



ICTA

Memoria de Labores 2021



Investigación para el desarrollo agrícola

www.icta.gob.gt



Miembros de Junta Directiva

José Ángel López Camposeco
Ministro de Agricultura Ganadería y Alimentación
Presidente

Ing. Agr. César Vinicio Arreaga Morales
Viceministro de Seguridad Alimentaria y Nutricional,
Presidente Suplente

Directores

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

Byron Enrique Cabrera Sucup
Representante del Ministro de Economía

José Jesús Mora Balcazar
Representante del Sector Privado

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

Ing. Julio César Villatoro Mérida
Asesor
Gerente General ICTA

Comité Editorial

Ing. Agr. Julio Roberto García
Subgerente Técnico
Presidente

Ing. Agr. MSc. Héctor Danery Martínez Figueroa
Subgerente Técnico Interino
Presidente

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

Vocales

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

Ing. Agr. MSc. Adán Obispo Rodas Cifuentes
Jefe Centro de Producción del Altiplano Central

Ing. Sistemas Benjamín Pérez Ciprián
Coordinador de Informática

Visión

Somos una institución de derecho público que tiene como fin primordial generar y promover el uso de la ciencia y tecnología agrícolas, que incidan en el desarrollo rural agrícola.

Misión

Ser la institución líder en la investigación agrícola en Guatemala reconocida por la calidad e impacto de la innovación tecnológica para el desarrollo de una agricultura sostenible.

Objetivo

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

Presentación

Guatemala es un país con una gran riqueza natural y cultural. La agricultura es un sector muy importante para Guatemala ya que es principal sector que genera empleo, aporta 14% de PIB y presenta la mayor cantidad de ingreso de divisas por exportaciones del país, además de ser un pilar importante en el tema de seguridad alimentaria.

Los sistemas productivos presentan problemáticas y necesidades tecnológicas que deben ser atendidas desde la ciencia, sobre todo aquellos agricultores con pocos recursos que viven y dependen de estos cultivos que son importantes para el país. El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) propone a través de la implementación de su sistema tecnológico de desarrollo de tecnología agrícola, soluciones a esas problemáticas y necesidades tecnológicas.

En cumplimiento al artículo 3, del Decreto Legislativo No. 68-72 Ley Orgánica del ICTA, Plan Estratégico Institucional 2021-2032 y Plan Operativo Anual, se presenta en esta memoria de labores los resultados relevantes correspondientes al año 2021, de los diferentes proyectos de investigación, validación y promoción de tecnología agrícola con énfasis en cultivos de maíz, frijol, arroz, trigo, papa, camote y yuca, priorizados para la seguridad alimentaria y nutricional; además, otros cultivos de importancia económica, tal es el caso del ajonjolí, chile cahabonero, arveja, brócoli, aguacate, fresa, café y rosa jamaica. Así como diferentes actividades de validación, promoción y capacitación.

También se incluyen actividades destacadas realizadas a nivel nacional, como los eventos de lanzamiento de nuevas semillas mejoradas de la variedad de arroz ICTA Robusta, variedad de papa ICTA Loman Roja, resistente al nematodo del quiste e híbrido amarillo de maíz, resistente a mancha de asfalto ICTA Grano de Oro. Asimismo, se presentan a los aliados que contribuyeron en el desarrollo de proyectos, la ejecución financiera y nuevas publicaciones técnicas agrícolas disponibles en el sitio web del ICTA.

El ICTA está dividida en cinco direcciones técnicas para operar su función sustantiva: granos básicos, hortalizas, frutales, la dirección de apoyo y dirección de asuntos estratégicos, ésta última se subdivide en programas de investigación transversales que integran los laboratorios de biotecnología, protección vegetal, suelos, banco de recursos genéticos y planta de procesamiento de semillas, estas direcciones lideradas por la subgerencia técnica institucional.

La presente memoria de labores tiene como objeto documentar y presentar a la sociedad nuestro trabajo y aportes como institución, pero sobre todo es reconocer el trabajo de nuestros investigadores y personal quienes son lo más importante para este Instituto. Como dijo Albert Einstein *“Cada día sabemos más y entendemos menos”*, y por tal razón nuestro trabajo continúa para crecer nuestro acervo de conocimiento a través de la investigación, pero también en la búsqueda de la verdad y entendimiento en la solución de los problemas que nuestros agricultores enfrentan.

Contenido

	Página
1. Resultados y avances en investigación, validación y transferencia de tecnología agrícola	10
1.1. Programa de investigación en el cultivo de maíz	11
1.1.1 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo mancha de asfalto	12
1.1.2 Mejoramiento genético del cultivo de maíz para resistencia al complejo del achaparramiento	13
1.1.3 Mejoramiento genético del cultivo de maíz con alta calidad proteínica y alto contenido de micronutrientes	14
1.1.4 Diagnóstico del sistema de semillas de maíz y frijol en las áreas afectadas por los huracanes Eta e Iota en los departamentos de Izabal y Alta Verapaz	15
1.1.5 Diagnóstico del comportamiento poblacional de la chicharrita (<i>Dalbulus maidis</i>) en maíz, en la Costa Sur de Guatemala	16
1.1.6 Dinámica poblacional del ácaro del maíz en el Altiplano Occidental de Guatemala	17
1.1.7 Promoción de híbrido de maíz amarillo ICTA Grano de Oro	18
1.1.8 Promoción del híbrido de maíz amarillo ICTA grano de oro a través de escuelas de campo en la región norte de Guatemala	19
1.1.9 Promoción a través de escuelas de campo de <i>Mucuna pruriens</i> aplicado como mulch para el aprovechamiento del nitrógeno y conservación de la fertilidad del suelo en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L), en la región Norte de Guatemala	20
1.2 Programa de investigación en el cultivo de frijol	21
1.2.1 Mejoramiento genético del frijol para resistencia al virus del mosaico dorado amarillo, tolerancia a sequía y alto contenido de minerales	22
1.2.2 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para resistencia a antracnosis	23
1.2.3 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para resistencia al daño ocasionado por gorgojos de almacenamiento	24
1.2.4 Evaluación de líneas avanzadas de frijol arbustivo de grano negro adaptadas a las zonas bajas de Guatemala 2020-2021	25
1.2.5 Caracterización de razas de roya (<i>Uromyces appendiculatus</i>) del frijol común del Altiplano Central de Guatemala	26
1.2.6 Caracterización de razas de mancha angular (<i>Pseudocercospora griseola</i> Sacc) del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en el altiplano de Guatemala	27
1.2.7 Selección asistida con marcadores moleculares ligados a genes de resistencia a enfermedades en frijol	28
1.2.8 Escuela de Campo sobre producción de frijol arbustivo de las variedades ICTA Patriarca, ICTA Ligero e ICTA Chorti ^{ACM} en los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos	29

1.2.9	Implementación de actividades de promoción de la biofortificación dentro del programa de Pro-resiliencia del Programa Mundial de Alimentos en el corredor seco de Guatemala	30
1.3	Programa de investigación en el cultivo de arroz	31
1.3.1	Mejoramiento genético del cultivo de arroz para alto contenido de zinc en el grano..	32
1.3.2	Evaluación de la productividad y estabilidad del cultivo de arroz con la tecnología de manejo del agua.....	33
1.4	Programa de investigación en el cultivo de ajonjolí	34
1.4.1	Mejoramiento y mantenimiento de la variedad de ajonjolí ICTA R-198 y vivero de caracterización agromorfológica en Cuyuta, Masagua, Escuintla	34
1.4.2	Diagnóstico agro socioeconómico del cultivo de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i> L.) en el Sur de Guatemala.	35
1.5	Programa de investigación en el cultivo de trigo	37
1.5.1	Diagnóstico agrosocioeconómico del cultivo de trigo en el Altiplano Occidental, Central y Oriental de Guatemala	37
1.5.2	Mejoramiento genético del cultivo de trigo	39
1.6	Programa de investigación de hortalizas	40
1.6.1	El cultivo de papa.....	40
1.6.1.1	Desarrollo de variedades biofortificadas de papa y con resistencia a plagas y enfermedades	41
1.6.1.2	Resistencia a <i>Phytophthora infestans</i> en clones de papa bajo condiciones controladas	41
1.6.1.3	Rendimiento y características del tubérculo de seis clones de papa con alto contenido de hierro, zinc y vitamina C en diferentes zonas de producción de Guatemala..	42
1.6.1.4	Producción de semilla de papa.....	43
1.6.1.5	Promoción y transferencia de tecnología en cultivos de seguridad alimentaria en la sierra de Los Cuchumatanes, Huehuetenango	44
1.6.1.6	Promoción y capacitación de la variedad de papa mejorada ICTA Loman Roja en cuatro localidades de los municipios Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa, del departamento de Quetzaltenango	45
1.7	Cultivo de chile cahabonero	46
1.7.1	Incremento de semilla botánica de dos cultivares avanzados de chile cahabonero (<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>) para validación y promoción en zonas productoras de Santa María Cahabón	46
1.8	Cultivo de camote	48
1.8.1	Determinación de época óptima de cosecha en clones biofortificados de camote (<i>Ipomoea batatas</i>)	48
1.9	Cultivo de arveja.....	49
1.9.1	Desarrollo de variedades y tecnología en el cultivo de arveja.....	50

1.10	Cultivo de brócoli	51
1.10.1	Evaluación de rendimiento y calidad de exportación de cultivares de brócoli	52
1.11	Cultivo de aguacate	53
1.11.1	Propagación clonal de portainjertos nativos de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill) mediante el método de etiolación más acodo con aplicación de fitohormonas.....	53
1.11.2	Selección de portainjertos de aguacate criollo (<i>Persea americana</i> Mill) con resistencia a la pudrición radicular causado por <i>Mortierella alpina</i>	54
1.12	Cultivo de fresa	55
1.12.1	Identificación del agente causal de la mancha foliar y pudrición de fruto en el cultivo de fresa en el Altiplano Central de Guatemala.....	55
1.13	Cultivo de rosa jamaica	56
1.13.1	Transferencia de tecnología en el cultivo de rosa jamaica <i>Hibiscus sabdariffa</i> L. en Huehuetenango, Guatemala	56
1.14	Programa de socioeconomía rural	57
1.15	Programa de biotecnología y recursos genéticos	58
1.15.1	Banco de germoplasma	59
1.15.2	Conservación de germoplasma, en colecciones de campo: plantas medicinales aromáticas y condimentarias, hortalizas nativas y árboles frutales	60
1.15.3	Conservación y regeneración <i>in vitro</i> de germoplasma de hortalizas	61
1.16	Programa de suelos.....	62
1.16.1	Servicio de análisis físico químico de suelos y plantas en el laboratorio de suelos y planta del ICTA.....	63
1.16.2	Guía metodológica para la prevención, recuperación y rehabilitación de los suelos degradados por eventos de cambio climático	64
1.16.3	Levantamiento del estado de fertilidad de los suelos en los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Chiquimula de la región oriental de Guatemala	65
1.17	Programa de tecnología de alimentos.....	66
1.17.1	Evaluación de la calidad del grano de frijol en líneas promisorias, en ocho localidades de Guatemala.....	67
1.17.2	Evaluación de la calidad de los tubérculos de clones avanzados de papa biofortificada.	68
1.17.3	Capacitaciones sobre tecnologías del ICTA a nivel nacional	69
1.17.4	Jornadas de transferencia de tecnología	70
1.17.5	Días de campo sobre tecnologías generadas por el ICTA	71
1.17.6	Transferencia de tecnología en la Planta Piloto de Tecnología de Alimentos	73
1.18	Programa de producción y tecnología de semillas	74
1.18.1	Producción de semillas de granos básicos y hortalizas	75

1.19	Unidad de divulgación.....	76
1.19.1	Divulgación y promoción de publicaciones agrotecnológicas e imagen institucional	76
2.	Actividades destacadas	77
2.1	Autoridades del MAGA e ICTA supervisan producción de semillas mejoradas.....	78
2.2	ICTA exhibe nuevas tecnologías de papa en Quetzaltenango.....	78
2.3	ICTA capacita a través de escuelas de campo en el cultivo de papa	79
2.4	ICTA contribuye en proyecto de parientes silvestres de cultivos	80
2.5	Promueven semillas de maíz más nutritivo en Alta Verapaz	81
2.6	Semillas mejoradas para el altiplano son entregadas al MAGA.....	82
2.7	Productores aprenden técnica de poda en árboles de aguacate	83
2.8	MAGA beneficia a pequeños productores con semillas mejoradas	83
2.9	Lanzamiento nueva variedad de semilla de arroz ICTA Robusta	84
2.10	Promoción de semillas mejoradas de maíz en Chiquimula	85
2.11	Transfieren nueva variedad de arroz ICTA Robusta.....	85
2.12	Nueva variedad de papa ICTA Loman Roja a disposición del sector agrícola	86
2.13	Diputados conocen el trabajo que realiza el ICTA	86
2.14	Inducción de Mutaciones: Estado del conocimiento en el mejoramiento de plantas en América Latina y el Caribe	87
2.15	ICTA benefició con plantas medicinales, aromáticas y condimentarias	88
2.16	Productores de café diversifican sus cultivos.....	88
2.17	Capacitación a extensionistas en el cultivo de maíz.....	89
2.18	Lanzamiento del primer híbrido de grano amarillo resistente a mancha de asfalto	90
2.19	Lanzamiento de Tech Maíz.....	91
2.20	Productores de papa conocen y evalúan clones biofortificados de papa.....	92
2.21	Familias de 60 comunidades del oriente, se benefician con semilla de frijol más nutritiva, capacitaciones y asistencia técnica	92
2.21	Fortalecen infraestructura de centros regionales de investigación.....	93
2.22	Curso en tecnología de alimentos	94
2.23	ICTA participa en Simposio Internacional del café entre Korea y América Latina	95
2.24	Expertos agrícolas de Corea conocen trabajo que el ICTA realiza en el país	95
2.25	Capacitación a extensionistas en fertilidad de suelos.....	96
2.26	Autoridades del CIAT reiteran colaboración al trabajo que desarrolla el ICTA	97
2.27	ICTA promueve producción de abono orgánico a través de lombricompost.....	97

2.28	Autoridades del ICTA pagan indemnización	98
2.29	Instrucción y difusión de tecnología en el cultivo de arroz bajo sistema de riego	99
3.	Alianzas estratégicas	99
3.1	Carta de entendimiento entre la Asociación de los Cuchumatanes (ASOCUCH)	99
3.2	Carta de entendimiento entre el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	100
3.3	Carta de entendimiento entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria y Forestal (FUNDIT)	100
3.4	Carta de entendimiento entre la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).....	100
4.	Ejecución financiera	100
5.	Publicaciones agrotecnológicas.....	101



ICTA Grano de Oro

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



1.1. Programa de investigación en el cultivo de maíz

Durante los últimos siglos, el maíz ha sido el cereal que mayor importancia ha tenido en diferentes sectores económicos a nivel mundial. En países desarrollados, el maíz se utiliza como forraje para la alimentación animal, como materia prima para la industria, y, últimamente, para la fabricación de biocombustibles, lo contrario sucede en países de África y América Latina, ya que la mayor parte de la producción o importación de maíz es destinada a la alimentación humana; por lo tanto, en estas regiones este cereal continúa siendo un elemento importante para la sobrevivencia de muchas familias que habitan en el área rural y que son de escasos recursos económicos (Hernández, 2009).

En el año 2020, a nivel mundial se sembraron 201.98 millones de hectáreas (ha) con una producción de 1,162.3 millones de toneladas (t), siendo Estados Unidos, China, Brasil y Argentina los mayores productores de maíz del mundo. En ese mismo año, Estados Unidos produjo 360.25 millones de toneladas en 33.37 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 10,794 kilogramos por hectárea (kg/ha); China produjo 260.87 millones de toneladas en 41.29 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 6,318 kg/ha; Brasil produjo 103.96 millones de toneladas en 18.25 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 5,696 kg/ha; y Argentina produjo 58.39 millones de

toneladas en 7.73 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 7,564 kg/ha (FAOSTAT, 2022). En el 2020, Guatemala produjo 1.91 millones de toneladas en 870,724 hectáreas, con un rendimiento promedio de 2,154 kg/ha (FAOSTAT, 2022), este rendimiento comparado con el de los mayores productores del mundo, es bastante bajo. El 90% de la producción corresponde a maíz de grano blanco, el 7% a maíz de grano amarillo y el restante 3% a maíz de otros colores. La producción nacional de maíz es insuficiente para cubrir la demanda de la población guatemalteca; habiendo un déficit de maíz blanco de 65,357 t y para maíz amarillo de 988,364 t, razón por la cual se importa maíz de Estados Unidos y México, principalmente.

Es importante entonces, que el país trabaje en aumentar los rendimientos del maíz tanto blanco como amarillo para satisfacer la demanda interna y por consiguiente disminuir las importaciones. El programa de maíz del ICTA concentra sus esfuerzos en desarrollar cultivares (tanto variedades como híbridos) con mejores capacidades de adaptación al cambio climático, mejor calidad nutricional y mayor productividad en el rendimiento. La investigación se desarrolla en todo el territorio nacional, en áreas del trópico bajo (0 a 1400 msnm), el altiplano central (1401 a 2000 msnm) y altiplano occidental (> 2000 msnm).

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

El Complejo Mancha de Asfalto (CMA) es una enfermedad de importancia económica en Guatemala, ya que ocasiona pérdidas en la producción de maíz de hasta 80%, principalmente en regiones del norte y oriente del país. Según estudios realizados durante los últimos años, se reporta que un *QTL Mayor* (*qRtsc8-1*) (Quantitative Trait Loci, por sus siglas en inglés), y 3 *QTL's* menores, condicionan la resistencia al complejo mancha de asfalto (Cao *et al.*, 2017). El objetivo de la presente investigación fue seleccionar genotipos con alto nivel de resistencia al CMA, buen potencial de rendimiento y buenas características agronómicas.

Durante el 2021 se evaluaron en San Jerónimo, Baja Verapaz, un total de 1,180 familias F_2 provenientes de la cruce de las variedades ICTA B-1, ICTA B7, ICTA B-9 e ICTA B-15 con la línea GTB 13-18, portadora de la resistencia al CMA; se seleccionaron las mejores 40 familias F_2 de cada población, con calificaciones menores o iguales a dos, según la escala de enfermedades del CIMMYT. El rendimiento de las familias F_2 provenientes de la cruce de ICTA B-1 estuvo entre 2,854.55 y 5,892.63 kg/ha, las familias F_2 de la cruce de ICTA B-7 estuvieron entre 2,611 y 4,446 kg/ha, las familias F_2 de la cruce de ICTA B-9 entre 2,636.66 y 4,412.47 kg/ha, y las familias F_2 de

la cruce de ICTA B-15 entre 3,109.29 y 4,527.14 kg/ha. En el 2022, se recombinarán las 40 familias F_2 seleccionadas de cada población en el ciclo A y en el ciclo B se realizará nuevamente la evaluación de 300 familias de cada población.

También se realizó la evaluación de 300 familias del primer ciclo de retrocruzamiento (BC_1), ICTA B-7/GTB 13-18//ICTA B-7 e ICTA B-15/GTB 13-18//ICTA B-15. Las calificaciones para el CMA estuvieron por encima de 3.5, lo cual indica que existió un alto nivel de segregación de la resistencia al CMA y no se consiguió seleccionar familias resistentes, por lo cual se considerará continuar con el desarrollo de la investigación con la metodología de retrocruzamiento.

Además, se evaluaron seis variedades de grano amarillo, se obtuvieron rendimientos entre 2,609.24 a 3,227.74 kg/ha, la entrada 4 (ICTA SIAM-04) tuvo una calificación de 2 en la escala del CIMMYT, para el CMA, siendo la única que presentó altos niveles de resistencia. Además, se evaluaron 18 híbridos avanzados de grano blanco QPM&Zn que reportaron rendimientos entre 2,923.20 y 7,824.45 kg/ha, las entradas 6, 14 y 18 presentaron altos niveles de resistencia con calificaciones de 1 en la escala del CIMMYT para el CMA.



Evaluación de la variedad experimental con resistencia al CMA proveniente de la cruce: ICTA B-7^{TS}/GTB 13-18, San Jerónimo, Baja Verapaz.

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

El complejo del achaparramiento es causado por tres organismos: Virus del rayado fino del maíz (MRFV), Espiroplasma del achaparramiento del maíz (*Spiroplasma kunkelii*) -CSS- y el Enanismo arbustivo del maíz (MBS) (Loladze *et al.*, 2016). El vector principal de los tres patógenos, son cicadélidos del género *Dalbulus*, siendo el más importante la especie *Dalbulus maidis* De Long & Wolcott, conocido también como chicharrita, debido a lo anterior se le considera la plaga de maíz más importante de América Latina (Bañuelos, 2009). El complejo del achaparramiento puede llegar a ocasionar pérdidas en el cultivo de maíz de hasta 70%.

Durante el año 2021, se evaluaron 75 híbridos de grano blanco y 57 híbridos de grano amarillo, en las localidades de Cuyuta, Masagua y Nueva Concepción, Escuintla y en San José La Máquina, Suchitepéquez; los ensayos se sembraron en diseños Alpha Látice. El objetivo de la presente investigación fue seleccionar genotipos de maíz, que combinaran un alto

nivel de resistencia al complejo del achaparramiento, buen potencial de rendimiento y buenas características agronómicas.

Como resultado de la investigación, se seleccionó 1 variedad de grano amarillo que presentó buen nivel de resistencia al complejo del achaparramiento con un 2% de daño y un rendimiento de 3,228.10 kg/ha. Se seleccionaron 5 híbridos de grano blanco con buenos a moderados niveles de resistencia al complejo del achaparramiento con 5 a 39% de daño, que reportaron rendimientos desde 5,347.24 hasta 6,488.56 kg/ha. En cuanto a los híbridos de maíz de grano amarillo, se seleccionaron 5 híbridos con buenos a moderados niveles de resistencia al complejo del achaparramiento desde 1 hasta 41% de daño. Los rendimientos obtenidos para los híbridos amarillos con alto nivel de resistencia al complejo del achaparramiento oscilaron entre 3,614.78 a 6,651.98 kg/ha.



Sintomatología del complejo del achaparramiento en híbridos de maíz en Nueva Concepción, Escuintla.

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

Guatemala ocupa el primer lugar de América Latina y el sexto lugar a nivel mundial en desnutrición crónica infantil, ya que el 49,8% de los niños tienen este padecimiento. El maíz es la principal fuente de energía en la dieta del guatemalteco, sin embargo, este cereal es deficitario en cantidad y calidad de proteína, especialmente aminoácidos esenciales como la lisina y triptófano y también de micronutrientes como el zinc.

La biofortificación de alimentos supone una alternativa viable para contrarrestar el problema de la desnutrición en Guatemala. El ICTA, para la región del trópico de Guatemala, ya tiene a disposición cultivares biofortificados de maíz (ICTA B-15^{ACP+Zn} e ICTA HB-18^{ACP+Zn}), sin embargo, en las regiones del Altiplano Central y Altiplano Occidental, donde los índices de desnutrición son mayores, por ejemplo: Totonicapán 70%, Quiché 68.8% o Huehuetenango con 67.7%, aún no se tiene una variedad de maíz biofortificada.

La técnica del retrocruzamiento se utiliza en fitomejoramiento para introgresar o insertar genes mayores o alelos de un *QTL Mayor* dentro de otro germoplasma. Considerando que las variedades de polinización libre ICTA V-301 e ICTA Compuesto Blanco, tienen excelentes características, pero su calidad de proteína es “normal” ($\pm 9\%$), durante 2020-2021 en la localidad de San Jerónimo, Baja Verapaz, se realizaron “Top Cross”, cruzando las

variedades comerciales ICTA V-301 e ICTA Compuesto Blanco con la línea endogámica GTBQZN 3-19, que tiene alta calidad de proteína y alto contenido de zinc (43 ppm), que fue identificada por el programa de maíz durante 2018. Se cosecharon 45 familias de cada una de las cruzas (90 en total).

En las localidades de Olinstepeque, Quetzaltenango y La Alameda, Chimaltenango, se sembraron 15 familias F_1 de cada una de las cruzas (30 en total), se realizaron autopolinizaciones, con la finalidad de obtener familias F_2 , se cosecharon 225 familias por craza (450 en total), posteriormente, se desgranaron las familias para luego hacer selecciones de grano con un grado adecuado de opacidad, a través, de selecciones en una mesa de luz. Se hicieron selecciones con la escala de grano QPM del CIMMYT (1-5), seleccionando granos con calificación de opacidad de 3. El resultado fue la selección de 100 familias F_2 para cada población, con grado de opacidad tres en el grano.

Durante el año 2022, se realizará el primer ciclo de retrocruzamiento (BC_1), para las dos poblaciones, dicho proceso se repetirá hasta obtener el BC_7 , y con ello a mediano plazo se generarán dos nuevas versiones de las variedades ICTA V-301 e ICTA Compuesto Blanco con alta calidad de proteína y alto contenido de zinc.



Selección en mesa de luz de granos con grado de opacidad 3 de la craza ICTA V-301/Línea GTBQZN 3-19 (BC_0F_2), Chimaltenango.

1.1.4 Diagnóstico del sistema de semillas de maíz y frijol en las áreas afectadas por los huracanes Eta e Iota en los departamentos de Izabal y Alta Verapaz

El paso de los huracanes Eta e Iota a finales del 2020 dejó serios daños en los medios de vida de los agricultores del país. Para restaurar las unidades productivas y fortalecer la resiliencia de los agricultores, el Ministerio de Agricultura en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) implementaron el Programa Estipendio por Acciones, en el marco de este programa, se desarrolló el diagnóstico del sistema local de semillas de maíz y frijol, con el objetivo de conocer como fueron afectados estos sistemas por el paso de los huracanes en los municipios de Panzós, Alta Verapaz; El Estor, Morales y Los Amates, Izabal. La información se obtuvo a través de una encuesta a nivel hogar a 245 agricultores jefes de hogar beneficiarios del programa.

Para el sistema de semillas locales de maíz, se identificó que los meses con mayor frecuencia de siembra son mayo, octubre y noviembre, el área de cultivo en promedio es menor de una hectárea, la fuente de obtención de semilla más utilizada es de la cosecha anterior (61 %). El 68 % de los hogares utilizan semillas nativas (conocidas como criollas) y solo el 24 % utilizan semillas mejoradas que las adquieren fuera de la finca. La diversidad de las semillas utilizadas en términos de color indica que el 98 % de los productores siembran maíz de color blanco debido a su preferencia para el consumo y la venta.



Capacitación a promotores comunitarios de la FAO en el levantamiento de información del estudio desarrollado en Panzós, Alta Verapaz.

Para el caso del frijol, se identificó que solo el 57 % de los hogares lo cultiva. La siembra la realizan con mayor frecuencia en los meses de diciembre, enero y septiembre. Solo el 31 % de los agricultores conocen el nombre de la semilla que utilizan, un 41 % identificó su semilla como criolla y el restante 59 % no saben si son criollas o mejoradas. La semilla la adquieren con otros agricultores y en el mercado. En promedio utilizan 67.48 kilogramos, por hectárea (ha) y siembran alrededor de 0.21 ha por año. El color del grano más preferido es el negro, aunque se identificó un pequeño grupo (6 %) que cultiva frijol de grano rojo. Posterior al paso de los huracanes, la disponibilidad de semillas se vio afectada en términos de cantidad y distancia. El acceso fue limitado por la poca capacidad de producción en el hogar, el aumento del precio de las semillas y la baja disponibilidad de dinero para la adquisición fuera del hogar. La calidad encontrada fue entre regular y buena. Aunque la adaptabilidad fue el elemento más afectado, ya que las nuevas condiciones de suelo afectaron significativamente su crecimiento y desarrollo; sin embargo, los agricultores indicaron que pudieron adquirir el tipo y color de semilla de su preferencia.

La información obtenida será de utilidad para orientar las acciones de programas y proyectos que busquen mejorar la capacidad adaptativa de los agricultores ante este tipo de eventos climáticos



Encuesta a beneficiarios de la comunidad Cahaboncito, Panzós, Alta Verapaz.

1.1.5 Diagnóstico del comportamiento poblacional de la chicharrita (*Dalbulus maidis*) en maíz, en la Costa Sur de Guatemala

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos más importantes a nivel mundial, siendo primordial para la seguridad alimentaria en Guatemala. El Complejo del Achaparramiento (CAM) es una enfermedad sistémica que afecta la fisiología, nutrición, desarrollo de la planta y puede afectar hasta en un 70% la producción del grano; es transmitida en forma persistente por la chicharrita (*Dalbulus maidis*). En el Centro de Producción del Sur ICTA, ubicado en San José La Máquina, Suchitepéquez, se realizó un estudio para determinar el comportamiento poblacional de la chicharrita y establecer la incidencia del CAM en dos híbridos de maíz (ICTA HB-83 e ICTA HB-17) y en una variedad de polinización libre (ICTA B-7).

Los cultivares de maíz se evaluaron en dos épocas de siembra (mayo-agosto, julio-noviembre) bajo un diseño en parcelas divididas en arreglo completamente aleatorizado (DCA) con cuatro repeticiones. La parcela principal correspondía al control de *D. maidis* (control químico, sin control) y los cultivares de maíz correspondieron a las subparcelas. La dinámica poblacional de *D. maidis* así como la incidencia del CAM fueron diferente según la época de siembra. En la siembra realizada en julio se contabilizó la mayor cantidad de adultos, se presentó una infestación temprana con relación a la siembra realizada en mayo, y se reporta una incidencia del CAM del 20.19%; se

presentaron plantas con síntomas de rayado fino, proliferación de mazorcas, plantas vanas y coloración rojiza en los bordes de las hojas. La incidencia del CAM entre los cultivares fue diferente, el híbrido ICTA HB-83 fue el más afectado, presentando una incidencia de 2 % y 32.21 % en la siembra de mayo y julio, respectivamente, mientras que ICTA HB-17 presentó la menor incidencia en las dos épocas de siembra siendo de 0.63 % y 7.77 % en mayo y julio, respectivamente.

La infestación temprana en el ensayo establecido en julio afectó el rendimiento de los tres cultivares en más del 60 % con relación al ensayo establecido en mayo; para la variedad ICTA B-7 en la siembra de mayo se reporta un rendimiento de 4995.88 kg/ha mientras que en la siembra establecida en julio se reporta un rendimiento de 1451.31 kg/ha; se reporta un rendimiento del híbrido ICTA HB-17 de 7748.53 kg/ha y 2831.12 kg/ha para el ensayo establecido en mayo y julio, respectivamente. El coeficiente de correlación de Pearson entre el número de adultos de *D. maidis* y el rendimiento (-0.88) confirma el efecto negativo que genera la presencia del *D. maidis* sobre el rendimiento del grano al ser el principal agente transmisor de los patógenos asociados al CAM, ya que al contabilizar mayor cantidad de insectos el rendimiento se redujo.



Plantas de maíz en parcela en el CEPESUR (de izquierda a derecha): plantas sanas, planta con síntomas del complejo de achaparramiento, la chicharrita *Dalbulus maidis*.

1.1.6 Dinámica poblacional del ácaro del maíz en el Altiplano Occidental de Guatemala

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los más relevantes a nivel mundial, y forma parte de la dieta básica para los guatemaltecos. Dentro de las plagas que afectan el rendimiento del cultivo de maíz se encuentran los ácaros; estos son ampliamente distribuidos y con altas tasas de reproducción. Durante el período 2019-2020, productores de Quetzaltenango y Totonicapán, reportaron daños severos en el cultivo de maíz causados por ácaros en la zona del altiplano Occidental de Guatemala. Dichos daños ascendieron de 70 a 100 % de severidad en planta, que ocasionaron de 50 a 100 % de reducción en el rendimiento de grano. Los productores manifestaron desconocimiento de la plaga y de su manejo. El Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR), del MAGA, en 2019 identificó la plaga como *Olygonichus pratensis* y reportó zonas infestadas. Por esta razón, se consideró importante confirmar la identificación del ácaro y estudiar su fluctuación poblacional. Se estudió la dinámica poblacional del ácaro determinando su nivel poblacional en parcelas de maíz dentro de la estación experimental del ICTA, ubicada en Quetzaltenango. Se establecieron seis

cuadrantes fijos dentro de las parcelas para realizar muestreos semanales. De las muestras colectadas, se identificó y confirmó la plaga como el ácaro *Olygonichus pratensis*, este es de color verde claro con dos filas de 3 manchas oscuras en el dorso. La población del ácaro varió a lo largo del ciclo de cultivo, esta se incrementó en la época seca antes de iniciar la época de lluvia cuando la planta se encontraba en fase vegetativa 4 (V-4). Después la población descendió durante el mes de junio al iniciar la época de lluvia y ascendió nuevamente con el establecimiento de la época seca. Para la fase de floración del maíz el ácaro había colonizado todas las hojas de la planta. La densidad poblacional fue baja durante el 2021, varió entre 1.45 a 9.7 individuos promedio/hoja durante las primeras 7-8 semanas, alcanzando un máximo de 79 durante la etapa de floración y llenado de grano. Se encontró correlación alta y positiva con el viento, ya que le ayuda a su dispersión. Con la evaluación de los cuadrantes se identificó que el ácaro ingresa de los bordes, y que las malezas y parcelas sin manejo alrededor son fuente hospederos de la plaga



O. pratensis colectado en el cultivo de maíz (Fotografía tomada con cámara MC170 HD LEICA®).



Adulto y huevo de *O. pratensis* visto en estereomicroscopio, ICTA CEPALO (Fotografías tomadas con cámara HD-4k Euromex®).

1.1.7 Promoción de híbrido de maíz amarillo ICTA Grano de Oro

Durante el año 2019-2020, el ICTA con el apoyo del Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), validó en campos de agricultores el híbrido de maíz de grano amarillo nombrado experimentalmente ICTA HA-02, en las regiones del norte, oriente y occidente de Guatemala. Después de aprobar el proceso de validación, en agosto del año 2021 se liberó el híbrido nombrándolo “ICTA Grano de Oro”, cuyas características principales son: alto potencial de rendimiento que supera a los testigos comerciales y su alto nivel de resistencia a la enfermedad conocida como Complejo Mancha de Asfalto (CMA). Con la finalidad de promocionar al híbrido de maíz de grano amarillo ICTA Grano de Oro, se entregó semilla certificada de dicho híbrido a un

total de 150 agricultores ubicados en varios municipios de la región Oriente, Norte, Sur y Occidente del país. En la región del norte las parcelas cosechadas tuvieron un promedio de rendimiento de 5,115.89 kg/ha, en el Occidente se tuvo un promedio de rendimiento de 3,382.43 kg/ha, en la región del Oriente con un promedio de 3,501.78 kg/ha y en la región Sur el promedio de rendimiento en las parcelas establecidas fue de 5,534.14 kg/ha. A nivel nacional el híbrido ICTA Grano de Oro tuvo un promedio de rendimiento de 4,566.97 kg/ha. Por medio de los resultados obtenidos a través de boletas de opinión realizadas a los agricultores beneficiarios, se considera que se está aceptando de forma positiva



Mazorcas del híbrido ICTA Grano de Oro, cosechadas en Las Cruces, Petén.



Parcela de ICTA Grano de Oro establecida en La Libertad, Petén.

1.1.8 Promoción del híbrido de maíz amarillo ICTA grano de oro a través de escuelas de campo en la región norte de Guatemala

En agosto 2021 fue liberado el híbrido de maíz de grano amarillo ICTA Grano de Oro. Con el objetivo de mejorar los niveles de producción de maíz en la zona Norte de Guatemala, se promocionó el uso de semilla mejorada de dicho híbrido de maíz, para el efecto se utilizó la metodología participativa de escuelas de campo de agricultores (ECA) fundamentada en la educación no formal de promotores y promotoras adultos con el enfoque de “Aprender Haciendo”.

El proceso de promoción inició con la entrega de 5 libras de semilla certificada del híbrido de maíz de grano amarillo “ICTA Grano de Oro, a una población de 150 agricultores; con dicha semilla se realizó el establecimiento de unidades de enseñanza-aprendizaje (parcelas); el currículo de capacitación incluyó temas

priorizados como: registro de información de tipo agro socioeconómico y manejo agronómico por fase de desarrollo del cultivo; además, se realizaron actividades como días de campo.

El proyecto se desarrolló en los municipios de Fray Bartolomé de las Casas, Chisec, La Tinta y Panzós, del departamento de Alta Verapaz y el municipio de Playa Grande, Ixcán, del departamento del Quiché. Se atendió de forma directa a una población de 150 agricultores y de forma indirecta a una población de 750 agricultores. El proceso de promoción a través de escuelas de campo permitió realizar el intercambio de experiencias entre las personas que integraron los grupos de trabajo y la definición de acciones que requirieron el manejo del cultivo; la ejecución de prácticas y demostración en la parcela de aprendizaje.



Agricultores del municipio de Panzós, A.V. integrantes de la ECA. Proyecto de promoción del híbrido de maíz amarillo ICTA Grano de Oro.



Agricultores de municipio de Ixcán, Quiché capacitados sobre fundamentos de Escuelas de Campo para promoción del híbrido de maíz amarillo ICTA Grano de Oro.

1.1.9 Promoción a través de escuelas de campo de *Mucuna pruriens* aplicado como mulch para el aprovechamiento del nitrógeno y conservación de la fertilidad del suelo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L), en la región Norte de Guatemala

El frijol mucuna (*Mucuna pruriens*), también conocido como frijol terciopelo (por sus vainas con vellosidad), es un cultivo de cobertura que funciona como abono verde, gracias a la gran cantidad de biomasa que produce, contribuye a mejorar el suelo, evita la erosión hídrica, conserva la humedad e impedir la emergencia de malezas. En la zona norte de Guatemala existen localidades que tienen baja fertilidad de suelos, donde actualmente se siembra maíz, con la finalidad de contribuir a mejorar las condiciones socioeconómicas y la fertilidad de los suelos se realizó la promoción de la tecnología de la aplicación de frijol mucuna en forma de mulch con alto aporte de nitrógeno. Se utilizó la metodología participativa de escuelas de campo de agricultores (ECA) fundamentada en la educación no formal de promotores y promotoras adultos, con enfoque Aprender haciendo. El proyecto fue ejecutado en los municipios de Fray Bartolomé de las Casas, Chisec, La Tinta y Panzós del departamento de Alta Verapaz y el municipio de Playa Grande, Ixcán, del departamento de El Quiché. El intercambio de experiencias entre las personas que integraron los grupos de trabajo.

proceso de promoción comprendió actividades relacionadas a la entrega de 5 libras de semilla certificada de frijol mucuna a una población de 150 agricultores; establecimiento de unidades de enseñanza-aprendizaje dentro de las escuelas de campo; desarrollo del curriculum de capacitación en temas priorizados sobre registro de información de tipo agro socioeconómico y manejo agronómico por fase de desarrollo del cultivo, promoviendo la siembra de frijol mucuna con dos semillas por postura, a un distanciamiento de 0.80 m entre surco y por 0.40 m entre postura y la incorporación del rastrojo en forma de mulch a los 135 días, para luego sembrar la semilla de maíz 20 días después de realizada la incorporación. Se realizaron días de campo y evaluación del ciclo de aprendizaje por reunión. Se atendió de forma directa a una población de 150 agricultores y de forma indirecta a una población de 750 agricultores. El proceso de promoción a través de escuelas de campo permitió realizar el



Agricultores participantes en escuelas de campo.



Cultivo de mucuna.



1.2 Programa de investigación en el cultivo de frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más consumidas por el ser humano a nivel mundial, y es el segundo grano básico más consumido en Guatemala después del maíz (*Zea mays* L.), estos granos son de gran importancia ya que constituyen la dieta básica de la mayoría de población guatemalteca, con un consumo per cápita de frijol de 9.4 kg al año, y debido a que pocas fuentes de proteína están disponibles en las áreas rurales, esta cantidad no es suficiente para asegurar una buena nutrición, especialmente en los sectores rurales con altos índices de pobreza. (Legume Innovation Lab, 2015).

La baja producción del cultivo de frijol se debe principalmente a los estreses bióticos y abióticos. De acuerdo a la Encuesta Agropecuaria del MAGA, en Guatemala, la producción de frijol se lleva a cabo en el 31% de

la tierra agrícola, donde una alta proporción de la producción (53.42 %), es realizada en unidades productivas menores de 7 hectáreas (86.59 %), que equivale al 66 % del área cultivada. La producción se distribuye de la siguiente manera: Petén (17 %); Jutiapa (13.5 %); Quiché (9.9 %); Chiquimula (8.4 %); Huehuetenango (8.1 %); Jalapa (6.4 %); Santa Rosa (6 %) y los demás departamentos producen un total de 30.7 % del frijol en el país (MAGA, 2016).

El mejoramiento genético es una herramienta que ha demostrado ser una respuesta económica y ecológicamente viable para poder incrementar la producción del frijol común en diferentes lugares del mundo, el Programa de Frijol del ICTA enfoca sus esfuerzos en la generación de variedades con resistencia a las principales enfermedades que afectan el cultivo en las diferentes regiones del país.

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

El virus del mosaico dorado amarillo (VMDAF), es la principal causa de los bajos rendimientos en la producción de frijol en las regiones con ambiente cálido en Guatemala, es transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). El virus del mosaico dorado afecta en las diferentes etapas fenológicas del cultivo en ambientes con temperaturas mayores a los 25°C y altitudes hasta los 1,200 msnm. Se ha determinado, que la manera más eficiente de control para esta enfermedad, es a través del mejoramiento genético.

El ICTA trabaja en cooperación con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), El Recinto Universitario de Mayagüez de Puerto Rico (RUMPR), la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (EAP), y el proyecto KoLFACI (Korea – Latin America Food & Agriculture Cooperation Initiative, por sus siglas en inglés), con el objetivo de seleccionar germoplasma con resistencia a VMDAF, tolerancia a sequía y alto contenido de minerales, que compitan en rendimiento de grano con las variedades utilizadas en la región y que posean características agronómicas de la preferencia de los productores.

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 los Centros de Producción del Oriente, del ICTA, ubicados en Zacapa y Jutiapa, se realizaron evaluaciones bajo presión de VMDAF (liberando poblaciones de mosca blanca), y sequía terminal (suspendiendo el riego a los 28 días después de la siembra). Genotipos de generaciones filiales F_2 a F_7 y líneas avanzadas de frijol fueron evaluados en viveros sin diseño experimental, con la finalidad de seleccionar plantas individuales y compuestos masales.

Como resultado de la investigación, se seleccionaron 344 líneas en diferentes generaciones filiales (F_2 a F_7), y 33 líneas avanzadas, todas con un buen nivel de resistencia a VMDAF, tolerancia a sequía, alto contenido de minerales y alto potencial de rendimiento. Las líneas avanzadas se evaluarán nuevamente durante 2022, en un Ensayo Preliminar de rendimiento (EPR).



Cultivo de frijol resistente al virus del mosaico dorado y tolerante a la sequía.

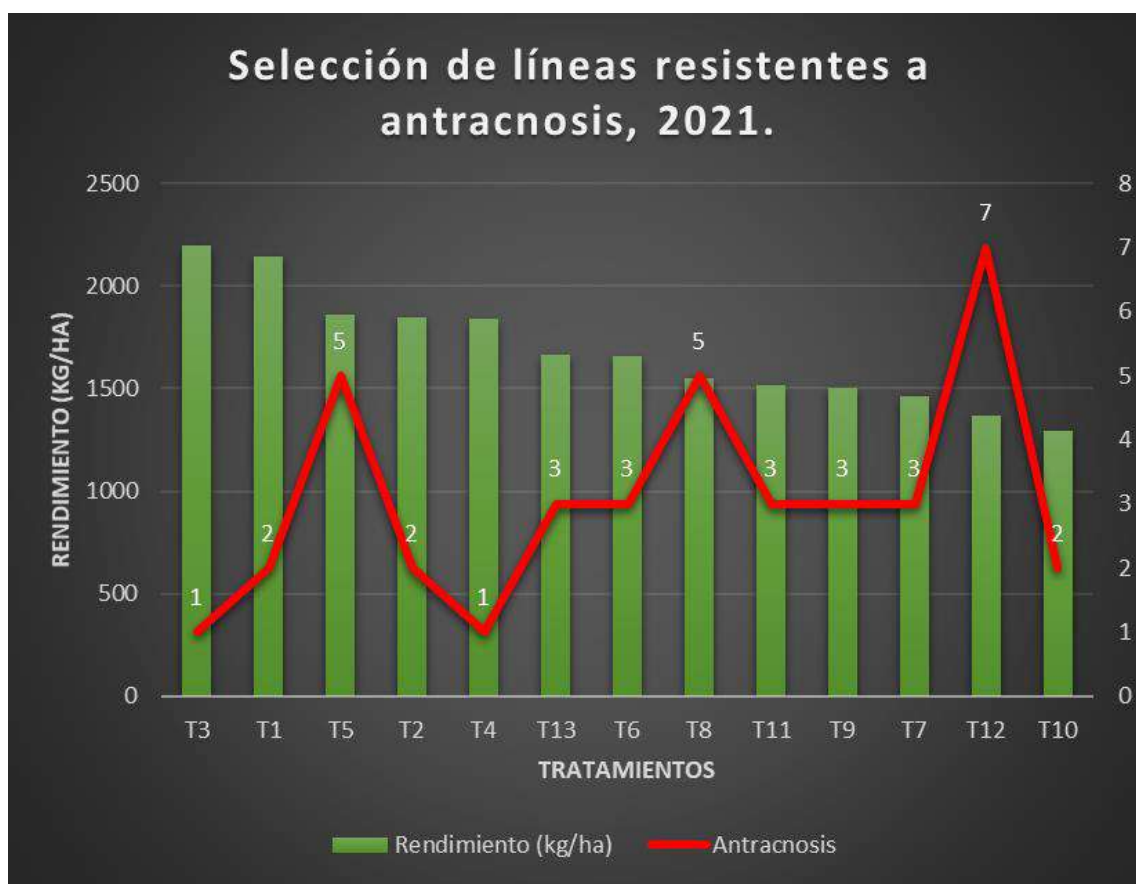
1.2.2 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para resistencia a antracnosis

La enfermedad conocida como Antracnosis del frijol es causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. and Magnus) Briosi and Cavara. Es una enfermedad importante a nivel mundial y causa mayores daños en zonas templadas y subtropicales. Cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad, puede llegar a ocasionar pérdidas en el rendimiento de grano desde 60 hasta 100%. La antracnosis, puede transmitirse a través de la semilla y ser llevada de esta manera a campo de agricultores donde antes no estaba presente.

El objetivo de la presente investigación, fue seleccionar genotipos de frijol que combinaran resistencia a antracnosis y adaptabilidad a las condiciones del altiplano central de Guatemala (1500 a 2000 msnm). Durante el año 2021, en la estación experimental de Chimaltenango, se

evaluaron 11 líneas avanzadas de frijol, más dos testigos comerciales ICTA Hunapú e ICTA Altense, en un diseño de bloques completos al azar y tres repeticiones, realizándose 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 que poseen los genes de resistencia de origen andino Co-1³ y Co-1².

Como resultado de la investigación se identificaron nueve líneas avanzadas con buen potencial de rendimiento (1,400 hasta 2,100 kg/ha en promedio), buena arquitectura de planta y resistencia a las razas 556 y 585 de antracnosis. Estas líneas serán caracterizadas agromorfológicamente en 2022 y llevadas a ensayos en fincas de agricultores durante 2023.



Desempeño de líneas avanzadas de frijol.

1.2.3 Mejoramiento genético del cultivo de frijol para resistencia al daño ocasionado por gorgojos de almacenamiento

En Guatemala los gorgojos (*Zabrotes subfasciatus* (Boheman 1833) y *Acanthoscelides obtectus* Say) son responsables de las pérdidas de granos de frijol en almacenamiento, alcanzando hasta un 15 % de la producción nacional. La resistencia varietal o genética es un método efectivo de control de plagas que afectan los cultivos, esta forma de manejo de poblaciones de plagas en los cultivos agrícolas es natural y ecológicamente limpia. La Universidad de Puerto Rico realizó evaluaciones de una población “RIL” (Líneas endogámicas recombinantes), del cruce: ‘Solewzi/PR1012-29-3-3A’ desarrollada por el Dr. Kelvin Kamfwa para la reacción al daño ocasionado por gorgojos de almacenamiento. Un total de 212 RIL fueron evaluadas, identificándose 22 líneas (10.4 %) con altos niveles de resistencia. El análisis de QTL (Quantitative Trait Loci, por sus siglas en inglés), identificó una región genómica en PV04 (sitio del locus APA) y PV10 asociados con la resistencia al daño ocasionado por gorgojos.

El objetivo de esta investigación fue identificar fuentes de resistencia genética al daño ocasionado por el gorgojo mexicano del frijol (*Z. subfasciatus*). Durante el año 2021 en las localidades de San Jerónimo, Baja Verapaz, Jutiapa, Jutiapa y Bárcenas, Villa Nueva, se evaluaron 22 líneas avanzadas de frijol más tres testigos, utilizando un diseño completamente aleatorizado, con tres repeticiones.

Como resultado de la investigación, se identificó a la línea PR 1303-42, que presentó resistencia al daño ocasionado por *Zabrotes subfasciatus* (Boheman 1833), por segundo año consecutivo, con un 12 % de daño a los 120 días después de la infestación, ésta línea será incluida dentro de ensayos de rendimiento posteriores, pero, además, será utilizada en viveros de cruzamientos futuros. Evaluaciones preliminares utilizando marcadores moleculares ligados a la resistencia del daño ocasionado por gorgojos de almacenamiento, determinó 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.



Línea susceptible al daño ocasionado por gorgojos.



Línea resistente al daño ocasionado por gorgojos.

1.2.4 Evaluación de líneas avanzadas de frijol arbustivo de grano negro adaptadas a las zonas bajas de Guatemala 2020-2021

El programa de frijol del ICTA con la finalidad de mejorar la productividad de dicho cultivo en las regiones del norte y oriente de Guatemala, seleccionó líneas avanzadas de frijol de grano negro con adaptación a zonas comprendidas entre los 0 y los 1200 msnm, dichas líneas tienen resistencia al virus del mosaico dorado amarillo y tolerancia a sequía, que son los problemas de mayor impacto- en los bajos rendimientos del cultivo, además, las líneas tienen alto potencial de rendimiento y alto contenido de minerales (principalmente hierro). Derivado de lo anterior, el programa de validación y transferencia de tecnología condujo ensayos de finca en distintas localidades de los departamentos de Baja Verapaz, El Quiché, Petén, Zacapa, Chiquimula y Jutiapa para determinar el potencial de cada una de las líneas de frijol.

Se evaluaron 8 líneas avanzadas de frijol, más tres testigos, la variedad “Pecho Amarillo”, que es susceptible al virus del mosaico dorado, la variedad ICTA Ligero que posee resistencia a dicho virus y la variedad ICTA Chortí que tiene alto contenido de hierro (94 ppm). Se

establecieron 9 ensayos utilizando un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones y se sembraron durante los meses de agosto a diciembre de 2020 y enero de 2021. Los resultados obtenidos muestran que existió interacción genotipo por ambiente, la línea ICTA JU-2019-07 presentó la mayor estabilidad ambiental para la región oriente con rendimiento de 1,144 kg/ha versus el testigo pecho amarillo con 915 kg/ha y las líneas ICTA JU-2019-02 e ICTA JU-2019-07 presentaron la mejor estabilidad para la región norte con rendimientos de 1,546 kg/ha y 1,401 kg/ha respectivamente versus el testigo pecho amarillo con 1,238 kg/ha. En lo que se refiere a resistencia al virus del mosaico dorado, todas las líneas (incluyendo al testigo susceptible), no superaron valores de 3 en la escala de CIAT, el cual representa síntomas leves de la enfermedad, lo que nos indica que la presión de la enfermedad fue muy baja. En base al rendimiento y estabilidad ambiental se recomienda pasar a parcelas de prueba la línea ICTA JU-2019-07, la cual presentó valores del contenido de hierro desde 54.5 a 103.9 ppm y de zinc de 31.45 a 42.2 ppm.



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



Ensayo de líneas avanzadas de frijol arbustivo negro en la localidad de La Palma, Las Cruces, Petén.

1.2.5 Caracterización de razas de roya (*Uromyces appendiculatus*) del frijol común del Altiplano Central de Guatemala

En Guatemala, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es el segundo grano de importancia para la población. La roya del frijol (*Uromyces appendiculatus*) es uno de los patógenos que afecta a este cultivo y puede causar pérdidas en el rendimiento de hasta el 80 %. En localidades del Altiplano Central de Guatemala, se ha reportado la presencia de este patógeno, pero no se conoce la clasificación a nivel de razas en todos los municipios. El objetivo de esta investigación fue identificar la variabilidad patogénica de *U. appendiculatus* en zonas productoras en el Altiplano Central de Guatemala. Se realizaron inoculaciones a las líneas diferenciales de la roya del frijol, con el patógeno purificado (asilamiento de una sola espora), procedente de tres localidades: Santa Cruz Balanyá, San Juan Comalapa, y Chimaltenango, del departamento de Chimaltenango. Aproximadamente, 10 a 14 días después de inoculados los diferenciales se

evaluaron los síntomas. La identificación de las razas de roya se realizó según la reacción de resistencia y susceptibilidad del daño causado por *U. appendiculatus* en las líneas diferenciales. Según la diferencia de patogenicidad y virulencia del patógeno, se identificaron cuatro razas: 21-36, 23-54, 21-38 y 23-36. Tres de los diferenciales del reservorio Andino (Early Gallatin, Montcalm y GG Wax), y dos del reservorio Mesoamericano (Mex 309 y PI 181996) fueron susceptibles a las cuatro razas identificadas. Las cuatro razas presentaron virulencia sobre los genes *Ur-4- Ur-5 Ur-6* y *Ur-11*. El presente estudio demuestra la gran diversidad del patógeno en las áreas de producción de frijol del Altiplano Central de Guatemala y brinda información al programa de mejoramiento de frijol para orientar sus planes de cruzamiento en la búsqueda de resistencia genética a la enfermedad



Incremento de urediniosporas de la raza 23-54 de *U. appendiculatus* causante de la roya del frijol.

1.2.6 Caracterización de razas de mancha angular (*Pseudocercospora griseola* Sacc) del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el altiplano de Guatemala

La mancha angular es una de las enfermedades con mayor distribución geográfica y mayor impacto económico en cultivo del frijol, puede causar pérdidas en la producción de hasta el 80 %. Esta enfermedad es causada por el patógeno *Pseudocercospora griseola*. El síntoma principal de la enfermedad consiste en lesiones definidas por las nervaduras formando ángulos en el tejido foliar, derivándose de esta característica el nombre de la enfermedad. La identificación y mejoramiento de cultivares resistentes a la enfermedad constituyen la estrategia de control más rentable y ambientalmente amigable para los productores. Para el mejoramiento, es necesario conocer la variabilidad genética del patógeno e identificar su virulencia a los genes de resistencia del frijol, sin embargo, esta información es limitada en Guatemala. Debido a lo anterior, se realizó la identificación de razas de *P. griseola* en los departamentos de Quetzaltenango,

Chimaltenango y San Marcos. Se colectaron muestras de hojas con síntomas de mancha angular en los años 2020 y 2021, en parcelas de producción de frijol. Las muestras se trasladaron al laboratorio de protección vegetal del ICTA, ubicado en Quetzaltenango, donde se aisló el patógeno y se obtuvieron cultivos monosporicos. Cada aislamiento fue caracterizado inoculándolo en el set de 12 líneas diferenciales de frijol con genes específicos para esta enfermedad, aplicando el sistema binario establecido. Se identificaron seis razas: 63-47 en Quetzaltenango); 47-63 y 31-63 en Chimaltenango; y 31-15, 63-15 y 25-38 en San Marcos. Basados en su valor binario, se identificaron dos patrones de virulencia: altamente virulentos para las razas 63-47, 47-63, 31-63 y 63-15; y medianamente virulentos las razas 31-15 y 25-38. El presente estudio demuestra la gran diversidad del patógeno en las áreas de producción evaluadas



Lesión típica de mancha angular esporulada y coremios, ICTA Labor Ovalle.



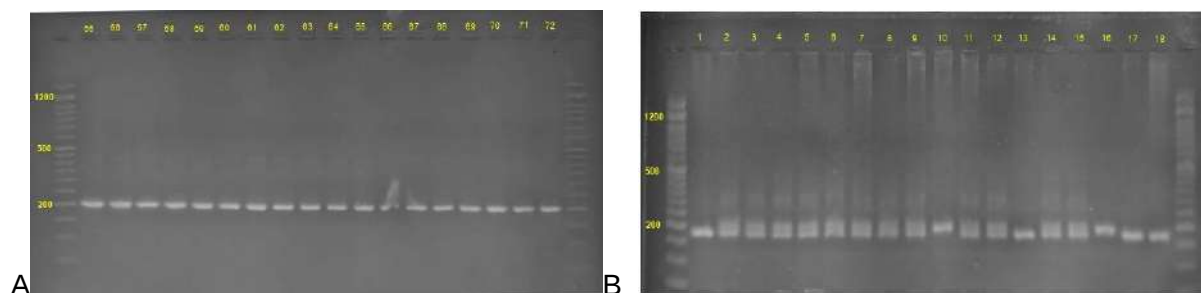
Síntomas de *P. griseola* Sacc en set de diferenciales de frijol, ICTA Labor Ovalle.

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

El cultivo de frijol constituye una parte esencial en la dieta del guatemalteco debido a su aporte de proteína, sin embargo, existen varias enfermedades que disminuyen su producción en Guatemala, entre ellas se menciona la mancha angular de la hoja (*Pseudocercospora griseola* Sacc), el virus del mosaico común, el virus del mosaico dorado amarillo, la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y la roya (*Uromyces appendiculatus*).

La utilización de marcadores moleculares para la detección de líneas con presencia de genes de resistencia a estas enfermedades, es una herramienta que facilita la identificación y selección de genotipos homocigotos y heterocigotos para el mejoramiento genético y la generación de variedades mejoradas. En el 2021, se evaluaron diferentes genotipos de frijol para determinar la presencia de marcadores moleculares positivos para resistencia a diferentes enfermedades.

Para la mancha angular de la hoja se evaluaron 120 líneas de frijol provenientes del altiplano central de Guatemala; la línea identificada como 14-6, fue positiva para los genes Phg-1 y Phg-2 y 81 líneas fueron positivas para el gen Phg-2, estos genes confieren resistencia a dicha enfermedad. En el caso de roya, se evaluaron 75 genotipos (producto de la cruce de la línea resistente PI 181996 e ICTA Texel) para el gen Ur-11, 41 líneas fueron positivas para este marcador de resistencia, además, se evaluaron 75 líneas (producto de la cruce del cultivar resistente México 235 e ICTA Texel), para el gen Ur-3, 19 líneas fueron positivas para este marcador de resistencia. Se espera que con estos resultados el programa de mejoramiento de frijol de ICTA acelere el proceso de generación de variedades mejoradas con resistencia a las principales enfermedades que afectan el cultivo de frijol en Guatemala.



A. Bandas obtenidas con el marcador Indel IGV11-48414723- para el gen de resistencia a roya Ur-11 (200/210 pb). **B.** Bandas obtenidas con el marcador Indel IGV11-46981156-Ur-3- para el gen de resistencia a roya Ur-3 (180/195 pb).

1.2.8 Escuela de Campo sobre producción de frijol arbustivo de las variedades ICTA Patriarca, ICTA Ligero e ICTA Chortí^{ACM} en los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos

La agrocadena de frijol del Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), realizó un diagnóstico en el año 2016, donde describe como punto crítico que los agricultores utilizan el grano de frijol de consumo como semilla, por lo cual, no se tiene semilla de buena calidad, al mismo tiempo, manifestaron el desconocimiento de variedades resistentes a plagas y con tolerancia a factores provocados por el cambio climático, con alta productividad y aceptabilidad en el mercado.

Con el propósito de contrarrestar la problemática que afrontan los productores de frijol en el occidente del país, el equipo del programa de Validación y Trasferencia de Tecnología del ICTA planteó el proyecto sobre producción de frijol arbustivo de las variedades ICTA Patriarca, ICTA Ligero e ICTA Chortí^{ACM}, en los departamentos de Quetzaltenango y San

Marcos, haciendo uso de la metodología de Escuelas de Campo de Agricultores (ECA), con el propósito de hacer transferencia de tecnología. El proyecto fue ejecutado en tres localidades: San Rafael Pie de la Cuesta y San Pablo, San Marcos; Génova, Quetzaltenango.

Se tuvo en cada ECA la participación de diez personas entre agricultores y extensionistas, se establecieron en el año 2021 tres parcelas demostrativas y de aprendizaje donde se realizaron ocho módulos de capacitación a lo largo del desarrollo del proyecto. Se tuvo como resultado un total de 30 personas capacitadas en producción de frijol arbustivo, abordando los aspectos de manejo agronómico y transfiriendo recomendaciones técnicas generadas por el ICTA en el cultivo de frijol. Las personas capacitadas ahora tienen el conocimiento y las habilidades para mejorar sus rendimientos y en lo sucesivo utilizarán las variedades mejoradas de frijol que el ICTA ha liberado



Graduación ECA, Génova, Quetzaltenango.



Graduación ECA, San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos.

1.2.9 Implementación de actividades de promoción de la biofortificación dentro del programa de Pro-resiliencia del Programa Mundial de Alimentos en el corredor seco de Guatemala

En colaboración con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el apoyo financiero de la Unión Europea, está implementando una serie de actividades tendientes a promocionar los cultivos biofortificados en el marco del programa de resiliencia al cambio climático implementado por el Programa Mundial de Alimentos (PMA), en tres departamentos del Oriente de Guatemala: Chiquimula, Zacapa y El Progreso. Dentro de las actividades de promoción de los cultivos biofortificados está: la diseminación de la variedad de frijol ICTA Chortí^{ACM} mediante la difusión de semilla certificada; la capacitación de organizaciones locales en la producción de semilla de frijol; la capacitación a extensionistas y técnicos de campo en temas de manejo agronómico del cultivo de frijol; la asistencia técnica a los productores y la divulgación de material informativo.

Dentro de los principales logros que se tuvieron en el año 2021, se destaca la entrega de semilla de frijol ICTA Chortí a un total de 5,859 familias priorizadas del proyecto, las cuales se

encuentran distribuidas en 64 comunidades de los departamentos de Zacapa, Chiquimula y El Progreso.

Se realizaron 4 eventos de capacitación presencial sobre el manejo agronómico del cultivo de frijol dirigido a 90 personas entre extensionistas del MAGA y técnicos de otras instituciones que laboran en el área de acción del proyecto. Además, en el año 2021, se inició con los muestreos de suelos en las comunidades de intervención del proyecto, con la finalidad de obtener un total de 550 muestras de suelo y poder analizar las propiedades químicas y físicas de los suelos donde se cultiva frijol y así poder genera mapas de fertilidad y recomendaciones para los agricultores de la zona. Estas actividades contribuirán a mitigar los problemas de seguridad alimentaria y nutricional de las localidades priorizadas y con esto, se apoyará en la mejora de la calidad de vida de dicha población, especialmente, niños menores de cinco años, mujeres embarazadas, lactantes y adultos mayores.



Entrega de semilla ICTA Chortí^{ACM} en comunidades de Huite, Zacapa.



Capacitación a extensionistas y técnicos en el cultivo de frijol, El Progreso.



1.3 Programa de investigación en el cultivo de arroz

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

El arroz está considerado por su consumo como el tercer grano alimenticio en la dieta básica de los guatemaltecos, después del maíz y el frijol (Cardona & Lee, 2000). El arroz tiene 7% de proteína, 79% de carbohidratos y es fuente importante de minerales y vitaminas. El consumo anual por persona para el país se calcula en 18.6 libras (DIPLAN-MAGA, con datos de BANGUAT).

En muchos países de Latinoamérica especialmente en Centroamérica, la producción es insuficiente para llenar las demandas del consumo, en Guatemala se importan alrededor de 102 mil TM de arroz. Tres mil productores a nivel nacional producen cerca de 741,100 quintales de arroz granza (33,686 TM) lo que constituye

el 25% del consumo nacional anual, por lo que el 75% de lo que se consume se importa, principalmente de Estados Unidos (MAGA, 2016).

En el país se siembran alrededor de 15,643 manzanas (10,950 ha) de arroz, con un rendimiento promedio de 45.7 quintales por manzana (2.97 t/ha) (FAOSTAT). La mayor cantidad de arroz en el país se cultiva en condiciones de secano, y las mayores extensiones se ubican en la zona norte, en el departamento de Izabal y las riberas del Río Polochic en Alta Verapaz. Las zonas de producción se encuentran en alturas comprendidas de 0 a 1,000 msnm, con temperaturas promedio de 27 °C y precipitaciones pluviales de 900 a 2,000 mm anuales.

Es característica importante del cultivo de arroz que se produce bien en tierras susceptibles de anegarse, donde no prospera otro cultivo. Además cabe resaltar que Guatemala dispone de extensas áreas ubicadas en las costas del Pacífico, Atlántico y el Oriente, con características de suelo y clima, muy apropiadas para extender más allá de lo previsto la producción de arroz.

1.3.1 Mejoramiento genético del cultivo de arroz para alto contenido de zinc en el grano

El arroz (*Oryza sativa* L.) está considerado por su consumo como el tercer grano alimenticio de mayor importancia para los guatemaltecos después del maíz y el frijol (Cardona & Lee, 2000). Con la finalidad de contribuir al fortalecimiento de la seguridad alimentaria a través de la generación de variedades de arroz que reúnan buenas características para su cultivo en diferentes ambientes del país, y tengan un mayor contenido nutricional, se realizó esta investigación, que consistió en la evaluación de 12 líneas avanzadas de arroz biofortificado (con mayor contenido de zinc en el grano), en tres localidades, Cuyuta, Masagua, Escuintla; La Máquina, Suchitepéquez y Los Amates Izabal.

Se establecieron 3 ensayos en la época de invierno, de junio a noviembre de 2021, bajo un diseño experimental alfa látice con tres repeticiones, con el objetivo de seleccionar las líneas que presentaran mayor potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades, buena calidad molinera y mayor contenido

de zinc en el grano de arroz pulido. Como resultado de la investigación, el análisis estadístico determinó diferencia significativa para la variable rendimiento de grano entre las líneas evaluadas, con nueve líneas en el primer grupo estadístico, con rendimientos desde 5.43 hasta 6.65 t/ha; en cuanto al contenido de zinc en el grano, también se encontró diferencia significativa, destacándose dos líneas en el primer grupo estadístico, con 18.9 y 20.4 ppm, mientras que el testigo ICTA Robusta presentó únicamente 14.3 ppm de zinc en el grano.

Considerando estos datos de rendimiento y contenido de zinc, así como los datos de calidad molinera (rendimiento de molino y % de grano entero), precocidad, % de acame y resistencia a enfermedades, se seleccionaron seis líneas avanzadas de arroz biofortificado, que se evaluarán durante el año 2022, en ensayos de finca en campo de agricultores de arroz para seleccionar una o dos líneas que pasarían al proceso de validación.



Ensayo de líneas avanzadas de arroz biofortificado. ICTA-Cuyuta, Masagua, Escuintla.

1.3.2 Evaluación de la productividad y estabilidad del cultivo de arroz con la tecnología de manejo del agua

El rendimiento promedio del cultivo de arroz en Guatemala según las estadísticas es 2.97 t/ha (45.7 quintales/manzana), rendimientos que están muy por debajo de la media de otros países productores de arroz de Latinoamérica (5-7 t/ha), esto debido principalmente a que se cultiva bajo condiciones de secano, en donde se depende del comportamiento de las lluvias.

El proyecto de arroz KoLFACI tiene dentro de sus objetivos mejorar la tecnología de manejo del cultivo de arroz, que permita aprovechar al máximo el potencial genético de las variedades, y así contribuir a mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo. En esta actividad se demostró el incremento y estabilidad del rendimiento en el cultivo de arroz a través de un manejo óptimo del agua de riego. Se establecieron tres parcelas demostrativas bajo sistema de riego en estaciones experimentales del ICTA (Cuyuta, San José La Máquina y Cristina), en la época de invierno, julio a noviembre de 2021. El área de las parcelas fue de aproximadamente 1,000 m², todas las parcelas fueron niveladas con una pendiente de 0°. Se utilizó la variedad de arroz ICTA Robusta, que tiene buena adaptación al sistema bajo riego. El manejo agronómico de las parcelas se realizó según las

recomendaciones del FLAR (Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego).

Los resultados de rendimiento de las parcelas fueron de 4.08 t/ha en Cristina, 6.62 t/ha en La Máquina y 6.84 t/ha en Cuyuta, con un promedio de 5.85 t/ha (90 qq/mz), que se considera un buen rendimiento, lo cual demuestra la efectividad del sistema de manejo del agua y el potencial de rendimiento de la variedad de arroz ICTA Robusta. En la localidad de Cuyuta, se compararon dos sistemas: con manejo del agua y suelo (bajo sistema de riego) y sin manejo del agua y suelo (secano favorecido), donde se determinó una diferencia de 1.95 t/ha (30 qq/mz) lo que significa 41% más de rendimiento en la parcela con manejo del agua, lo que demuestra la efectividad del sistema y tecnología propuesta por el proyecto KoLFACI.

Se comprobó que con esta tecnología de manejo del cultivo de arroz bajo sistema de riego y con la variedad ICTA Robusta, se pueden obtener mejores rendimientos de grano. Considerando los resultados de esta investigación, se recomienda transferir y promocionar esta tecnología, para mejorar la productividad de los productores de arroz del país.



Parcelas demostrativas de arroz bajo sistema de riego. Cuyuta, Masagua, Escuintla y San José La Máquina, Suchitepéquez.



1.4 Programa de investigación en el cultivo de ajonjolí

El cultivo de ajonjolí es una fuente de ingreso económico importante para más de 15,000 pequeños productores de maíz, esto se debe a que el cultivo se siembra en relevo con el maíz (AGEXPORT, 2016). En la actualidad este grano sigue siendo de importancia, y la zona productiva se encuentra en toda la costa sur del país, siendo los departamentos más productivos: Retalhuleu (60 %), Suchitepéquez (26 %) y Quetzaltenango (5 %), otros departamentos como Escuintla, Santa Rosa, San Marcos y Peten suman el 9 % restante (MAGA, 2016).

En Guatemala históricamente este cultivo ha estado en manos de pequeños y medianos productores. El manejo agronómico usualmente es con pocos insumos, mano de obra familiar y tecnología limitada. En los últimos años se han obtenido bajos rendimientos, esto debido a la poca

tecnificación y asistencia técnica brindada a los productores de este cultivo. Sin embargo, a pesar de lo anteriormente mencionado, Guatemala compite a nivel internacional exportando su producto a tres principales destinos: Estados Unidos, Japón y Alemania (AGEXPORT, 2014).

En este sentido, el ICTA bajo el mandato de generar y desarrollar tecnología, a través del Programa de Maíz/Ajonjolí, realiza actividades tendientes a generar y desarrollar nuevas variedades, con alto potencial de rendimiento, buena calidad de grano y que tengan resistencia a las principales enfermedades, además de, mantener las buenas características de variedades comerciales que actualmente tiene el ICTA en el mercado como es el caso de la variedad ICTA R-198, altamente demandada.

1.4.1 Mejoramiento y mantenimiento de la variedad de ajonjolí ICTA R-198 y vivero de caracterización agromorfológica en Cuyuta, Masagua, Escuintla

La mayoría de agricultores que se dedican al cultivo de ajonjolí son pequeños y medianos productores, actualmente, estos tienen muchas limitantes en el uso de tecnología para dicho cultivo. Tomando en cuenta que

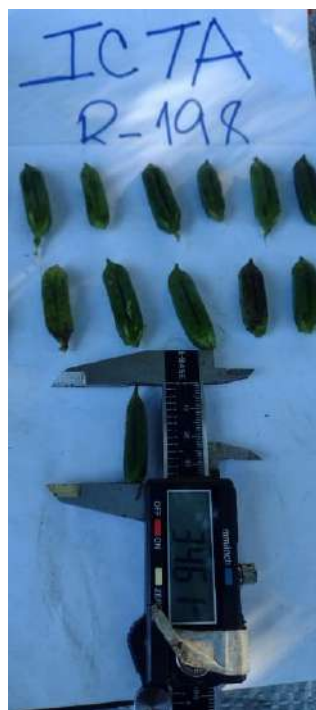
la principal tecnología para el agricultor debe ser la semilla y que la variedad de crecimiento ramoso ICTA R-198, generada por el ICTA, causó un alto impacto en el mercado nacional, se inició un proceso de

mantenimiento y mejoramiento de dicha variedad, esto con la finalidad de conservar sus excelentes características, derivado a que, en los últimos años con su amplio uso, ha sufrido contaminación en la semilla utilizada por los productores.

ICTA R-198, fue introducida por el programa de oleaginosas en el año de 1976 (ICTA, 1984) y aún es utilizada por muchos productores en la costa sur, debido a sus características agronómicas, fenotípicas y sobre todo de preferencia en el mercado internacional. Sin embargo, como todo genotipo con el pasar del tiempo pierde sus características fenotípicas principales, lo que se conoce como “erosión genética”.

En 2021 el Programa de Maíz/Ajonjolí estableció un vivero de incremento y

purificación de la variedad ICTA R-198, en la estación experimental del Centro de Producción del sur del ICTA, ubicado en Cuyuta, Masagua, Escuintla, posteriormente se estableció un vivero de caracterización agromorfológica de la variedad ICTA R-198 utilizando para la toma de los datos los caracterizadores de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) y del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). El objetivo fue establecer la variación de los caracteres agromorfológicos para que en el proceso de purificación de la variedad se tomen en cuenta los caracteres originales de la variedad. Durante el año 2022, se continuará con el proceso de purificación a través del método de fitomejoramiento conocido como “Selección Masal Estratificada”



Cultivo de ajonjolí variedad ICTAR-198.

1.4.2 Diagnóstico agro socioeconómico del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en el Sur de Guatemala.

El grano de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) cultivado en Guatemala es reconocido y valorado en el mercado de Japón como “el

grano de oro” debido a su calidad. El cultivo se encuentra principalmente en el sur del

país y es desarrollado por pequeños agricultores.

En el plan estratégico institucional 2021-2032 se priorizó el desarrollo de investigación en el cultivo de ajonjolí. Por tal motivo, durante el 2021 se realizó un diagnóstico con el fin de generar información de aspectos agrícolas, sociales y económicos que permita orientar el proceso de generación, validación y transferencia de tecnologías en el cultivo. Se visitaron 69 comunidades de los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa y Jutiapa. Se obtuvo información de 90 productores a través de sondeos y encuestas. Esta actividad se realizó con el apoyo del personal de la Dirección de Desarrollo Agropecuario del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Exportaciones Unidas (UNIEXPORT) y el Fondo de Tierras (FONTIERRAS), quienes fueron los principales enlaces para identificar productores de ajonjolí de la zona.

Entre los principales hallazgos se identificó que el ajonjolí juega un papel complementario en el sistema de producción del hogar, ya que se siembra en asocio con cultivos de importancia familiar como el maíz, sandía y cítricos. Además, se identificó

alta diversidad de variedades de ajonjolí cultivadas por los productores, entre las cuales destacan ICTA R-198, ICTA R-14, Cebo y Chicote, éstas son preferidas debido a que las características del grano responden a la demanda del mercado actual, además, por su alto potencial de rendimiento. Asimismo, entre los problemas a nivel productivo se encuentra la presencia de *Phytophthora sp.* y el estrés en planta por factores abióticos los cuales reducen el rendimiento y la calidad de grano. Por otro lado, el 87 % de los agricultores indicaron no tener acceso a asistencia técnica y medios de capacitación que les permitan fortalecer sus capacidades productivas en el cultivo.

Se espera que la información generada sea de utilidad para generar, promover y orientar estrategias y tecnologías para el desarrollo del cultivo; especialmente en la generación y transferencia de variedades con alto potencial de rendimiento, con características que satisfagan al mercado y con tolerancia al estrés ocasionado por factores abióticos y bióticos. Asimismo, desarrollar métodos y prácticas para el control de las plagas y enfermedades reportadas en las zonas de producción. Finalmente, que se facilite el acceso a los productores a espacios de capacitación para que puedan fortalecer sus capacidades en la producción del cultivo



Cultivo de ajonjolí en el Sur de Guatemala.



Visita a productores de ajonjolí para recolección de información.



1.5 Programa de investigación en el cultivo de trigo

El trigo (*Triticum aestivum* L.), es el grano alimenticio que domina el comercio mundial con unos 650-685 millones toneladas de producción, 654-660 millones de toneladas de consumo y 160-190 millones de toneladas de producto almacenado anualmente. El principal productor a nivel mundial es China con aproximadamente 130 millones de toneladas, seguido por la India con 90 millones de toneladas, y los EEUU y Rusia con aproximadamente 60 millones de toneladas cada uno.

En Guatemala, el cultivo de trigo es realizado en pequeñas áreas de producción (minifundio), la cosecha está destinada principalmente a la alimentación familiar. El cultivo de trigo está sometido a una serie de limitantes para su producción, sin embargo, una de las principales es la utilización de variedades con bajo potencial de rendimiento.

1.5.1 Diagnóstico agrosocioeconómico del cultivo de trigo en el Altiplano Occidental, Central y Oriental de Guatemala

El trigo es un cultivo que fue introducido a Guatemala por los españoles en 1529, debido a que formaba parte de su dieta alimenticia. Posteriormente, el cultivo fue delegado a los nativos quienes fueron forzados a producirlo en sus tierras. Es así como el cultivo queda integrado en los sistemas de cultivos de las fincas agrícolas hasta la actualidad. Históricamente el cultivo ha tenido tres momentos importantes. Inicialmente funcionó como una forma de pago de los nativos a los españoles, posteriormente fue promovido con un

enfoque económico para sustituir las importaciones y promover la generación de ingresos en el hogar. Finalmente, por un proceso de sustitución de la producción por las importaciones a través de políticas centradas en ventajas comparativas, lo que desalentó la producción nacional.

Actualmente, se ha observado que hay áreas de cultivo, pero no hay información actualizada sobre el uso y manejo del cultivo y sobre todo cuales son las necesidades que los agricultores tienen en sus sistemas productivos.

Se realizó un diagnóstico con el objetivo de generar información socioeconómica de los productores de trigo, conocer los sistemas de cultivo y métodos de manejo, actividades de procesamiento, y problemáticas que los agricultores enfrentan en sus sistemas de producción. La finalidad de este estudio es obtener información agrosocioeconómica actualizada, que permita orientar los procesos de generación, validación y transferencia de tecnologías en el cultivo de trigo.

Se obtuvo información de 95 agricultores distribuidos en los departamentos de Jalapa, Chimaltenango, Quiché, Huehuetenango, San Marcos y Quetzaltenango a través de una encuesta a nivel hogar. Entre los principales resultados obtenidos se pudo identificar que agricultores que se dedican a cultivar trigo son adultos mayores con un promedio de 52 años, quienes han mantenido el cultivo consecutivamente en su sistema (89 %) y por lo tanto tienen varios años de experiencia. La siembra la realizan en terrenos mediamente planos (74 %) y con un área promedio de 0.29 hectáreas. Se identificaron 23 tipos de semillas en donde sobresalen las variedades Chivito e ICTA

Cumpale, dos variedades que fueron generadas por ICTA hace varios años. Los meses con mayor frecuencia de siembra son agosto, septiembre y octubre. El sistema de siembra más empleado es al voleo (82 %), el control de malezas lo realizan principalmente de forma química (65 %), en cuanto a la fertilización el 91 % de los productores aplica fertilizantes químicos.

Entre los principales problemas que enfrentan los productores de trigo, se encuentran las enfermedades, principalmente, la roya amarilla o roya estriada (*Puccinia striiformis* f. sp. tritici), para lo cual los agricultores no realizan ningún tipo de control por desconocimiento y para reducir los costos de producción. Los bajos rendimientos de grano y de harina son las principales limitantes para la comercialización.

Derivado de lo anterior, es recomendable orientar la investigación en la generación de variedades mejoradas con mayor rendimiento, buenas prácticas agrícolas y alternativas de mercado que permitan aumentar la rentabilidad en la producción de trigo.



Espigas de trigo variedad Chivito, utilizada por agricultores de Aguacatán, Huehuetenango.



Levantamiento de información con productor de trigo en Tecpán, Chimaltenango.

1.5.2 Mejoramiento genético del cultivo de trigo

El objetivo de la presente investigación fue seleccionar genotipos de trigo con alto potencial de rendimiento, buenas características agronómicas y buena adaptación a las condiciones del altiplano occidental de Guatemala. Durante el 2021, en el centro de producción del altiplano occidental, del ICTA, ubicado en la localidad de San Juan Olintepeque, Quetzaltenango, se establecieron ensayos y viveros con la finalidad de seleccionar los mejores genotipos que combinaran alto potencial de rendimiento, buenas características agronómicas y resistencia a la Roya del Trigo que es una de las principales

enfermedades que afecta al cultivo en Guatemala. Los ensayos se sembraron utilizando diseños Alpha Látice.

Como resultado de la investigación, se seleccionaron 72 líneas superiores de trigo con rendimientos promedio de 8.00 toneladas métricas por hectárea, además, dichas líneas presentaron un buen nivel de resistencia a Roya (10% de severidad), el testigo ICTA Don Vale, presentó un rendimiento promedio de 3.85 toneladas métricas por hectárea, y un 100% de severidad ocasionado por la Roya.



Líneas superiores de trigo



1.6 Programa de investigación de hortalizas

1.6.1 El cultivo de papa

Guatemala, según el MAGA (2016) es el principal productor y exportador de papa en Centroamérica, con un área cosechada de 21,700 ha, y un rendimiento aproximado de 28.21 t/ha. Este cultivo, además de ser un producto generador de divisas para el país, también representa una fuente importante de alimentos para los guatemaltecos, el ICTA (2002) estimó que, para una familia de seis miembros, el consumo promedio de papa es de 6 kg/día. Actualmente el cultivo a nivel nacional enfrenta una serie de limitantes en su producción, dentro de ellas destacan la fuerte incidencia de plagas y enfermedades que bajo fuertes presiones puede llegar a ocasionar pérdidas de hasta un 70% del rendimiento como es el caso del nematodo dorado de la papa (*Globodera rostochiensis*)

y tizón tardío *Phytophthora infestans* Mont. de Bary).

El ICTA durante los últimos años ha realizado estudios con clones de papa biofortificados con alto contenido de zinc, hierro y vitamina C; considerando la importancia de la ingesta de papa en la dieta alimenticia de la población; del mismo modo, con el objetivo de generar tecnología que permita enfrentar la problemática de plagas y enfermedades que llegan a mermar el rendimiento en las zonas productoras del país, ha propuesto variedades que presentan resistencia a enfermedades como tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) y plagas del suelo como el nematodo dorado de la papa (*Globodera rostochiensis*).

1.6.1.1 Desarrollo de variedades biofortificadas de papa y con resistencia a plagas y enfermedades

Se llevaron a cabo diferentes estudios y evaluaciones, mismas que permitieron la identificación de dos clones avanzados de papa biofortificada (B27 y B29) con alto contenido de hierro y zinc, que fueron recomendadas en conjunto con el Programa de Validación y Transferencia de Tecnología (PVTT) para pasar al proceso de validación en las regiones productoras del país. Así mismo, producto de un vivero de selección de 836 clones experimentales derivados de policruzas fueron seleccionadas 77 clones que presentaron características atractivas de mercado como índice de forma, color de pulpa y peridermis, las cuales avanzaron a un nuevo filtro de selección previo a determinar su resistencia al nematodo dorado de quiste.

Producto del proceso de evaluación de 11 clones élite de papa con resistencia a tizón tardío fueron seleccionados 5 clones que manifestaron resistencia media a alta a la presión del patógeno; de esta actividad, y en acuerdo con el PVTT se recomienda avanzar dichos clones seleccionados a ensayos de finca, de manera que puedan ser evaluados en condiciones del agricultor. Finalmente, como parte del proceso de selección de clones de papa, fueron establecidas parcelas de incremento y mantenimiento de las diferentes colecciones de papa con características específicas y de las variedades ICTA Loman roja e ICTA Palestina.



Ensayo de variedades de papa con resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont de Bary).



Tubérculos cosechados del clon biofortificado ICTA B29

1.6.1.2 Resistencia a *Phytophthora infestans* en clones de papa bajo condiciones controladas

El tizón tardío es una enfermedad causada por el hongo patógeno *Phytophthora infestans*, provoca pérdidas en la producción de papa del 40 % aproximadamente. El programa de hortalizas cuenta con un vivero de cruza de la línea ICTA-6014, que provienen de la cruce de dos progenitores de

ICTA-6014 y cada planta obtenida es una línea de la ICTA-6014, y se han evaluado en campo en búsqueda de resistencia a *P. infestans*, y nematodos.

El objetivo de este estudio fue determinar la resistencia de 53 clones de papa a la infección de un aislamiento de *P. infestans*, bajo condiciones controladas. Se inocularon folíolos colectados de la parte media de tres plantas de cada clon de papa, de 35-40 días de edad, utilizando como inóculo al aislamiento ICTA-QLo-073. Se evaluó la severidad del daño de *P. infestans* por folíolo, se determinó el área bajo la curva del progreso de la enfermedad y el valor de susceptibilidad de los clones. Como resultado se observó que el 50 % de los clones inoculados con el patógeno desarrollaron la infección rápidamente, identificándose los clones SC6014-20-244,

con 2.25 %; seguido de los clones SC6014-20-131 con 2 % y SC6014-20-593 CON 14 % de severidad comparado con el testigo 42 %. Con esta metodología se ha determinado una correlación positiva con la resistencia observada en campo, por lo que su aplicación acelera el proceso de mejoramiento del cultivo de papa para lograr obtener una variedad con resistencia a *P. infestans*, que permita reducir las aplicaciones de fungicidas durante todo el ciclo del cultivo. Esto ayudará a reducir los costos de producción y la contaminación ambiental producida por la aplicación excesiva de pesticidas en el cultivo de papa en Guatemala



Inoculación de *Phytophthora infestans* en folíolos del cultivar testigo (Loman).



Severidad de *P. infestans* en cuatro diferentes cultivares de papa después de los siete días de la inoculación.

1.6.1.3 Rendimiento y características del tubérculo de seis clones de papa con alto contenido de hierro, zinc y vitamina C en diferentes zonas de producción de Guatemala

El cultivo de papa es de suma importancia en el altiplano occidental de Guatemala siendo una de las actividades agrícolas que tiene impacto en la economía de la región y también es fundamental para la seguridad alimentaria. Dada esta importancia, el Programa de Validación y Trasferencia de Tecnología estableció 7 ensayos de finca en los departamentos de Quetzaltenango, San

Marcos, Huehuetenango y Chimaltenango, en localidades ubicadas en un rango altitudinal de 2300 a 3590 msnm. El objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento y características del tubérculo de seis clones de papa con alto contenido de hierro, zinc y vitamina C en diferentes zonas de producción de Guatemala. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con

tres repeticiones y ocho tratamientos, siendo seis clones biofortificados: ICTA B12, ICTA B18, ICTA B25, ICTA B27, ICTA B28, ICTA B29 y dos testigos (J. Lee y testigo del agricultor). Los resultados obtenidos indican que en los municipios de San Lorenzo, San Marcos y Chiantla, Huehuetenango, se presentaron los rendimientos más altos con 38.4 y 36.8 t/ha respectivamente. Los análisis indican que los clones ICTA B29 e ICTA B18 presentaron estabilidad de rendimiento en los nueve ambientes evaluados con 24.3 y 24.0 t/ha. En cuanto a las características comerciales de las papas con respecto al índice de forma, los clones ICTA B12, ICTA B25 e ICTA B29, se clasifican como papas oblongas y los clones ICTA B28 e ICTA B18 se catalogan como

papas oblongas alargadas; con relación a la coloración de la peridermis del tubérculo ICTA B29, ICTA B27 e ICTA B28 presentaron color amarillo, ICTA B25 e ICTA B12 presentaron coloración rosada y finalmente ICTA B18 color rojo. Los clones evaluados presentaron contenidos nutricionales de zinc con valores entre 1.68-3.12 mg/100g, hierro 0.60-0.95 mg/100g y vitamina C 5.26-11.39 mg/100g.

Se recomienda que los clones ICTA B18 e ICTA B29 pasen al proceso de validación de tecnología, por presentar mayor potencial de rendimiento y estabilidad en los ambientes evaluados, buenas características de tubérculo y buen contenido nutricional.



Ensayos de papa biofortificada en San Lorenzo e Ixchiguan, San Marcos.

1.6.1.4 Producción de semilla de papa

En el cultivo de la papa uno de los principales problemas es la presencia de las enfermedades virales, las cuales son fácilmente diseminadas por medio de la semilla. Es por esta razón que se debe iniciar la propagación a partir semilla de alta calidad. Las técnicas biotecnológicas como el cultivo de tejidos, consisten en 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, permiten la producción de plantas. La micropropagación se aplica a especies vegetales con el fin de obtener un volumen grande de plantas en el menor período de tiempo posible. Se le conoce como una biotecnología de “respuesta rápida”, puesto

que se logran resultados en períodos relativamente cortos. Este proceso, que se lleva a cabo en el laboratorio, asegura la obtención de semilla libre de virus, con pureza varietal, es decir, sin mezclas de variedades, y con incrementos en el rendimiento y la calidad.

El ICTA, produce semilla pre-básica de papa bajo el sistema *in vitro* – Invernadero – Campo, con el fin de producir semilla-tubérculo de alta calidad fitosanitaria, para contribuir al incremento del rendimiento del

cultivo de la papa. Durante el 2021 se micropropagaron y transplantaron a sustrato 18,800 plántulas de papa de las variedades Loman, Ictafrit, ICTA Palestina y Tollocan. Estas plántulas fueron entregadas al Programa de Producción y Tecnología de Semillas de ICTA-CEPALO, para que continúen con el proceso de producción de semilla certificada de papa con alta calidad fitosanitaria.



A. Cuarto de crecimiento vitroplantas. B. Adaptación a invernadero. C. Desarrollo de raíces.

1.6.1.5 Promoción y transferencia de tecnología en cultivos de seguridad alimentaria en la sierra de Los Cuchumatanes, Huehuetenango

El ICTA, por medio de sus diferentes programas de investigación ha desarrollado variedades de cultivos y tecnología para mejorar los sistemas de producción agrícola, por lo que es de importancia promocionar y transferir dicha tecnología a agricultores, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Se llevó a cabo un proyecto colaborativo entre el ICTA y la Asociación de Organizaciones de Los Cuchumatanes (ASOCUCH), el cual tuvo como objetivo general el promocionar y transferir tecnología en el cultivo de papa en la Sierra de Los Cuchumatanes, Huehuetenango.

La metodología utilizada en este proyecto fue la de escuelas de campo (ECA), estableciéndose cuatro en total en el departamento de Huehuetenango, una en los municipios de Chiantla y Santa Eulalia y dos en Todos Santos Cuchumatán. Asimismo, se realizaron tres eventos de capacitación por escuela de campo, los cuales se distribuyeron durante el ciclo del cultivo, siendo los temas los siguientes: a) Aspectos generales, b) Manejo agronómico y c) Cosecha y postcosecha. Tomando en cuenta los tres módulos y las cuatro escuelas de campo establecidas, se capacitaron un total de 70 agricultores en la tecnología de producción del cultivo de papa.

Dentro de las actividades de cada escuela de campo se tuvo el establecimiento de una parcela de aprendizaje con variedades de papa de interés para los integrantes de la ECA y con el objetivo que conocieran las características propias de cada una de ellas. Como resultados de las parcelas de aprendizaje, en la escuela de campo de las variedades con mayor rendimiento fueron Tollocan y Loman Castilla con 28.49 y 23.48 t/ha, respectivamente. Para el caso de Santa Eulalia, la variedad Tollocan con un rendimiento de 33.01 t/ha. En el municipio de Todos Santos Cuchumatán se establecieron dos escuelas de campo, una en la localidad

de Tres Cruces y otra en Chichim; para el caso de la primera, el mejor rendimiento se obtuvo con la variedad ICTA Frit con 58.53 t/ha y para el caso de la segunda ECA la variedad conocida como Lengua tuvo el mejor rendimiento con 59.67 t/ha, seguido de ICTAFrit con 33.65 t/ha. Se espera como resultado de este proyecto, que los agricultores hayan adquirido conocimientos y destrezas sobre el manejo agronómico del cultivo de la papa de acuerdo a las recomendaciones técnicas del ICTA y que puedan ser aplicadas en sus parcelas, además se espera que puedan adoptar las variedades mejoradas de papa del ICTA.



Toma de datos en escuela de campo de Payconop, Santa Eulalia.



Capacitación sobre manejo agronómico del cultivo de papa con integrantes de la ECA de Chichim, Todos Santos Cuchumatán.

1.6.1.6 Promoción y capacitación de la variedad de papa mejorada ICTA Loman Roja en cuatro localidades de los municipios Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa, del departamento de Quetzaltenango

La producción de papa en Guatemala se ha visto afectada en los últimos años, por la presencia de nematodos formadores de quiste. Con el fin de promocionar la variedad ICTA Loman Roja se distribuyó semilla a productores organizados del Proyecto CLD (Comunidades Liderando su Desarrollo). El grupo objetivo fueron familias de cuatro comunidades del municipio de San Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa,

Quetzaltenango. El proyecto tuvo la cobertura de 10 familias por comunidades las cuales son Duraznales, Talmax, Tuipox y Tuilcanabaj obteniendo un total de 40 familias en el municipio de Concepción Chiquirichapa. En el municipio de San Juan Ostuncalco el proyecto tuvo cobertura de 10 familias en las comunidades El Tizate, Agua blanca, La nueva concepción y Espumpujá con un total de 40 familias. Se beneficiaron

con capacitaciones sobre el manejo agronómico del cultivo, con respecto a este tema se les explicó el distanciamiento de siembra recomendado por el ICTA, los requerimientos nutricionales, la aplicación de abonos procesados y fertilizantes, las formulaciones adecuadas para el cultivo algunos aspectos de pos-cosecha, aprendieron sobre las características de la variedad mejorada de papa ICTA Loman Roja, entre estos está su tolerancia al nematodo formador de quistes, su resistente a tizón, altos rendimientos. Se

efectuaron un total de 12 capacitaciones sobre el manejo agronómico del cultivo de papa de la variedad mejorada ICTA Loman Roja, a las cuales asistieron 70 productores que mostraron interés a tal grado que la mayoría guardó toda la cosecha para semilla para la siembra del siguiente ciclo, otra parte de los beneficiarios la comercializó obteniendo precios similares a los de Loman y en dos de los casos se comercializó a mejores precios con productores de papas fritas.



Capacitación a agricultores beneficiarios del proyecto sobre el manejo agronómico de cultivo de papa en Concepción Chiquirichapa.



Capacitación a agricultores de la comunidad el Talmax, Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango, sobre el manejo agronómico del cultivo de papa.

1.7 Cultivo de chile cahabonero

1.7.1 Incremento de semilla botánica de dos cultivares avanzados de chile cahabonero (*Capsicum annuum* var. *annuum*) para validación y promoción en zonas productoras de Santa María Cahabón

El chile cahabonero (*Capsicum annuum* var. *annuum*) es cultivado principalmente en el departamento de Alta Verapaz, entre los municipios que destacan en cuanto a la producción se encuentran: Chahal, Fray Bartolomé de las Casas y Santa María Cahabón como el mayor productor. De acuerdo con el Censo Nacional (2002-2003) la superficie cultivada con chile fue de 292 hectáreas; se estima un rendimiento

promedio de 1.2 t/ha. Este cultivo representa una de las principales actividades económicas y agrícolas de la región, por lo que es importante disponer de semilla de calidad con el objetivo de contribuir a la mejora de la productividad de chile en la zona.

En el marco del proceso de generación de tecnología para mejorar la productividad del

chile cahabonero en áreas del departamento de Alta Verapaz, en los años 2016-2017, fueron seleccionadas 18 líneas promisorias, que presentaban alto potencial de rendimiento y tolerancia a la marchitez provocada por *Fusarium*; durante la fase siguiente se llevó a cabo un análisis de estabilidad ambiental y caracterización de las líneas, de las cuales se seleccionaron ChC-8 y ChC-18 las mismas presentaron características de resistencia a *Fusarium* y rendimiento superior.

El sistema tecnológico del ICTA considera la fase de validación y promoción de la tecnología generada, para lo que se emplean parcelas de prueba, en la que se evalúa la tecnología generada a través del manejo del agricultor. Para continuar con el proceso de validación es necesario contar con disponibilidad de semilla botánica de las variedades seleccionadas; durante el año

2021 fue ejecutado el proyecto de incremento de semilla en las localidades de Chimaltenango, San Jerónimo, Baja Verapaz y Santa María Cahabón, Alta Verapaz, de las cuales se obtuvo un total de 0.90 kg de la línea ChC 8 y 2.27 kg la línea ChC 18 de semilla seleccionada con base en características cualitativas como la forma, color y ápice del fruto; así mismo se realizó una prueba de germinación, identificando un 85 % de viabilidad; finalmente fue identificado un 7 % de daño por presencia de hongos.

Finalmente, la semilla seleccionada fue ingresada al banco activo de germoplasma del ICTA, en donde serán resguardadas y estarán a disposición del Programa de Validación y Transferencia de Tecnología para dar seguimiento al proceso de validación y promoción en los años posteriores.



Semilla de chile cahabonero seleccionada.

1.8 Cultivo de camote

1.8.1 Determinación de época óptima de cosecha en clones biofortificados de camote (*Ipomoea batatas*)

Históricamente Guatemala es un país productor de granos básicos para la subsistencia de las familias del área rural, sin embargo, la falta de diversidad de alimenticia merma la capacidad nutricional de la población del área rural; datos del FAO revelan que en Guatemala la desnutrición crónica en niños es del 49 % afectando las capacidades de desarrollo de las futuras generaciones.

El cultivo de camote tiene grandes beneficios de producción para el ámbito nacional como un cultivo de bajos requerimientos nutricionales y fitosanitarios, resistiendo condiciones de baja fertilidad y sequía debido a su amplio sistema radicular no reservante que capta gran parte del rocío. Además, de contribuir a la seguridad alimentaria ya que posee un alto valor nutritivo, con mayor contenido de

carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas. Por esta razón el programa de hortalizas ha dedicado esfuerzos con el apoyo del CIP, a desarrollar variedades de camotes biofortificados. En la actualidad el ICTA tiene clones avanzados: ICTA- FB2, ICTA-FB3, ICTA-FB8, ICTA-FB9, e ICTA-FB11.

Durante el año 2021 se realizó en San Jerónimo, Baja Verapaz la determinación de las épocas de cosecha óptimas para los clones avanzados. Con base en los resultados, el camote de pulpa blanca ICTA-FB2 obtuvo una media de rendimiento de 17 t/ha, ICTA-FB9 16.65 t/ha en un periodo de tiempo de cinco meses y 15 días, mientras los testigos ICTA San Jerónimo tuvo una media de 10.25t/ha y se cosechó a los siete meses



A. Camote ICTA Pacifico actualmente liberado B. ICTA FB9 camote avanzado con rendimiento similar y mejores características de desarrollo.



1.9 Cultivo de arveja

La arveja (*Pisum sativum* L.) en Guatemala es un cultivo de importancia económica siendo una alternativa para el pequeño productor, tomando en cuenta que la vaina es un producto de exportación. A nivel mundial los principales productores de arveja dulce son: China, India y Estados Unidos de Norteamérica. Mientras que entre los principales importadores están: Canadá, Bélgica, Estados Unidos de Norteamérica, Holanda, Japón, Reino

Unido y Malasia. La arveja dulce se cultiva en diferentes lugares del país. En Guatemala el cultivo de arveja dulce y arveja china representan una exportación de más de 70 millones de libras. En la actualidad existen pocas opciones de semilla de arveja dulce y arveja china para los productores, y en el mercado no se encuentra germoplasma que sea resistente a enfermedades que se encuentran en el ambiente.

1.9.1 Desarrollo de variedades y tecnología en el cultivo de arveja

Para poder determinar el rendimiento y calidad de varios genotipos que se encuentran en el mercado, durante el 2021, en el Centro de Producción del Altiplano Central ICTA-CEPALC, Chimaltenango, se realizó un ensayo con un diseño bloques completos al azar, con tres repeticiones, utilizando tres accesiones locales y tres variedades comerciales que se encuentran en el mercado para poder cuantificar el rendimiento de cada uno y realizar alguna recomendación sobre los mismos. De los seis genotipos evaluados, la variedad precoz fue Tai Chu, en comparación al testigo criollo Xela y además Tai Chu tiene un promedio de altura de 2.58m lo cual incide en una mayor producción. De las accesiones locales ninguna tiene una presentación adecuada Cosecha del genotipo Tai-chu de arveja

para la exportación debido al tamaño de la vaina, pero sí pueden utilizarse para grano seco. Por otro lado, los genotipos que mejor apreciación tienen para el mercado de exportación (forma y calidad de la vaina) son SL 3123 con un rendimiento de 13.59 t/ha, Mónica con 10.74 t/ha y Tai chu con el mayor rendimiento 20.29 t/ha. Por último, cabe mencionar que durante la evaluación se identificó, que la forma de cosecha en el genotipo Tai chu es diferente (con cáliz) con relación a los otros genotipos (despuntadas), esto puede repercutir en el costo de mano de obra, por lo que se recomienda realizar un análisis económico de las variedades Tai Chu, SL 3123 y Mónica para determinar qué genotipo es el más productivo.



Diferentes tipos de vaina de arveja cosechadas en el ensayo de rendimiento y calidad de exportación, plantas de arveja del genotipo SL-2123



1.10 Cultivo de brócoli

En Guatemala el cultivo de brócoli está dirigido para consumo local y mercado de exportación, es cultivado durante todo el año en la zona del altiplano y usualmente se cosecha de los 90 a 120 días. El brócoli es considerado una hortaliza muy demandada en los mercados internacionales, según registros Guatemala exporta 96 % de forma congelada y 4 % de producto en fresco, siendo Estados Unidos uno de los mayores destinos de la producción nacional y mayor consumidor a nivel mundial. Guatemala se posiciona en el puesto No. 8 de productores y exportadores de brócoli a nivel mundial, con un promedio de 55,839 TM anuales. Los principales mercados de exportación son:

Estados Unidos (51 %), El Salvador (34 %), Belice (9 %), Honduras (6 %), México (4 %), Japón (3 %), Canadá (1 %); países como Alemania, Holanda y Suecia, importan menos del 3% de la producción nacional. De acuerdo con los datos del último Censo Nacional Agropecuario (2006) los principales departamentos productores de brócoli son: Chimaltenango con 73%, Jalapa con un 24 %, Sololá representa un 2%, y los departamentos de Huehuetenango, Guatemala, Quetzaltenango y San Marcos en menor volumen con solo el 1 %. Guatemala cuenta con 9,699 zonas de producción a nivel nacional, que representa un total de área cultivada de 2,842 ha

1.10.1 Evaluación de rendimiento y calidad de exportación de cultivares de brócoli

En Guatemala se conocen pocos híbridos de brócoli, y existe desconocimiento por parte de los productores de brócoli de la región en cuanto a la diversidad de híbridos disponibles en el mercado, que presentan un alto potencial de rendimiento y que además presentan condiciones adecuadas para la exportación en comparación al híbrido “Avenger”, el híbrido más cultivado debido a su calidad de exportación.

Por tal motivo, se evaluaron seis diferentes híbridos de brócoli que pudieran presentar mejor calidad de exportación y rendimientos superiores al testigo comercial “Avenger”, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar y tres repeticiones. Se utilizaron los híbridos Godzilla, Bejo 3284 F1, Supremo, Trajano, Maracaibo y Eastern Crown. Se determinó que existió diferencia significativa $P < 0.05$ para las variables que se exponen a continuación: para la variable

días a formación de pella, Bejo 3284 F1 y Eastern Crown con 49 días, mientras que el testigo comercial formó pella a los 54 días. Para los días a cosecha se logró determinar que Avenger, Godzilla y Maracaibo se cosechan entre los 70 y 73 días. El híbrido de brócoli con mayor rendimiento fue Supremo con 21.26 t/ha, mientras que el híbrido con menor rendimiento fue Eastern Crown 16.8 t/ha; Trajano reportó un rendimiento de 19.06 t/ha y Maracaibo 18.84 t/ha comparten el mismo grupo estadístico con el testigo comercial Avenger que alcanzó un rendimiento de 17.98 t/ha. En cuanto a calidad Avenger sigue siendo el que mejor apreciación posee (firmeza de la pella, inflorescencia compacta, color de la pella), seguido de Maracaibo y Godzilla. Supremo es un buen candidato por la forma y calidad, pero es susceptible a *Botrytis* spp. al momento de la cosecha.



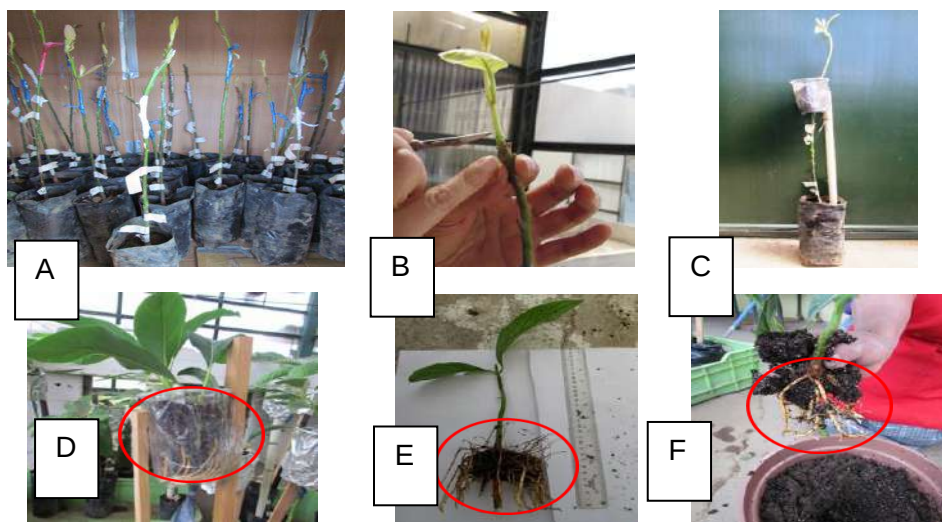
Híbridos de brócolis comparados con el testigo comercial Avenger por su calidad.

1.11 Cultivo de aguacate

1.11.1 Propagación clonal de portainjertos nativos de aguacate (*Persea americana* Mill) mediante el método de etiolación más acodo con aplicación de fitohormonas

En Guatemala no hay certeza genética ni control fitosanitario en la procedencia de los materiales que se utilizan como portainjertos de aguacate, además no existe control ni registro sobre los viveros, lo cual perjudica la calidad y fitosanidad de las plantaciones. El objetivo principal de la investigación realizada en el año 2021, fue contribuir al desarrollo de tecnología del cultivo de aguacate en Guatemala, aplicando métodos convencionales para el establecimiento de un sistema de propagación de plantas. Se determinó la respuesta de enraizamiento de seis portainjertos de aguacate tratados con diferentes concentraciones de las auxinas Ácido Indol-butírico –AIB– y Ácido Naftalenacético –ANA– bajo el método de etiolación más acodo en condiciones de invernadero. Se obtuvo una respuesta superior de enraizamiento con el tratamiento

ANA 5000 mg/l, con un tiempo de etiolación de 8 semanas, con porcentajes del 67, 80, 71 y 88 de plantas enraizadas para los portainjertos nativos ICTA-Retalhuleu, ICTA-El Rincón, ICTA-Santa María e ICTA-Llano Grande, respectivamente. Con el mismo tratamiento se obtuvo un mayor número de raíces con la mejor longitud promedio, así como, un 100% de sobrevivencia al transplante de las plantas producidas por el método de etiolación más acodo de los portainjertos nativos mencionados anteriormente. La metodología está dirigida a los viveristas de Guatemala con el fin de que, dispongan de una nueva herramienta para propagar portainjertos de alta calidad genética y fitosanitaria, que garantice la uniformidad y sostenibilidad de las plantaciones de los productores de aguacate.



A. Plantas en proceso de etiolación. B.y C. Procedimiento de acodo más aplicación de auxinas. D. y E. Desarrollo de raíces. F. Transplante.

1.11.2 Selección de portainjertos de aguacate criollo (*Persea americana* Mill) con resistencia a la pudrición radicular causado por *Mortierella alpina*

En Guatemala es necesario contar con patrones criollos de aguacate resistentes a la pudrición radicular, conocida como tristeza del aguacate, para reducir la pérdida de plantas en vivero y plantaciones en producción. Esta enfermedad se asocia principalmente a: *Phytophthora cinnamomi* y *Mortierella* sp, esta última identificada en México en plantaciones de aguacate y manzano. El objetivo del estudio fue estimar la tolerancia de cinco ecotipos criollos de aguacate seleccionados por el ICTA a la inoculación por herida al tallo con un aislamiento de *Mortierella alpina*. Para establecer los aislamientos del patógeno *in vitro* se colectaron muestras de suelo y raíces de plantas de aguacate con síntomas de la enfermedad en diferentes plantaciones de productores de la región, obteniendo cinco aislamientos puros y conservados *in vitro*. Se identificó la genética por secuenciación de las cinco cepas aisladas como: *Mortierella alpina* en un 99 % de similitud. La colecta de semilla de plantas madre de cinco ecotipos de aguacate iniciaron en 2019, para ello se seleccionaron tres localidades: San Marcos,

Quetzaltenango y Retalhuleu. Con las semillas colectadas se estableció un vivero de plantas, que al alcanzar entre 25-30 cm de altura, se inocularon con *Mortierella alpina*. Para la inoculación, se seleccionó la cepa más virulenta, que presentó el desarrollo *in vitro* más rápido. Se realizó una herida al tallo a la altura del injerto y se colocó un segmento del micelio del patógeno, se selló la herida con plástico y se evaluó el tamaño de la necrosis a los dos meses. Como resultado, se encontró diferencia significativa en el área de la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), el ecotipo de aguacate ICTA-El Rincón IV presentó 15.42 % de AUDPC; ICTA-Cabricán XVII e ICTA-Santa María V con 39.16 % y 26.63 %, respectivamente, y el testigo Hass presentó 99.33 %. Se determinó que el ecotipo criollo ICTA-El Rincón IV, colectado en San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango, presentó mayor resistencia a *Mortierella alpina*. Se recomienda evaluarlo con otras cepas de patógenos asociados a la pudrición radicular y para considerarlo como posible portainjerto para el Altiplano Occidental de Guatemala.



Proceso de inoculación en ecotipos de Aguacate criollo ICTA-El Rincón IV.



Crecimiento del área inoculada y esporulación en el tallo de ecotipo de aguacate ICTA-Retalhuleu.

1.12 Cultivo de fresa

1.12.1 Identificación del agente causal de la mancha foliar y pudrición de fruto en el cultivo de fresa en el Altiplano Central de Guatemala

En localidades del Altiplano Central de Guatemala, el cultivo de fresa está severamente afectado por machas foliares y pudrición de frutos, que están causando pérdidas en más del 70 % de las áreas de producción. Los productores están perdiendo en su totalidad la cosecha, puesto que la incidencia y severidad de esta enfermedad se ha incrementado en los últimos años. Otros países como Estados Unidos, China, Argentina, Perú, Italia e India han reportado síntomas y daños similares en áreas de producción de fresa coincidiendo con los síntomas presentados en las áreas de producción de fresa del Altiplano Central. El objetivo de este estudio fue identificar el agente causal de las manchas foliares en el cultivo de fresa. Para la identificación del patógeno se realizaron siembras *in vitro* de porciones de hojas y tallos de plantas con síntomas de manchas foliares; al desarrollarse la colonia se presentó micelio blanquecino y se desarrollaron puntos negros en donde se encontraban conidios conformados por tres células pigmentadas, características que permitieron la identificación del hongo como *Neopestalotiopsis* sp.

Para confirmar que el patógeno identificado es el agente causal de la enfermedad, se realizó una prueba de patogenicidad *in vitro*

en dos variedades de fresa (Festival y San Andreas). La variedad Festival es la predominante en los campos de producción de fresa siendo la más utilizada en el sistema de producción, la variedad San Andreas se ha introducido recientemente en las localidades del Altiplano Central. Para las inoculaciones se utilizó el aislamiento purificado procedente de la aldea Pacorral, Tecpán. La inoculación se realizó al tener una concentración de 50,000 conidios/ml, se realizaron evaluaciones a las 43 horas, 72 horas, 7, 10 y 12 días después de realizada la inoculación (DDI). El desarrollo de los signos de *Neopestalotiopsis* sp. fue diferente según la variedad de fresa; en la variedad Festival los signos se presentaron a los 7 DDI, mientras que en la variedad San Andreas los signos se presentaron a los 10 DDI. La severidad fue diferente según la variedad evaluada, a los 7 DDI la necrosis cubrió el 75 % y el 50 % del área foliar para la variedad Festival y San Andreas, respectivamente. A los 10 DDI, la necrosis en la variedad Festival alcanzó el 90% y en la variedad San Andreas cubrió el 75% del área foliar. Con la prueba de patogenicidad se determinó que el agente causal de la mancha foliar en producción de fresa en el Altiplano Central de Guatemala es *Neopestalotiopsis*, y se demuestra su rápida capacidad de infección.



Desarrollo de síntomas y signos a los 12 DDI en las variedades de fresa Festival (Superior) y San Andreas (inferior) en la prueba de patogenicidad *in vitro* de *Neopestalotiopsis* sp

1.13 Cultivo de rosa jamaica

1.13.1 Transferencia de tecnología en el cultivo de rosa jamaica *Hibiscus sabdariffa* L. en Huehuetenango, Guatemala

El cambio climático ha obligado a buscar cultivos resilientes, uno de ellos es el de rosa jamaica, que posee características de tolerancia a la sequía. Con el objetivo de transferir tecnología para el manejo agronómico de rosa jamaica variedad ICTA Rosicta, en el municipio de Jacaltenango, Huehuetenango, se firmó un convenio entre el ICTA, Catholic Relief Services (CRS) y la Fundación para la Innovación Tecnológica, Agropecuaria y Forestal (FUNDIT), con recursos de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Se siguió la metodología de enseñanza para adultos. Se desarrollaron tres talleres de capacitación, en los cuales participaron 39 agricultores, provenientes de las cinco comunidades de cobertura del proyecto; por aparte, se estima que se benefició indirectamente a 687 agricultores de la

cadena productiva de rosa jamaica. La temática abordada en los talleres incluyó el manejo agronómico, cosecha y poscosecha. La parte práctica se ejecutó en tres parcelas, donde los agricultores, con la metodología de aprender haciendo ejecutaron, entre otras actividades: raleo de plantas, podas de despunte apical, buenas prácticas de cosecha y poscosecha.

Con relación a las buenas prácticas agrícolas de cosecha y poscosecha de cálices, se enfatizó en el uso guantes, mascarillas y construcción de un secador tipo cama africana; esto permitió mejorar la eficiencia en el deshidratado de cálices, las características de color, aroma, homogeneidad, obtener un producto libre de contaminación por hongos fitopatógenos, especialmente los que producen aflatoxinas. Se elaboró e imprimió un trifoliar, del cual se

distribuyeron 2500 ejemplares, el mismo contiene información e ilustraciones de la práctica de poda de despunte apical de la planta de rosa jamaica.



Parcela de transferencia de tecnología de rosa jamaica, en aldea de Buxup, Jacaltenango, Huehuetenango.



Poda de despunte apical en el cultivo de rosa jamaica, en aldea de Buxup, Jacaltenango, Huehuetenango.

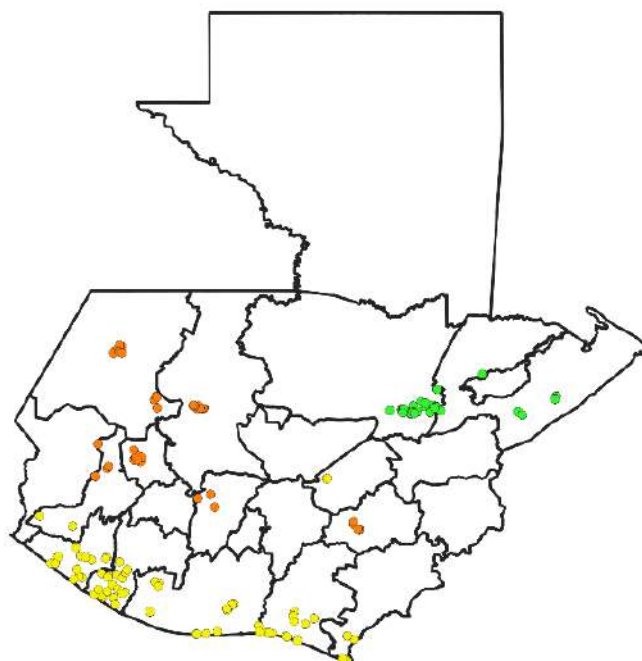
1.14 Programa de socioeconomía rural

El Programa de Socioeconomía Rural juega un rol importante en la generación de información agro-socioeconómica de los sistemas de producción de los cultivos priorizados en el plan estratégico institucional. Esto con el objetivo de orientar los procesos de generación, validación y transferencia de tecnologías. Asimismo, conduce estudios de aceptación, adopción e impacto de las tecnologías generadas y transferidas a los agricultores en las diferentes regiones del país.

En el año 2021 el programa enfocó sus actividades en obtener información agro-socioeconómica y de la problemática que enfrentan los agricultores en los sistemas de producción de los cultivos de ajonjolí y trigo. Estos estudios fueron desarrollados como parte de la reactivación de la investigación

en estos cultivos, debido a que fueron priorizados dentro del plan estratégico institucional 2021-2032. Por otro lado, también se hicieron estudios específicos solicitados por instituciones externas. Uno de ellos fue un diagnóstico para conocer las características del sistema local de semillas y los efectos que los huracanes Eta e Iota provocaron en los seis parámetros de la seguridad de las semillas en los cultivos de maíz y frijol.

El programa obtuvo información de 430 agricultores ubicados en 143 comunidades, 34 municipios y 14 departamentos a nivel nacional. En la siguiente figura se puede observar la ubicación de los lugares en donde se obtuvo la información de cada estudio desarrollado



Proyectos de Investigación 2021

- Diagnóstico agro-socioeconómico del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en el Sur de Guatemala
- Diagnóstico del sistema de semillas de maíz y frijol en las áreas afectadas por los huracanes Eta e Iota en Izabal y Alta Verapaz
- Diagnóstico agro-socioeconómico del cultivo de trigo en el Altiplano Occidental, Central y Oriental de Guatemala

Puntos de muestreo realizados por cada estudio

1.15 Programa de biotecnología y recursos genéticos

Guatemala es considerada a nivel mundial parte de los denominados centros de origen, por la diversidad de plantas cultivadas. Los recursos genéticos en la actualidad se han convertido en un recurso potencial para la generación de nuevas variedades. Debido a la importancia de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, desde la construcción del banco de germoplasma en el año 2000, a la fecha, se ha interesado en conservar la diversidad genética de especies cultivadas y de especies silvestres, con el fin de garantizar la conservación y utilización del germoplasma para el desarrollo de nuevos cultivares que contribuyan a mejorar la seguridad alimentaria.

En la actualidad la biotecnología vegetal es una herramienta de utilidad en varias áreas científicas; existen además varias técnicas desarrolladas para la conservación de germoplasma de plantas, como es el cultivo de tejidos que permite mantener colecciones a mediano plazo utilizando cualquier parte de la planta en un medio de cultivo con retardantes del crecimiento o la criopreservación. Se pueden eliminar virus, bacterias y hongos utilizando termoterapia de plántulas *in vitro* y obteniendo meristemos a partir de los cuales se regeneran plantas completas, que constituyen el material inicial para la propagación masiva de diferentes especies vegetales. El uso de marcadores moleculares para la determinación de presencia de genes ligados a la resistencia a

enfermedades es un apoyo en el mejoramiento genético, los estudios de diversidad genética permiten la toma de decisiones para la conservación y utilización de germoplasma, y las caracterizaciones moleculares permiten determinar la huella genética de cada una de las variedades generadas.

La finalidad de los proyectos ejecutados por el programa de biotecnología y recursos genéticos, fue apoyar a los diferentes

programas de investigación del ICTA, utilizando análisis de marcadores moleculares para resistencia a enfermedades en el cultivo de frijol, producción de semilla asexual de papa con calidad fitosanitaria, conservación y propagación de germoplasma de hortalizas con fines de investigación, conservación de germoplasma de diferentes especies para la diversificación de cultivos y desarrollo de tecnología para los viveristas de aguacate.



1.15.1 Banco de germoplasma

Los bancos de germoplasma son considerados como sitios de conservación ex situ de material vegetal por excelencia, su importancia radica en conservar la biodiversidad de un país, con el fin de evitar la pérdida inminente de germoplasma por factores como: urbanización, extensión agrícola y otras actividades humanas. El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, con el apoyo de instituciones internacionales, construyó en el año 2000 un banco de germoplasma, constituido por un banco base y un banco activo, cada uno con una cámara fría de mediano plazo, en los

cuales se conservan semillas ortodoxas, a 4 °C y 40 % de humedad.

El objetivo es mantener la calidad genética, fisiológica y sanitaria de las semillas, haciendo efectiva la conservación y distribución de los recursos genéticos. El resultado en el año 2021 fue conservar en el banco base 3,283 accesiones de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus* sp.), cucurbitáceas (*Cucurbita* sp.), chiles (*Capsicum* sp), amaranto (*Amaranthus* sp.) entre otros, y parientes silvestres de cultivos. En el banco activo se conservó

germoplasma de variedades mejoradas, variedades locales, híbridos y líneas puras, germoplasma de los programas de mejoramiento de maíz, frijol, arroz, sorgo, trigo y ajonjolí, el cual se utiliza para el desarrollo de nuevos genotipos.

Las semillas son patrimonio nacional, que conservan el valor genético, así como el

conocimiento ancestral de los grupos étnicos que nos representan. Son un recurso vital e irremplazable, una herencia que debe conservarse para proveer opciones a la agricultura en el futuro, que mitiguen los efectos del cambio climático y otros desafíos.



Banco de Germoplasma de ICTA, Bárcena, Villa Nueva.

1.15.2 Conservación de germoplasma, en colecciones de campo: plantas medicinales aromáticas y condimentarias, hortalizas nativas y árboles frutales

Desde 1982 el ICTA ha realizado encuestas etnobotánicas, recolección y caracterización de germoplasma de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias, árboles frutales, hortalizas nativas y otros cultivos. Con el objetivo de conservar *ex situ* la diversidad genética de las mismas, se desarrollaron algunas estrategias como el establecimiento de jardines clonales y colecciones de campo.

Resultado de las actividades realizadas en el año 2021, se conservó la colección de 110 especies de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias, que se tiene en el ICTA CEPALC - Chimaltenango. Además, la colección sirvió para actividades de transferencia de tecnología y para propagar material para el establecimiento de huertos medicinales en comunidades rurales del país. En el jardín clonal de aguacate se

conservan 14 genotipos, los cuales fueron recolectados en diversas regiones del país, al menos dos de ellos (ICTA Llano Grande e ICTA San Lucas) fueron distribuidos a los agricultores del altiplano de Guatemala, con el fin de contribuir a la diversificación de cultivos.

También se conservan en el jardín clonal de frutales deciduos, establecido en el ICTA CEPALO - Quetzaltenango, 21 genotipos de pera, 35 genotipos de manzana, 12 genotipos de melocotón y 12 genotipos de ciruela. Mientras que en la colección de hortalizas nativas establecida en el ICTA CEP SUR - Cuyuta, se conservan accesiones de especies alimenticias de alto valor nutritivo y de bajo costo: malanga (60), yuca (83), macal (40) y camote (29). Recursos

genéticos que se encuentran disponibles para la conservación y utilización en la investigación agrícola y diversificación de cultivos del país.

Es necesario continuar con las estrategias mencionadas para contribuir a la conservación estratégica del patrimonio genético nacional, a la seguridad alimentaria, al cumplimiento del Convenio de Diversidad Biológica, al cumplimiento de las actividades del Plan de Acción Mundial para la Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (PAM) y los acuerdos del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA).



A. Colección de árboles frutales deciduos, Centro de Producción, Quetzaltenango. B. Colección de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias, Centro de Producción, Chimaltenango.

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

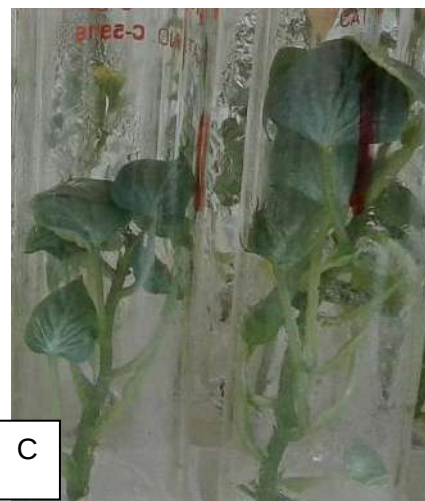
Existen diferentes métodos para la conservación de germoplasma. Las hortalizas de tubérculo o raíz, tales como la papa (*Solanum tuberosum* L.), la yuca (*Manihot sculenta* Crantz) y el camote (*Ipomoea batatas* L.), que en su mayoría no producen semilla botánica viable, pueden

conservarse utilizando metodologías *in vitro*. En los laboratorios de biotecnología del ICTA han sido validadas diferentes metodologías de conservación. El fin principal es mantener germoplasma, conservado *in vitro*, de diversos cultivos de propagación asexual, para disponer de material vegetativo para

una propagación masiva, en caso de ser solicitado por los programas de hortalizas, producción y tecnología de semillas, protección vegetal y por proyectos de investigación.

En el laboratorio de biotecnología del ICTA CEPALO – Quetzaltenango, se conservan *in vitro* 233 variedades, genotipos y clones de papa; 8 genotipos de yuca y 21 genotipos de camote biofortificado. En el laboratorio de biotecnología del ICTA Central se conservan

in vitro 88 variedades mejoradas de yuca provenientes del CIAT, 33 variedades mejoradas de camote y 55 variedades mejoradas de papa provenientes del CIP. Además se conservan 82 accesiones de yuca, 17 de camote, 88 de malanga (*Colocasia esculenta*), 60 de macal (*Xanthosoma sagittifolium*) y 2 especies de piñuela (*Bromelia pinguin* y *B. plumieri*) colectadas por la disciplina de recursos genéticos.



Germoplasma conservado *in vitro* a) papa b) yuca c) camote

1.16 Programa de suelos

El programa de suelos del ICTA es el responsable de generar tecnología que permita diseñar recomendaciones que conlleven un conjunto de métodos y técnicas relacionadas con prácticas agrícolas que propicien, a través de aplicación racional de fertilizantes de distinta naturaleza, el incremento de la producción de los cultivos. Así mismo, es responsable de generar recomendaciones relacionadas con métodos y técnicas de prácticas agrícolas vinculadas a la sostenibilidad, conservación y utilización de los recursos suelo y agua, para incrementar la producción de los cultivos. Se ejecutaron proyectos relacionados con la elaboración y uso de abonos orgánicos,

compost y lombricompost; abonos verdes, manejo de rastrojos; la recuperación y rehabilitación de suelos degradados por eventos derivados del cambio climático, mediante métodos de conservación, específicamente suelos dañados después del paso de los huracanes ETA e IOTA; también se realizó un levantamiento del estado de la fertilidad de los suelos en la región oriental de Guatemala, con el fin de brindar recomendaciones adecuadas de fertilización para los diferentes cultivos sembrados en la región. Además, el programa de suelos ofreció el servicio de análisis fisicoquímico de suelos y plantas.

1.16.1 Servicio de análisis físico químico de suelos y plantas en el laboratorio de suelos y planta del ICTA

El suelo, como recurso natural importante en la vida y en la dinámica nutricional vegetal, forma parte de la mayoría de sistemas de producción de cultivos agrícolas, la capacidad que tenga el mismo de suministrar los nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas constituye una de las bases para el éxito agronómico. El uso inadecuado del mismo genera pérdida de este recurso no renovable. El análisis químico del suelo constituye una de las técnicas más utilizadas para el diagnóstico de la fertilidad y la posterior generación de recomendaciones de fertilización. Involucra cuatro etapas: el muestreo, el análisis propiamente dicho, la interpretación de los resultados y la recomendación de fertilización. La interpretación se refiere a la estimación de las cantidades de nutrientes y la obtención de respuesta al empleo de fertilizantes, y la recomendación busca aplicar la

interpretación en la producción comercial de cultivos. El objetivo del laboratorio de suelos y plantas ubicado en el ICTA en Bárcenas, Villa Nueva, es ofrecer servicios de análisis de suelos y plantas a los demandantes en general, análisis físico-químicos que permiten determinar el estado nutricional de los suelos. Durante el año 2021 se realizaron determinaciones de pH, materia orgánica, clase textural (arena, limo y arcilla), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), y acidez intercambiable (H^+ , Al). Se realizaron un total de 11,066 determinaciones. Se alimentó la base de datos generada de los análisis de muestras de suelo durante el año 2021. Se actualizó la metodología de determinación de materia orgánica, anteriormente la lectura se hacía por titulación y actualmente se realiza en el equipo de luz ultravioleta.



Procesos para la determinación de elementos químicos del suelo y parte de los equipos empleados.

1.16.2 Guía metodológica para la prevención, recuperación y rehabilitación de los suelos degradados por eventos de cambio climático

La guía describe alternativas para el manejo y rehabilitación de los suelos que fueron afectados por los huracanes ETA e IOTA en el año 2020. Se tomaron como base las comunidades de Panzós, Alta Verapaz, para comprender y cuantificar los problemas que los huracanes ocasionaron. Para el estudio se plantearon los siguientes objetivos: Generar una guía para la prevención, recuperación y rehabilitación de los suelos degradados por eventos climáticos, que pueda ser utilizada por los servicios de extensión; determinar el área y grado de degradación de los suelos en las comunidades afectadas por los huracanes ETA e IOTA, en el norte de Guatemala; establecer parcelas de recuperación y rehabilitación de suelos y; sistematizar el proceso metodológico implementado en la realización del estudio.

La elaboración de la guía comprendió la determinación del área y grado de degradación de los suelos en 10

comunidades afectadas (piloto), se utilizaron imágenes satelitales LandSat 8 para cuantificar los daños por asolvamiento e inundación. Se establecieron cuatro (04) parcelas exploratorias para la rehabilitación de suelos afectados por asolvamiento (arenas), para ello se utilizó semilla de mucuna (*Mucuna pruriens*) y gandul (*Cajanus cajan*), aportando 2.25 kilogramos de materia seca por metro cuadrado, la misma, según los análisis de laboratorio, con el 4 % de nitrógeno. Ante los eventos de esta índole es recomendable identificar el área dañada, y a los actores a los cuales les impacta directamente. Tomar en cuenta que la recuperación de los suelos ante estos eventos no se puede estimar en el corto o mediano plazo; es necesario realizar año con año conservación de los mismos, con la aplicación de abono orgánico y siembra de abonos verdes para su posterior incorporación. El objetivo es generar un “nuevo” suelo donde se pueda cultivar.

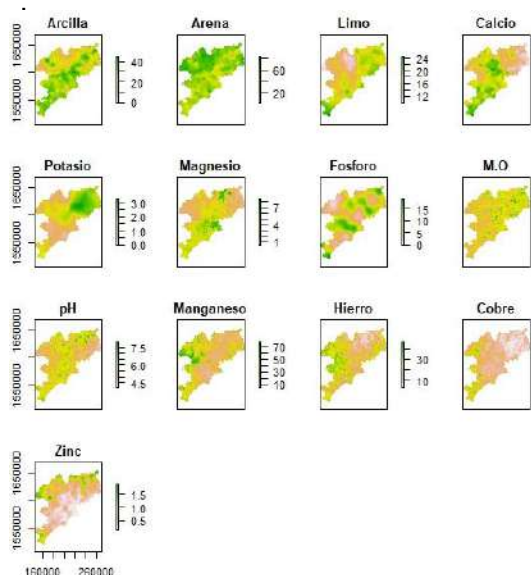


Actividades de diagnóstico y establecimiento de parcelas de experimentación de abonos verdes en la región del Polochic, Alta Verapaz.

1.16.3 Levantamiento del estado de fertilidad de los suelos en los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Chiquimula de la región oriental de Guatemala

El proyecto “Establecimiento del Sistema Latinoamericano de Información sobre Suelos”, con apoyo de la Cooperación Koreana, se ejecutó con varios objetivos, entre ellos: Determinar cuáles son los factores limitantes para el crecimiento de los cultivos y establecer el sistema de suministro de nutrición al suelo, con base en los análisis de suelos. El proyecto abarcó los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Chiquimula, del oriente de Guatemala, ubicados en el denominado corredor seco, región con muchas comunidades, cuya población presenta problemas de desnutrición, debido a los bajos ingresos económicos, como consecuencia de la baja producción de alimentos, suelos que presentan baja productividad, erosionados, con altas pendientes, desbalances en los contenidos nutrimentales, poco profundos, con presencia de rocas en la superficie.

Se tomaron muestras de suelos de toda el área de estudio y se procedió a realizar análisis físico-químico de las mismas. Los resultados de los análisis y la información recabada en campo fueron ordenados en una base de datos provisional. Como resultado se identificaron limitantes para el crecimiento de los cultivos, entre ellas, la variación y desbalance en los contenidos nutrimentales, pH ácidos, y en algunas zonas presencia de aluminio y deficiencias en el contenido de materia orgánica y micronutrientes, como hierro (Fe), cobre (Cu) y zinc (Zn). Se capacitó al personal técnico del ICTA, sobre el manejo de programas para la realización de mapas, construcción de bases de datos, lectura de perfiles de suelo y toma de muestras. En el laboratorio se revisaron y ajustaron metodologías de extracción, para ello se contó con la asesoría de un experto de AGROSAVIA, Colombia.



Distribución espacial de los elementos en los departamentos de estudio y capacitación sobre muestreo de suelos.

1.17 Programa de tecnología de alimentos

El ICTA inició en el año de 1983 los trabajos en tecnología de alimentos a través del programa de Agroindustria, que actualmente es el Programa de Tecnología de Alimentos (PTA). Este nace debido a la necesidad de generar valor agregado a materias primas y así también crear nuevas alternativas para la generación de ingresos por parte de los pequeños productores. En el PTA se genera investigación y transferencia con el objetivo de solucionar problemas agroalimenticios de manera racional y sostenible; promoviendo materiales y métodos para incrementar la productividad, y promoviendo la utilización de la tecnología a nivel del productor y el desarrollo rural regional.

Las investigaciones que son realizadas por el PTA, son divididas en tres líneas: manejo postcosecha, desarrollo de nuevos productos alimenticios y determinación de la calidad culinaria y nutricional de nuevos genotipos de cultivos mejorados genéticamente. En manejo postcosecha las investigaciones se realizan con el objetivo de disminuir las pérdidas y reducción de desperdicios, y aumentar vida anaquel de los

frutos. En el desarrollo de nuevos productos, se generan nuevas alternativas asequibles a pequeños productores, que generen valor agregado a sus productos y con ello puedan acceder a nuevos mercados. La línea de evaluación culinaria y nutricional de nuevos genotipos es la de mayor importancia, se enfoca en cultivos de seguridad alimentaria como maíz, frijol, yuca, camote arroz, entre otros. El objetivo de esta es garantizar que las nuevas variedades que se generan cumplan con las características deseadas por el consumidor final y en algunos casos también se busca que tengan mayor contenido nutricional, principalmente nutrientes deficientes en la dieta de la población como el hierro y zinc, elementos primordiales en la nutrición y de difícil acceso en población vulnerable. En el 2021 se evaluó la calidad culinaria de genotipos avanzados en los cultivos de frijol y papa. Con esta información los programas de mejoramiento podrán tomar decisiones sobre los genotipos que seguirán avanzando en el proceso para generar nuevas variedades mejoradas para los agricultores



1.17.1 Evaluación de la calidad del grano de frijol en líneas promisorias, en ocho localidades de Guatemala

La determinación de calidad en los productos que llegan al consumidor final es de suma importancia, de allí nace la necesidad que dentro del proceso de mejoramiento genético de variedades comerciales se incluya la evaluación de la calidad del grano, así como el valor nutricional. El programa de tecnología de alimentos del ICTA, desde el año 2014 implementó la medición de algunos parámetros en cultivos como: frijol, papa, yuca, camote y arroz.

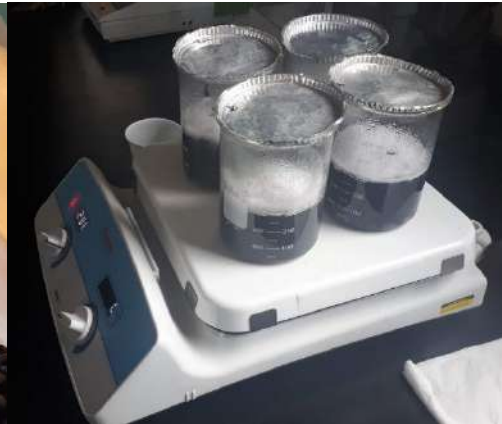
El frijol es uno de los principales cultivos que forman parte de la base de la alimentación de los guatemaltecos, las características de calidad del grano son de suma importancia para la aceptación por parte de los agricultores y los consumidores. Una de las características más importantes es el tiempo de cocción ya que este está relacionado con

el gasto de energía, que al final representa un gasto económico, idealmente las variedades deben presentar tiempo de cocción menor a los 60 minutos. Se midió la calidad del grano de frijol de ocho líneas avanzadas, dos variedades del ICTA y un testigo, todos fueron sembrados en ocho localidades. A los granos se les midió tiempo de cocción, índice de tiempo de cocción, absorción de agua y tamaño de grano.

Respecto al el tiempo de cocción todos los genotipos en todas las localidades se cocieron en más de 60 minutos; seis genotipos absorbieron más de 80% de agua, lo que es considerado como bueno. Se identificó al genotipo JU2019-03 como el más estable ambientalmente respecto a la variable de índice de tiempo de cocción y como los menos estables a JU2019-04, JU2019-08, JU2019-07 e ICTA Ligeró.



Preparación de muestras de frijol para medición de absorción de agua y tiempo de cocción.



Cocción de frijoles para determinación del tiempo necesario de cocción para cada variedad.

1.17.2 Evaluación de la calidad de los tubérculos de clones avanzados de papa biofortificada.

El programa de tecnología de alimentos del ICTA evaluó la calidad del tubérculo de papa de seis genotipos biofortificados y dos testigos, sembrados en nueve localidades. Se cuantificó el contenido de materia seca, tiempo de cocción y la calidad culinaria en función del uso recomendado. La calidad culinaria se determinó en el laboratorio, para ello se utilizaron cinco tubérculos de cada material, de tamaño uniforme, los cuales fueron lavados, pelados y sumergidos en tres litros de agua a 96 °C, durante 35 minutos. Después se tomaron las características de desintegración, consistencia, harinosidad, humedad, estructura, color, sabor y oscurecimiento. Con base en los resultados, la materia seca fue afectada por el ambiente de la localidad donde fue sembrada, el genotipo B18 fue el más estable, con un promedio de 19.51 % de

sólidos totales, dato superior a los dos testigos. Al evaluar por localidades, los tubérculos producidos en Huehuetenango fueron los que presentaron mayor cantidad de sólidos; respecto al tiempo de cocción, todos los clones, independientemente de la localidad, se cocieron en menos de 30 minutos, el cual es el tiempo recomendado; los tubérculos fueron clasificados como tipo “A” en función de su uso, esto indica que son apropiados para la elaboración de ensaladas y de papas hervidas. Las características de este tipo de papa es que no se desintegra, es bastante firme, no es harinosa y tiene estructura fina; las papas tipo B tienen usos múltiples, como purés y papas fritas, las características que tienen estos materiales son, algo harinosas, no se desintegran, consistencia firme y cierto grado de humedad.



Tubérculos de papa clasificados como tipo A (izquierda) y tipo B (derecha).

1.17.3 Capacitaciones sobre tecnologías del ICTA a nivel nacional

El ICTA, a través del proceso de investigación y en cumplimiento a lo que dicta su ley orgánica, ha generado variedades mejoradas de diferentes especies y otras diversas tecnologías agrícolas, las cuales están a disposición de los agricultores de Guatemala. Sin embargo, es necesario darlas a conocer y capacitar sobre el uso correcto de las mismas, a los agricultores, extensionistas, miembros de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, entre otros entes que tienen relación con las actividades agrícolas.

Por medio del programa de validación y transferencia de tecnología (PVTT) y en coordinación con los otros programas de la institución, realizó capacitaciones con el objetivo de promocionar y transferir las tecnologías generadas. Las mismas se dieron en los departamentos y localidades que cubren los centros de producción con que cuenta la institución a nivel nacional: Centro de producción del altiplano central

(CEPALC), Centro de producción del norte (CEPNOR), Centro de producción del oriente (CEPOR), Centro de producción del altiplano occidental (CEPALO), y Centro de producción del sur (CEPSUR).

Con base en los resultados, en el CEPALC se capacitaron en 13 eventos, a un total de 114 personas. En el CEPNOR se capacitaron a un total de 201 personas, en los departamentos de Baja Verapaz, Quiché, Alta Verapaz y Petén. En el CEPOR se realizaron cinco eventos de capacitación, en los departamentos de Zacapa, Izabal, Jutiapa y Jalapa. En el CEPALO se capacitaron 130 personas, en los departamentos de Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos. Por último, en el CEPSUR se capacitó a 110 personas, distribuidas en los departamentos de Escuintla y Retalhuleu. Como resumen de lo anteriormente descrito, se capacitó a un total de 555 personas a nivel nacional.



Clausura del evento de capacitación sobre técnicas de diagnóstico de la fertilidad del suelo en Chimaltenango.



Capacitación sobre manejo agronómico del cultivo de frijol arbustivo en Nueva Concepción, Escuintla.



Capacitación sobre el cultivo de papa a extensionistas del MAGA, en La Labor Ovalle, Quetzaltenango.



Capacitación a agricultores sobre el cultivo de maíz del trópico en La Democracia, Huehuetenango.

1.17.4 Jornadas de transferencia de tecnología

La transferencia de tecnología es un proceso indispensable para la adopción de tecnología útil para los distintos dominios de recomendación que existen en el país; involucra a productores y técnicos. Una forma de promocionar las diversas tecnologías generadas por el ICTA es a través de las jornadas de transferencia; para ello se establecen parcelas demostrativas. La jornada de transferencia es un espacio de aprendizaje, donde el productor llega a fortalecer, conocer, intercambiar experiencias y aprender sobre las tecnologías generadas por el ICTA. Las tecnologías que se promocionan son priorizadas según la región geográfica donde se hará el evento, además, permite conocer la opinión de los asistentes. Durante el año 2021 se realizaron jornadas de transferencia en nueve departamentos del país, Jutiapa, Zacapa, Izabal, Escuintla, Baja Verapaz, Quiché, Petén, Quetzaltenango y Chimaltenango.

Entre las tecnologías transferidas están las variedades (o híbridos) liberadas por el ICTA, de los cultivos siguientes: maíz, sorgo, yuca, rosa de jamaica, arroz, camote, ajonjolí, papa, frijol voluble, plantas medicinales, pitaya. También se transfirieron conocimientos sobre el manejo agronómico de los cultivos mencionados, bodegas rústicas de almacenamiento de semilla de papa, producción de semilla de papa, tecnologías de procesamiento de alimentos, elaboración y uso de abonos orgánicos, especies de abonos verdes, hortalizas nativas y sistemas hidropónicos, entre otros. Además, en el CEPSUR, departamento de Escuintla, se incluyó el tema del cultivo de bambú y sus usos principales, viveros de cultivos tropicales. A nivel nacional, producto de 10 eventos de jornadas de transferencia, se tuvo un alcance de 590 personas entre agricultores, estudiantes, promotores y extensionistas.



Grupo de estudiantes observando las parcelas demostrativas de frijol ICTA Sayaxché e ICTA Petén, en el ICTA CEP SUR Nueva Concepción.



Jornadas de transferencia en parcelas demostrativas a extensionistas del MAGA, en el ICTA CEPOR, Jutiapa.



Jornadas de transferencia en el ICTA CINOR San Jerónimo, Baja Verapaz.



Jornada de transferencia en el ICTA CEPALO, Labor Ovalle, Olinstepeque, Quetzaltenango.

1.17.5 Días de campo sobre tecnologías generadas por el ICTA

La transferencia es un proceso previo e indispensable para la adopción de tecnología, involucra a los productores y técnicos, tiene como fin promover tecnología útil para los distintos dominios de recomendación que existen en el país. Una forma de dar a conocer la oferta tecnológica de la que dispone el ICTA, son los días de campo, los cuales constituyen un método o herramienta de extensión y de transferencia

de tecnología, a través de los cuales se promueven técnicas agrícolas, pecuarias y forestales, entre un grupo de personas, generalmente agricultores, a fin de que éstos las conozcan, se interesen y las utilicen en sus parcelas. También se debe considerar que el día de campo es una oportunidad para los investigadores para recabar las opiniones y sugerencias de los agricultores sobre la tecnología que se está mostrando.

Se realizaron 34 días de campo, en localidades de los departamentos de Baja Verapaz, Chimaltenango, Escuintla, Huehuetenango, Jutiapa, Quetzaltenango, Quiché, Suchitepéquez y Zacapa. Como resultado de los mismos, se atendió a un total de 545 personas, incluidos agricultores, extensionistas del MAGA, personal de ONG's, personas de otras instituciones, estudiantes de universidades y personas de empresas privadas. Las tecnologías presentadas en los días de campo están relacionadas con el manejo agronómico de cultivos: a) híbridos y variedades de maíz,

que incluyen al ICTA HB-18^{ACP + Zn}, ICTA HB-17^{TMA}, ICTA B-7^{TS}, ICTA Don Marshall, ICTA V-301; ICTA San Marceño Mejorado, ICTA Compuesto Blanco; b) camotes biofortificados, ICTA Pacífico^{BC} e ICTA Dorado^{BC}; c) yuca ICTA Izabal; d) Cultivo y usos del bambú; e) Variedades de frijol, ICTA Patriarca, ICTA Sayaxché, ICTA Ligero ICTA Petén, ICTA Altense, ICTA Hunapú, ICTA Superchiva e ICTA Texel; f) rosa de jamaica ICTA Rosicta; g) arroz ICTA Robusta; h) sorgo ICTA Rendidor y i) papa ICTA Loman Roja



Día de campo sobre variedad de papa ICTA Loman roja, en Palestina de los Altos, Quetzaltenango.



Día de campo sobre Manejo agronómico del cultivo de maíz, en Santa Ana Huista, Huehuetenango.



Día de campo sobre variedad de yuca ICTA Izabal y Rosa jamaica ICTA Rosicta, en San José, La Máquina, Suchitepéquez.



Día de campo sobre variedad de frijol ICTA Ligero, en La Nueva Concepción, Escuintla.

1.17.6 Transferencia de tecnología en la Planta Piloto de Tecnología de Alimentos

El programa ha trabajado en generar competencias en tecnología de alimentos, manejo poscosecha y generar valor agregado a los productos comunes que se obtienen en las actividades agrícolas. Esto se ha realizado con el objetivo de promover la agroindustria guatemalteca y aumentar los ingresos de los agricultores, para mejorar su calidad de vida. Durante el año 2021 se transfirió tecnología en temas como: elaboración de mermeladas, salsas, deshidratado de frutas, frituras, procesamiento de lácteos, procesamiento secundario del cacao. Para ello se desarrollaron capacitaciones por medio de charlas magistrales y la metodología de “aprender haciendo”. Se promovieron 16 tecnologías, en un total de 25 eventos, en los

cuales se capacitaron a un total de 115 personas provenientes de distintos departamentos del país. Es importante resaltar que dentro de los grupos capacitados, se transfirió tecnología sobre elaboración de mermelada de fresa a la Asociación de Productores de Tecpán (ASOPROTEC), quienes aprendieron a mejorar el proceso; también se capacitó a integrantes de la Cooperativa San Pedro, en procesamiento y valor agregado al loroco. Se impartió una serie de capacitaciones a 60 extensionistas del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de la sede de Chimaltenango, las capacidades generadas en los técnicos del MAGA fueron en buenas prácticas de manufactura (BPM), envasado de alimentos y procesamiento de lácteos.



Extensionistas de MAGA en capacitación de elaboración de queso fresco.

1.18 Programa de producción y tecnología de semillas

La producción de semillas de granos básicos y hortalizas constituye una actividad de importancia estratégica para Guatemala, ya que permite la producción de los granos más importantes en la alimentación de los guatemaltecos. El ICTA como institución pública responsable de generar y promover la ciencia y la tecnología, ha generado cultivares mejorados con altos rendimientos por unidad de área, con resistencia a enfermedades, tolerancia a estreses abióticos, y algunos de ellos biofortificados. El incluir germoplasma mejorado garantiza una mayor producción y productividad, lo que se refleja en menor uso de pesticidas, adaptabilidad a las condiciones climáticas adversas y altos rendimientos. La falta de acceso a estas semillas, es una de las causas de los bajos rendimientos en los granos básicos.

El programa de producción y tecnología de semillas del ICTA contribuye al abastecimiento oportuno, basado en una planificación en función de las variedades e híbridos por regiones, adaptación y potencial

de rendimiento, contando con profesionales especialistas que intervienen en el adecuado manejo agronómico del cultivo, garantizando así una adecuada calidad de semilla en campo. Por otra parte la producción de semilla se complementa con el manejo poscosecha, proceso en el cual la semilla es trasladada del campo hacia la planta procesadora de semillas del ICTA, la cual brinda el servicio de acondicionamiento, almacenamiento y reguardo de semilla en sus diferentes categorías, así como el manejo adecuado a la semilla estratégica de la institución.

El trabajo realizado por el programa de producción y tecnología de semillas tiene por finalidad poner a disposición de investigadores de programas, productores y agricultores, el acceso a semilla de variedades e híbridos, que contribuyen al sostenimiento de la producción a nivel nacional.

La estrategia de ICTA para la producción de semillas ha contribuido también a fortalecer la industria semillerista.



1.18.1 Producción de semillas de granos básicos y hortalizas

Como parte del plan operativo 2021 y en el marco del proyecto PRODSEM-01-2021 “Producción de semillas de granos básicos y hortalizas”, se produjeron semillas de las categorías genética, básica, registrada y certificada. El objetivo fue contribuir con la sostenibilidad de la producción agrícola nacional de granos básicos, hortalizas y frutales, con la oferta de semillas de calidad, con énfasis en la biofortificación, con la mayor pureza genética posible, para ponerlas a disposición de los programas del ICTA, semilleristas particulares y agricultores, y así favorecer las actividades de investigación, comercialización, transferencia de tecnología y producción de grano para consumo.

Como parte del fortalecimiento institucional, se aprobó el proyecto denominado

“Reactivación Productiva y Económica de los Agricultores de Guatemala” y para su ejecución se firmaron tres convenios, para tres años (2021-2023) entre el ICTA y el MAGA: Convenio VIDER-14-2020 (DICORER), convenio 008-2020 (VISAN) y convenio VIDER-12-2020 (VIDER), para lo cual el ICTA se comprometió a entregar semilla categoría certificada, de maíz, frijol, arroz, sorgo, haba, papa, yuca, camote y plantas de diferentes especies frutales y medicinales. En cumplimiento a las metas del plan estratégico y plan operativo, se obtuvo una producción de 371 toneladas métricas de semillas de granos básicos, procesadas y embolsadas; 300,000 esquejes de camote y 150,000 estacas de yuca, para su entrega por parte del MAGA, a los agricultores de las diferentes regiones de Guatemala.



Descontaminación en la producción de semilla de arroz ICTA Robusta.



Producción y entrega de semilla de yuca ICTA Izabal.

1.19 Unidad de divulgación

1.19.1 Divulgación y promoción de publicaciones agrotecnológicas e imagen institucional

De acuerdo a las metas establecidas en el Plan Estratégico Institucional 2021-2032, en este ejercicio fiscal se promovieron, socializaron y divulgaron 126 publicaciones agrotecnológicas (manuales técnicos, catálogos, folletos, recetarios y trifoliales entre otros); en el sitio web institucional. Se generaron 12 boletines mensuales los cuales sintetizan actividades relevantes desarrolladas por el ICTA, participación a través de dos stands en eventos agrícolas, publicación de notas en redes sociales sobre actividades realizadas a nivel nacional, primordialmente días de campo, lanzamiento de nuevas semillas mejoradas de arroz, papa y maíz, jornadas de transferencia,

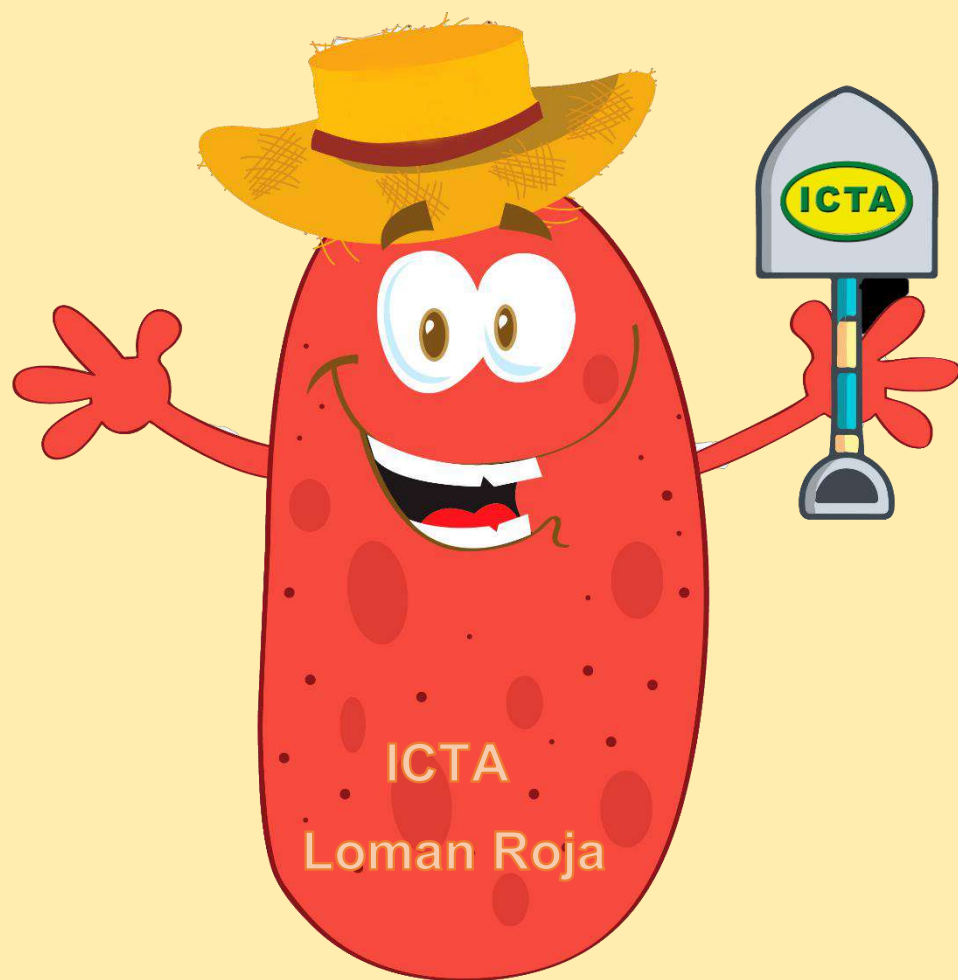
capacitaciones y visitas de personalidades a las sedes del ICTA, entre otras. Con apoyo financiero de proyectos externos se imprimieron folletos de nuevas agrotecnologías denominados: variedad de arroz ICTA Robusta, ICTA Loman Roja, variedad tolerante al nematodo del quiste, ICTA Grano de Oro, híbrido de maíz resistente a mancha de asfalto y Poda de despunte apical en el cultivo de rosa jamaica, los cuales fueron promovidos y divulgados. La meta establecida de 6,000 personas beneficiadas con publicaciones agrotecnológicas fue alcanzada, según UPSE#4 reportado en forma mensual.



Promoción de publicaciones agrotecnológicas.



Stand agrotecnológico en feria agrícola en la ciudad de Chimaltenango, más de 100 personas atendidas.



2. Actividades destacadas

2.1 Autoridades del MAGA e ICTA supervisan producción de semillas mejoradas

El ICTA por medio de un convenio de cooperación interinstitucional con el MAGA, está produciendo variedades e híbridos de semillas mejoradas de maíz, frijol, arroz, sorgo, papa, haba, yuca y camote; adaptadas a las diferentes zonas productivas del país.

El MAGA a través de la Dirección de Coordinación Regional y Extensión Rural (DICORER); y por el Viceministerio de Seguridad Alimentaria (VISAN), tienen como propósito fortalecer los sistemas productivos de las familias agricultoras del país, con por el Ministro José Ángel López, Viceministros, Miguel Duro, Vinicio Arreaga, Gerente General del ICTA, Julio Villatoro, y Subgerente General Hugo Ruano.

cultivares básicos y mejorados. La semilla será generada por el ICTA y distribuida por el MAGA a agricultores a nivel nacional, por medio del equipo de extensionistas y apoyo técnico del ICTA.

De acuerdo con información del MAGA con la semilla mejorada esperan beneficiar a más de 60,423 familias agricultoras. La supervisión a los campos de producción del ICTA, ubicados en Estanzuela, Zacapa y Masagua, Cuyuta, Escuintla; fue realizada el 22 de enero

Con las acciones que el MAGA e ICTA ejecutan, se espera alcanzar la reactivación de los medios de vida en las zonas rurales del país y por tanto la sostenibilidad de los sistemas productivos rurales.



Autoridades ministeriales y del ICTA en supervisión de proyectos de producción de semillas.

2.2 ICTA exhibe nuevas tecnologías de papa en Quetzaltenango

El presidente de la República de Guatemala, ministro de agricultura y autoridades locales, colocaron la primera piedra para construir el centro de acopio y comercialización de papa, en aldea Los Duraznales.

En el evento participó el ICTA a través del montaje de un stand, en el cual se exhibieron

nuevas variedades de papa, que se están desarrollando con el apoyo del programa CRIA.

Entre las tecnologías exhibidas, destacó, ICTA CIP 28, clon de papa biofortificado que se caracteriza por tener alto contenido de hierro, zinc y vitamina C, comparada con las

variedades de papa que comúnmente se consumen.

También se exhibieron las variedades de papa, ICTA Loman Roja, de tubérculo color rojo intenso, color de pulpa crema clara, de forma oblonga, con alta tolerancia al nematodo del quiste; ICTA Palestina variedad especializada para la elaboración de bastones fritos y consumo fresco, por su contenido del 24 % de sólidos solubles, característica principal que la hace ser una variedad para fritura.

Además, se exhibieron y facilitó información sobre las variedades de papa Purple Majesty y Chieftain, especializadas para la elaboración de ensaladas y procesamiento de chips, que están en proceso de investigación.

El stand fue visitado por el Presidente de la República, Doctor Alejandro Giammattei; y el Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación, José Ángel López; quienes manifestaron su interés en que el ICTA libere la variedad de papa biofortificada (clon ICTA CIP 28), informó el Director de Hortalizas.



Información sobre variedades de papa al Presidente de la República y Ministro de Agricultura

2.3 ICTA capacita a través de escuelas de campo en el cultivo de papa

Con el objetivo de transferir tecnología en el manejo agronómico del cultivo de papa, especialistas del Programa de Validación y Transferencia de Tecnología del ICTA, capacitaron a productores de papa en colaboración con la Asociación de Organizaciones de los Cuchumatanes (ASOCUCH), a través de la metodología de escuelas de campo (ECA).

La capacitación fue realizada el 9 y 22 de febrero en la localidad El Pino, Chiantla; y el Caserío Tres Cruces, Todos

Santos Cuchumatán, participaron 31 personas (15 mujeres y 16 hombres), quienes aprendieron a: seleccionar el terreno, forma correcta de tomar muestras de suelo, densidad de siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades.

Por medio de las escuelas de campo, se pretende formar un vínculo entre la investigación científica y los agricultores para poner a disposición nuevas variedades de cultivos que aporten a mejorar la seguridad alimentaria y calidad de vida en

las comunidades, con un aprovechamiento racional de la diversidad existente, informó Oscar Xutuc.

Durante los meses de marzo, abril y mayo se establecerán nuevas escuelas de campo en Huehuetenango, para seguir capacitando sobre los cultivos de papa y frijol voluble.



Participantes en escuela de campo en Huehuetenango.

2.4 ICTA contribuye en proyecto de parientes silvestres de cultivos

El Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica (PC) fue ratificado por Guatemala (Decreto 44-2003), siendo CONAP el punto focal nacional.

“El objetivo del PC es contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo en cuenta los riesgos para la salud humana”.

De acuerdo con lo anterior, autoridades y personal científico del ICTA se reunieron el

25 de febrero, con el experto en biodiversidad, César Azurdia, quien explicó los fines del proyecto “Fortalecimiento y continuidad de capacidades en bioseguridad que conduzca a una completa implementación del Protocolo de Cartagena en Guatemala”.

La implementación del PC en Guatemala requiere tener la línea base de los parientes silvestres de los cultivos del país, de tal manera de utilizar dicha información en la toma de decisiones basadas en ciencia cuando se realicen análisis de riesgo previo a la autorización del uso de organismos vivos modificados de algunos cultivos.

César Azurdia, dijo: “Es necesario difundir la importancia de los parientes silvestres y crear conciencia dentro de los tomadores de decisiones y de la población en general de su importancia y la necesidad de conservarlos y utilizarlos en forma sostenible, para beneficios de la población guatemalteca y mundial”.



Autoridades del ICTA participantes en la reunión del proyecto de parientes silvestres con el Dr. César Azurdia.

2.5 Promueven semillas de maíz más nutritivo en Alta Verapaz

Con el propósito de promocionar la variedad de maíz biofortificada ICTA B-15^{ACP+Zn} el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) a través del Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), adquirió 120 quintales de semilla mejorada con alta calidad de proteína y mayor contenido de zinc. La semilla fue entregada el 19 de marzo en la sede del ICTA en San Jerónimo, Baja Verapaz. Según información del programa CRIA, con la semilla de maíz biofortificada ICTA B-15^{ACP+Zn} beneficiarán a 1,000 productores, quienes además, tendrán la oportunidad de capacitarse en el

manejo agronómico de la variedad y selección de semillas.

Las capacitaciones fueron facilitadas por especialistas del ICTA a representantes de las comunidades de Santa María Rubetzul y Chioic, promotores de la Asociación Chabil ik de las comunidades Agua Caliente, Belén, San Martín Chinatal, San Fernando Chinatal, Nuevo Agua Caliente y Miraflores, Santa María Cahabón; Alta Verapaz. La actividad está siendo coordinada con la Municipalidad de Santa María Cahabon, la Asociación Chabil ik y el MAGA.



Entrega de semilla mejorada de maíz ICTA B-15^{ACP+Zn}

2.6 Semillas mejoradas para el altiplano son entregadas al MAGA

El 22 de marzo, Julio Villatoro, Gerente General; y Hugo Ruano, Subgerente General del ICTA; hicieron entrega a representantes del MAGA, 414 quintales de semillas de maíz de las variedades: ICTA Compuesto Blanco, ICTA San Marceño, ICTA V-301, ICTA Don Marshall; 32 quintales de semillas de frijol de las variedades: ICTA Hunapú, ICTA Altense,

ICTA Superchiva, ICTA Texel, y 4 quintales de semilla de haba ICTA Santa María, aptas para sembrarse en el altiplano guatemalteco; primera entrega que se hace considerando la época de siembra de dicha región.

De acuerdo a información del MAGA con las semillas mejoradas beneficiarán a más de 200,000 familias en el territorio nacional.



Autoridades del ICTA entregan semillas a representantes del MAGA.

2.7 Productores aprenden técnica de poda en árboles de aguacate

Con el objetivo de generar competencias en tecnologías de producción del cultivo de aguacate, miembros del consorcio de aguacate de los departamentos de San Marcos y Huehuetenango, participaron el 23 de marzo en el taller “Técnica de poda en renovación de copa de árboles de aguacate”.

Aroldo García, facilitador de la capacitación, indicó que es importante fortalecer a los miembros del consorcio, por lo que se realizaron dos talleres, donde 40

productores adquirieron conocimientos sobre la técnica de poda y fertilización en árboles de aguacate. Además, indicó que 5 extensionistas del Sistema Nacional de Extensión Rural, fueron capacitados en dicho tema, quienes transmitirán los conocimientos a productores de aguacate en sus áreas de acción.

La práctica se realizó en la aldea La Federación, San Marcos, propiedad del productor Francis Sandoval, con el apoyo del programa CRIA



Productores de aguacate en prácticas de poda y fertilización.

2.8 MAGA beneficia a pequeños productores con semillas mejoradas

El Gobierno de la República, a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), a partir del 16 de abril empezó con la entrega de 6,000 quintales de semilla certificada a pequeños productores; especialmente en las regiones priorizadas por la Gran Cruzada Nacional por la Nutrición y en áreas afectadas por fenómenos naturales.

Durante abril y mayo, el MAGA entregó semillas en las regiones templadas y cálidas del país, considerando la época de siembra.

Con dicha semilla beneficiarán a 200,000 productores del país según el MAGA. Los 6,000 quintales de semillas certificadas están siendo producidas por el ICTA, entre las que destacan variedades mejoradas de maíz, frijol, sorgo, arroz, haba; y semilla vegetativa de yuca y camote. El MAGA también benefició con semillas biofortificadas, de maíz y frijol las cuales se caracterizan por tener mayor contenido de hierro y zinc; y la semilla de camote con alto contenido de vitamina A (betacarotenos).

El 30 de marzo, las semillas mejoradas principiaron a ser entregadas, en el municipio de Almolonga, Quetzaltenango; por el Presidente de la República, Dr.

Alejandro Giammattei, y el Ministro de Agricultura, José Ángel López, donde beneficiaron a 250 familias



Ministro de Agricultura, José Ángel López, entrega semilla mejoradas a agricultores del occidente.

2.9 Lanzamiento nueva variedad de semilla de arroz ICTA Robusta

En las instalaciones del ICTA del Centro de Producción Cristina, Los Amates Izabal, el 11 de mayo por medio de un acto protocolario el Subgerente General, Hugo Ruano; hizo entrega de la nueva variedad de arroz ICTA Robusta al Coordinador departamental del MAGA-Izabal, Sergio Salguero. Seguidamente el Coordinador

entregó al representante de los productores Alberto Caal.

ICTA Robusta, es un cultivar de tipo tropical, altura semienana, con buena capacidad de macollamiento, que le permite un buen establecimiento en el campo, ciclo de cultivo de 115-120 días a cosecha y rendimiento de 90-100 quintales por manzana.



Entrega de la semilla mejorada de la nueva variedad de arroz ICTA Robusta al MAGA.

2.10 Promoción de semillas mejoradas de maíz en Chiquimula

Con el fin de contribuir con la seguridad alimentaria y nutricional de las familias caficultoras, de 8 municipios del departamento de Chiquimula, el IICA a través del programa PROCAGICA benefició a 2334 caficultores con semillas mejoradas de maíz de las variedades ICTA B-7^{TS}, ICTA B-9^{ACP} e ICTA B-15^{ACP+Zn} para la producción de maíz. La entrega fue realizada del 3 al 7 de mayo del año en curso.



Caficultora beneficiada con semilla mejorada de maíz.

2.11 Transfieren nueva variedad de arroz ICTA Robusta

El equipo del Programa de Validación y Transferencia Tecnología, en coordinación con la Agencia Municipal de Extensión Rural (AMER)-MAGA, el 18 de mayo entregó 60 libras de semilla de arroz ICTA Robusta a 10 productores de la aldea El Amatillo, Ipala, Chiquimula. Con la semilla se sembrarán alrededor de 2.70 hectáreas, lo cual permitirá cosechar 480 quintales de semilla.



Productores beneficiados con semilla mejorada de la nueva variedad de arroz ICTA Robusta.

2.12 Nueva variedad de papa ICTA Loman Roja a disposición del sector agrícola

Por medio de un acto público, el 10 de junio, el Gerente General del ICTA, Julio Villatoro, hizo entrega de la nueva variedad de semilla de papa ICTA Loman Roja, en forma simbólica al Ministro de Agricultura, Ángel López, responsable de poner en manos de los productores la nueva variedad de papa tolerante al nematodo del quiste.

En el momento de la entrega, Julio Villatoro, resaltó: "ICTA Loman Roja, es una variedad que contribuirá principalmente con la productividad de papa en el altiplano occidental, debido a que uno de los factores que disminuye la producción, es el nematodo

del quiste y esta variedad es precisamente para ello, además que la variedad es precoz porque se puede cosechar a los 90 días".

Con el objetivo de difundir la nueva variedad, se proveyó de 40 quintales de semilla certificada a productores de papa, y 1,500 minitubérculos a productores de semilla.

En el evento participaron autoridades y extensionistas del MAGA, representantes del IICA Guatemala, productores de los departamentos de Huehuetenango, San Marcos y Quetzaltenango



Ministro de Agricultura recibe la semilla del Gerente General del ICTA.



Público asistente evento de lanzamiento de semilla ICTA Loman Roja, en ICTA Labor Ovalle.

2.13 Diputados conocen el trabajo que realiza el ICTA

Durante junio, diputados visitaron las instalaciones centrales del ICTA para conocer el trabajo que se desarrolla. El Gerente General, Julio Villatoro y Subgerente General, Hugo Ruano, presentaron el Plan Estratégico Institucional 2021-2032, con énfasis en los objetivos y metas a cumplir, al diputado Efraín Menéndez, Presidente de la comisión de agricultura, ganadería y pesca; a la

diputada Olga Marina Juárez, Vicepresidenta de la mencionada comisión; y diputada Gabriela Guerra.

Las autoridades hicieron un recorrido por la planta de procesamiento de semillas, banco de germoplasma, laboratorios de suelos y de biotecnología, donde especialistas explicaron el trabajo.

El presidente de la comisión agropecuaria, destacó: “Todas las actividades que el ICTA desarrolla son fundamentales para mejorar y

reactivar la productividad de los agricultores que han perdido sus cultivos por la pandemia y las tormentas.



Autoridades del ICTA, Presidente de la comisión de agricultura, ganadería y pesca del Congreso, frente al Banco de Germoplasma.



Autoridades del ICTA, presentan PEI-2021-2032 a diputados.

2.14 Inducción de Mutaciones: Estado del conocimiento en el mejoramiento de plantas en América Latina y el Caribe

La experta en biotecnología Aura Elena Suchini Farfán, presentó el 16 de junio, los resultados de investigación sobre inducción de estrés hídrico en variedades de camote y papa; indicó que los resultados del estudio están plasmados en el capítulo 7, página 123-139 del libro Inducción de Mutaciones: Estado del conocimiento en el mejoramiento de plantas en América Latina y el Caribe.

Aura Elena Suchini, puntualizó: “La sequía es uno de los factores más restrictivos sobre el crecimiento de las plantas, la productividad de los ecosistemas terrestres en muchas regiones alrededor del mundo la

disponibilidad de agua está llegando a ser cada vez más escasa”.

Con el propósito de obtener mutantes con tolerancia a estrés hídrico, se irradiaron con rayos gama Cobalto-60, 25 entrenudos de plantas producidas *in vitro* de las variedades de camote ICTA Dorado^{BC}, una variedad proveniente del Centro Internacional de la Papa (CIP) y las variedades de papa ICTAFrit, Tollocan y Loman, destacó la experta. Se determinó la dosis letal media y posteriormente por micropropagación se obtuvo la séptima generación mutante.



Presentación del estudio sobre estrés hídrico en variedades camote y papa, por Aura Elena Suchini.

2.15 ICTA benefició con plantas medicinales, aromáticas y condimentarias

Durante junio, como estrategia de conservación y aprovechamiento de recursos genéticos de Guatemala, el ICTA entregó 1,200 plantas de 30 especies, entre medicinales, aromáticas y condimentarias, a Centros de Aprendizaje para el Desarrollo Rural (CADER) de los departamentos de Guatemala y Zacapa. También fue beneficiada la municipalidad de Chiquimulilla, Santa Rosa.

El objetivo de la donación es conservar las plantas medicinales, aromáticas y condimentarias en los huertos familiares y el

aprovechamiento de sus propiedades, principalmente como alternativa de medicina natural para la población.

Diversas plantas han demostrado que ayudan a fortalecer el sistema inmunológico y a contrarrestar los síntomas de enfermedades respiratorias, gastrointestinales, y otras, informó María de los Ángeles Mérida Guzmán, experta en recursos genéticos. Además, que es una alternativa de bajo costo y de fácil acceso.



Entrega de plantas al MAGA departamental Guatemala y Zacapa.

2.16 Productores de café diversifican sus cultivos

Con el propósito que productores de café diversifiquen su cultivos en asocio con el cultivo de café, especialistas del ICTA de los cultivos de yuca, camote y rosa de jamaica, capacitaron a 20 productores de 13 organizaciones, de los municipios de Cubulco y Rabinal, Baja Verapaz; y Jocotán, Chiquimula.

Los productores conocieron el manejo agronómico adecuado de los cultivos

mencionados, a través de la explicación teórica y práctica realizada. Durante la capacitación se generaron recomendaciones para el manejo de semilla, siembra y cosecha, con énfasis en los beneficios que estos cultivos generan.

Según Anacafé Guatemala, el propósito es mejorar la rentabilidad de los productores, buscando alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental del cultivo.



Grupo de productores capacitados en las instalaciones de San Jerónimo Baja Verapaz.

2.17 Capacitación a extensionistas en el cultivo de maíz

Considerando la importancia del cultivo de maíz en la seguridad alimentaria y nutricional, a través de una reunión virtual especialistas del programa de validación y transferencia de tecnología del ICTA, el 9 de julio fortalecieron capacidades técnicas de extensionistas del MAGA, sobre el manejo agronómico para el altiplano medio, altiplano occidental y trópico bajo de Guatemala.

La capacitación fue realizada en coordinación con el MAGA, el especialista Oscar Sutuc, explicó el manejo agronómico del cultivo de maíz en el altiplano, y Saúl Pérez, el del trópico bajo, el evento contó con la participación de 56 extensionistas.



Capacitación virtual manejo agronómico del cultivo de maíz.

2.18 Lanzamiento del primer híbrido de grano amarillo resistente a mancha de asfalto

Con el objetivo de brindar al sector agrícola cultivos productivos, el ICTA en coordinación con el MAGA, a partir del 20 de

El Gerente General, Julio Villatoro, al hacer entrega de la semilla mejorada del híbrido ICTA Grano de Oro al Ministro, destacó: "Para el ICTA es un orgullo entregar este híbrido y ponerlo a disposición del MAGA, para que llegue a través de la extensión a los agricultores".

José Ángel López, Ministro de Agricultura, subrayó: "No podemos depender de las investigaciones de los científicos del exterior, que posiblemente tienen mejores avances, nosotros necesitamos nuestra propia investigación, porque tenemos particularidades especiales, porque tenemos una interacción social diferente y la ciencia tiene que verse de una manera integral y en esa perspectiva se hace necesario tener un instituto de ciencia y tecnología agrícola

agosto, lanzó el primer híbrido de grano amarillo con resistencia a la enfermedad "Mancha de Asfalto".

fuerte. Mi reconocimiento al personal técnico".

El Director de Granos Básicos, Héctor Martínez, enfatizó que al sembrar ICTA Grano de Oro, no es necesario aplicar ningún tipo de fungicidas ya que sus excelentes características lo hacen altamente resistente a la mancha de asfalto, aumenta el rendimiento del cultivo y reduce los costos de los agricultores, evitando el uso de productos químicos que pueden llegar a ser dañinos, tanto para el ambiente como para el ser humano.



De izquierda a derecha Ministro de Agricultura, productor que recibió la semilla, Representante del IICA y Gerente General del ICTA.



Público asistente al lanzamiento del nuevo híbrido de maíz amarillo ICTA Grano de Oro.

2.19 Lanzamiento de Tech Maíz

El proyecto “Tecnologías de frontera para impulsar la producción sostenible de maíz en las Américas”, denominado Tech Maíz, fue lanzado el 26 de agosto.

Tech Maíz es un mecanismo de integración y cooperación que agrupa a investigadores de los Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria (INIAs), universidades y el CIMMYT, quienes realizan investigación y El proyecto Tech Maíz es financiado por el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), con el fin de fortalecer las redes de investigación e innovar en favor del cultivo del maíz y de sus diversos sistemas de producción, en beneficio de los agricultores que lo producen.

transfieren tecnologías para los sistemas agroproductivos del maíz. En el evento participaron los coordinadores nacionales de los institutos de investigación que forman parte del proyecto: INIA de España, INTA de Argentina, EMBRAPA de Brasil, INIA de Perú, AGROSAVIA de Colombia, ICTA de Guatemala, INIAF de Bolivia y la Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.

La coordinación general del proyecto está bajo la responsabilidad del Investigador Principal del Programa de Maíz del INIAP-Ecuador. El proyecto en Guatemala, está a cargo del Director de Granos Básicos, Héctor Martínez y del equipo técnico de investigación del programa de maíz a nivel nacional. El lanzamiento de Tech Maíz fue a través de la plataforma zoom.



Variedades de maíz mejoradas por el ICTA.

2.20 Productores de papa conocen y evalúan clones biofortificados de papa

En la Meseta de los Cuchumatanes, el consumo de papa es de 33 Kilogramos. El mayor consumo proviene de la producción obtenida de las variedades criollas, debido a que son variedades adaptadas a la región. El cultivo de papa puede ser una de las opciones para contribuir a contrarrestar la inseguridad alimentaria, dado su potencial productivo y valor nutritivo, cultivo que es sembrado por la mayoría de familias del altiplano occidental.

A través de un día de campo se dieron a conocer resultados preliminares de 7 clones biofortificados de papa, los productores fueron parte del proceso de validación y los evaluaron de acuerdo a sus preferencias agronómicas. Las variedades de papa biofortificadas se caracterizan porque tienen mayor concentración de hierro y zinc, en comparación con las papas que comúnmente se consumen en el país.



Evaluación de clones de papa en Huehuetenango.

2.21 Familias de 60 comunidades del oriente, se benefician con semilla de frijol más nutritiva, capacitaciones y asistencia técnica

El PRO-Resiliencia es un programa que está siendo ejecutado por el Programa Mundial de Alimentos (PMA), éste coordina actividades con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), para promocionar cultivos biofortificados, especialmente frijol ICTA Chortí^{ACM} con alto contenido de minerales, en el oriente de Guatemala, con recursos financieros de la Unión Europea.

Eddy Ixcotoyac, coordinador del programa de validación y transferencia de tecnología del ICTA, informó que a través del mencionado programa, el CIAT en alianza con el ICTA, beneficiaron a más de 5,500

familias con semilla de frijol negro biofortificado ICTA Chortí^{ACM} el cual se caracteriza por tener más hierro y zinc, cada familia recibirá 4.6 libras; con el objetivo de que en el futuro las familias beneficiadas puedan mejorar la producción de alimentos.

El proyecto prioriza 60 comunidades del corredor seco, de los departamentos de Zacapa, Chiquimula y El Progreso. El cual tiene como objetivo contribuir con la producción y disponibilidad de grano de frijol biofortificado para autoconsumo y comercialización de las familias rurales; fortalecer a organizaciones de dichos departamentos en la producción artesanal

de semilla de frijol ICTA Chortí^{ACM} a través de la capacitación y asistencia técnica; asimismo, brindar conocimientos y fortalecer las capacidades en temas de asistencia técnica en el cultivo de frijol a extensionistas del MAGA y otros técnicos de organizaciones, trabajando en la zona de intervención, agregó el coordinador del

programa de validación y transferencia de tecnología.

La entrega fue a través del equipo de validación y transferencia de tecnología del ICTA, el cual inició el 24 de agosto y concluyó el 3 de septiembre del año en curso.



Entrega de semilla biofortificada de frijol ICTA Chortí^{ACM}

2.21 Fortalecen infraestructura de centros regionales de investigación

Para promover en el sur del país, el nuevo híbrido amarillo ICTA Grano de Oro, resistente a mancha de asfalto, el 3 de septiembre el ICTA en coordinación con el MAGA, a través de un acto protocolario benefició a 350 familias con semilla de ICTA Grano de Oro, de los departamentos

Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos.

El evento fue realizado gracias al proyecto CRIA, financiado por USDA y administrado por el IICA.



Agricultores beneficiados con semilla de maíz en evento de promoción.

2.22 Curso en tecnología de alimentos

A partir del 1 de septiembre, el ICTA impartió el curso en tecnología de alimentos a 60 extensionistas-educadoras del hogar rural del MAGA Chimaltenango, el cual fue de 40 horas divididas en 6 sesiones. El curso fortaleció las competencias de los participantes y benefició a la población a la cual asisten.

El especialista Erick Aguilar, coordinador del programa de tecnología de alimentos, informó que los temas que conformaron el curso fueron: procesamiento de lácteos, envasado de frutas y hortalizas.



Grupo de participantes en curso de tecnología de alimentos

2.23 ICTA participa en Simposio Internacional del café entre Korea y América Latina

Con el propósito de compartir los resultados de los principales trabajos de investigación en caficultura, el 1 de octubre se realizó en forma virtual el Simposio Internacional del Café entre Corea y América Latina. El experto Aroldo García, presentó el tema "Tecnologías

de manejo de poscosecha del café de Guatemala". En el evento participaron los ministros de agricultura de Guatemala, Colombia y Costa Rica, autoridades de KolFACI y exportadores de café, entre otros.

Simposio Internacional de Café entre Corea y América Latina

한-중남미 커피 과학심포지엄

Sesión II Origen y tecnología de producción del café

Tecnologías de Manejo Poscosecha del Café de Guatemala

ESPECIALISTA
Aroldo García
ICTA, GUATEMALA

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRICOLAS

TECNOLOGÍAS POSTCOSECHA PARA CONSERVAR EL SABOR Y AROMA EN EL CULTIVO DEL CAFÉ

Cosecha, Despulpado → Fermentación → Lavado → Secado → Almacenamiento → Empaque

Director de Frutales, presentando resultados sobre el cultivo de café.

2.24 Expertos agrícolas de Corea conocen trabajo que el ICTA realiza en el país

El 13 de octubre, representantes de la Administración de Desarrollo Rural de la República de Corea (RDA), centro afiliado al Ministerio de Agricultura de Corea, realizaron visita al Gerente General del ICTA, Julio Villatoro, para conocer los avances de ciencia y tecnología desarrollados.

Los representantes explicaron sobre el Programa de Corea para la Cooperación Internacional en Tecnología Agrícola (KOPIA), el cual funciona desde el 2009 a través de RDA, hasta la fecha abarca 22 países de Asia, África y América Latina. El

programa KOPIA tiene como objetivo, incrementar la productividad proporcionando tecnología agrícola desarrollada conjuntamente por expertos del RDA y los de los países socios.

El Gerente General, les presentó el Plan Estratégico Institucional 2021-2032, cuyo objetivo es establecer las principales líneas de acción del ICTA en el corto, mediano y largo plazo, en coherencia con las políticas públicas, prioritariamente en seguridad alimentaria y nutricional, y desarrollo rural integral de Guatemala



Gerente General presentado el PEI-2021-2032



Investigador de Suelos, Gerente General y representantes de RDA-KOPIA

2.25 Capacitación a extensionistas en fertilidad de suelos

Con el objetivo de fortalecer los conocimientos de 20 extensionistas del MAGA del departamento de Chimaltenango, el ICTA impartió el curso "Técnicas de diagnóstico de la fertilidad del suelo y elaboración de planes nutrimentales".

El experto Adán Rodas, quien facilitó el curso informó que fueron 25 horas de aprendizaje,

donde se compartieron experiencias sobre la importancia de hacer diagnósticos del suelo previo a sembrar, para saber si el suelo cumple con los nutrientes requeridos del cultivo. La capacitación fue dada los viernes a partir del 20 de agosto y culminó el 01 de octubre.



Extensionistas del MAGA capacitados en fertilidad de suelos.

2.26 Autoridades del CIAT reiteran colaboración al trabajo que desarrolla el ICTA

Representantes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el 1 de diciembre visitaron a autoridades del ICTA, con el propósito de continuar trabajando proyectos de investigación.

Jesús Quintana, Director para las Américas de la Alianza Bioersity International-CIAT, manifestó: "Vamos a seguir apoyando en temas de punta, como las semillas biofortificadas, fitomejoramiento y digitalización en la lucha contra el hambre".

Además, participaron, por el CIAT: Jennifer Wiegel, Coordinadora Alianza Centroamericana, Salomón Pérez, Coordinador en Guatemala HarvestPlus; por el ICTA: Héctor Martínez, Subgerente Técnico, Gabriela Tovar, Directora de Asuntos Estratégicos, y María de los Ángeles Mérida, experta en recursos genéticos



Representantes del CIAT y autoridades del ICTA.

2.27 ICTA promueve producción de abono orgánico a través de lombricompost

El ICTA con apoyo financiero de la Iniciativa de Cooperación Coreana para la Alimentación y la Agricultura en América Latina (KoLFACI), promueve la producción de abono orgánico por medio de lombricompost, con el proyecto denominado "Mejoramiento del ambiente del cultivo en tierra a través de la utilización eficiente de los abonos orgánicos y biológicos".

Con el propósito de apoyar la producción de hortalizas orgánicas de agricultores de los

municipios de Santo Domingo Xenacoj y San Juan Alotenango, del departamento de Sacatepéquez, mediante la Dirección de Apoyo a la Producción Comunitaria de Alimentos (DAPCA) del VISAN-MAGA, el 16 de diciembre el ICTA entregó cría de lombriz coqueta roja, por medio del experto Adán Rodas.

El pie de cría de lombriz, fue para ayudar a 100 agricultores de dos comunidades de Sacatepéquez.



Raúl Leiva, técnico del VISAN recibe pie de cría de lombriz a través del experto Adán Rodas.

2.28 Autoridades del ICTA pagan indemnización

A través de un acto protocolario el Gerente General del ICTA, Julio Villatoro, el 30 de diciembre reunió a más de 35 extrabajadores para pagar indemnización, gracias al apoyo del Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación, José Ángel López, fue posible hacer el pago.

"Quiero rendir homenaje a través de un minuto de silencio a los excompañeros que fallecieron y muchos de ellos sin haber

recibido su pasivo laboral, pero hoy por medio de sus beneficiarios será entregado", manifestó el Gerente General.

Abelardo Viana, Director Administrativo y Financiero, resaltó: "Estamos muy contentos de tenerlos en su casa, nos sentimos emocionados de poder hacer estos pagos, los cuales suman 7 millones 200 mil, aproximadamente, ya que desde el año 2018 no se había podido hacer".



Extrabajadores del ICTA indemnizados

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

Como parte de los objetivos del proyecto de arroz con financiamiento KoLFACI, fue capacitar, transferir y promocionar la tecnología y conocimientos para el manejo del cultivo de arroz a investigadores, extensionistas y productores de arroz de las diferentes zonas de producción del país (norte, oriente y sur).

Dichas actividades se realizaron a través de capacitaciones y días de campo en parcelas

demostrativas establecidas como parte de las actividades del proyecto, en octubre y noviembre, cuando el cultivo de arroz estuvo en etapa de maduración, previo a la cosecha. La tecnología a transferir fue: la nueva variedad de arroz ICTA Robusta; manejo agronómico del cultivo de arroz; y manejo del agua en el cultivo de arroz bajo sistema de riego. Se desarrollaron cuatro eventos, donde se tuvo la participación de más de 115 personas



Técnicos capacitados en el cultivo de arroz

3. Alianzas estratégicas

3.1 Carta de entendimiento entre la Asociación de los Cuchumatanes (ASOCUCH)

El objetivo es promover y transferir las tecnologías del ICTA.

3.2 Carta de entendimiento entre el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

El objetivo es contribuir con la ejecución del proyecto “Fortalecimiento y continuidad de capacidades en bioseguridad que conduzca a una completa implementación del protocolo de Cartagena sobre bioseguridad en Guatemala”.

3.3 Carta de entendimiento entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria y Forestal (FUNDIT)

El objetivo es la ejecución del proyecto de promoción de la variedad de frijol biofortificado ICTA-Chortí^{ACM} en el marco del proyecto de Resiliencia para el corredor seco en Guatemala.

3.4 Carta de entendimiento entre la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Ejecución del proyecto de asistencia de emergencia para rehabilitar los sistemas productivos de familias afectadas por los huracanes ETA e IOTA en la región del Polochic del departamento de Alta Verapaz.

4. Ejecución financiera

No. Fuente de Financiamiento	Fuente de Financiamiento	Vigente	Recibido	Gastado
11	Ingresos Corrientes	53,015,816.00	53,015,816.00	32,340,604.29
31	Ingresos Propios	2,463,100.00	2,541,708.15	1,115,217.43
32	Disminución de Caja y Bancos de Ingresos Propios	9,869,750.00	9,869,750.00	8,710,718.27
Total		65,348,666.00	65,427,274.15	42,166,539.99

Fuente: ICTA SICOIN

5. Publicaciones agrotecnológicas





ICTA

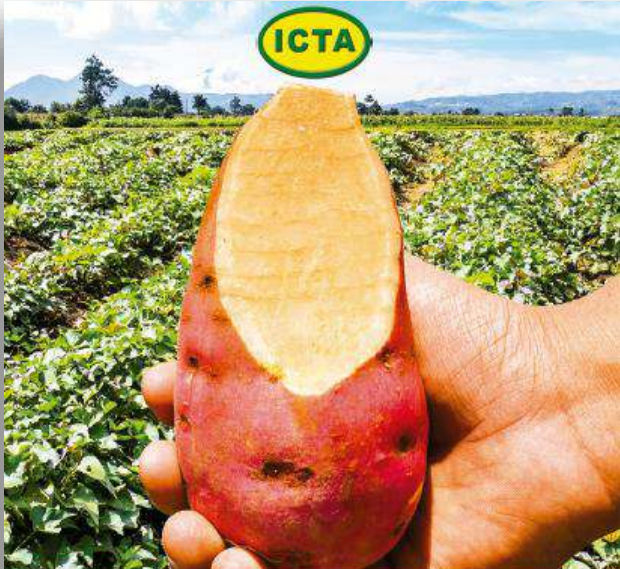
ICTA Loman Roja

Variedad de papa oblonga
Tolerante al nematodo del quiste

Especial para consumo fresco

"Investigación para el desarrollo agrícola"
www.icta.gob.gt

MAGA USDA IICA CRIA



ICTA

"Investigación para el desarrollo agrícola"

Recomendaciones técnicas para el cultivo de camote (*Ipomea Batata* L.)

Oscar Emiro Barrios Coyoy

www.icta.gob.gt



ICTA

"Investigación para el desarrollo agrícola"

Recomendaciones técnicas para el cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

Luis Miguel Salguero Morales

www.icta.gob.gt



ICTA

Variedad de yuca

ICTA Izabal

"Investigación para el desarrollo agrícola"

www.icta.gob.gt

ICTA

Poda de
despunte apical
en el cultivo de
Rosa jamaica
*Hibiscus
sabdariffa* L.




"Investigación para el desarrollo agrícola"



www.icta.gob.gt



ICTA

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




"Investigación para el desarrollo agrícola"

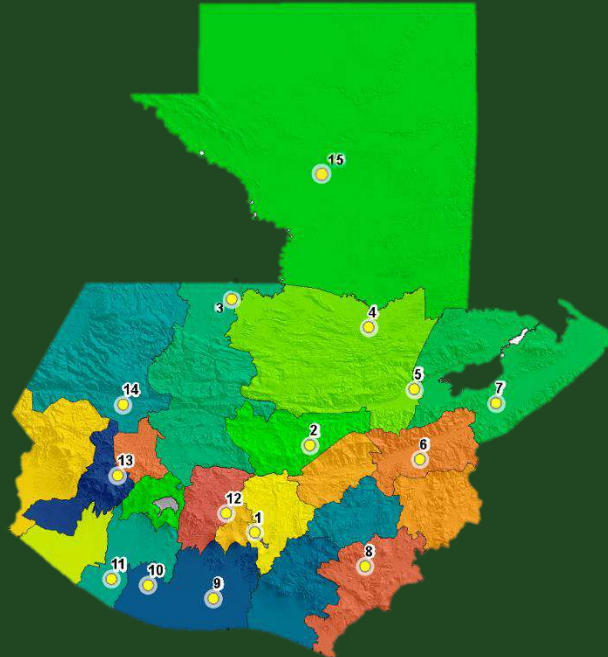


www.icta.gob.gt





Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas



1. Oficinas Centrales Km 21.5 Carretera al Pacífico, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala Tel. PBX 6670-1500	6. Centro de Producción del Oriente, Zacapa (CEPOR) Finca El Oasis, Estanzuela, Zacapa	11. Centro de Producción del Sur, San José La Máquina (CEPSUR) Parcela A-5, San José La Máquina, Suchitepéquez
2. Centro de Producción del Norte, San Jerónimo (CEPNOR) Km. 146.5 Carretera a San Jerónimo, Baja Verapaz Tel. 7940-2903	7. Centro de Producción del Oriente, Cristina (CEPOR) Km. 210 carretera al Atlántico, Finca Cristina, Los Amates, Izabal	12. Centro de Producción del Altiplano Central, Chimaltenango (CEPALC) 1ª. Calle 3-85 zona 9, La Alameda, Sector B, Chimaltenango, Tel. 7839-1813
3. Centro de Producción del Norte, Playa Grande (CEPNOR) Playa Grande, Ixcán, El Quiché	8. Centro de Producción del Oriente, Jutiapa (CEPOR) Aldea Río de La Virgen, Jutiapa Tel.7792-9103	13. Centro de Producción del Altiplano Occidental, Quetzaltenango (CEPALO) Km. 3.5 carretera a Olintepeque, Quetzaltenango. Tel. 7763-5097
4. Centro de Producción del Norte, Fray Bartolomé de las Casas (CEPNOR) 4a. avenida 3-97 zona 2, Barrio Magisterio, Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz	9. Centro de Producción del Sur, Cuyuta (CEPSUR) km. 83.5 antigua carretera al Puerto de San José. Cuyuta, Masagua, Escuintla	14. Centro de Producción del Altiplano Occidental, Huehuetenango (CEPALO). Ciudad de Huehuetenango
5. Centro de Producción del Norte, Panzós (CEPNOR) Finca Boca Nueva, Panzós, Alta Verapaz	10. Centro de Producción del Sur, Nueva Concepción (CEPSUR) Parcela A 49, calle del banco. Nueva concepción, Escuintla	15. Centro de Producción del Norte, Petén (CEPNOR) Km. 75.4 La Libertad, Petén