B-15<sup>ACP+Zn</sup>, ICTA B-7<sup>TS</sup> y del híbrido ICTA HB-17<sup>TMA</sup> tolerante a mancha de asfalto; donada por el Gerente General del ICTA, Julio Villatoro, al MAGA, para favorecer a familias damnificadas por los fenómenos climáticos y la emergencia de estado de

calamidad ante la COVID-19 (Coronavirus), en Baja Verapaz.

Según el MAGA, para el programa de entrega de semillas evalúan las necesidades productivas de cada comunidad, en tal sentido se contempla beneficiar a 18 mil familias con semilla mejorada de maíz y 14 mil familias con semilla mejorada de frijol. La primera entrega llegó a agricultores de las comunidades El Naranjal, Resurrección Balan, Mucbilha, Santa María Cebaño y Cooperativa Cebaño, del municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz.



Presidente de la República de Guatemala y Ministro de Agricultura, beneficiando con semillas mejoradas a agricultores del departamento de Alta Verapaz

## 2.7 Niños aprenden a cultivar camote biofortificado en huerto escolar

Con el apoyo técnico de la Asociación Para el Desarrollo Rural Integral (ADRI), socio de la Plataforma BioFORT, niños de 9 comunidades están aprendiendo a cultivar camote biofortificado ICTA Dorado<sup>BC</sup>.

Edwin Juc, técnico agrícola de ADRI, informó: “Con la colaboración del personal docente de las escuelas y alrededor de 600 estudiantes de 9 comunidades, sembramos 25 parcelas de camote biofortificado ICTA Dorado<sup>BC</sup> y el 31 de julio cosechamos 18 quintales, los cuales fueron para alimentar a la

población estudiantil de las escuelas participantes”.

La participación de los niños es muy activa y su felicidad se puede notar en sus rostros cuando están “Aprendiendo haciendo”, todos prepararon la tierra, sembraron, cuidaron el cultivo y luego vino la cosecha que fue muy satisfactoria, agregó el técnico agrícola. La preparación del camote biofortificado estuvo a cargo de las maestras, quienes apoyan la labor que ADRI realiza en las comunidades.



Niños cosechando y alimentándose con camote biofortificado ICTA Dorado<sup>BC</sup>

## 2.8 Corea del Sur apoya la investigación en el cultivo de frijol para generar variedades tolerantes a sequía para Guatemala

A través de medios virtuales el 8 de agosto, investigadores de Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Perú y la República Dominicana, se reunieron para lanzar el proyecto de frijol que busca generar nuevas variedades de frijol, para asegurar que el cultivo pueda tolerar los déficits de lluvia que ocurren año con año por consecuencias del cambio climático.

“El frijol es un cultivo netamente americano y es un alimento esencial en

la dieta de América Latina, con gran valor nutricional por su contenido de proteínas y minerales”, resaltó el experto Steve Beebe, representante del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en el proyecto.

El cambio de clima promete empeorar la situación, y pronósticos indican que regiones como Centroamérica, puedan tener años secos con más frecuencia, indicó, Steve Beebe.



Participantes en la reunión virtual sobre el cultivo de frijol

## 2.9 Familias de Baja Verapaz se unen a la lucha contra la desnutrición

Representantes del Concejo Comunitario de Desarrollo de la aldea San Gabriel Pasuj, el 8 de agosto, recibieron semilla vegetativa de 2 variedades de camote biofortificado (alto contenido de betacarotenos).

Oscar Barrios, investigador del programa de hortalizas del ICTA, entregó en nombre de la Plataforma BioFORT 20,000 esquejes de camote biofortificado de las variedades ICTA-Dorado<sup>BC</sup> e ICTA-Pacífico<sup>BC</sup>. Con dicha semilla se beneficiarán a 200 familias de

la comunidad, quienes sembrarán un área aproximada de 2 hectáreas, informó el investigador.



Entrega de camote biofortificado a agricultores de la aldea San Gabriel Pasuj, Baja Verapaz

## 2.10 Conservación y aprovechamiento de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias

Como estrategia de conservación y aprovechamiento de los recursos genéticos de Guatemala, el 8 de agosto, el ICTA benefició con 2,000 plantas medicinales, aromáticas y condimentarias de 20 especies, a la municipalidad del departamento de Chimaltenango.

La entrega fue realizada por la coordinadora de la disciplina de recursos genéticos, María de los Ángeles Mérida, quien informó que la municipalidad beneficiará a más de 150 familias, con diversas plantas que han demostrado

que ayudan a fortalecer el sistema inmunológico y a contrarrestar los síntomas de enfermedades, respiratorias, gastrointestinales, entre otras. Es una alternativa de bajo costo y de fácil acceso, resaltó.

“Con la entrega de plantas medicinales, se beneficiaron a 55 agricultores de la aldea Tonajuyú, 150 mujeres de grupos organizados de las aldeas: San Jacinto, San Marcos Pacoc, El Rosario, Santa Isabel, Buena Vista y colonia El Mirador”; destacó Gladys del Rosario Texaj, representante de la municipalidad.



Entrega de plantas medicinales a representantes de la municipalidad de Chimaltenango

## 2.11 ICTA inaugura subcentro regional de investigación en Petén con apoyo del MAGA

En concordancia con el objetivo del ICTA, a partir del 19 de agosto, Julio Villatoro, Gerente General; Adán Rodas, Director Científico-Técnico a.i; Mairor Osorio, Director Regional del Centro de Investigación del Norte; en coordinación con el Viceministro encargado de Asuntos de Petén, Gerardo Alegría; inauguraron el Subcentro Regional de Investigación del Norte, con sede en el municipio de La Libertad, departamento de Petén.

Julio Villatoro, indicó que el subcentro será el responsable de generar y

promover el uso de la ciencia y tecnología agrícolas, en cultivos de importancia para el departamento.

El Viceministro Gerardo Alegría, indicó que es importante la presencia del ICTA a través del subcentro de investigación en el departamento, porque ayudará a mejorar los niveles de producción de cultivos estratégicos de la región. El MAGA apoyará con espacio físico, apoyo logístico y articulación para las fases experimentales.



Inauguración del Centro de Investigación del Norte en La Libertad, Petén

## 2.12 Autoridades supervisan proyectos de investigación del POA

El Plan Operativo Anual 2020 es elaborado de acuerdo al Plan Estratégico del ICTA 2013-2020, lineamientos orientados al Plan Nacional Agropecuario 2016-2020 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), y se fundamenta en la estrategia de gestión por resultados. En el presente ejercicio fiscal se ejecutaron proyectos de investigación de granos básicos y hortalizas, así como proyectos de transferencia y promoción de tecnología agrícolas a nivel nacional.

Con el propósito de evaluar y dar seguimiento a la ejecución del POA 2020, el Gerente General, Julio Villatoro y el Director Científico-Técnico a.i., Adán Rodas, realizaron gira técnica de campo, principalmente en los centros regionales de investigación, con sede en Chimaltenango, Quetzaltenango, Zacapa y San Jerónimo. Los investigadores responsables de la ejecución de los diversos cultivos, explicaron a las autoridades la situación en que se encuentran los proyectos y posibles liberaciones de cultivares para el 2021.



Supervisión de proyectos en el centro regional de investigación del altiplano central

### 2.13 Promoción de camote biofortificado

Con el propósito de contribuir con la seguridad alimentaria y nutricional por medio de cultivos alternativos como el camote biofortificado, el 18 de septiembre, Julio Franco, coordinador de la unidad de cooperación y vinculación del ICTA, en nombre de la Plataforma BioFORT entregó 3,000 esquejes de camote biofortificado de las variedades ICTA Dorado<sup>BC</sup> e ICTA Pacífico<sup>BC</sup> a representantes de la ONG Convoy of Hope.

Luis Santos, coordinador del programa de agricultura de la ONG, indicó: “Nuestro programa promueve los huertos familiares y el establecimiento de agronegocios, que permitan a las familias del área rural tener acceso a alimentos en calidad y cantidad, con esta semilla biofortificada beneficiaremos a 60 familias, estableceremos 38 huertos familiares, en los departamentos de: San Marcos, Chimaltenango, Escuintla, Santa Rosa y Guatemala”.



Supervisión de proyectos en el centro regional de investigación del altiplano central

#### **2.14 Mujeres emprendedoras siembran camote biofortificado y yuca a través de SOSEP**

Con el propósito de contribuir con la seguridad alimentaria y nutricional en los departamentos de Retalhuleu y Suchitepéquez, el ICTA capacitó a personal de la Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente (SOSEP). David Kech Toj, coordinador regional de la Dirección de Mejoramiento de las Condiciones Socioeconómicas de la Mujer, SOSEP, recibió del subdirector

del subcentro regional de investigación La Máquina, Giancarlo Torres; semillas mejoradas de las variedades de camote biofortificado ICTA Dorado<sup>BC</sup> 500 esquejes, 500 de ICTA Pacífico<sup>BC</sup> y 100 varetas de yuca ICTA Izabal. Las semillas fueron entregadas a grupos de mujeres de los municipios de Zunilito, Suchitepéquez y Nuevo San Carlos, Retalhuleu.



Amas de casa sembrando camote biofortificado en el traspatio de sus viviendas

## 2.15 ICTA en el foro virtual “Retos del Desarrollo de la Investigación Agropecuaria en Guatemala”

Guatemala es uno de los países con menor inversión en investigación a nivel mundial. Según el Programa de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, hay naciones que presentan una inversión hasta del 1,8 % de su producto bruto interno agropecuario real en este rubro, tal es el caso de Brasil, mientras que en Guatemala apenas es el 0,1 %.

Con el fin de promover el intercambio de información y buenas prácticas en el desarrollo de la investigación y transferencia de tecnología aplicada al sector agropecuario, en la búsqueda de sensibilizar a los distintos actores y partes involucradas sobre los beneficios de la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el país, se realizó el foro virtual “Retos del

Desarrollo de la Investigación Agropecuaria en Guatemala”.

Adán Rodas, director científico técnico interino del ICTA, presentó el tema: “Vinculación de la investigación, con la extensión y la innovación”, exponiendo un breve relato histórico sobre el enlace de la investigación-extensión-innovación en Guatemala, previo a la creación del ICTA y posterior a ello, dando a conocer ventajas y desventajas observadas. Explicó que el Sistema Tecnológico del ICTA, ha servido de ejemplo y ha sido adoptado en varios países del continente africano y en Sur América.

Destacó sobre el problema del insuficiente apoyo financiero gubernamental que se tiene en Guatemala para la generación, prueba, validación y promoción de tecnología

agropecuaria, a pesar de que existen rentabilidad que tiene para el país, los estudios que demuestran la alta inversión en esas actividades.



Adán Rodas, participando en foro virtual

## 2.16 Gerente General se reúne con la comisión de agricultura para presentar proyecto de presupuesto 2021

El 8 de octubre, el Gerente General del ICTA, Julio Villatoro, se reunió con la Comisión de Agricultura, Ganadería y Pesca, del Congreso de la República de Guatemala, liderado por el señor diputado José Luis Galindo de León, con el objetivo de dar a conocer la labor institucional y presentar el proyecto de

presupuesto para el ejercicio fiscal 2021.

El ICTA con base a su Plan Estratégico Institucional 2021-2032 está solicitando un presupuesto de Q. 57,565,000, para cumplir con su mandato institucional, según la Ley Orgánica, Decreto Legislativo No. 68-72.



Gerente General, Julio Villatoro, participando en la reunión con la comisión de agricultura en las instalaciones del Congreso de la República de Guatemala

## 2.17 Promoción de cultivos biofortificados en el oriente de Guatemala

Para impulsar y motivar a los productores de cultivos biofortificados de maíz ICTA B-15<sup>ACP+Zn</sup>, ICTA HB-18<sup>ACP+Zn</sup>, frijol ICTA Chortí<sup>ACM</sup>, y camote biofortificado ICTA Pacífico<sup>BC</sup> e ICTA Dorado<sup>BC</sup>; el 13 de octubre, agricultores de las asociaciones APAHL, ATESCATEL, ADEGO y APAS recibieron publicaciones agrotecnológicas sobre el manejo de los cultivos de maíz, frijol y camote biofortificado, un recetario para preparar

recetas chapinas a base de productos biofortificados y una gabacha.

Julio Franco, coordinador de la plataforma BioFORT, destacó: “Les traemos valiosas recomendaciones agronómicas de maíz, frijol y camote biofortificado, prácticas que en el campo el ICTA realiza para el buen desarrollo de los cultivos, los exhorto a que las pongan en práctica en el campo”



Socios de la cooperativa Atescatel beneficiados con publicaciones sobre el manejo agronómico de los cultivos biofortificado, recetario para preparar platillos a base de productos biofortificados y una gabacha.

## 2.18 Productores conocen nueva variedad de arroz en día de campo en la costa sur

Para dar conocer las características agronómicas de la variedad de arroz IG 2671 (ICTA Robusta), el 16 de octubre, técnicos de la disciplina de validación y transferencia de tecnología, realizaron un día de campo con productores de arroz y extensionistas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) en Pajapita, San Marcos. Los participantes conocieron las principales características agronómicas (ciclo vegetativo, altura de planta, tolerancia al

acame y a las enfermedades del arroz y su potencial de rendimiento) en la parcela de prueba del productor Rodrigo Girón, quien indicó que el trabajo del ICTA es de suma importancia para este sector agrícola, donde es necesaria la generación constante de nuevas variedades de arroz tolerantes a enfermedades y con alta capacidad de producción, para disminuir el uso excesivo de fungicidas durante el proceso del manejo en el cultivo.



Día de campo en Pajapita, San Marcos

## 2.19 Programa CRIA fortalece la investigación del ICTA con donación de espectrofotómetro

Para fortalecer la investigación que el ICTA desarrolla, el Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), el 23 de octubre,

donó un espectrofotómetro para equipar el laboratorio de suelos, planta y agua.

Es un espectrofotómetro de absorción atómica completamente integrado en un

diseño de mesa, incorporando el espectrofotómetro de doble haz en tiempo real con atomizador de flama, valorado en Q.487,325.00. Con el equipo, el ICTA desarrollará trabajos en:

- Determinación de macro y micronutrientes de suelos con fines de fertilidad.

- Determinación analíticas de tejido vegetal, con fines de diagnóstico nutricional.

- Proyectar el servicio de análisis de aguas para uso en agricultura; entre otros.



Entrega del equipo por representantes del proyecto CRIA-IICA-USDA

## 2.20 Día de campo en cultivo de camote biofortificado

Con el objetivo de promover el cultivo de camote biofortificado como alternativa de producción en apoyo a la seguridad alimentaria y nutricional, el ICTA realizó días de campo para explicar tanto el manejo agronómico del cultivo, como las ventajas nutritivas que tiene el camote anaranjado dado su alto contenido de betacarotenos (vitamina A).

Durante el mes de noviembre técnicos de la disciplina de validación y transferencia de tecnología, promovieron días de campo con

extensionistas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), y productores del departamento de Chimaltenango.

Más de 50 participantes conocieron las principales características agronómicas y culinarias de las variedades de camote biofortificado ICTA Pacífico<sup>BC</sup> e ICTA Dorado<sup>BC</sup>. También disfrutaron de chips, refresco y almíbar elaborado con camote biofortificado de las 2 variedades.



Entrega del equipo por representantes del proyecto CRIA-IICA-USDA

## 2.21 Equipo del programa de investigación en maíz entrega semilla genética

El coordinador del programa de investigación en maíz, Héctor Martínez; acompañado de su equipo de investigadores y técnicos, el 3 de diciembre hicieron entrega de semilla genética de maíz al coordinador de la disciplina de tecnología y producción de Semillas, Edwin Argueta; con el propósito de que la disciplina produzca semillas de mayor calidad para la venta.

Fueron entregadas versiones de semillas mejoradas de las variedades para el trópico bajo: ICTA B-7<sup>TS</sup> e ICTA B-5, para el altiplano medio: ICTA Don Marshall e ICTA V-301; y para el altiplano occidental ICTA San Marceño Mejorado e ICTA Compuesto Blanco, 4.5 Kilogramos de cada variedad.



Entrega de semilla genética de maíz al coordinador de la disciplina de producción de semillas

## 2.22 Fortalecen infraestructura de centros regionales de investigación

Con el objetivo de capacitar a agricultores líderes, extensionistas del Sistema Nacional de Extensión Rural que forman parte de los consorcios regionales de investigación agropecuaria, autoridades fortalecieron el Centro Regional de Investigación del Oriente, ubicado en El Oasis, Estanzuela, Zacapa (CIOR-Zacapa).

Así mismo, fueron remodelados 8 ambientes del complejo técnico científico del Centro Regional de Investigación del Norte en San Jerónimo, Baja Verapaz (ICTA-CINOR). También fueron remodelados el salón de conferencias, el sistema de canales de riego del CINOR; y en la subsede de Ixcán, Quiché un pozo mecánico. La inauguración fue realizada el 7 de diciembre.



Remodelación a Centros Regionales de Investigación del Norte (CINOR) y del Oriente (CIOR)

## 2.23 Tercera cumbre ALLBIOTECH 2021

María Gabriela Tobar Piñón, coordinadora de la disciplina de biotecnología del ICTA, fue seleccionada entre más de 500 postulantes para formar parte de la tercera generación de Jóvenes Líderes en Biotecnología.

La tercera Cumbre Allbiotech 2021 reúne a los jóvenes más destacados de la región, generación de profesionales que fueron seleccionados como capaces de

transformar e integrar América Latina y el Caribe, a través del uso de la ciencia y tecnología.

Allbiotech es un evento de 3 días, que se celebrará en mayo, reúne a 100 de los jóvenes líderes más prometedores en el ámbito de la biotecnología en América Latina para discutir, en conjunto con prestigiosos ponentes, sobre los retos

que enfrenta la bioeconomía en la región y crear iniciativas para atenderlos.

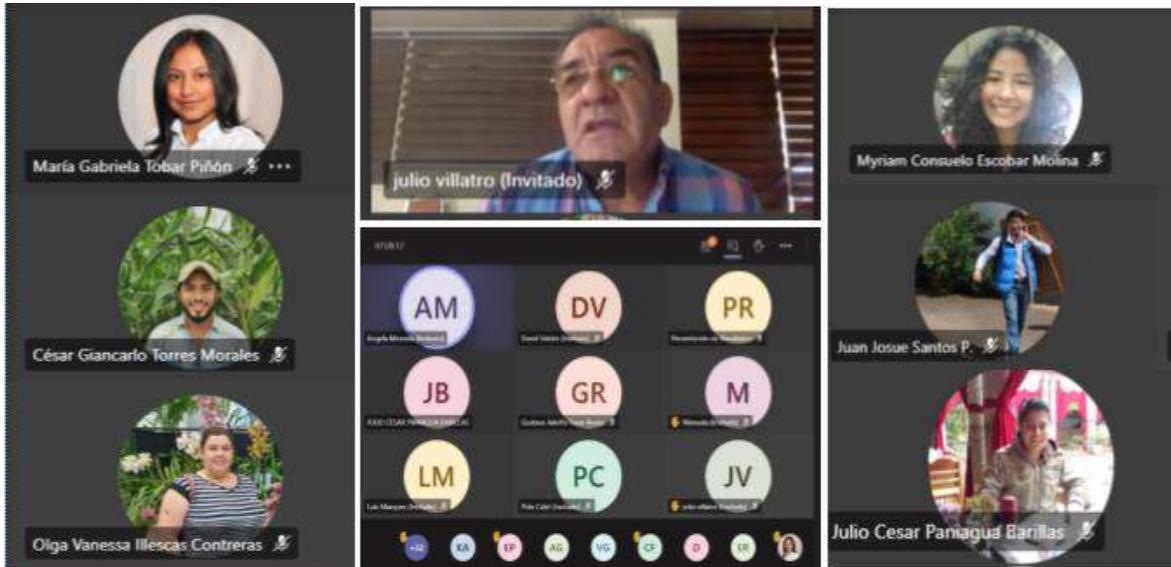


## 2.24 Presentación de resultados del Plan Operativo 2020

El personal de la unidad científica y técnica, integrada por los programas de investigación en hortalizas, maíz, frijol y arroz/sorgo, y disciplinas de socioeconomía, recursos genéticos, suelos, biotecnología, protección vegetal, validación y transferencia de tecnología, tecnología de alimentos, tecnología y producción de semillas y divulgación, presentaron los proyectos de investigación, validación, transferencia y promoción de tecnología

agrícola, a través de la modalidad virtual, los días 14, 15, 17, 18, 21, 22 y 23 de diciembre.

Fueron presentadas y discutidas actividades de los cultivos de maíz, frijol, arroz, sorgo, papa, camote, yuca, chile cahabonero, cacao y cardamomo, entre otros, proyectos que buscan dar solución a los problemas que los productores enfrentan en el desarrollo de la agricultura a nivel nacional.



Personal científico-técnico en reunión virtual presentación de resultados POA 2020

### 3. Alianzas estratégicas

#### 3.1 Carta de entendimiento entre Catholic Relief Services (USCCB), el ICTA y la Fundación para la Innovación Tecnológica, Agropecuaria y Forestal (FUNDIT)

El objetivo es capacitar a varias comunidades en tecnología para el manejo agronómico, cosecha, postcosecha y procesamiento agroindustrial del cultivo de rosa jamaica variedad ICTA Rosicta, actividades que serán promovidas por el proyecto Comunidades Liderando su Desarrollo.

#### 3.2 Acuerdo de colaboración entre Social Innovation Cluster For Change (SIC4CHANGE)

El objetivo es impulsar el desarrollo y sostenibilidad del proyecto “Emilpa, llevando información a los productores que más lo necesitan”. Emilpa es una herramienta innovadora para brindar información y apoyo técnico a agricultores/as en situación de vulnerabilidad, viviendo en zonas rurales aisladas, tradicionalmente excluidos del acceso a servicios de apoyo.

## 4. Participación de personal en eventos

Participante	Evento	Lugar	Organizador/ Financiante	Fecha
Licda. Aura Elena Suchini Farfán	Aumento del rendimiento y del potencial comercial de los cultivos de importancia económica	Quito, Ecuador	Energía Atómica AIEA	2 al 6 de marzo
Inga. María Gabriela Tobar Piñón	Curso, entrenamiento en edición genética	CIAT, Cali, Colombia	IICA	25 al 28 de febrero

## 5. Ejecución financiera

Fuente de Financiamiento	Nombre de la Fuente de Financiamiento	Asignado Vigente	Recibido	Gastado
11	Ingresos Corrientes	36,057,966.00	32,850,000.00	25,281,854.15
21	Ingresos Tributarios IVA Paz	21,997,850.00	3,000,000.00	0.00
31	Ingresos Propios	4,000,000.00	3,092,565.14	2,793,658.37
32	Disminución de Caja y Bancos de Ingresos Propios	1,000,000.00	1,000,000.00	429,568.97
<b>Total</b>		<b>63,055,816.00</b>	<b>39,942,565.14</b>	<b>28,505,081.49</b>

Fuente: ICTA SICOIN

## 6. Publicaciones agrotecnológicas



**ICTA**

Variedad mejorada

**ICTA**

**La Máquina-7422**

 "Investigación para el desarrollo agrícola"

[www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)    



**ICTA**

**ICTA B-7<sup>TS</sup>**

Variedad de maíz  
Tolerante a sequía

 "Investigación para el desarrollo agrícola"

[www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)    



**Guía para producir  
semilla certificada de  
maíz convencional y  
biofortificada en el trópico  
bajo de Guatemala**

 "Investigación para el desarrollo agrícola"

Juan Alberto Quiñónez  
[www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)  



**ICTA**

**ICTA Ligero**

Variedad de frijol  
resistente al mosaico dorado

 "Investigación para el desarrollo agrícola"

[www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)    



**ICTA**

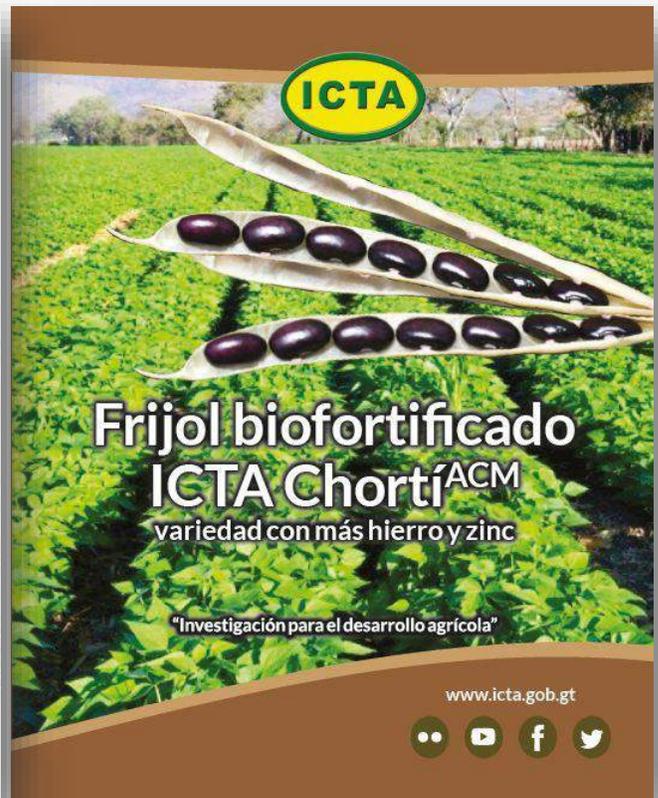
## ICTA Patriarca

Variedad de frijol tolerante a sequía y al virus del mosaico dorado amarillo

"Investigación para el desarrollo agrícola"

USAID NDSU NORTH DAKOTA STATE UNIVERSITY

[www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)



**ICTA**

## Frijol biofortificado ICTA Chortí<sup>ACM</sup>

variedad con más hierro y zinc

"Investigación para el desarrollo agrícola"

[www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)



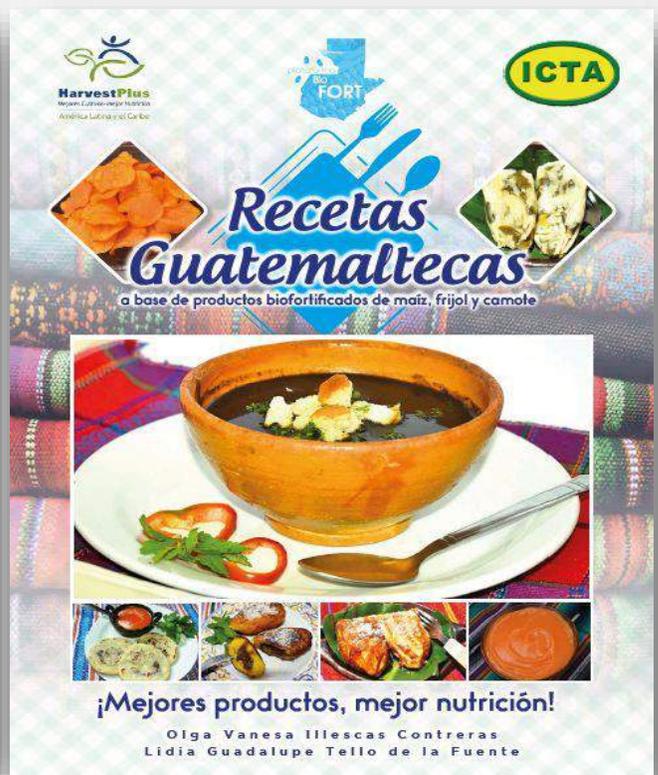
**ICTA**

## Camote biofortificado ICTA Dorado<sup>BC</sup> e ICTA Pacífico<sup>BC</sup>

Variedades de camote con alto contenido de betacarotenos (Vitamina A)

"Investigación para el desarrollo agrícola"

[www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)



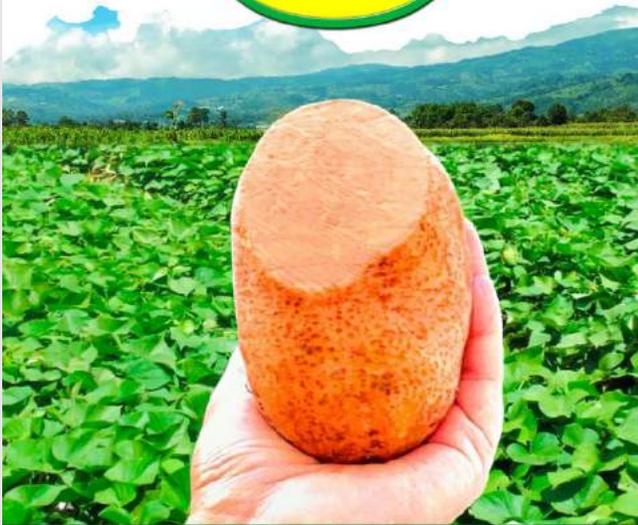
HarvestPlus **BIO FORT** **ICTA**

## Recetas Guatemaltecas

a base de productos biofortificados de maíz, frijol y camote

¡Mejores productos, mejor nutrición!

Olga Vanesa Illiescas Contreras  
Lidia Guadalupe Tello de la Fuente



"Investigación para el desarrollo agrícola"

### Recomendaciones técnicas para el cultivo de camote (Ipomoea batata L.)

Oscar Emiro Barrios Coyoy



[www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt)



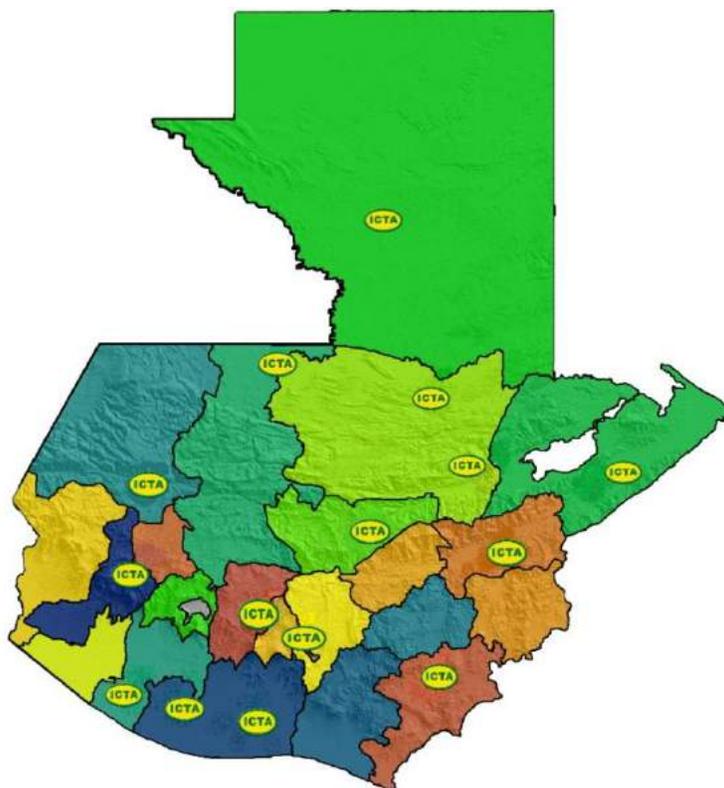
### Manejo integrado del complejo de la mosca blanca en el cultivo del tomate



"Investigación para el desarrollo agrícola"



# Centros y subcentros regionales de investigación



- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1. Oficinas Centrales<br>Km. 21.5 Carretera al Pacífico,<br>Bárceñas, Villa Nueva,<br>Guatemala,<br>Tel. PBX 6670-1500                                    | 7. Centro Regional de<br>Investigación del Oriente (CIOR)<br>Finca El Oasis, Estánzuela, Zacapa   | 13. Centro Regional de Investigación del<br>Altiplano Central -CIALC-<br>1ª. Calle 3-85 zona 9, La Alameda,<br>Sector B, Chimaltenango,<br>Chimaltenango.<br>Tel. 7839-1813                          |
| 2. Centro Regional de Investigación<br>del Norte (CINOR) Km. 146.5<br>Carretera a San Jerónimo, San<br>Jerónimo, Baja Verapaz<br>Tels. 7940-2903          | 8. CIOR - Cristina<br>Km. 210 carretera al Atlántico,<br>Finca Cristina, Los Amates, Izabal   | 14. Centro Regional de Investigación del<br>Altiplano Occidental -CIALO-<br>Estación experimental Labor Ovalle,<br>Km. 3.5 carretera a Olintepeque,<br>Quetzaltenango<br>Tels. 7763-5097 / 7763-5436 |
| 3. CINOR - Playa Grande<br>Zona 2, Playa Grande, Ixcán, El<br>Quiché  | 9. CIOR - Jutiapa<br>Aldea Rio de La Virgen, Jutiapa,<br>Jutiapa Tel.7792 9103  | 15. CIALO - Huehuetenango<br>9ª. Calle 7-37 Cantón San José zona<br>5, Huehuetenango, Huehuetenango<br>Tel. 7762-7637  |
| 4. CINOR - Fray Bartolomé de las<br>Casas<br>4a avenida 3-97 zona 2, Barrio<br>Magisterio, Fray Bartolomé de<br>las Casas, Alta Verapaz<br>Tel. 7952-0117 | 10. Centro Regional de<br>Investigación del Sur -CISUR-<br>Km. 83.5 antigua carretera al<br>Puerto de San José. Cuyuta,<br>Masagua, Escuintla |  |
| 5. CINOR-Panzós<br>Finca Boca Nueva, Panzós<br>Alta Verapaz   | 11. CISUR - Nueva Concepción<br>Parcela A 49, calle del banco,<br>sector urbano,<br>Nueva concepción, Escuintla                               |  |
| 6. CIINOR- La Libertad, Petén<br>Km. 75.4 La Libertad, Petén  | 12. CISUR – La Máquina<br>Parcela A-5, San José La Máquina,<br>Suchitepéquez.   |  |