



Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Memoria Institucional 2020



San José, Costa Rica
2021



Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Memoria Institucional 2020



San José, Costa Rica
2021

Junta Directiva INTA Año 2020

| | |
|----------------------------|---|
| Presidente: | Marlon Antonio Monge Castro Vice-Ministro de Agricultura y Ganadería |
| Vicepresidente: | Marco Chávez Solera Representante de la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria de Costa Rica |
| Directivos: | Carlos Robles Rojas Representante de Consejo Nacional de Rectores Periodo: 24 febrero al 31 diciembre 2020 Adelita Arce Rodríguez Representante Ministro de Ciencia y Tecnología Marvin Rodrigo Rojas Alfaro Representante Consejo Nacional de Producción Alida Sigüenza Quintanilla Representante de Organizaciones de Pequeños y Medianos Productores Periodo: 1 enero al 27 de setiembre 2020 Martín González Zúñiga Representante de Organizaciones de Pequeños y Medianos Productores Periodo: 15 octubre al 31 diciembre 2020 Luis Conejo Astúa Representante de la Cámara Costarricense de Industria Alimentaria Periodo: 1 enero al 27 de setiembre 2020 Federico Alvarado Víquez Representante de la Cámara Costarricense de Industria Alimentaria Periodo: 13 noviembre al 31 diciembre 2020 |
| Fiscal: | Álvaro Quesada Fonseca Ministerio de Agricultura y Ganadería |
| Director Ejecutivo: | Arturo Solórzano Arroyo |

| | |
|----------------------------|---|
| Editado por: | MBA Alvaro Rodríguez Aguilar MSc. Laura Ramírez Cartín |
| Diseño e Impresión: | Handerson Bolívar Restrepo - Jander Bore |
| ISSN: | 1659-4983 |

Contenido

| | |
|---|-----|
| Presentación | 5 |
| Marco Conceptual del INTA..... | 6 |
| Estructura Organizativa | 7 |
| Junta Directiva | 9 |
| Dirección Ejecutiva | 17 |
| Dirección Investigación y Desarrollo Tecnológico | 30 |
| Investigación e Innovación..... | 30 |
| Transferencia de Tecnología | 66 |
| Estudios Básicos de Tierras | 78 |
| Laboratorios del INTA..... | 85 |
| Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas | 86 |
| Laboratorio de Nutrición Animal..... | 88 |
| Laboratorio de Fitoprotección | 89 |
| Laboratorio de Biología Molecular | 93 |
| Laboratorio de Cultivo de Tejidos. Estación Experimental Los Diamantes. | 96 |
| Laboratorio de Cultivo de Tejidos. Estación Experimental Dr. Carlos Durán. | 99 |
| Estaciones Experimentales | 103 |
| Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez | 103 |
| Estación Experimental Los Diamantes | 106 |
| Estación Experimental Dr. Carlos Durán | 112 |
| Estación Experimental La Managua | 115 |
| Dirección Administrativa Financiera..... | 118 |
| Conclusiones | 123 |

Presentación

El 5 de noviembre del año 2001 se creó mediante la Ley N. 8149, el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), como un órgano de máxima desconcentración, adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería, con el objetivo de fortalecer la investigación, la transferencia y con ello la innovación en tecnología agropecuaria.

Para el año 2020 el INTA dio especial énfasis al ajuste del documento sobre las líneas prioritarias de trabajo, para ello continuó con los procesos y consultas internas y externas con la finalidad de disponer de una propuesta terminada, para ser presentada a la Junta Directiva en el año 2021, para su aprobación y posterior implementación a nivel institucional. Dicha priorización permitirá al INTA focalizar sus recursos en las áreas que ofrecen mayor posibilidad de impactar al Sector Agropecuario.

El INTA cuenta con cuatro estaciones experimentales, ubicadas en diferentes zonas agroecológicas, así como laboratorios para apoyar el proceso de investigación y atender demandas de usuarios en general. Para ofrecer un mejor servicio, en el año 2020 el INTA fortaleció la infraestructura y equipo a nivel de estaciones experimentales y laboratorios, tales como: nuevos invernaderos, infraestructura para riego, salas para brindar capacitación, equipos de tecnología de punta y mobiliario, con la finalidad de modernizar y aumentar su capacidad de respuesta.

Para contribuir a los procesos de adopción, se incorpora directamente al agricultor en los procesos de generación y transferencia de tecnología, tanto en las investigaciones que se desarrollan en las estaciones experimentales, como en fincas de productores colaboradores. Además de lo anterior, el INTA trabaja articulado con las demás instituciones del sector agropecuario, académico, así como con organismos internacionales.

Este documento tiene como finalidad el rendir cuentas a la sociedad en general, pero especialmente al sector agropecuario costarricense. Mediante la información contenida en este documento, se pretende que la sociedad conozca de las labores relevantes del quehacer institucional, cuya misión es brindar resultados que contribuyan a mejorar la competitividad de las actividades productivas, a la conservación de los recursos naturales, dentro de un marco de sostenibilidad ambiental, social y económica, para mejorar el nivel de vida de los productores y de la ruralidad en general.

Dirección Ejecutiva INTA

Marco Conceptual del INTA

Misión

Brindar respuestas tecnológicas para contribuir a la innovación, transformación y sostenibilidad del sector agroalimentario.

Visión

Ser una institución eficiente con autoridad tecnológica en la producción agroalimentaria sostenible, basada en el rigor científico de sus procesos que satisface las necesidades de los usuarios actuando como un agente de cambio para la sociedad.

Objetivo General

Contribuir al mejoramiento y sostenibilidad del Sector Agropecuario, por medio de la generación, innovación, validación, investigación y difusión de tecnología, en beneficio de la sociedad costarricense.

Objetivos Estratégicos

- Generar tecnología que contribuya a la modernización de los sistemas de producción agropecuarios sostenibles.
- Transferir y difundir tecnologías a los usuarios.
- Disponer de suficiente personal comprometido, capacitado y con valores, para desarrollar el conocimiento científico y responder al mandato institucional.
- Implementar un sistema integrado de información para mejorar la eficiencia en procesos técnicos, administrativos y financieros.
- Lograr posicionamiento del INTA como institución que da respuesta eficiente a las demandas tecnológicas del Sector Agropecuario ampliado.

Estructura Organizativa

La Junta Directiva es el órgano colegiado y de máxima jerarquía del INTA (Junta Directiva compuesta por tres miembros del sector oficial y cuatro miembros del sector privado).

La Dirección Ejecutiva, depende de la Junta Directiva y está conformada por el Director Ejecutivo, el Subdirector Ejecutivo, asesores o asistentes y unidades de apoyo (Planificación Institucional, Asesoría Jurídica, Cooperación Técnica, Gestión de Información y por último Tecnologías de Información y Comunicación). A su vez, de la Dirección Ejecutiva dependen dos Direcciones (figura 1):

- La Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico, cuenta con un grupo de profesionales de apoyo y cinco Departamentos: Investigación e Innovación, Transferencia de Tecnología, Laboratorios, Estaciones Experimentales y Estudios Básicos de Tierras.
- La Dirección Administrativa Financiera con tres Departamentos: Administración de Recursos, Servicios Generales y Proveduría.

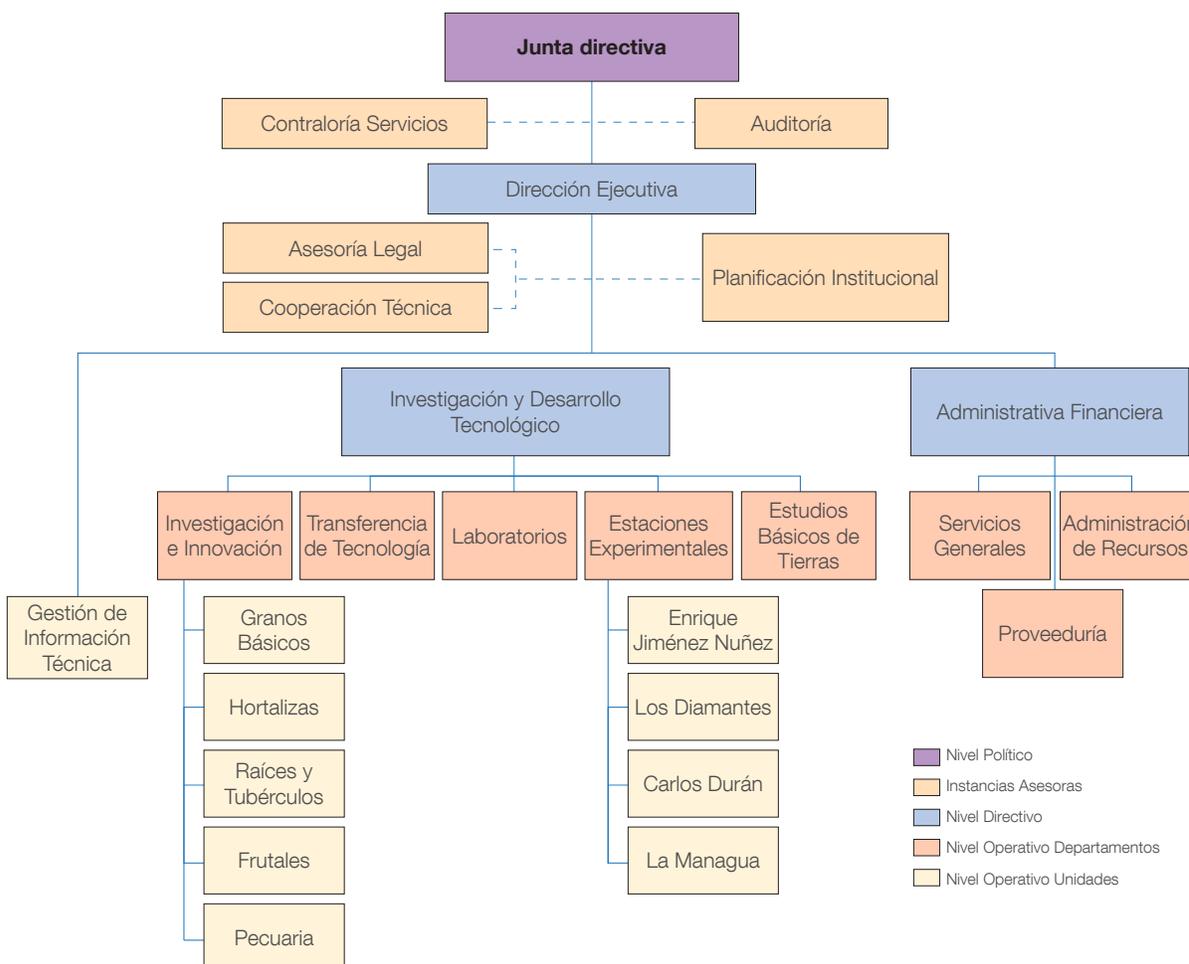


Figura 1. Estructura organizativa del INTA, 2020.

La funcionalidad y operatividad de esta estructura la ejecutan 176 funcionarios, donde 55 corresponden a mujeres y 121 a hombres. La Junta Directiva dispone de cuatro funcionarios, la Dirección Ejecutiva de 11, la Dirección Administrativa Financiera de 16 y la Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico de 145 funcionarios. 37,5% de los funcionarios son mayores de 56 años, de los cuales en el mediano plazo 66 personas podrían acogerse a su retiro.

La Administración continúa trabajando en la elaboración e implementación de una estrategia de gestión de recurso humano en cuanto a renovación y capacitación. Con respecto a los 20 funcionarios del Proyecto de Cartografía de Suelos (PCS), 18 son hombres y dos mujeres.

Junta Directiva

En acatamiento a las disposiciones de la Ley N° 8149 de creación del INTA, su Junta Directiva se reunió ordinariamente 15 veces y con carácter de extraordinario en nueve ocasiones. Durante el 2020 esta Junta tomó 114 acuerdos que orientan el quehacer del INTA mediante políticas y directrices, así como conocer y aprobar Planes Operativos, presupuestos y normativa interna. Cabe mencionar que para este periodo la Junta Directiva se reunió casi en su totalidad de manera virtual, dada las directrices emitidas por causa de la emergencia sanitaria.

Auditoría Interna

Es un órgano de fiscalización interna con independencia funcional y de criterio, el cual contribuye a la transparencia y eficiencia en el manejo de los recursos para el desarrollo de las funciones sustantivas del INTA.

El marco de acción se ha orientado más a la generación de valor agregado, hoy se espera que la Auditoría Interna sea principalmente una herramienta de apoyo a la gestión de la Administración Activa, de manera que cumpla con sus obligaciones con el fin de que se logren los objetivos institucionales. La función de la Auditoría Interna está regulada en el Capítulo IV de la Ley General de Control Interno N° 8292, artículos del 20 al 38, en los cuales se definen las competencias, deberes, potestades y prohibiciones entre otros aspectos, siempre bajo las directrices que para estos efectos emite la Contraloría General de la República. A continuación, se resumen las principales actividades desarrolladas por la Auditoría Interna para el año 2020:

Informes Servicios preventivos de asesoría y advertencia

Se refieren a los servicios de asesoría y advertencia sobre asuntos propios de la competencia de la Auditoría Interna. El servicio de asesoría se brinda a solicitud del Jeraarca y otros niveles de la institución, según el criterio del Auditor Interna; los servicios de advertencia se efectúan a los órganos pasivos que se fiscalizan específicamente sobre las posibles consecuencias de determinadas conductas o decisiones, cuando sean de su conocimiento.

| Informe | Tipo | Detalle |
|-------------------------|-----------------------------|---|
| JD-INTA-014-2020 | Asesoría | Reglamento para el Funcionamiento de la Junta Directiva del INTA. |
| JD-INTA-039-2020 | Asesoría | Sobre la posibilidad de sesiones virtuales de Junta Directiva. |
| JD-INTA-056-2020 | Asesoría | Información para la CGR sobre afectación de ingresos del INTA-COVID-19. |
| JD-INTA-093-2020 | Asesoría | Sobre matriz de implementación de NICSP en el INTA. |
| JD-INTA-178-2020 | Advertencia | Actividades de control sobre el cierre de la Bodega Central ubicada en Pavas. |
| JD-INTA-183-2020 | Apertura y cierre de libros | Cierre del libro de Actas de Junta Directiva N°13 -495 folios. |
| JD-INTA-228-2020 | Apertura y cierre de libros | Entrega del Libro de Actas de Junta Directiva N°14. |

Informes de Servicios de la Auditoría Interna

Son aquellos servicios referidos a los distintos tipos de auditoría: auditoría financiera, auditoría operativa y estudios de carácter especial.

| Informe | Tipo | Detalle |
|----------------------|--|--|
| INF-CI-INTA-001-2020 | Estudio de Control Interno | Revisión sobre el gasto de viáticos al interior del país, combustible y administración de los GPS. |
| INF-RH-INTA-001-2020 | Informe de Relación de Hechos (Confidencial) | Revisión de proceso de nombramientos y reubicaciones de personal. |
| INF-RH-INTA-002-2020 | Informe de Relación de Hechos (Confidencial) | Revisión de proceso de nombramientos y reubicaciones de personal. |

Informes de Servicios de Seguimiento y Planificación de la Auditoría Interna

Esto corresponde al estado de las recomendaciones de la Auditoría Interna, producto de los resultados de la ejecución al Plan Anual de Trabajo, así como, de otros órganos de control, despacho de contadores públicos y disposiciones de la Contraloría General de la República.

| Informe | Tipo | Detalle |
|-----------------------|---|--|
| INF-EPT-INTA-001-2021 | Ejecución del Plan Anual de Trabajo y Estatus al seguimiento de recomendaciones | INF-EPT-INTA-001-2021 Resultados de la Ejecución del Plan Anual de Trabajo de la Auditoría Interna del INTA 2020 y estado de las recomendaciones al 30 de setiembre 2020 |

Informes de Auditoría Interna 2016-2020

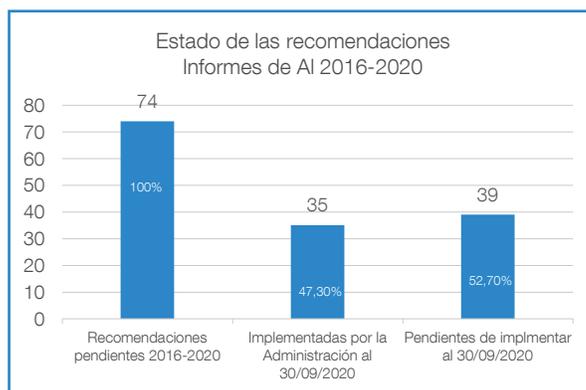


Figura 2. Estado de las recomendaciones Informe de AI 2016-2020.

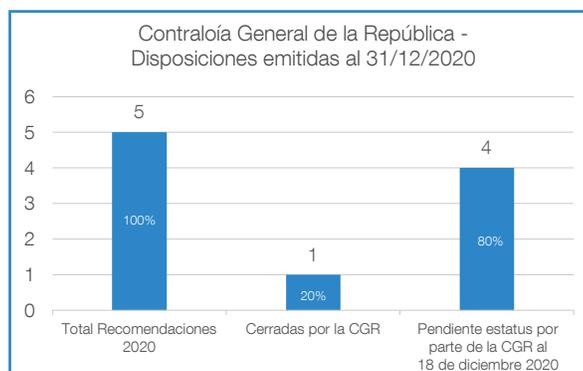
| Informe | Implementadas al 30/09/2020 | Responsables |
|--|-----------------------------|--|
| INF-CI-INTA-001-2017 Revisión del proceso de recepción, procesamiento y control de muestras recibidas en los laboratorios de Fitoprotección, Aguas y Suelos. | 12 | Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico-Dirección Administrativa Financiera-Dirección Ejecutiva. |
| INF-CI-INTA-001-2020 Revisión especial de control interno sobre el gasto de viáticos interior del país, combustible y administración de los GPS. | 3 | Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico. |
| Totales | 15 | |

| Resumen de 39 recomendaciones pendientes de implementar al 30/09/2020 | |
|---|--|
| Dirección Administrativa Financiera (15 recomendaciones pendientes) | Revisión de procesos de registro de: activos, bienes muebles e inmuebles, donaciones, activos procedentes de proyectos con financiamiento externo; con el objetivo de verificar su apego a la normativa vigente. |
| Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico (23 recomendaciones pendientes) | Revisión de: funcionamiento de los Laboratorios según normativa vigente, plan de mantenimiento y reposición de equipos. Lineamientos para Estaciones Experimentales en cuanto a normativas para almacenamiento de combustibles y su manipulación. Además de justificarse el costo/beneficio de tener tanques de almacenamiento en las Estaciones. |
| Unidad de Cooperación Técnica (instancia asesora) (4 recomendaciones pendientes) | Revisión de la cantidad y detalle de activos adquiridos con proyectos de financiamiento externo desde la creación del INTA (con la promulgación de la Ley N°8149) y su debido proceso de donación y registro de conformidad con la normativa vigente. |

Informes de Auditoría Interna 2010-2015

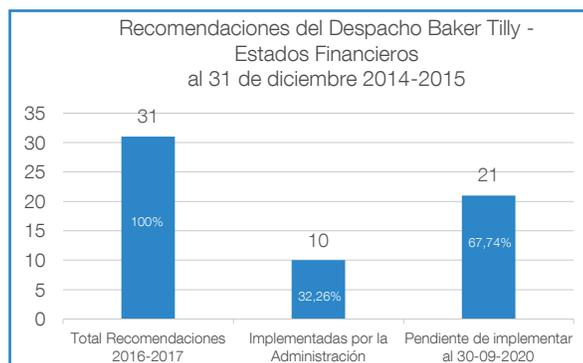
Pendientes de implementar dos recomendaciones por parte de la Dirección Ejecutiva y de la Junta Directiva, relacionadas con la necesidad de disponer de un área adecuada para ubicar el Archivo Institucional.

Disposiciones emitidas por la Contraloría General de la República al 31 de diciembre 2020



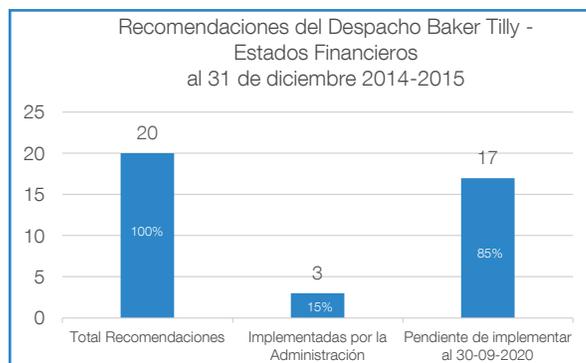
Responsables: Dirección Ejecutiva (2); Planificación Institucional (1); Dirección Administrativa Financiera (2).

Informes de Despachos de Contadores Públicos- Despacho Baker Tilly - Estados financieros con corte al 31 diciembre 2014 y 2015



Responsables: Dirección Ejecutiva (12); Dirección Administrativa Financiera (10); Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico (1); Auditoría Interna (1).

Informes de Despachos de Contadores Públicos- Consorcio EMD - Estados financieros con corte al 31 diciembre 2018



Responsables: Dirección Ejecutiva (6); Dirección Administrativa Financiera (10); Planificación Institucional (1).

Contraloría de Servicios

El objetivo general de esta Unidad se halla definido en el Artículo 2º del Reglamento de Creación Funcionamiento y Operación de la Contraloría de Servicios del Instituto, publicado en La Gaceta N° 208 del 29 de octubre del 2014 el cual establece: “Impulsar mecanismos que permitan la participación ciudadana en la fiscalización de la prestación del servicio público y procesos del INTA, para garantizar la satisfacción del usuario y promover el uso racional de los recursos públicos con un máximo de eficacia y eficiencia.”

Logros 2020

Atención de Consultas

El comportamiento de las consultas de resolución inmediata por parte de la Contraloría de Servicios, disminuyó significativamente en el año 2020, atendiéndose un total de setenta y ocho (78) consultas que no requirieron la apertura de expediente, con un porcentaje de atención y resolución satisfactorio del 100%, tal como se evidencia en el cuadro 1. Dicha reducción se justifica, al ser este 2020, un año atípico por las razones de la “pandemia del COVID-19”. De las 78 resueltas el 63 % correspondió al Organismo de Inspección, equipo de trabajo para evaluar la conformidad de procesos y documentos relacionados a la aplicación de la Ley 7779 de Manejo y Conservación de Suelos (cuadro 2).

Cuadro 1. Total de consultas tramitadas en la Contraloría de Servicios INTA.

| Total de consultas tramitadas según año | | | | |
|---|------|------|------|------|
| 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 178 | 168 | 156 | 124 | 78 |

Fuente: Contraloría de Servicios INTA, 2020

Cuadro 2. Detalle de la consulta en forma concreta, 2020.

| Detalle de la consulta en forma concreta | | Total Recibidas |
|--|--|-----------------|
| 1 | Requisitos trámite (Incentivo fiscal (1)/Órgano Inspección(43)/Suelos(1)) | 49 |
| 2 | Horarios de atención de usuarios. | 6 |
| 3 | Asesoría Técnica(árboles maderables, pasturas, semilla, venta material) | 4 |
| 4 | Procedimientos administrativos referente recurso humano | 3 |
| 5 | Solicitud requisitos y lista de participantes de charla de la PGR sobre “Derecho de acceso a la Información Pública” | 2 |
| 6 | Competencia coordinación, alcances y expectativas del Taller Técnico de Certificadores | 3 |
| 7 | Obligatoriedad de llevar el curso de LGBTI. | 2 |
| 8 | Informe de la Comisión Institucional de Valores del MAG, oficialización y publicación web del MAG. | 2 |
| 9 | Derecho de Petición: Respuesta | 1 |
| 10 | Participación funcionario en reuniones y capacitaciones de la CVI-MAG. | 1 |
| 11 | Derechos de los consumidores realización de pagos en efectivo. | 1 |
| 12 | Solicitud de información de ciudadano sobre plazas vacantes en el Instituto. | 1 |
| 13 | Valoración de Riesgos de planificación. | 1 |
| 14 | Consulta sobre lesco-STSNCS. | 1 |
| 15 | Formatos formularios que se brindan al público. | 1 |
| Total | | 78 |

También se atendieron 88 consultas (internas-externas) en aspectos como: horarios de atención al público en diferentes instancias del INTA; información sobre trámites, regulaciones y procedimientos; directrices internas y externas; llenado de encuestas y consultas atinentes a la labor de Control Interno, Planificación, UGIT, entre otros.

Atención Inconformidades Externas

Se registraron reclamos en las siguientes subdimensiones de Información: Atención a la persona usuaria y Tramitología y Gestión de procesos (47). Se logró una resolución satisfactoria del 100% sobre lo tramitado. Es importante rescatar, que este logro fue gracias a la colaboración y apoyo de cada una de las instancias del Instituto, a las cuales se les solicitó información pertinente, para casos específicos donde se tenía que emitir un criterio para responder al ciudadano.

En el cuadro 3, se resume el contenido de las inconformidades reportadas (la información se clasifica de acuerdo con las subdimensiones establecidas por la Secretaría Técnica del Sistema Nacional de Contraloría de Servicios de MIDEPLAN)

Cuadro 3. Número de inconformidades externas tramitadas por la Contraloría Servicios del INTA, según subdimensión. 2020.

| Subdimensión | Detalle | N° |
|--|--|-----------|
| Información | Estudios de Uso Conforme Suelos | 16 |
| | Servicios de la Estación Los Diamantes, (captación de demanda de los servicios) | 1 |
| | Solicitud de CGR del machote de aplicación de la encuesta de medición de satisfacción a los usuarios | 1 |
| | Falta de información sobre “carbonización”, “agricultura familiar” y otros asuntos técnicos: Raíces y Tubérculos; Hortalizas | 3 |
| | Poco conocimiento o divulgación por parte de los usuarios de normativa imperante en procesos. | 8 |
| | Información desactualizada y poco precisa del # funcionarios y su clasificación | 1 |
| | Información INEC | 1 |
| Subtotal Información | | 31 |
| Atención a la persona usuaria | Incumplimiento de acuerdos y derecho de respuesta | 4 |
| | Mala atención usuarios | 2 |
| | Afectación acceso información | 1 |
| | Falta claridad en los requisitos que tienen que realizar usuarios | 3 |
| Subtotal Atención Usuarios | | 10 |
| Tramitología y Gestión de procesos | Incumplimiento plazos de pago y Derecho de Respuesta. | 5 |
| | Irregularidad del servicio de contratación Certificador | 1 |
| Subtotal Tramitología y Gestión | | 6 |
| Total inconformidades externas | | 47 |

Fuente: Contraloría de Servicios INTA, 2020

Es importante señalar, que al igual que en años anteriores, la Contraloría de Servicios ha constatado que parte de las inconformidades presentadas, se sustentan en la dificultad u omisión del ciudadano en identificar la información requerida, lo cual se trata de atender actualizando de forma clara y concisa la información suministrada en la página electrónica del Instituto.

El impacto de la Contraloría de Servicios, no se mide por resolver el mayor número de inconformidades, todo lo contrario, lo que se pretende a través de esta Unidad, es lograr y asegurar una mayor calidad de los servicios y productos que brinda el Instituto a sus usuarios, con el apoyo de la administración activa. Es importante señalar que esto fue posible aún con la situación de la Emergencia Sanitaria vivida en el 2020.

Aplicación de dos instrumentos de percepción

Se aplicó un instrumento para medir el nivel de satisfacción, a una muestra poblacional que tramitó gestión ante el INTA en el 2020, con la finalidad de medir la percepción del usuario sobre la calidad de los servicios que recibieron en las diferentes dependencias.

Entre los resultados del Informe de la encuesta, sobresalen los siguientes:

- **Confiabilidad** fue la variable mejor evaluada por los usuarios por lo que se concluye que existe satisfacción con respecto al servicio.
- **Conformidad** del servicio brindado por la dependencia del Instituto con las expectativas del usuario. Se pudo constatar áreas para mejorar como: tramitología, claridad de los requisitos, contactos, costos y documentación e información solicitada.
- **Conocimiento técnico** que poseen los funcionarios del INTA fue evaluada satisfactoriamente, al considerar el administrado que poseen una adecuada capacitación en aspectos legales y técnicos.
- **Disponibilidad** del servicio que se brinda, se considera que los funcionarios tienen una buena actitud para apoyar el trámite y para brindar información, la atención es muy buena y la información existente se puede mejorar.
- **El aspecto de Oportunidad** obtuvo un porcentaje menor de satisfacción, en valoración del tiempo adecuado y calidad esperada.
- **En relación Profesionalismo** fue favorable, estos tienen disposición y que su atención es amable a la hora de atender al usuario. Y en cuanto a la velocidad de respuesta de las gestiones tramitadas están acordes al tiempo de duración.

En general los usuarios manifiestan estar satisfechos con los servicios que reciben, sin embargo, consideran que pueden mejorarse en aspectos tales como procedimientos, tiempos de respuesta, atención, participación ciudadana y comunicación.

En el proceso de evaluación, se rescata, que la Contraloría de Servicios obtuvo en el 2020, una calificación de “**Excelente**” por parte de los usuarios externos con una valoración promedio de satisfacción del **96.0%**.

Questionario Comisión Nacional de Rescate de Valores y la Comisión Institucional de Valores MAG y Órganos Adscritos

La C.S. del INTA trabajó de pleno en la Comisión Institucional de Ética y Valores del Ministerio de Agricultura y Ganadería y de sus Órganos de Desconcentración Mínima y Máxima (INTA-SENASA-SFE), en el diseño, implementación y elaboración del “*Informe de resultados sobre la opinión de los funcionarios en el tema de ética y valores institucional*” cuya finalidad era conocer la opinión sobre la ética de los funcionarios del Ministerio, en cumplimiento de lo que establece la Ley General de Control Interno 8292, Sección I, Artículo 12.

Los resultados obtenidos se podrán reflejar en oportunidades de mejora y actividades de control, permitiendo a las instancias ministeriales competentes, medir el avance en el cumplimiento del artículo 13 de la Ley de Control Interno y en la interiorización del Código de Ética y Conducta oficializado en el Ministerio.

Recomendaciones emitidas a las autoridades superiores del Instituto

De acuerdo con la información proveniente de los resultados de la gestión contralora, se emitieron diez (10) recomendaciones mediante oficios, resultado de estudios elaborados por reclamos e inconformidades presentados por los ciudadanos. Dichas recomendaciones se hallan sustentadas en mejorar la prestación de los bienes y servicios institucionales.

Además, la Contraloría de Servicios, en sus funciones de revisar, asesorar y proponer dentro de un marco preventivo y correctivo, y con el objetivo de coadyuvar con las autoridades superiores del INTA a un funcionamiento más eficaz y eficiente; buscó contribuir en la mejora de implementación de los siguientes programas generales:

Se recomienda mejorar y agilizar los trámites gestionados por los usuarios a través de la Contraloría de Servicios.

Fortalecer y promover un mayor compromiso de parte de las diferentes dependencias que brindan servicio al público, mejorar la calidad del servicio, la atención brindada y una pronta y certera respuesta a lo solicitado por el ciudadano.

- Se recomienda promover mayor rapidez en los plazos de respuesta.
- Seguimiento a la normativa atinentes a Planes de Mejora Regulatoria.
- Mejora continua en cuanto a la atención al cliente.

También se emitieron siete (7) recomendaciones o sugerencias a la Secretaria Técnica del Sistema Nacional de Contraloría de Servicios.

Dirección Ejecutiva

Planificación y Seguimiento Institucional

Las principales funciones de la Unidad de Planificación (UPI) son:

- Proponer lineamientos de política y acciones estratégicas y operativas, definir, implementar y evaluar indicadores de eficiencia y eficacia técnico-administrativa y de impacto institucional, que permitan verificar la operación del instituto.
- Coordina y participa en la formulación del Plan Estratégico del INTA, de sus Programas y Subprogramas.
- Realizar con la periodicidad necesaria el análisis de la organización, de los procesos y funciones desarrolladas, así como coordinar y contribuir con la elaboración, consolidación y evaluación del Plan Anual Operativo, conforme a lineamientos de MIDEPLAN y Ministerio de Hacienda.
- Apoyar la elaboración del presupuesto y diseñar e implementar un sistema de planificación, seguimiento y evaluación institucional.

Durante el año 2020 las acciones desarrolladas fueron:

Elaboración del Plan Operativo Institucional 2021 (POI), y su respectivo envío al Ministerio de Agricultura y Ganadería conforme a la normativa vigente.

Elaboración del informe de evaluación anual 2020 y el Informe semestral 2020 solicitado por la STAP.

De acuerdo a las solicitudes de la CGR se cumplió con:

- Registrar y actualizar la información referente a la Planificación en el Sistema de Información sobre Planes y Presupuestos (SIPP) de la Contraloría General de la República (CGR), donde se registran las metas institucionales incorporadas en el POI anualmente.
- Se participó en el plan piloto de la CGR con la aplicación del Índice de Capacidad de Gestión (ICG), mismo que será la base con la el INTA iniciará en este nuevo modelo a partir del 2021. Esta metodología sustituye el Índice de Gestión Institucional (IGI).

Es importante mencionar que es el tercer año, que para la elaboración del Plan Operativo Institucional, se trabaja con la Matriz articulación Plan-Presupuesto, tomando como referencia la matriz que emplea MIDEPLAN y Ministerio de Hacienda para el Plan Nacional de Desarrollo. Además, se brindó seguimiento al Plan Sectorial Agropecuario.

También se realizaron las siguientes acciones:

- Se apoyó en diferentes acciones a la Dirección Ejecutiva y Despacho Viceministerial.
- Se realizó el cuestionario de Actividades Científicas y Tecnológicas (ACT) con datos del 2019 solicitado por el MICITT.
- Se coordinó con el INDER para apoyar económicamente el Programa de Hortalizas y la asesoría jurídica en el proyecto ambientes protegidos para la zona Caribe de Costa Rica.
- Se organizó el taller para el INTA sobre “Elaboración de procesos institucionales” impartido por funcionarios del área de modernización del estado del Ministerio de Planificación y Política Económica (MIDEPLAN).
- Participación en la Comisión de Presupuesto como Secretaria Técnica.
- Participación en la comisión técnica agropecuaria (COTECSA).
- Se colaboró con MIDEPLAN, STAP, CGR y MICITT, apoyando con información y reuniones virtuales.
- Supervisión a pasantes y práctica supervisada a diez estudiantes.
- Establecimiento de una Comisión de trabajo conjunto INTA-INCOPECA, con el objetivo de articular esfuerzos para alcanzar el desarrollo de proyectos.
- Se aplicó el cuestionario del Índice de Gestión Institucional (IGI) para la evaluación del periodo 2019, el INTA logró un Índice de Gestión Institucional (IGI) de 74,6%.
- Durante el periodo 2020, se realizó la recopilación de la información correspondiente al periodo 2019 mediante el llenado del cuestionario de Actividades Científicas y Tecnológicas (ACT), dentro de la oficialización del Subsistema Nacional de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación, cuyo fin es promover, gestionar y desarrollar los indicadores de ciencia, tecnología e innovación.
- Para dar cumplimiento a los indicadores institucionales se formularon 11, que se enmarcan dentro de los objetivos 1, 2 y 3 del Plan Estratégico del INTA. En la MAPP 2020, se observa que los indicadores de productividad en el nivel experimental generados con tecnología del INTA, cumplen con las metas propuestas.
- Se realizó el segundo taller anual de resultados de indicadores, el cual permitió a la institución determinar en qué porcentaje las diferentes instancias cumplieron con las metas presentadas en la MAPP 2020 de acuerdo a los indicadores propuestos.

A continuación, se presentan los resultados de las metas institucionales alcanzadas en el 2020:

Cuadro 4. Metas y porcentajes de ejecución por indicador al 31 de diciembre del 2020

| Programa | Producto | Unidad de medida | Meta | | Porcentaje alcanzado | | Anual |
|----------------------------|---|-----------------------------------|------------|-----------|----------------------|-------------------|---------|
| | | | Programada | Alcanzada | II Sem 31/12/2020 | I Sem 30/06/20 | % total |
| Dirección de Investigación | Opciones tecnológicas en diferentes productos como arroz, maíz, frijol, papa, yuca, cebolla, tomate, papaya, cítricos, cacao, pastos y forrajes, ganadería bovina en leche y carne. | Cantidad de ensayos | 62 | 45 | 42% | 31% | 73% |
| | Información básica para la elaboración de mapas de fertilidad y taxonomía de suelos. | Número de diagnósticos | 9000 | 8174 | 42% | 49% | 91% |
| | Producción de semilla de maíz como servicio de apoyo a la producción. | Toneladas | 18 | 0 | 0% | 0% | - |
| | Producción de semilla de papa como servicio de apoyo a la producción. | Cantidad de tubérculos | 165 000 | 198 000 | 54% | 66% | 120% |
| | Producción de semilla de papaya como servicio de apoyo a la producción. | Kg | 21 | 20 | 66% | 29% | 95% |
| | Producción de musáceas como servicio de apoyo a la producción. | Cantidad de semilla | 35000 | 39043 | 45% | 67% | 112% |
| | Producción de ampollas como servicio de apoyo a la producción. | Cantidad de ampollas | 310 | 258 | 51% | 32% | 83% |
| | Producción de animales como servicio de apoyo a la producción. | Cantidad de animales | 100 | 100 | 9% | 91% | 100% |
| | Publicaciones anuales | Número de documentos técnicos | 6 | 6 | 33% | 67% | 100% |
| | Personas capacitadas | Número de personas capacitadas | 1050 | 2207 | 121% | 89% | 210% |
| | Porcentaje de mujeres capacitadas | Porcentaje de mujeres capacitadas | 262 | 286 | 64% | 45% | 109% |

Fuente: Elaboración propia, con base a información facilitada por funcionarios del INTA.

Sistema de Control interno (SCI -INTA) 2020

En cumplimiento de la Ley 8292 de Control Interno y conforme al Plan Estratégico Vigente 2012-2021, el INTA aporta acciones de control interno en las áreas de investigación, innovación y transferencia de tecnología para el perfeccionamiento del SCI-INTA y el cumplimiento de sus objetivos.

La gestión y desarrollo de la Administración Activa, incluye los procesos de gestión y evaluación de control Interno en su Desempeño y Valoración del Riesgo Institucional con herramientas de monitoreo y de seguimiento por medio del plan-cronograma anual institucional de control Interno.

A continuación, se describen los principales logros:

- Atender las demandas de la Contraloría General de la Republica (CGR) y de la Contaduría Nacional entre otros compromisos.
- Respuesta a informes de auditoría de carácter especial en los servicios brindados por el INTA y levantamiento de información de riesgos para requerimientos de presupuesto.
- Aportes al seguimiento y tratamiento de los riesgos 2020-2021 y socialización de documentación integrada para titulares subordinados y personas enlaces de Control Interno lo que permite guiar las acciones para su fortalecimiento contando con los primeros planes de mejora del accionar por dependencias- procesos INTA en temas administrativos y de servicios prestados.
- Actualizar información base de la herramienta SEVRI-INTA, conforme a los criterios definidos en el análisis y administración de riesgos.
- Actualización y socialización del catálogo de riesgos, como documento base para la administración de los mismos e incorporación de los riesgos de corrupción en la valoración de riesgos Institucionales.
- Análisis de resultados de la Autoevaluación anual del SCI-INTA por parte de las instancias responsables y seguimiento a las recomendaciones de autoevaluación 2019, para el levantamiento del plan de acción por procesos prioritarios y seguimiento a los factores de riesgo acorde a las posibilidades del instituto.
- El resultado conjunto del modelo de autoevaluación coloca al INTA como un modelo categoría competente con 54 puntos durante el 2020, con una participación porcentual de 64% de los funcionarios INTA, donde los resultados del desempeño sobre los criterios evaluados indican que se debe dar una atención alta en cuanto a sistemas de información integrada de todas sus actividades, la actualización y difusión de las actividades de control, así como a la incorporación de la ética en los sistemas de gestión de mayor impacto y valores compartidos. La atención media se fija en actualización y formación continua del equipo humano y en la aplicación de manera sistemática y mecanismos de documentación sobre riesgos para la atención de necesidades de los usuarios y del entorno.
- Seguimiento a acuerdos de la Comisión Gerencial de Control Interno.

Se concluye que el Sistema de Control Interno contribuye con la Administración Activa para promover la adecuada rendición de cuentas y cumplir con la obligación de informar sobre el destino de los recursos públicos y la mejora continua del desempeño.

Asesoría Jurídica

La Asesoría Jurídica del INTA tiene por objetivo asesorar y emitir criterios de manera eficaz y eficiente, en aquellos asuntos sometidos a su conocimiento, conforme a la normativa nacional e internacional vigente.

Dentro de sus líneas de trabajo, esta Unidad funciona como órgano consultivo interno de la respectiva administración, es de carácter técnico y tiene como finalidad guiar a otros órganos sobre los fundamentos y el contenido de sus decisiones.

La función consultiva se manifiesta, normalmente, mediante la elaboración de informes y dictámenes escritos, aunque también puede concretarse en otro tipo de asesoramiento jurídico más inmediato, sin que necesariamente este sometido a las formalidades de dictámenes escritos.

Se apoya a la Administración Activa en la elaboración de: proyectos, resoluciones administrativas, acuerdos ejecutivos, decretos, reglamentos, contratos y otros actos. Para el desarrollo de procedimientos administrativos, se brinda el refrendo interno de los contratos según corresponda, la atención de consultas, elaboración de criterios jurídicos escritos e informes, así como ejercer la defensa y representación judicial cuando proceda y el acompañamiento a la Proveeduría Institucional en virtud de que este departamento carece de un profesional en derecho que lo asista.

Dentro de sus logros y objetivos alcanzados se tienen la atención del 95% de las gestiones presentadas, dentro de las que destacan:

La atención de quince procesos judiciales que se mantienen activos, entre los que se encuentran procesos de tránsito, laborales, contenciosos administrativos y civiles, así como, la atención de requerimientos del Tribunal Ambiental Administrativo y procedimientos administrativos instruidos por el Despacho Ministerial.

Se brindó asesoría y acompañamiento a la Junta Directiva en sus sesiones y consultas escritas y presenciales y procesos para investigaciones preliminares instruidas por el Órgano Colegiado. Asimismo, se elaboraron los borradores de resoluciones y convenios para valoración por ese Órgano y se apoyó en la revisión de los borradores de acuerdos. Se trabajó en la modificación del reglamento para el funcionamiento de la Junta Directiva del INTA, el cual se encuentra en su última fase de correcciones.

Por instrucción de la Dirección Ejecutiva se analizaron y presentaron las propuestas para la reforma del decreto para la creación del registro oficial de Inspectores de Uso Conforme del Suelo; el Decreto Ejecutivo N° 31857-MAG “Reglamento a la Ley del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), del 19 de mayo del 2004, del

27 de julio del 2004” publicándose su reforma el 20 de octubre del 2020 como último paso para la implementación de la nueva estructura organizacional del instituto.

En materia de Contratación Administrativa se acompañó a la Proveduría Institucional en todos los análisis de legalidad, entre los que destacan concursos para contrataciones directas, licitaciones abreviadas, contrataciones por demanda, por excepción y oferente único, resolución de recursos de revocatoria, la elaboración de contratos, reajuste de precios, cesión de facturas, modificaciones contractuales, contratos adicionales, refrendos internos, consultas verbales de los analistas y participación activa en la Comisión de Adjudicaciones.

Se trabajó en conjunto con otras áreas de la institución para la elaboración de procedimientos, revisión de tarifas, consultas sobre la aplicación del impuesto al valor agregado, así como la confección de notas de exoneración, poderes, certificaciones y personerías jurídicas para la realización de trámites que deben realizar las diferentes áreas en su quehacer diario.

Gestión de Información Técnica (UGIT)

Para el año 2020, había un total de 196 actividades, de las cuales 126 estaban activas y 70 finalizadas. De las 196 actividades, el componente de investigación es el que mayor cantidad de actividad registra con 118 (60%), seguido por transferencia con 46 (23%), luego por servicios con 27 (14%) y por último 5 (3%) de estudios especiales (figura 3).

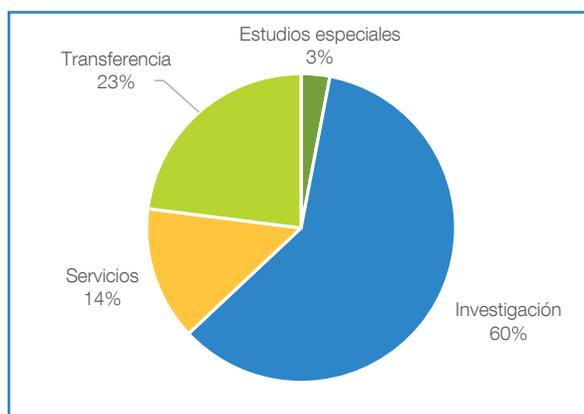


Figura 3. Total de actividades registradas en la UGIT, durante año 2020.

En cuanto a la distribución de las 196 actividades por región, a nivel nacional es donde mayor cantidad de actividades se registran con 70, seguida por la Región Chorotega con 31 y la Huetar Caribe con 25. Así mismo, en cuanto a la distribución de las 196 actividades por programa, el de transferencia es el que mayor cantidad de actividades registra con 36, seguido por pecuario con 30 y frutales con 26 (cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución de actividades por región y por programa, UGIT. 2020

| | Brunca | Central Oriental | Central Occidental | Central | Chorotega | Huetar Norte | Huetar Caribe | Nacional | Pacífico Central | TOTAL | | | | | | | | | |
|---------------------|--------|------------------|--------------------|---------|-----------|--------------|---------------|----------|------------------|------------|---|---|----|----|----|----|--|--|--|
| Café | 3 | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | |
| Caña de azúcar | 1 | | | | | | | | | 1 | 2 | | | | | | | | |
| Cultivos Varios | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | 3 | | | | | | | |
| Est esp | 1 | | | | | | | | | 1 | 4 | 1 | 7 | | | | | | |
| Frutales | 9 | 2 | 2 | | | | | | | | | 9 | 3 | 1 | 26 | | | | |
| Granos | 13 | | | | | | | | | 1 | 9 | 1 | 24 | | | | | | |
| Hortalizas | 4 | | | | | | | | | 1 | 7 | 8 | 3 | 1 | 24 | | | | |
| Oleaginosas | 2 | | | | | | | | | 1 | 3 | | | | | | | | |
| Pecuario | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 6 | | | | | | | | | 15 | 30 | | | |
| RN | 1 | | | | | | | | | 2 | 1 | 1 | 5 | | | | | | |
| Raíces y Tubérculos | 1 | | | | | | | | | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 18 | | | |
| Servicios | 1 | 1 | | | | | | | | | 1 | 2 | 2 | 7 | 14 | | | | |
| suelos | 1 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| Transferencia | 3 | | | | | | | | | 3 | 3 | 2 | 25 | 36 | | | | | |
| TOTAL | 15 | 14 | 10 | 22 | 31 | 5 | 25 | 70 | 4 | 196 | | | | | | | | | |

De las 126 actividades activas, 72 pertenecen a investigación (57%), seguido por transferencia con 34 (27%) y en menor cantidad servicios y estudios especiales con 16 y 4 actividades respectivamente (figura 4).

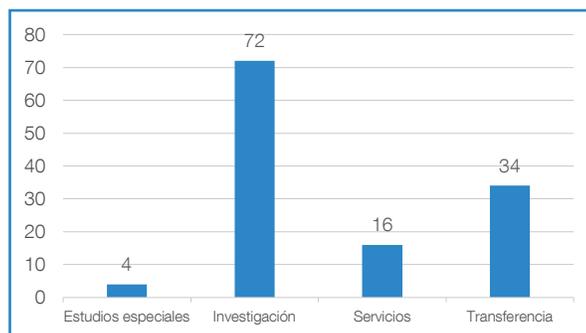


Figura 4. Distribución de actividades por área de trabajo. UGIT 2020.

De las 72 actividades de investigación, el programa pecuario registró 24 actividades y en transferencia se registraron también 24 actividades. En cuanto a la distribución de actividades por región, a nivel nacional es donde se registra la mayor cantidad con 49 actividades, seguido por la región Huetar Caribe con 19 y Central con 16.

Durante el año 2020, se registraron en total 45 nuevas actividades: 25 corresponden a investigación, 12 a transferencia, 7 a servicios y 1 a estudios especiales. Con respecto a estas actividades nuevas, a nivel nacional se registraron 18, donde cinco actividades son de pecuario y la otra región con más actividades nuevas fue la Región Chorotega con siete.

La UGIT tiene la secretaría de COTECA (Comisión Técnica Asesora), con el objetivo de revisar y aplicar la normativa referente al registro de actividades de investigación, transferencia y estudios especiales. Para el año 2020 se realizaron 20 reuniones ordinarias y una extraordinaria para los fines antes señalados. Para dicho año, se aprobaron 44 formatos y 35 informes finales correspondientes a procesos de registros ante esta instancia. Además, se le dió el aval a 12 proyectos para continuar con su formalización.

Cooperación Técnica

Cooperación Técnica brinda apoyo a la Dirección Ejecutiva con el objetivo de dinamizar los procedimientos para un mayor acceso a fuentes de financiamiento, la búsqueda y negociación de recursos a nivel nacional e internacional para la implementación de proyectos y para la cooperación, tal como la articulación y formalización de alianzas con otros institutos de investigación, la academia y el sistema de Innovación Nacional SNITTA a nivel nacional e internacional.

El año 2020, la institución mantuvo 41 proyectos en ejecución, de los cuales 14 finalizaron y 27 continuarán ejecutándose en el 2021. Como parte de la gestión institucional, se negociaron 10 proyectos nuevos, los cuales se espera formalizar para iniciar su ejecución en el año 2021 (figura 5).

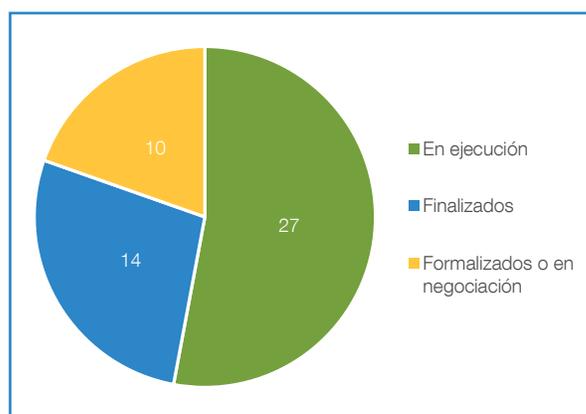


Figura 5. Distribución de los proyectos según su estado. 2020.

La distribución de los proyectos en relación con las áreas temáticas fue la siguiente: once proyectos corresponden a frutales, ocho proyectos corresponden a hortalizas, ocho proyectos de raíces y tubérculos, tres de granos básicos, doce en el tema pecuario y nueve en temas de suelos y otras actividades agropecuarias (figura 6).

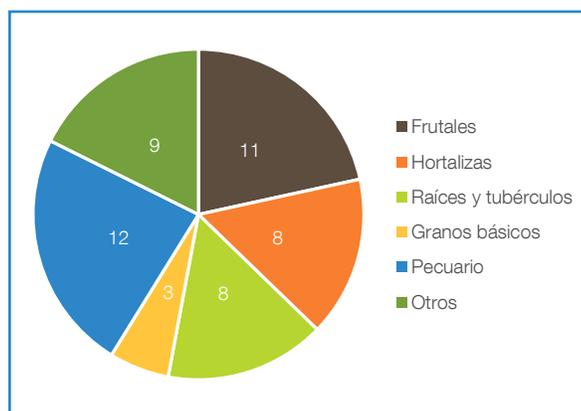


Figura 6. Distribución de los proyectos según programa. 2020.

Cuadro 6. Proyectos del INTA con financiamiento de organismos cooperantes durante el año 2020.

| PROYECTO | ORGANISMO COOPERANTE | ESTADO |
|--|----------------------|------------|
| Establecimiento del sistema de información del ambiente edáfico de América Latina. | KoLFACI | Ejecución |
| Cuantificación del carbono orgánico en el suelo bajo diferentes actividades agropecuarias de Costa Rica. | PNUD | Ejecución |
| Selección de biocontroladores de hongos e insectos plaga por medio de técnicas microbiológicas y moleculares para agricultura orgánica. | Fittacori | Ejecución |
| Caracterización de variedades promisorias de aguacate (<i>Persea americana</i>) en la zona de Los Santos. | Fittacori | Finalizado |
| Identificación de prácticas de manejo del agua en plantaciones de Rambután (<i>Nephelium lappaceum</i>) ante el cambio climático en dos localidades de la región Brunca, Costa Rica. | Fittacori | Finalizado |
| Validación de Inductores de floración en las variedades de rambután (<i>Nephelium lappaceum</i>) Jeetle y R167 en tres localidades de la región Brunca, Costa Rica. | Fittacori | Finalizado |
| Validación de cuatro materiales criollos promisorios de rambután (<i>Nephelium lappaceum</i>), en los cantones de Corredores y Pérez Zeledón, Costa Rica. | Fittacori | Finalizado |
| Caracterización agronómica de cinco clones de Rambután (<i>Nephelium lappaceum</i>) en el Trópico Húmedo de Costa Rica. | Fittacori | Ejecución |
| Manejo integrado de <i>Sagalassa valida</i> en palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) en la Gloria de Puriscal. | Fittacori | Finalizado |
| Plataforma multiagencia de cacao para América Latina y el Caribe "Cacao 2030-2050". | FONTAGRO | Ejecución |
| Uso de enmiendas para mejorar la eficiencia de la fertilización en el cultivo de palma africana. | Fittacori | Finalizado |

| PROYECTO | ORGANISMO COOPERANTE | ESTADO |
|--|-------------------------------|------------|
| Demostración de la mejora de la productividad mediante la utilización del sistema adecuado del manejo del agua para el arroz. | KoLFACI | Ejecución |
| Manejo del complejo mancha de asfalto en el cultivo de maíz en Costa Rica. | Fittacori | Ejecución |
| Investigación en la tolerancia a la sequía de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i>) en América Latina para hacer frente al cambio climático. | KoLFACI | Ejecución |
| Establecimiento del Modelo de Mejoramiento del Manejo de la Calidad Post-cosecha de los Cultivos Hortícolas de América Latina. | KoLFACI | Ejecución |
| Desarrollo biotecnológico de bioinsumos a base de metabolitos de <i>Trichoderma asperellum</i> y <i>Bacillus</i> spp. para el control biológico de hongos fitopatógenos de los cultivos de tomate y papa. | Fittacori | Finalizado |
| Desarrollo tecnológico en horticultura sostenible en la Región Chorotega: Uso de pro-bióticos en la sanidad de los cultivos en un contexto de cambio climático. | Fittacori | Finalizado |
| Selección de biocontroladores de hongos e insectos plaga por medio de técnicas microbiológicas y moleculares para agricultura orgánica. | Fittacori | Finalizado |
| Evaluación de cultivares de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) a la tolerancia de tres cepas de <i>Ralstonia solanacearum</i> bajo condiciones de invernadero. | Fittacori | Finalizado |
| Selección de materiales genéticos de tomate para la adaptación al cambio climático. | Fittacori | Ejecución |
| Evaluación de introducciones y cultivares de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) en tres regiones productoras de Costa Rica. | Fittacori | Ejecución |
| Innovaciones para la horticultura en ambientes protegidos en zonas cálidas: opción de intensificación sostenible de la agricultura familiar en el contexto de cambio climático en ALC. | FONTAGRO | Ejecución |
| Evaluación de cultivares de cáñamo industrial. | ROCO PLANTS S.A. | Ejecución |
| Determinación del punto óptimo de producción y calidad de la materia seca del pasto <i>Brachiaria brizantha</i> cv Diamantes 1, en una zona de Bosque húmedo Tropical de la Región Pacífico Central de Costa Rica. | Red de Forraje Fittacori USDA | Ejecución |
| Establecimiento del sistema de Manejo Racional Intensivo de pastos y forrajes a un grupo de pequeños ganaderos de San Rafael de Sardinal de Puntarenas. | Fittacori | Ejecución |
| Evaluación del potencial forrajero y ensilabilidad de 6 variedades de maíz costarricense. | Fittacori | Ejecución |
| Estimación de la producción de metano <i>in vitro</i> en pastos tropicales y clima frío a diferentes edades de crecimiento en Costa Rica. | Fittacori | Ejecución |
| Evaluación de alternativas de conservación forrajes, como estrategia de adaptación al cambio climático y los efectos de las emisiones del volcán Turrialba, en los sistemas lecheros de los distritos de Santa Cruz y Santa Teresita del cantón de Turrialba, Cartago. | Fittacori | Ejecución |
| Evaluación del potencial productivo, nutritivo y de conservación de nuevas variedades de avena forrajeras como estrategia de adaptación a la variabilidad climática de los sistemas lecheros de altura en Costa Rica. | Fittacori | Ejecución |
| Evaluación del desarrollo de resistencia a insecticidas (piretroides) de la mosca del establo (<i>Stomoxys calcitrans</i>) en condiciones de campo en Costa Rica. | Fittacori | Ejecución |
| Investigación para la mejora de la fertilidad del suelo, mediante la aplicación de la Tecnología de Transformación de Estiércol en Abono. | KoLFACI | Ejecución |
| Prácticas de manejo integrado del nematodo del quiste de papa (<i>Globodera spp</i>) en la estación Carlos Durán, Tierra Blanca, Cartago. Costa Rica. | Fittacori | Finalizado |

| PROYECTO | ORGANISMO COOPERANTE | ESTADO |
|--|--------------------------------|---------------|
| Introducción de genética para la adaptación al cambio climático. | FUNDECOOPERACIÓN | Ejecución |
| Validación de la producción de semilla de papa de alta calidad para la investigación y aumento de la oferta en el asentamiento el Triunfo. Cartago, Costa Rica. | Fittacori | Ejecución |
| Propuesta para el manejo integrado de patógenos de suelo que afectan el cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) en la zona de Zarcero, Costa Rica. | Fittacori | Finalizado |
| Análisis molecular e identificación de insectos portadores de fitoplasma asociados a la enfermedad de “Cuero de Sapo” en yuca. | Fittacori | Finalizado |
| Producción intensiva de plántulas de yuca bajo la técnica de sistema autotrófico hidropónico (SAH). | Fittacori | Finalizado |
| Evaluación de diferentes alternativas de feromonas y atrayentes para la captura de adultos del chinche de la viruela (<i>Cyrtonevus bergi</i>), como parte del manejo integrado de la plaga en el cultivo de la yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz), Costa Rica. | Fittacori | Ejecución |
| Mejoramiento del ambiente del cultivo en tierra a través de la utilización eficiente de los abonos orgánicos y biológicos. | KoLFACI | Ejecución |
| Promoción de la resiliencia de los sistemas de producción de cacao y yuca por medio de la implementación de medidas de adaptación y el desarrollo de capacidades en técnicos y productores en la Región Caribe de Costa Rica. | Fundecooperación | Ejecución |
| Promoción de la resiliencia de los sistemas de producción de cacao y yuca por medio de la implementación de medidas de adaptación y el desarrollo de capacidades en técnicos y productores en la Región Caribe de Costa Rica. | Fundecooperación | Ejecución |
| Estrategia regional para el fortalecimiento de capacidades e investigación en Fusarium raza 4 tropical (<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. cubense Raza 4 Tropical (Foc R4T) Colombia, Costa Rica, Ecuador. | FONTAGRO | Formalización |
| Secuestro de Carbono Orgánico (COS) en suelos de América Latina y el Caribe: Identificación de oportunidades y cuantificación de su impacto económico y ambiental Uruguay, Argentina, Chile, Colombia y Costa Rica. | FONTAGRO | Formalización |
| Innovación para la gestión del pasto. | FONTAGRO | Formalización |
| Herramientas digitales de AgtTech para una lechería climáticamente inteligente Argentina, Costa Rica, República Dominicana, Uruguay. | FONTAGRO | Formalización |
| Fortalecimiento de cadenas de valor agroalimentarias sostenibles y resilientes al Cambio Climático en Centro América y Republica Dominicana. | FONTAGRO / BID | Negociación |
| Alianza para el mejoramiento de cultivos centroamericano y del caribe. | USAID / Universidad de Cornell | Negociación |
| Fortalecimiento de capacidades en la producción de semillas para una agricultura adaptativa y resiliente. | FUNDECOOPERACIÓN | Negociación |
| Creación de capacidades para la adaptación al cambio climático en sistemas agropecuarios en Costa Rica. Es un proyecto de OFINASE con financiamiento de Fundecooperación con participación de MAG e INTA. | FUNDECOOPERACIÓN | Negociación |
| Aumento productividad agropecuaria de la agricultura familiar con base a la gestión eficiente de los recursos hídricos en agricultura de secano. | FONTAGRO | Negociación |
| Investigación y desarrollo del cultivo de abacá (<i>Musa textiles</i>). | NIPPON PAPER PAYLIA CO., LTD. | Negociación |

Por la función sustantiva del INTA, se colabora con la formación de estudiantes por medio de pasantías, trabajo comunal universitario, prácticas supervisadas y tesis. Para el año 2020, se logró la atención de 23 estudiantes, de los cuales, uno fue tesis de licenciatura, 18 prácticas supervisadas, 3 pasantías y un trabajo comunal universitario (cuadro 8).

Cuadro 7. Apoyo a la formación académica de estudiantes en el INTA. Año 2020.

| Código | Nombre del estudiante | Centro de Enseñanza | Tema | Pasantía / pps / tesis / tcu | Ubicación |
|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------------------|---|
| CP-INTA-001-2020 | Camila Corella Ching | Universidad Fidelitas | Estrategia de comunicación INTA | Pasantía | Edificio INTA Los Anonos |
| CP-INTA-002-2020 | Yeudy Fabian Arce Vallecillo | Universidad Técnica Nacional | Ambientes protegidos EJA | Práctica Profesional Supervisada | Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez |
| CP-INTA-003-2020 | Rafael Isaac López Jiménez | Universidad Técnica Nacional | Riego con Johnny Aguilar | Práctica Profesional Supervisada | Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez |
| CP-INTA-005-2020 | Octaviano Pereira Zago Vieira | Universidad Rio Grande del Sur Brasil | Enfermedades yuca - Hazel EELD | Práctica Profesional Supervisada | Estación Experimental Los Diamantes |
| Ampliación pasantía CP-INTA-012-2019 | Valerie Salazar Castillo | Universidad Estatal a Distancia | Reproducción <i>in vitro</i> y aclimatación de papaya (FE04MG901-8-19) | Pasantía | Estación Experimental Los Diamantes |
| CP-INTA-006-2020 | Tiffany Méndez Cordero | Universidad Nacional | Estandarización de protocolo para identificación molecular de nemátodos del género <i>Globodera</i> spp y Evaluación de <i>T. asperellum</i> y <i>Bacillus</i> spp en el control biológico de fitopatógenos de papa | Pasantía | Biología Molecular |
| CP-INTA-007-2020 | Axel Camacho Sánchez | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |
| CP-INTA-008-2020 | Valeria Sanchez Delgado | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |
| CP-INTA-009-2020 | Harlyn Luna Brenes | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |
| CP-INTA-010-2020 | Jose Ignacio Galeano llama | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |
| CP-INTA-011-2020 | Mariangel Salas Alfaro | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |
| CP-INTA-012-2020 | Nicole Hidalgo Zumbado | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |

| Código | Nombre del estudiante | Centro de Enseñanza | Tema | Pasantía / pps / tesis / tcu | Ubicación |
|------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------------|---|
| CP-INTA-013-2020 | Monserrat Campos González | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |
| CP-INTA-014-2020 | Mariel Segura Gonzalez | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |
| CP-INTA-015-2021 | Santiago Moreira Campos | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |
| CP-INTA-016-2022 | Alexander Zúñiga Landero | Colegio Técnico Profesional de Flores | Elaboración de procedimientos del área de servicios | Práctica Profesional Supervisada | Oficinas centrales del INTA |
| CP-INTA-017-2022 | Estefani Mariel Villalobos Alvarez | Universidad Nacional | Caracterización molecular y evaluación de cinco aislamientos costarricenses del género <i>Beauveria</i> sobre la mortalidad de ninfas y adultos de mosca blanca (HT00EE201-4-19) | Tesis | Edificio INTA Los Anonos |
| CP-INTA-018-2022 | Sonia Rebeca Chavarría Venegas | Universidad de Costa Rica | Generación de la red de profesionales del INTA en Agriperfiles y mejoras en las plataformas de información y conocimiento del INTA. | Práctica Profesional Supervisada | Edificio INTA Los Anonos |
| CP-INTA-019-2022 | Ana Lucía Moya Rodríguez | Universidad de Costa Rica | Generación de la red de profesionales del INTA en Agriperfiles y mejoras en las plataformas de información y conocimiento del INTA. | Práctica Profesional Supervisada | Edificio INTA Los Anonos |
| CP-INTA-020-2022 | Bernan Jiménez Villar | Universidad Fidelitas | Revisión y ajuste de los procedimientos relacionados con la Cooperación Técnica del INTA | Trabajo Comunal Universitario | Edificio INTA Los Anonos |
| CP-INTA-021-2023 | Geovanny Chaves Alvarado | Universidad Técnica Nacional | Investigación en el cultivo de arroz | Práctica Profesional Supervisada | Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez |
| CP-INTA-022-2024 | Paolo Delgado Chavarria | Universidad Técnica Nacional | Investigación en el cultivo de sorgo | Práctica Profesional Supervisada | Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez |
| CP-INTA-023-2025 | Yerlin Moreira Durán | Universidad Técnica Nacional | Reproducción de microorganismos benéficos para el cultivo de arroz | Práctica Profesional Supervisada | Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez |

La Unidad de Cooperación Técnica realizó el seguimiento de 41 proyectos activos con el objetivo de apoyar la gestión institucional, así como establecer procedimientos, mecanismos e instrumentos en procura de su adecuada ejecución.

Dirección Investigación y Desarrollo Tecnológico

La Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico tiene como finalidad planificar y coordinar las acciones de generación y transferencia de tecnología, así como evaluar los procesos para satisfacer la demanda principalmente de pequeños y medianos productores por productos y servicios tecnológicos, en aras de incrementar la productividad y sostenibilidad de las actividades agropecuarias.

El INTA articula y coordina acciones de investigación y transferencia de tecnología con los actores del sector agropecuario en las diferentes regiones delimitadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería del país.

Investigación e Innovación

En el área de Investigación e Innovación durante el 2020 se abocó a dar respuesta a los compromisos en dichas materias, con el objetivo de generar tecnología que contribuya a la modernización de los sistemas de producción agropecuaria sostenibles.

Las principales áreas sustantivas en esta materia son: el mejoramiento genético, el manejo agronómico, protección de cultivos y poscosecha, evaluación de algunos genotipos para determinarles el comportamiento ante el estrés biótico y abiótico, biotecnología a través de la búsqueda de organismos biológicos y sus metabolitos, los cuales permiten el control de algunas plagas y enfermedades en respuesta al manejo integrado del cultivo. Se continúa evaluando y valorando estrategias para contribuir con la adaptación y la mitigación al cambio climático.

Unidad: Raíces y Tubérculos

Papa (*Solanum tuberosum* L.)

La producción de papa en Costa Rica se ve fuertemente afectada por condiciones bióticas y abióticas que influyen sobre el cultivo e por ende en su rentabilidad. La incidencia de plagas, como la mosca minadora (*Liriomyza* sp), el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), los patógenos de suelo (*Rhizoctonia solani*, *Spongospora subterranea*) y la bacteria *Streptomyces scabies*, generan afectaciones importantes que reducen hasta en un 100% los rendimientos y la calidad del tubérculo comercial. La introducción de nuevos cultivares de papa, es una de las medidas recomendadas dentro de un programa de manejo integrado de plagas, ello con el fin de reducir los costos de producción y la carga química utilizada dentro del agroecosistema.

Como resultado de la validación de materiales promisorios iniciada en el año 2014, en las principales zonas productoras del país, el INTA seleccionó el clon codificado como CIP398017.53., el cual por sus buenos resultados, para el año 2020 se inició el proceso de registro ante la Oficina Nacional de Semillas (ONS) con el nombre de “Palmira” (figura 7).



Figura 7. Tubérculos y plantación de la variedad Palmira, Zarcero, 2020.

“Palmira” presenta características como alta resistencia al tizón tardío y a los problemas generados por la mosca minadora (*Liriomyza* sp), así como una alta sanidad del tubérculo. Características que permiten una reducción de la carga química hasta en un 40% con relación al programa de aplicaciones que se utiliza tradicionalmente en las plantaciones comerciales de Costa Rica. Su tubérculo de color amarillo y de forma redondeada ha permitido la buena aceptación por parte del productor y del consumidor. Los altos contenidos de sólidos 21% que se determinan en las plantaciones ubicadas entre los 1700 y 2700 msnm, le confieren una buena respuesta en el proceso industrial. Plantaciones del cultivar Palmira establecidas por encima de los 1800 msnm han mostrado una estabilidad en el rendimiento que oscila entre los 700 a 1000 gramos por planta. Además de estas características antes mencionadas, información suministrada por el Centro Internacional de la Papa, clasifica al cultivar Palmira como un material con resiliencia a altas temperaturas y la ubican como una alternativa ante los problemas generados por el cambio climático, aspectos a ser corroborados en nuestro país en futuras investigaciones.

Área geográfica de intervención

Las actividades de investigación y validación se realizaron en las principales localidades productoras de papa, a saber: la Región Central Occidental, en la provincia de Alajuela, entre las localidades de Naranjo, Zarcero Centro, San Luis, Guadalupe, Tapezco, Palmira, Las Brisas y Pueblo Nuevo de Zarcero, y en la Región Central Oriental, provincia de Cartago, entre las comunidades de Tierra Blanca, Llano Grande, Potrero Cerrado, Pacayas, Prusia, Volcán Irazú, El Quijongo, y volcán Turrialba.

Articulación institucional efectuada

El proyecto para liberar la variedad Palmira (figura 8) se realizó conjuntamente con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en las Regiones Central Oriental y Central Occidental del país, y la participación activa de productores independientes y agremiados a la Cámara de Productores de Papa, Corporación Hortícola Nacional, CoopeBrisas, y la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITTACORI).



Figura 8. Certificado de registro de la variedad Palmira, Costa Rica 2020.

Unidad Hortalizas

Tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

En el marco del proyecto “Mejoramiento del manejo poscosecha y reducción de pérdidas de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la etapa de manejo en finca y centro de acopio”, con financiamiento de KoLFACI, se evaluó el retardo de la maduración poscosecha del tomate mediante aplicaciones de diferentes dosis de 1-MCP (1-metil ciclopropano), con una frecuencia de aplicación a los 1, 5 y 10 días después de cosechado el fruto. Se realizaron tres investigaciones, en la primera, se evaluaron las dosis de 0 ppb, 250 ppb, 500 ppb y 750 ppb de 1-MCP y se analizaron las variables de color externo, días de maduración y variables químicas. Los resultados obtenidos fueron: el tratamiento de 750 ppm de 1-MCP fue el que obtuvo una mejor respuesta a la disminución de la maduración, mientras que el testigo (0 ppm 1-MCP) presentó una madurez grado 6 a los 8 días luego de cosechado en campo (figura 9).

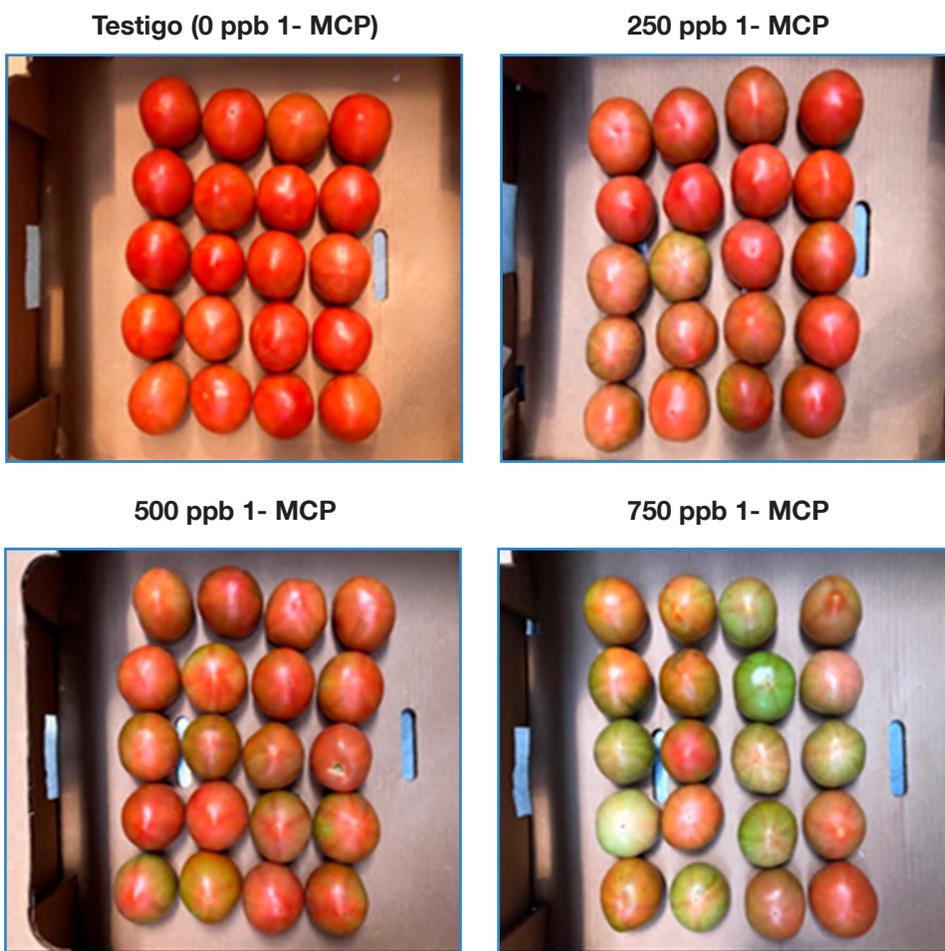


Figura 9. Desarrollo de maduración según dosis de aplicación de 1-MCP en tomate (Híbrido JR) a 8 días después de cosecha. 2020.

En la segunda investigación se evaluaron las dosis de 0 ppb, 500 ppb, 750 ppb y 1000 ppb 1-MCP. Las dosis con mejores resultados fueron las de 750 ppb y 1000 ppb, las cuales provocaron el retraso de maduración en el híbrido JR (figura 10), aumentando el periodo poscosecha hasta alcanzar la maduración total.



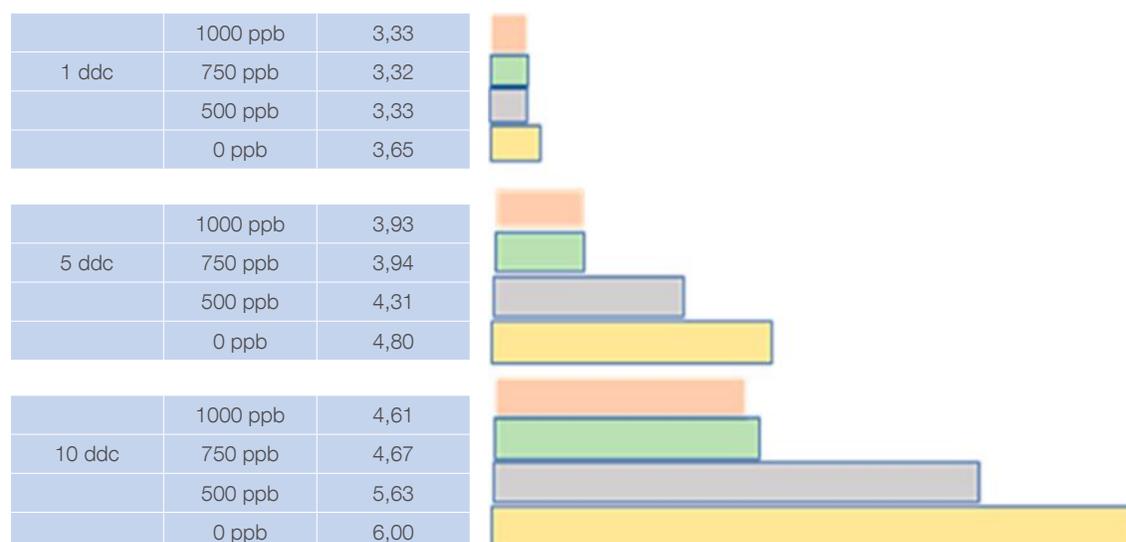


Figura 10. Desarrollo de color externo en el híbrido JR según tratamientos de dosis de 1-MCP aplicados.

La tercera investigación, utilizando el híbrido Audaz, se observó que a los cinco días después de cosechado (ddc), las dosis de 500, 750 y 1000 ppb 1-MCP obtuvieron los menores valores de desarrollo del color rojo de la fruta. En la última evaluación (10 ddc), la dosis de 750 ppb fue la que mostró el menor desarrollo de color externo (madurez) (figura 11).

Para estos ensayos se utilizaron los cultivares JR y Audaz, en donde los resultados mostraron que 500 y 750 ppb 1-MCP fueron las dosis más adecuadas. Sin embargo, se recomienda evaluar el retardo de la maduración poscosecha en otros cultivares debido que la respuesta puede variar.

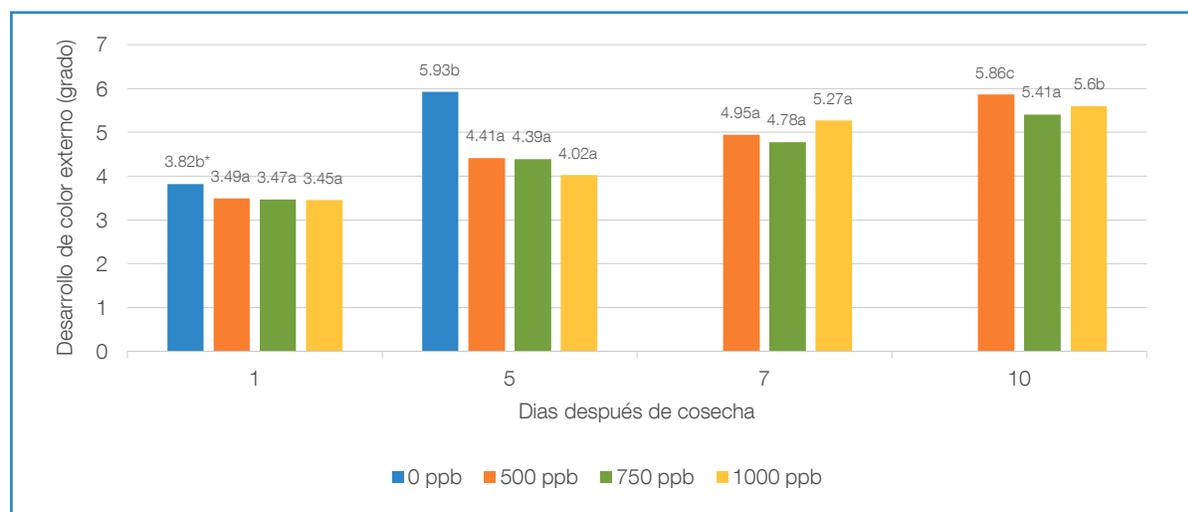


Figura 11. Desarrollo de color externo de frutos de tomate cultivar Audaz a diferentes aplicaciones de 1-MCP según días después de cosechado.

Cáñamo (*Cannabis sativa* L.)

En el segundo semestre del año 2020, el INTA inició investigaciones para evaluar la adaptabilidad de doce cultivares de cáñamo. Este proceso está desarrollando capacidades institucionales para responder a las necesidades nacionales de contar con información técnico científica sobre el manejo agronómico y producción del cultivo de cáñamo industrial, así como adquirir conocimientos sobre la factibilidad para promover la innovación y la diversificación en los sistemas de producción.

Para cumplir con lo propuesto, se formalizó un convenio de cooperación mutua entre la empresa privada y el INTA, la colaboración del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI). El INTA y la empresa privada están realizando conjuntamente evaluaciones de diferentes cultivares de cáñamo, con distintos fines industriales (fibra, grano, producción de aceite de CBD y otros cannabinoides para aplicaciones medicinales) en las localidades de Cañas (figura 12) y Guápiles, lo cual permitirá determinar la calidad de la materia primera producida.

Los trabajos en campo van a concluir al final del año 2021, la evaluación de 12 cultivares de cáñamo en la EEEJN.



Figura 12. Producción de cáñamo en ambiente protegido en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste. 2020.

Chile dulce (*Capsicum annum* L.)

Mediante el proyecto *“Innovaciones para la horticultura en ambientes protegidos en zonas tropicales: opción de intensificación sostenible de la agricultura familiar en el contexto de cambio climático en América Latina y el Caribe”*, financiado por FONTAGRO y en el cual participan AGROSAVIA de Colombia, INIFAP de República Dominicana, IDIAP de Panamá y el INTA de Costa Rica, se realizaron dos investigaciones en el año 2020 en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (EEEJN), ubicada en Cañas, Guanacaste. Con la

finalidad de determinar la respuesta productiva de cuatro cultivares de chile dulce tipo Bell en sistemas productivos de casa de malla, invernadero y a campo abierto. La primera prueba se realizó en la época seca, durante los meses de diciembre del 2019 a mayo del 2020, mientras que la segunda, se llevó a cabo en la época lluviosa, durante el periodo comprendido de junio a noviembre del 2020.

En la época seca, con los sistemas productivos en ambiente protegido (casas de malla e invernadero) se obtuvieron los mayores rendimientos en cuanto al número de frutos comerciales con un rango entre 65,92 a 78,58 unidades; el mejor peso de frutos estuvo entre 122,69 a 135,41 g; los mejores resultados en cuanto a producción fueron entre 6102,29 a 7639,17 g, y además, se obtuvo la mejor calidad de frutos que cumplen con las dimensiones de exportación (cuadro 8). En estos mismos sistemas se alcanzó el más notable aumento de biomasa, con la mayor altura de planta y el mejor desarrollo de índice de área foliar (IAF), con un nivel máximo de 3,41 a los 75 después del trasplante (DDT). El clima fue muy similar en cuanto a temperatura y humedad relativa, pero varió en los niveles de radiación entre los tratamientos de ambiente protegido y campo abierto. La casa de malla de 3 metros de altura fue el sistema productivo más rentable, utilizando los cultivares Canzion y Rojo Americano, por presentar los menores costos de inversión en estructura el cual fue de USD \$ 7,83 por metro cuadrado y la mayor relación beneficio: costo de 1,73.

Cuadro 8. Rendimiento productivo (g) en la unidad de muestreo (2,88 m²) de chile dulce tipo Bell clasificado por calidad de fruta (comercial y rechazo) y total, según el sistema productivo: Casa de malla de 5 m (SP1), Casa de malla de 3 m (SP2), Invernadero (SP3) y Campo abierto (SP4). (E.E.E.J.N., Cañas, Guanacaste).

| Sistema productivo | Chile Comercial (g) | Chile de Rechazo (g) | Rendimiento Total (g) |
|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| SP3 | 7639,17 a* | 2068,71 b | 9707,88 a |
| SP1 | 6133,33 a | 1479,17 b | 7612,50 b |
| SP2 | 6102,29 a | 1452,04 b | 7554,33 b |
| SP4 | 2077,71 b | 2868,42 a | 4946,13 c |

* Letras distintas indican diferencias significativas según la prueba DGC ($p \leq 0,05$).

Según las normas de calidad para exportar a los Estados Unidos de Norteamérica, el chile dulce tipo Bell se puede clasificar en grande y mediano, dependiendo de las dimensiones de ancho y largo de la fruta. Bajo estos parámetros, en el invernadero se obtuvo el mayor rendimiento por hectárea de frutos grandes y medianos. En la evaluación realizada en la época seca del año 2020, se obtuvieron valores de 1977 para frutos grandes y 24 563 kg para fruto mediano en invernadero, para un total superior a los 25 000 kg, como se nota en el tratamiento SP3 (figura 13).

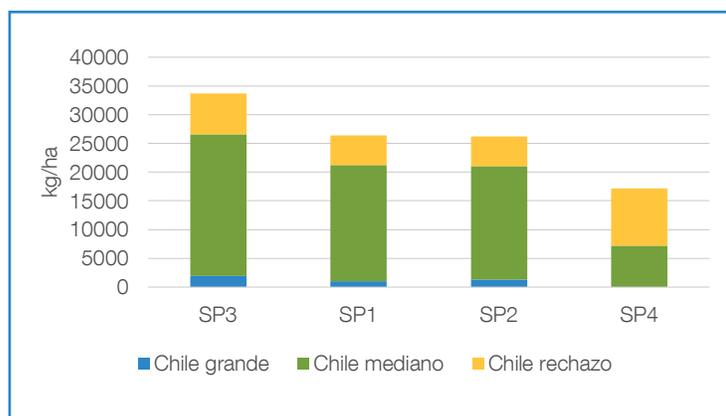


Figura 13. Rendimiento productivo (kg/ha) de frutos comerciales y de rechazo por hectárea en cuatro sistemas productivos: Casa de malla de 5 m (SP1), Casa de malla de 3 m (SP2), Invernadero (SP3) y Campo abierto (SP4) en la época seca del año 2020 (E.E.E.J.N., Cañas, Guanacaste).

En el ensayo realizado en la época lluviosa del año 2020, el mayor rendimiento productivo de frutos de chile dulce tipo Bell, se obtuvo en la casa de malla de 3 m de altura con una producción de 2 241 kg de frutos grandes y de 10 189 kg de chiles medianos (figura 14).

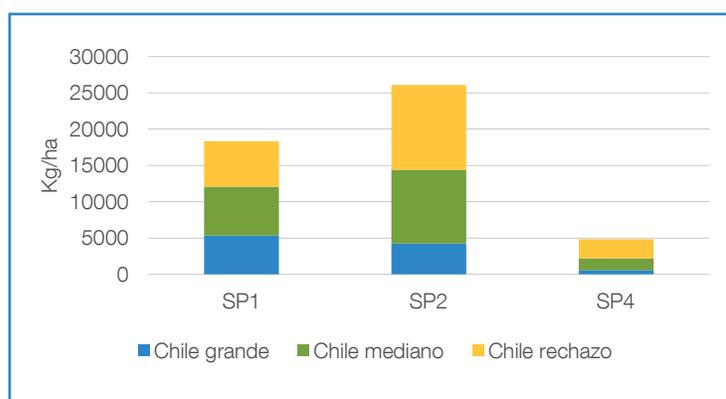


Figura 14. Rendimiento productivo (kg/ha) de frutos comerciales y de rechazo por hectárea en cuatro sistemas productivos: Casa de malla de 5 m (SP1), Casa de malla de 3 m (SP2) y Campo abierto (SP4) en la época lluviosa del año 2020 (E.E.E.J.N., Cañas, Guanacaste).

En la época seca, el invernadero (SP3) fue el sistema productivo que obtuvo la mayor productividad por el agua aplicada para riego (WP), al tomar en cuenta la totalidad de la producción (frutas comerciales y de rechazo) con un valor de 5,76 kg/m³, lo que significó el uso de un metro cúbico de agua para producir 5,76 kilogramos de frutas de chile dulce (cuadro 9). Los sistemas productivos de casa malla de 5 m y 3 m de altura (SP1 y SP2), tuvieron valores de WP de 4,03 y 4,48 kg/m³ respectivamente, para el total de la producción; mientras que en campo abierto, se presentó la mayor demanda de agua para producir un kilogramo de fruta con un WP de 2,61 kg / m³.

Cuadro 9. WP (kg/m^3), en cuatro sistemas productivos: Casa de malla de 5 m (SP1), Casa de malla de 3 m (SP2), Invernadero (SP3) y Campo abierto (SP4), desde diciembre del 2019 hasta mayo del 2020. E.E.E.J.N., Cañas, Guanacaste.

| Sistema Productivo | ETc (m^3/ha) | Producción comercial (kg/ha) | Producción total (kg/ha) | WP producción comercial (kg/m^3) | WP total (kg/m^3) |
|--------------------|--------------------------------|--|--|--|-------------------------------------|
| SP1 | 6554 | 21256 | 26432 | 3,24 | 4,03 |
| SP2 | 5854 | 21021 | 26230 | 3,59 | 4,48 |
| SP3 | 5849 | 26540 | 33707 | 4,54 | 5,76 |
| SP4 | 6574 | 7220 | 17174 | 1,10 | 2,61 |

Transferencia tecnológica a productores

Con el fin de transferir los conocimientos obtenidos a través de las investigaciones desarrolladas en el año 2020, se apoyó a la Dirección Regional del MAG de la Región Pacífico Central y las Instituciones del Sector Agropecuario, en la instalación de dos módulos de producción de hortalizas en sistemas productivos de casa malla ubicados en Sardinal y Barranca, ambas localidades de la provincia de Puntarenas. Los proyectos fueron inter institucionales, por lo que las funciones y responsabilidades del INTA se delimitaron en asesorar técnicamente según la demanda de capacitaciones solicitadas por las Agencia de Servicios Agropecuarios del Ministerio de Agricultura, con las limitaciones que significó la pandemia del COVID 19.

La transferencia solicitada se enfocó en los siguientes temas: adecuación de terrenos, preparación de compostajes, colocación de pantallas de sombreado y anti insecto, construcción de túneles bajos con cobertura plástica, confección de almácigos, y uso del sistema de fertirrigación. Las estructuras tuvieron una dimensión de 500 y 2500 m^2 respectivamente y los cultivos seleccionados por las Instituciones participantes de los proyectos, fueron: chile dulce, pepino, albahaca, lechuga, repollo, coliflor, cebollino y culantro.

Esta acción de transferencia permitió al INTA validar las innovaciones estructurales que se realizaron a las casas de mallas en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, las cuales se han enfocado en reducir los costos de construcción, mejorando la aerodinámica; así como la resistencia mecánica contra los vientos y a las del Sector Agropecuario de la Región Pacífico Central, medir el impacto de la producción y mejora de la economía familiar en el año 2021.

En la Región Chorotega, mediante una solicitud de la Dirección Regional del Ministerio de Agricultura y Ganadería, se solicitó el apoyo a la Agencia del MAG de Tilarán para realizar una capacitación en los temas de preparación de compostajes, confección de almácigos, construcción de micro túneles y el manejo de 6 cultivos de hortalizas con el fin de aportar los conocimientos del INTA en la instalación de 22 huertas caseras en la comunidad de Cabeceras de Tilarán, como alternativa económica ante el desempleo que generó la pandemia del COVID 19. Según un comunicado de prensa emitido por Casa Presidencial el 4 de marzo del 2021, el principal impacto de esta actividad fue contar inicialmente con una

huerta de autoconsumo, pero que ahora permite la comercialización de los excedentes en la Feria del Agricultor de Tilarán y en comercios de la zona, con lo que se ha mejorado la economía familiar y seguridad alimentaria del cantón.

Por otra parte, se apoyó a la escuela San Cristóbal de Cañas, en la instalación de una huerta urbana, con el fin de contar con modelos productivos en centros escolares que permitan seguir reduciendo la brecha de desnutrición infantil, ya que los niños de la provincia de Guanacaste tienen 2,5 veces más riesgo de desnutrición que el promedio nacional, por lo que estos módulos fortalecen la seguridad alimentaria y nutricional de esta población infantil (figuras 15, 16, 17 y 18).



Figura 15. Finca integral en Sardinal de Puntarenas. Enero 2020.



Figura 16. Módulo productivo de casa de malla. Barranca, Puntarenas. Agosto 2020.



Figura 17. Huerta casera, comunidad de Cabeceras de Tilarán. Noviembre 2020.



Figura 18. Huerta urbana Escuela San Cristóbal de Cañas. Marzo 2020.

Unidad Granos Básicos

En términos generales debido a la emergencia por COVID-19 en el año 2020 algunas actividades tuvieron que ser trasladadas para 2021 y otras actividades si pudieron ser finalizadas a inicios de 2021.

Arroz (*Oryza sativa* L.)

Manejo del agua en el cultivo

Durante el periodo 2018 al 2020 el INTA, con el financiamiento de proyectos de investigación y transferencia con fondos de KoLFACI (Cooperación Corea del Sur), se han desarrollado prácticas agronómicas enfocadas al buen uso del agua de riego en arroz en la provincia de Guanacaste, específicamente en los cantones de Bagaces y Cañas. En este marco, se evaluó la técnica de riego utilizada durante la primera fase de los proyectos de KoLFACI, la cual consistió en determinar el volumen consumido de agua por día, mediante el análisis de percolación de agua *in situ*, utilizando la metodología de anillos concéntricos. El ajuste del volumen de reposición de agua diaria, se logró mediante la regulación de las válvulas de salida de agua que utiliza el sistema de tubería flexible de riego.

Por su parte, el sistema AWD (alternancia entre húmedo y seco) utiliza tubos de PVC de 30 cm de altura, con perforaciones en sus lados hasta los 15 cm, los cuales se colocan a nivel del suelo como monitores del nivel freático, lo que permitió monitorear el nivel de agua en el suelo y realizar mojes de reposición durante los primeros 45 días después del trasplante. Posterior a esto, se mantuvo la lámina de agua de 5 cm de altura con reposición del agua para mantener humedad hasta los 100 días después de trasplantadas las plantas, dejando una ventana de secado de suelo de 8 días para realizar la cosecha. Los resultados obtenidos hasta el momento indican que el productor utiliza cerca de 30000 a 33000 m³ de agua de riego en arroz bajo sus condiciones de producción por hectárea, lo que representa un volumen muy alto comparado a los obtenidos con técnicas de riego enfocadas a mejorar el consumo de agua y aumentar los rendimientos de cosecha, como lo son el sistemas AWD (alternancia entre húmedo y seco) y tubería flexible de riego, con resultados de 8000 a 8500 m³, reduciendo su uso en un 70% y mejorando los resultados de rendimientos de cosecha en dos toneladas aproximadamente. Los resultados logrados hasta 2020 se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10. Determinación del ahorro de agua mediante las metodologías de tubería flexible y AWD, Bagatzí y La Soga, Guanacaste.

| Productor | Año | Variedad utilizada | Vol. Agua canal abierto (m ³) | Vol. Agua tubería flexible (m ³) | Vol. Agua AWD (m ³) | Ahorro de agua tubería flexible (m ³) | Ahorro de agua AWD (m ³) |
|-------------|-----------|--------------------|---|--|---------------------------------|---|--------------------------------------|
| Productor 1 | 2018-2019 | Lazarroz | 30000 | 12000 | ND | 18000 | ND |
| Productor 2 | 2018-2019 | Lazarroz | 32000 | 12100 | ND | 19900 | ND |
| Productor 1 | 2019-2020 | Lazarroz | 32000 | 12300 | 8400 | 19700 | 23600 |
| Productor 2 | 2019-2020 | Lazarroz | 32000 | 12400 | 8500 | 19600 | 23500 |
| Productor 3 | 2019-2020 | Lazarroz | 34000 | 14000 | 9600 | 20000 | 24400 |
| Productor 4 | 2019-2020 | Lazarroz | 32000 | 12600 | 8600 | 19400 | 23400 |
| Productor 1 | 2020-2021 | Lazarroz | 28000 | 11300 | 8200 | 16700 | 19800 |
| Productor 2 | 2020-2021 | Lazarroz | 29400 | 10600 | 8800 | 18800 | 20600 |
| Productor 3 | 2020-2021 | Lazarroz | 31600 | 12000 | 9100 | 19600 | 22500 |
| Productor 4 | 2020-2021 | Lazarroz | 29300 | 12000 | 8300 | 17300 | 21000 |

Manejo de arroz de rebrote (soca)

Durante el período 2019-2020 se realizaron dos estudios de arroz de rebrote (soca) por trasplante mecanizado, orientados a la búsqueda de las mejores condiciones para la aplicación de esta práctica con los pequeños productores de la Región Chorotega en arroz bajo riego, y en las regiones Huetar Norte, Pacífico Central y Brunca de Costa Rica bajo el sistema de arroz de secano. El primer estudio de investigación se realizó en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (EEEJN) siguiendo el sistema de arroz de soca recomendado por la Corporación Arrocera Nacional (CONARROZ). Este sistema se inicia con la siembra del primer cultivo en la segunda y tercera semana de diciembre, para cosechar en la segunda y tercera semana de abril, estableciéndose el cultivo de rebrote en la primera semana de mayo, respectivamente.

Este sistema le permite al productor tener una segunda cosecha, denominada arroz de rebrote, durante la etapa del invierno, lo cual genera presión sobre el manejo de plagas, enfermedades, malezas, y arroz voluntario principalmente. El segundo estudio se realizó en la finca El Pelón de la Bajura, estableciendo el primer cultivo en la última semana de agosto para cosechar en la última de diciembre. Este sistema es opuesto al primero y tiene grandes ventajas para su aplicación en campo y sobre todo porque permite obtener una segunda cosecha de mayor rendimiento que la primera (figura 19).

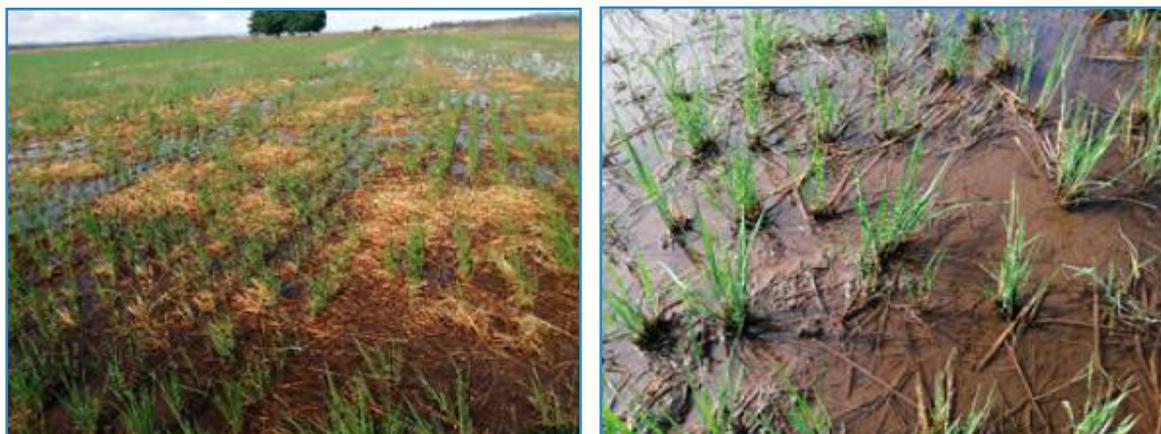


Figura 19. Sistema de fertilización en seco con riego entre 7-10 días después del corte del rastrojo.

Se observa ausencia de arroz voluntario, de malezas y arroz rojo.

En general, ambos estudios permiten indicar que la producción de arroz de rebrote en condiciones de secano es potencialmente más productiva que el cultivo inicial, especialmente porque muchas labores de manejo agronómico se logran establecer con mayor eficiencia cuando la cosecha del rebrote se obtiene bajo condiciones de verano. Por otra parte, el manejo de malezas, el uso de herbicidas y el control de arroz rojo mediante labores manuales de campo es categóricamente de menor costo. Finalmente, la densidad y uniformidad de las plantas de rebrote se desarrollan con menor competencia de malezas, arroz voluntario y arroz rojo. En el cuadro 11 se muestran las ventajas y desventajas entre ambos sistemas de arroz de rebrote.

Cuadro 11. Ventajas y desventajas de dos sistemas de producción de arroz de soca establecidos en Costa Rica. Guanacaste, 2020.

| | Sistema de soca (Invierno) | Sistema de soca (Verano) |
|---|---|--|
| 1 | El rebrote generalmente se inicia en condición de alta humedad. | El rebrote se inicia en condición de suelo seco. |
| 2 | La cosecha y el corte del rastrojo pueden ocurrir con alta humedad del suelo afectando seriamente la densidad y homogeneidad del rebrote. | La cosecha y el corte del rastrojo se realizan con el suelo completamente seco lo cual favorece la calidad del corte, incrementando la densidad y uniformidad del rebrote. |
| 3 | La fertilización del rebrote se realiza en condición de alta humedad | La fertilización del rebrote se realiza en condición seca durante la primera semana después del corte del rastrojo. |
| 4 | La alta humedad favorece el rebrote, pero también el desarrollo de malezas y arroz voluntario. | La ausencia de humedad favorece el rebrote por presión de raíz, pero impide el desarrollo de malezas y sobre todo del arroz voluntario. |
| 5 | Alta heterogeneidad en tamaño y calidad de las plantas que se confunden con arroz voluntario. | Alta homogeneidad en densidad de plantas debidas al rebrote lo que favorece uniformidad y la calidad de los tallos |

| | Sistema de soca (Invierno) | Sistema de soca (Verano) |
|----|--|---|
| 6 | Alta heterogeneidad de floración y cosecha que afecta la calidad del grano. | Alta homogeneidad de floración y cosecha favorece la calidad del grano y el rendimiento |
| 7 | El número de tallos de rebrote se incrementa pero se afecta con el arroz voluntario y la competencia de malezas | El número de tallos de rebrote se incrementa visiblemente y su desarrollo se favorece porque las plántulas crecen libres de competencia por voluntario y malezas. |
| 8 | Bajo este sistema se favorece el desarrollo de malezas y la contaminación con arroz rojo en los campos infectados. | El sistema inhibe entre el 85% y 95 % la germinación de arroz voluntario y sobre todo arroz rojo en los campos de cultivo infectados. |
| 9 | La cosecha del arroz de rebrote generalmente alcanza entre el 25% y el 50 % de la primera cosecha. | La cosecha de arroz de rebrote bajo este sistema generalmente alcanza entre el 90 y el 125 % de la de la primera cosecha. |
| 10 | La calidad del grano es deficiente y heterogénea | La calidad del grano tiene a ser más uniforme y de mayor peso. |

Bajo el sistema de trasplante mecanizado (figura 20) una planta de arroz puede duplicar o triplicar el número de hijos de rebrote producto de un adecuado manejo de esta importante práctica del arroz.



Figura 20. Alta producción de hijos en el c.v. Lazarroz bajo el sistema de trasplante mecanizado.

Para las acciones de transferencia de tecnología, el INTA pretende impulsar un proyecto para la implementación de esta práctica de arroz de rebrote por trasplante mecanizado; especialmente orientado hacia la búsqueda de respuesta para los problemas de arroz rojo e incrementar la productividad del cultivo.

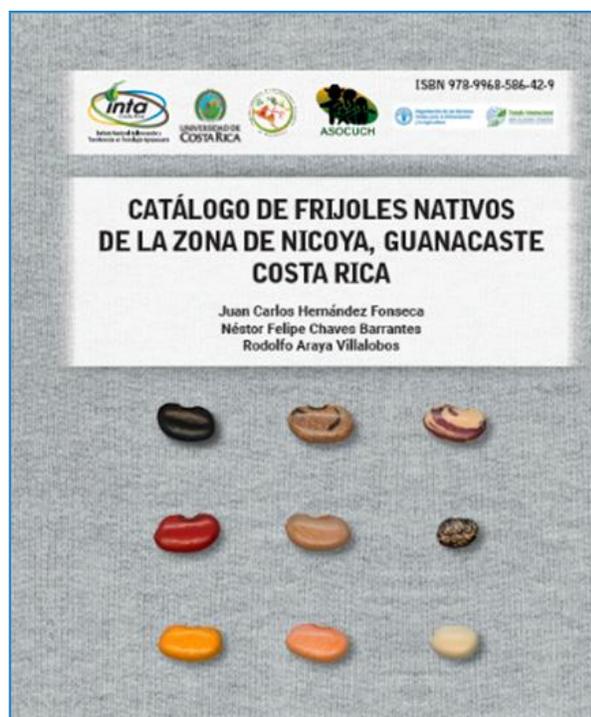
Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

A pesar de la situación presentada en 2020 a causa de la pandemia del COVID-19, se realizaron una serie de actividades relacionadas con la elaboración de documentos (manuales técnicos, hojas divulgativas, artículos científicos y notas técnicas) así como actividades de transferencia virtual (charlas) que contribuyeron a difundir las bondades de los nuevos materiales genéticos y las tecnologías de manejo de los cultivos de granos básicos a técnicos del sector agropecuario, empresa privada, y agricultores, usuarios de las tecnologías difundidas a través de cada evento. Se tuvo una asistencia de 92 participantes en las charlas mencionadas.

Se está en proceso de formalización el financiamiento de un proyecto internacional liderado por el INTA con el objeto de fortalecer las capacidades institucionales en el desarrollo de nuevas variedades de sorgo y frijol, financiado por la Agencia de Cooperación Internacional de los Estados Unidos (USAID) y apoyado técnicamente por la Universidad de Cornell. Así mismo, se inició la ejecución de un proyecto financiado por KOLFACI (Korea) en el tema de variedades de frijol adaptadas a las condiciones de sequía.

Las actividades de transferencia se realizaron a través de días demostrativos, reuniones de coordinación, atención a estudiantes y giras técnicas, en temas como: adaptación a sequía terminal, manejo agronómico del cultivo, y adaptación y evaluación participativa de variedades. Se tuvo una participación de 62 personas. Estas actividades se realizaron en las localidades de Sardinal de Carrillo y Santa Cecilia de la Cruz.

Fueron sometidos y aprobados para su publicación dos artículos: Surú: variedad de frijol común de grano blanco (raza Mesoamérica) en Revista Agronomía Costarricense, y Hongos asociados a la marchitez del frijol común en Costa Rica, en la Revista Mexicana de Fitopatología. Además, se publicó un documento donde se describe un grupo de variedades nativas de la zona de Nicoya, titulado: Catálogo de frijoles nativos de la zona de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.



Unidad Frutales

Rambután (*Nephelium lappaceum* L.)

Entre los años 2015 y 2020 se validaron cuatro materiales criollos de rambután en los cantones de Pérez Zeledón y Corredores de la Región Brunca. Dos de esos clones (INTA 08 y INTA 10) mostraron rendimientos entre 70-83 kg/árbol (figura 21).



Figura 21. Árbol joven de uno de los clones y frutos evaluados del clon INTA-10, Corredores 2020.

Los materiales INTA 8 y 22 destacaron en la localidad de Corredores de Puntarenas por sus frutos color rojo, un peso de fruta superior a los 40 g y un rendimiento de 69,67 kg/árbol en el clon 8 así como 61,00 kg/árbol del clon 22, mientras que el clon 10 fue el de mayor rendimiento por árbol (83,00 kg), con buen desprendimiento de la pulpa o arilo, y el grado brix superior a 20°, características deseables para la agroindustria, el mercado local e internacional (cuadro 12). Dichos materiales se encuentran en etapa de reproducción para su distribución a los productores interesados en obtenerlos.

Cuadro 12. Características químicas y físicas (poscosecha) de materiales criollos promisorios de rambután (*Nephelium lappaceum*) en el cantón de Corredores, Puntarenas, 2015-2020.

| Características químicas y físicas | Material (Código) | |
|------------------------------------|-------------------|---------|
| | 08 | 22 |
| Brix (%) SST | 20,89 c* | 21,06 c |
| AT (%) | 0,32 a | 0,44 a |
| SST/AT | 65,28 | 47,86 |
| Peso fruto (g) | 42,25 | 44,07 |
| Diámetro fruto (cm) | 3,87 | 3,94 |
| Altura fruto (cm) | 5,20 | 5,36 |
| Peso semilla (g) | 2,64 | 2,67 |

| Características químicas y físicas | Material (Código) | |
|------------------------------------|-------------------|-----------------|
| | 08 | 22 |
| Peso de cáscara (g) | 23,37 | 23,83 |
| Peso pulpa (g) | 16,84 | 17,57 |
| Color fruto | Rojo | Rojo |
| Forma de fruto | Ovoide | Ovoide |
| Grosor cáscara (mm) | 2,88 AB* | 3,92 C |
| Color semilla | Café claro | Café claro |
| Forma semilla | Ovoide elongada | Ovoide elongada |
| Facilidad de desprendimiento | Buena | Buena |
| Longitud de espinarete (mm) | 1,14 A | 1,11 A |
| Color espinarete | Rojo | Rojo |

* Valores en filas de igual color seguidos con números con letras mayúsculas iguales, no presentan diferencias significativas entre sí, según prueba de Tukey al 0,05%.

Durante el 2020 se continuó con la actividad de investigación “Caracterización agronómica de cinco clones de Rambután (*Nephelium lappaceum*) en el Trópico Húmedo de Costa Rica”, establecida en la Estación Experimental Los Diamantes (EELD), en Guápiles, Pococí. Se han registrado diferentes descriptores, entre ellos: circunferencia del tronco, hábito de crecimiento, forma de la copa, forma del ápice y de la base de las hojas, posición y forma de las panículas florales. En la figura 22 se observa la forma piramidal en las panículas de los clones R134 y Rongrien, que son diferentes a las de los clones R167, R162 y Jeetle que presentan formas cónicas.

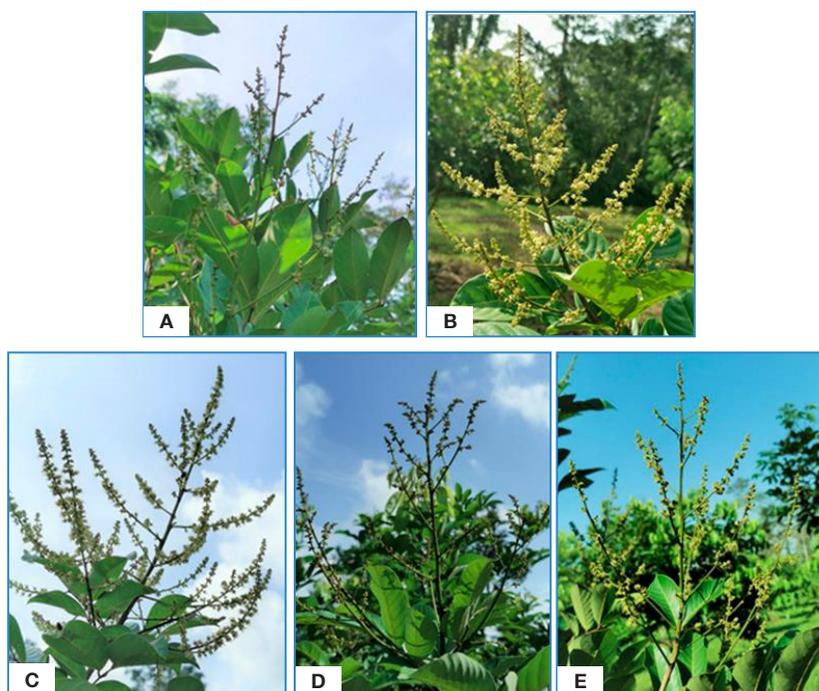


Figura 22. Panícula floral de los clones: A) R167, B) R134, C) Rongrien D) R162, E) Jeetle.

Con respecto al descriptor de circunferencia del tronco en la base de la copa, se han realizado mediciones trimestrales y por clon, desde el establecimiento del estudio. Se observa una tendencia lineal del aumento en la circunferencia del tronco y resalta el clon Jeetle, en el cual, a partir de enero del 2020, se separa de los demás materiales en estudio, mientras que el R134 es el que presenta un menor valor para esta variable.

Se realizó un estudio sobre la necesidad de drenaje en rambután, en la localidad de San Martín, distrito de Canoas, en la región Brunca. En un suelo con una pendiente del 6%, con buen drenaje superficial y textura franco-arcillosa, se determinó un 35% de volumen a capacidad de campo, un 18% de volumen para punto de marchitez permanente y un 17% de agua útil. Bajo esas condiciones, se concluyó que no hace falta la confección de drenajes. Por el contrario, dichas características evitan que el nivel freático ascendiera al perfil de mayor concentración de raíces del árbol. Además, con una alta restricción de la humedad entre los 40-65 cm de suelo, se logró la inducción necesaria para la floración y producción del rambután (figura 23).



Figura 23. Instalación de anillos de medición (izq.) y calicata de 60 x 60 cm (der.) San Martín, Paso Canoas. 2020.

Por otra parte, en la localidad de Osa (figura 24) se demostró que la escala de floración en los árboles de rambután fue mayor cuando se aplicó riego (microaspersor y goteo) con respecto al testigo sin riego. Durante tres años los promedios de rendimiento, con el método de microaspersión, fueron de 51,2; 73,2 y 39,5 kg/árbol; con el de goteo fueron 38,3; 74,2 y 45,5 kg/árbol, mientras que el testigo registró 26,3; 53,2 y 25,0 kg/árbol. Durante los tres años, la floración correlacionó de manera significativa con la humedad del suelo a 20 cm durante enero, febrero y marzo. Por último, en las condiciones del estudio, se demostró que para esa localidad en un suelo de textura franco-arenoso, el período crítico de estrés hídrico para inducir floración en rambután es de 15 a 22 días. Se recomienda el riego para dicha zona, el cual debe validarse, pero complementada con el fertirriego.



Figura 24. Equipo e instalación de los sistemas de riego. San Buenaventura de Osa. 2016-2020.

Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Durante el año 2020 se caracterizaron los descriptores morfológicos y productivos de 14 clones de cacao. Los clones CATIE R4, CATIE R6, CC-137, CCN-51, IMC-67, PMCT-58 y UF-273 se destacaron por rendimientos entre los 1000 a 2500 Kg/ha. Material vegetativo (varetas) de estos clones se encuentran disponibles para los productores en la EELD (figura 25). Adicionalmente, se han realizado introducciones de nueve materiales procedentes de fincas comerciales de las regiones Huetar Norte y Huetar Caribe, como posibles materiales promisorios por productividad, resistencia a enfermedades, e incluso calidad organoléptica para el mercado de cacao ultrafino.



Figura 25. Forma y color de frutos de cacao. CATIE R1, Clon CATIE R6, Clon CATIE R4 y Clon Internacional CCN-51. Estación Experimental Los Diamantes. 2020.

En el marco del Proyecto Plataforma Multiagencia de Cacao 2030-2050, financiado por FONTAGRO y con la participación de Costa Rica, Colombia y Ecuador, ante la declaratoria de la UE de restricción de los límites máximos de cadmio (Cd^{+2}) para chocolate, se evaluó el crecimiento y la absorción Cd^{+2} de seis clones de cacao en una plataforma hidropónica. La presencia de Cd^{+2} en el medio evidenció diferencias de crecimiento entre los clones. El contenido y concentración de Cd^{+2} en tejido se encuentra en etapa de análisis de laboratorio, datos que estarán disponibles para el año 2021.

Papaya (*Carica papaya* L.)

Como parte del proceso de mejoramiento genético (Convenio INTA-UCR) durante el 2020 se seleccionaron y sembraron 38 líneas del proceso de mejora 2018-2019, las cuales se encuentran en diferentes etapas de estabilización, desde S1 hasta S19.

Con respecto al híbrido H-39, se sigue validando en fincas de productores en los siguientes lugares: Guácimo, Guápiles, La Fortuna, Parrita, Paquera, Río Frío y San Carlos. Lugares donde se destaca por sus buenas características de producción y calidad de fruta, incluso como doble propósito, para fruta fresca y procesamiento. Se espera liberar la variedad durante el 2021.

Guayaba (*Psidium guajava* L.)

Como parte del trabajo conjunto con la UCR, ya se tiene registrada en la Oficina Nacional de Semillas la variedad Garita (antes guayaba P4-10), fruta climatérica y de doble propósito que se espera liberar en el 2021. Además, durante el 2020 se sembró un jardín de cuatro variedades de guayaba para brindarles más opciones a los productores interesados, incluye materiales que son no climatéricos para mesa. La guayaba se está injertando sobre güisaro (*Psidium guineense*), el cual es resistente al nematodo *Meloidogyne enterolobii* (figura 26).



Figura 26. Frutos del portainjerto güisaro (*Psidium guineense*) (izquierda) y guayaba R1-22 no climatérica (derecha) en EELD. 2020.

Banano (*Musa AAA*)

En un estudio realizado en Matina, Limón, se midió la fijación del carbono orgánico en un suelo cultivado de banano y con cobertura vegetal. Se hizo el muestreo de dos lotes, uno con cobertura y diferente edad de renovación (tres, cinco y ocho años) hasta 0,9 metros de profundidad, y un testigo con manejo convencional del suelo sin cobertura vegetal. Los resultados mostraron que el carbono orgánico del suelo (COS) se incrementa de manera significativa ($P < 0,05$) entre las plantas, mientras lo contrario se observó en la entrecalle (cuadro 13). Los datos son el resultado del manejo de la plantación, ya que el espacio entre planta, además de la cobertura, recibe los residuos de la planta y luego de la cosecha. Se demuestra el beneficio de ambas prácticas (cobertura vegetal e incorporación de residuos vegetales al suelo).

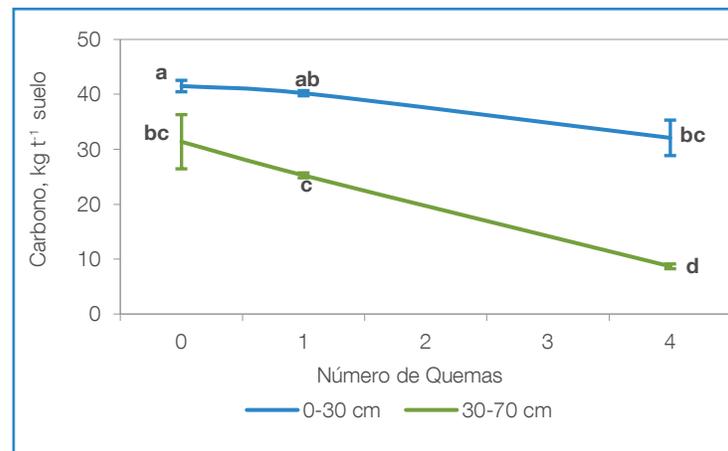
Cuadro 13. Carbono, kg t^{-1} suelo, en el perfil de un cultivo de banano (*Musa AAA*), según tratamiento y sitio de muestreo, Matina, Costa Rica. 2020.

| | Sitio de muestreo | |
|--|----------------------------|-----------------------|
| | Entre plantas | Entre calle |
| Edad de renovación con cobertura, años | kg C t^{-1} suelo | |
| Manejo tradicional | 8,1±1,2 ^{ab*} | 9,8±1,1 ^a |
| 3 | 8,6±1,4 ^{ab} | 8,4±1,4 ^{ab} |
| 5 | 9,2±0,8 ^{ab} | 8,8±1,2 ^{ab} |
| 8 | 10,6±2,6 ^a | 8,0±1,6 ^b |

* Valores promedio \pm 1 EE en la misma columna con diferente letra difieren al nivel $P \leq 0,05$.

Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

En un estudio realizado en Turrialba se cuantificó el carbono orgánico por unidad de suelo en una plantación comercial de caña de azúcar, con y sin la práctica de quema previo a su cosecha. Se evaluaron tres tratamientos: un año de renovación de la plantación y cosecha en verde sin quema (testigo), un año de renovación y cuatro años de renovación, ambos con quema previa a la cosecha. Se recolectaron muestras de suelo hasta 0,70 metros de profundidad. Los resultados muestran que la cantidad de carbono por unidad de suelo, para el perfil completo (0-70 cm) está influenciada y determinada por la quema, ya que los valores fueron mayores ($P < 0,0001$) cuando no se quemó ($36,4 \pm 1,6 \text{ kg t}^{-1}$ de suelo) o cuando solo se realizó una quema ($32,4 \pm 1,9 \text{ kg t}^{-1}$ de suelo) con respecto a aquel en el que se efectuaron cuatro quemas ($18,4 \pm 2,9 \text{ kg t}^{-1}$ de suelo). La reducción del carbono se presenta tanto en el perfil superficial (0 – 30 cm) como también en la sección más profunda evaluada (30-70 cm), cuando se comparan los valores del tratamiento con una quema o sin quema, con el que tiene cuatro quemas (figura 27).



Valores promedio \pm 1 EE con letra diferente difieren al nivel $P < 0,05$

Figura 27. Efecto de la quema en caña de azúcar en el contenido de carbono por unidad de suelo según profundidad (0-30 cm y 30-70 cm). Turrialba 2020.

Estos trabajos en banano y caña corresponden a un aporte institucional del INTA, ligado a mitigación en cambio climático, para sustentar información que contribuya a la implementación de los NAMA correspondientes.

Aguacate (*Persea americana* M.)

Ante una demanda puntual, se realizó un diagnóstico en el cultivo de aguacate, en la Región Chorotega, específicamente para algunas fincas ubicadas en los cantones de Santa Cruz y Hojancha. Se identificaron patologías de suelo que ocasionaron alarma entre los productores más importantes de esos cantones. Los problemas asociados se caracterizaron por defoliación, marchitamiento y muerte progresiva de árboles de aguacate c.v. Simmonds de 2,5 años de edad durante las 3-4 semanas siguientes al paso Huracán Iota por suelo costarricense (figura 28). Las valoraciones de campo mostraron que las intensas lluvias de noviembre producto del huracán, provocaron condiciones de alta saturación en plantaciones establecidas en suelos planos y arcillosos (35-45% de arcilla) manteniendo una alta saturación hídrica del sistema radicular en ausencia de oxígeno por un tiempo muy prolongado. Considerando que las raíces del aguacate siguen un patrón superficial y horizontal poco profundo y de escasos pelos absorbentes, estas son muy susceptibles a la saturación del suelo. No se encontró la presencia de patógenos asociados al sistema radicular. También se diagnosticaron árboles con deficiencias nutricionales acentuadas (especialmente potasio) con hojas amarillentas en defoliación activa y progresiva, árboles con defoliación severa y hojas muertas adheridas a sus ramas, así como árboles completamente defoliados y muertos.



Figura 28. Defoliación progresiva por hipoxia radicular en aguacate (izquierda). Muerte progresiva por anoxia radicular (derecha). Santa Cruz, Guanacaste, 2020.

Cítricos (*Citrus spp.*)

En 2020 se concluyó una caracterización agronómica de siete variedades de cítricos injertadas sobre los patrones Volkameriana y Flying dragon. Con Volkameriana se obtuvo mayor producción/árbol en cinco de las seis variedades. Se determinó que los árboles sobre el patrón Volkameriana fueron significativamente más altos y con mayor volumen de copa. En esa relación patrón/copa, los dos portainjertos indujeron incompatibilidades positivas en todas las variedades, y se puede explicar esa diferencia porque los volúmenes de copa que determinan la producción de fruta fueron mayores que con Flying dragón (figura 29). Cinco de las seis variedades injertadas sobre Flying dragon tuvieron valores de grados brix significativamente más alto, lo que confirma resultados obtenidos en otros estudios, donde Volkameriana indujo a reducir la calidad de la fruta. La producción de semillas fue moderada en todas las variedades y en Clementina se promedió 10 semillas/fruta, debido a polinización cruzada en variedades que cuentan mayormente con partenocarpia facultativa. El menor volumen de copa obtenido en Flying dragon permite sembrar hasta 1250 árboles/ha, lo cual posibilitaría que se alcancen mayores producciones/ha en Clementina, Temple x Mineola, Ortanique y Orlando. La parcela con estas variedades quedará como una opción de banco de varetas para los productores de la región.



Figura 29. Incompatibilidad positiva entre Clementina sobre patrón de Volkameriana. Acosta 2016-2020.

Café (*Coffea arabica* L.)

En Tarrazú y Dota se ha llevado una actividad de investigación durante 30 meses, en la que se compara una fórmula fertilizante organomineral con respecto a una fórmula convencional en café. Se observó para la cosecha 20-21 (pico mayor de la bianualidad) una muy buena respuesta en el incremento de la producción de café para el tratamiento de abono organomineral con tres aplicaciones al año (OM-1) con respecto a los demás tratamientos en el estudio de Tarrazú. Esta tendencia no se manifestó en la localidad de Dota, donde hubo una respuesta leve al incremento de la producción con el tratamiento de abono convencional de tres aplicaciones al año (C-1) (cuadro 14).

Cuadro 14. Rendimiento promedio (kg) de café según tratamientos, en dos localidades a los 30 meses del inicio. Tarrazú, Dota 2018-2021.

| Localidad | Tratamiento | Rendimiento (kg) | | % Incremento | Rendimiento (kg) | | % Incremento |
|-----------|-------------|------------------|---------|--------------|------------------|---------|--------------|
| | | 2018-19 | 2019-20 | | 2019-20 | 2020-21 | |
| Tarrazú | OM-1 | 91,8 | 147,4 | 60,6% | 147,4 | 270,7 | 91,0% |
| | OM-2 | 70,2 | 158,6 | 125,9% | 158,6 | 287,7 | 80,8% |
| | C-1 | 128,1 | 179,8 | 40,4% | 179,8 | 275,8 | 48,8% |
| | C-2 | 102,7 | 143,9 | 40,1% | 143,9 | 245,5 | 69,3% |
| | TA | 155,2 | 155,9 | 0,5% | 155,9 | 170,4 | 8,1% |
| Dota | OM-1 | 36,3 | 61,8 | 70,2% | 61,8 | 94,7 | 53,1% |
| | OM-2 | 39,0 | 81,9 | 110,0% | 81,9 | 137,7 | 72,4% |
| | C-1 | 49,5 | 68,3 | 38,0% | 68,3 | 102,6 | 46,4% |
| | C-2 | 33,8 | 53,6 | 58,6% | 53,6 | 86,2 | 60,5% |
| | TA | 40,5 | 50,2 | 23,9% | 50,2 | 56,1 | 14,8% |

En el cuadro 14 se aprecia que en ambas localidades se da un efecto de bianualidad en la producción de café (cosechas 18-19, 19-20 y 20-21). Ese efecto en la reducción de la producción fue mucho menor para los tratamientos con abono organomineral (OM-1 y OM-2) que para los tratamientos con abono convencional (C-1 y C-2) y el Testigo absoluto (TA). Con ambos tipos de fertilizantes se aplica una cantidad similar de abono ($1350 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ para los abonos convencionales y $1380 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ para el organomineral y su complemento) (figura 30).



Figura 30. Plantas de café en producción. Estudio de nutrición Organomineral en Tarrazú-Dota, 2018-2021.

Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* J.)

Durante el 2020 se determinó la capacidad entomopatógena de hongos y bacterias a nivel “*in vitro*” sobre larvas de *Sagalassa valida*, barrenador de la palma aceitera. *Beauveria bassiana* (INTA-H-26) y *Metharizium anisopliae* (INTA-H-51) mostraron una tasa de mortalidad del 100% y una eficacia del 100% (figura 31). *Paecilomyces cinnamomenus* (INTA-H-19) tuvo una tasa de mortalidad del 83% y una eficacia del 67%. La bacteria INTA-B-10 (*Bacillus thuringiensis*) tuvo una tasa de mortalidad del 80% con una eficacia del 58%. Las bacterias INTA-B-65 e INTA-B-66 presentaron una tasa de mortalidad de 54 y 63%, con una eficacia del 8 y 26% respectivamente. Se recomienda hacer las respectivas validaciones en campo con los hongos *Bb* (INTA-H-26), *Mt* (INTA-H-51) y de *Bt* (INTA- B-10) antes de utilizarse dentro de un programa de Manejo Integrado de *S. valida*.

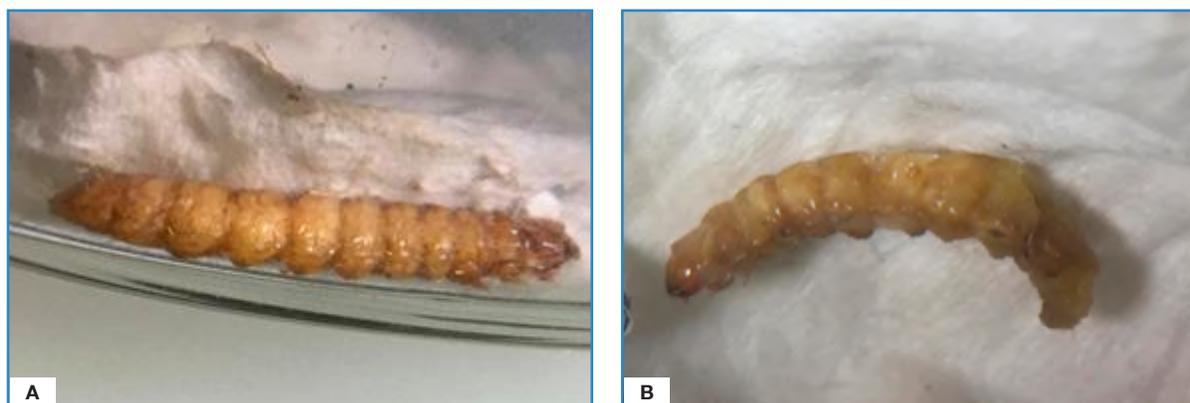


Figura 31. Larvas tratadas con Ceba INTA-H-51 (Mt). A-B) Larvas color café verdoso. Laboratorio de Fitoprotección INTA. Febrero-Marzo 2020.

Unidad Pecuaria

Durante el 2020 se realizaron actividades de investigación y validación en temas relacionados con las cuatro líneas de trabajo de la unidad, a saber: producción y conservación de pastos y forrajes, alimentación animal, mejoramiento genético en ganadería bovina y porcino, y adaptación y mitigación al cambio climático. Además, se realizaron actividades de capacitación y transferencia de tecnología en las diferentes zonas ganaderas del país, bajo una visión integral de la producción pecuaria.

Alternativas para pastoreo

Pasto Cayman® (*Brachiaria híbrido*)

Durante el presente año, se continuó evaluando el efecto del clima en la producción de biomasa y la composición botánica de una pastura de *Brachiaria híbrido* Cayman® en la EELD, manejada mediante el “Pastoreo Racional Voisin (PRV)” con una carga animal de $2,4 \pm 0,43$ UA/ha/año.

Durante cuatro años de seguimiento, se encontraron diferencias significativas en la composición botánica de la pastura. El pasto Cayman mantuvo una buena cobertura, aunque paulatinamente, algunas áreas específicas de las pasturas fueron invadidas por el pasto Ratana, leguminosas, y otras herbáceas de hoja ancha (cuadro 15).

Cuadro 15. Composición botánica y disponibilidad de materia seca del híbrido Cayman manejado en Pastoreo Racional Voisin (PRV) en el trópico muy húmedo de Costa Rica. Guápiles 2015-2018.

| Composición botánica (%) | Año | | | |
|---------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Cayman | 90,1 ^a | 90,8 ^a | 86,9 ^{ab} | 78,3 ^b |
| Ratana | 4,2 ^a | 5,3 ^a | 7,7 ^a | 15,9 ^b |
| Otras Gramíneas | 0,8 ^a | 0,2 ^a | 0,3 ^a | 0,7 ^a |
| Leguminosas | 1,5 ^a | 3,1 ^a | 3,3 ^a | 3,2 ^a |
| Otras hojas anchas | 0,2 ^a | 0,1 ^a | 0,4 ^a | 1,1 ^b |
| Ciperáceas | 2,7 ^a | 1,2 ^a | 1,4 ^a | 0,84 ^a |
| Disponibilidad de MS según año | | | | |
| Materia seca a 42 días (kg/ha) | 3814,4 ^a | 5814 ^b | 6715,9 ^b | 6500,9 ^b |
| | Época | | | |
| Disponibilidad MS según época | Lluviosa | Poco lluviosa | Temporal | Seca |
| Materia seca a 42 días (kg/ha) | 6613,9 ^a | 5913,3 ^{ab} | 5707,7 ^{ab} | 4181,1 ^b |

Nota: Medias con una letra común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

La carga animal promedio fue de $2,4 \pm 0,43$ UA/ha (figura 32) la cual se considera alta según lo que predomina en la zona. Es importante resaltar que las variaciones encontradas obedecen a la diferencia de peso inicial y al crecimiento de los animales, y no al soporte del pasto Cayman, el cual mantuvo un buen comportamiento, aun cuando la carga fue alta. No fue posible establecer una relación razonable entre las épocas del año y los periodos ENOS, posiblemente debido a la forma de manejo de los grupos de animales.

Letras diferentes Tukey ($p < 0,05$)

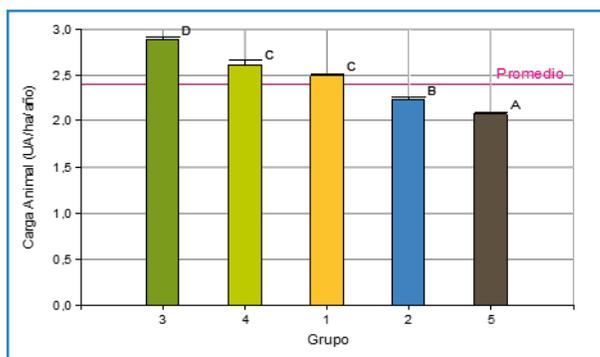


Figura 32. Carga animal durante el período 2014-2018. Guápiles, Costa Rica 2020.

También se estudió la retención de carbono orgánico, de nitrógeno, y la densidad aparente en suelos con pastura de Ratana (*Ischaemum indicum*) y Cayman® Híbrido de *Brachiaria*, encontrando variaciones en ambas pasturas cuando se muestreo a 10 cm de profundidad, resaltando que la sostenibilidad de la pastura está relacionada con la disponibilidad de nitrógeno (N) y su potencial de retención de carbono (C). La pastura de Ratana, con manejo tradicional, presentó menores ($P < 0,05$) concentraciones de C y N en el suelo que el pasto Cayman (figura 33) y una mayor densidad aparente (figura 34) situación que favorece el mayor incremento de carbono orgánico en el suelo (COS) en la pastura de Cayman® manejada mediante el pastoreo Voisin.

Letras diferentes Tukey ($p < 0,05$)

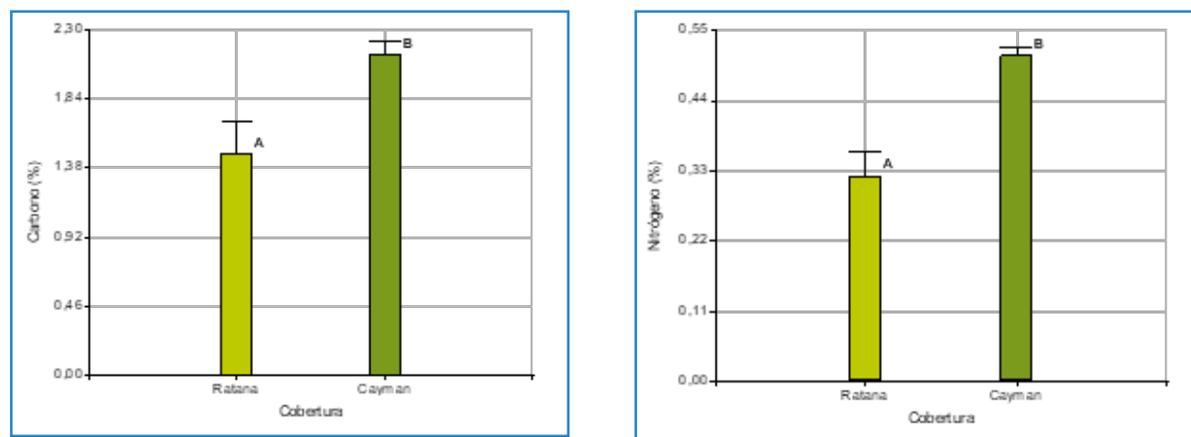


Figura 33. Concentración de C y N (%) en el suelo a 10 cm de profundidad en dos pasturas. Ratana (*I. indicum*) con un manejo tradicional y Cayman® con manejo Voisin. Pococí, Costa Rica. 2020.

Después de 6,5 años de establecida la pastura de Cayman®, las concentraciones de C y N en el suelo incrementaron, debido posiblemente al efecto combinado entre el manejo con enfoque Voisin y a la especie de pasto. En la relación C:N no se observaron diferencias significativas siendo el promedio $5,3 \pm 1,8$.

Con respecto a la densidad aparente (DA) del suelo, que para efectos de suelos bajo pasturas se puede inferir como una medida del grado de compactación (FAO 2019) la misma fue significativamente menor en la pastura de Cayman® con respecto a las pasturas de Ratana (figura 34).

Letras diferentes Tukey ($p < 0,05$)

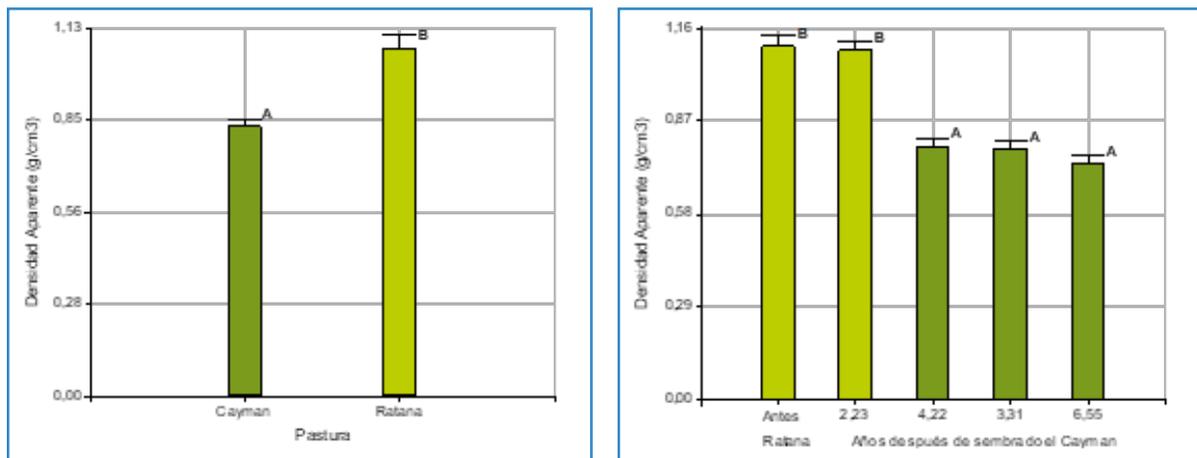


Figura 34. Densidad Aparente del suelo a 10 cm de profundidad, en dos pasturas. Ratana (*I. indicum*) con un manejo tradicional y Cayman® con un manejo Voisin. Pococí, Costa Rica.

La pastura de Cayman® presentó una reducción significativa en la densidad aparente del suelo después de 6,5 años de establecida. El tipo de pastoreo utilizado pudo haber tenido influencia, ya que durante los dos primeros años el Cayman® tuvo una rotación a tiempo fijo con 30 días de descanso y 4 días de ocupación. Fue hasta junio del 2014 que se implementó el PRV.

En relación a la masa de nitrógeno total (NT) retenido, corregida a una masa constante de suelo, los valores observados son significativamente más altos en la pastura Cayman® con manejo PRV, en comparación a lo encontrado en la pastura de Ratana (figura 35).

El nitrógeno es fundamental en el sostenimiento de la pastura, su calidad nutritiva y la respuesta animal. En Costa Rica, los contenidos de NT a 20 cm de profundidad en las pasturas sin fertilizar y sin leguminosas, se sitúa en valores del orden de $5,29 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, siendo similar a lo observado en la presente investigación, a pesar que en el presente estudio, el muestreo fue a 10 cm de profundidad.

Letras diferentes Tukey ($p < 0,05$)

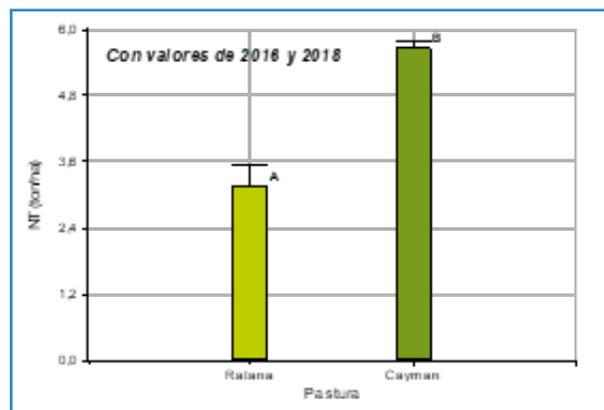


Figura 35. Masa de nitrógeno total (ton ha^{-1}) del suelo a 10 cm de profundidad, en dos pasturas. Ratana (*I. indicum*) con un manejo tradicional y Cayman® con un manejo Voisin. Pococí, Costa Rica.

Es importante resaltar que la retención de NT encontrada es alta, a pesar que, en los sistemas naturales de los trópicos húmedos de Costa Rica, la precipitación es abundante, lo que hace que el N sea un elemento difícil de retener.

Modelos Intensivos Sostenibles

Modelo Intensivo de Engorde

En Pérez Zeledón se evaluó el engorde de 37 toretes F1 (Brahman x Romagnola) manejados bajo estabulación y alimentados con forrajes de corte, como: Taiwán y Camerún (*P. purpureum*), caña de azúcar (*S. officinarum*), botón de oro (*T. diversifolia*) y suplementados con harina de coquito (cuadro 16), lo cual tuvo un costo diario por animal de $\text{¢}686$.

Cuadro 16. Dieta utilizada durante el periodo de engorde según peso de los animales. Agosto 2018- Abril 2020. Pérez Zeledón, Costa Rica.

| Ingrediente (kg) | Dieta según peso vivo (kg forraje verde/animal/día) | | | | | |
|-------------------------|---|------|-------|------|-------|------|
| | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| Harina de coquito | 0,5 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2 |
| Caña azúcar | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| Camerún/Taiwán | 15 | 18 | 20 | 23 | 26 | 28 |
| Botón de Oro | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Sales minerales | 0,035 | 0,04 | 0,045 | 0,05 | 0,055 | 0,06 |
| Total de forraje verde* | 23,5 | 28,5 | 33,0 | 38,5 | 45,0 | 49,0 |

* La dieta se basa en un consumo de 3% MS/100 kg PV, y contiene entre 14 y 16% PC y 2,5 y 3,0 Mcal/kg MS de energía metabolizable.

Durante la investigación, se trabajó con dos grupos de animales con peso vivo (PV) promedio iniciales que difieren (cuadro 17).

Cuadro 17. Comportamiento de los animales durante el periodo de engorde

| Variable | Grupo 1 (G1) | Grupo 2 (G2) | Diferencia |
|--|--------------|--------------|------------|
| Peso inicial (kg PV/animal) | 255,3 | 183,6 | 71,7 |
| Edad inicio (meses) | 11,0 | 6,5 | 4,5 |
| Peso Final (kg PV/animal) | 529,0 | 481,0 | 48,0 |
| Periodo engorde (meses) | 12,8 | 16,7 | -3,9 |
| Guanacia de peso diaria (kg PV /anima) | 0,800 | 0,580 | 0,220 |
| Rentabilidad (%) | 7,57 | 0,58 | 6,99 |

Como era de esperar, los animales que iniciaron con mayor peso y edad (G1) alcanzaron mayor ganancia de peso diaria y salieron al mercado en menor tiempo que los de menor peso y edad inicial (G2) alcanzado mayor rentabilidad económica. Por lo anterior, se puede concluir que el animal idóneo para este tipo de engorde debe tener un peso vivo aproximado a los 300 kg. Al momento de la venta, los animales fueron calificados como triple A por edad y rendimiento en canal (59,5%) con un sobrepeso promedio de ₡1256,35 y ₡111,2 kg PV para el G1 y G2, respectivamente.

También se encontró que los animales F1 redujeron las ganancias de peso diarias a partir de los 481 kg de PV, situación que coincide con lo que indica la literatura en este tipo de animal, lo que redujo la rentabilidad en los animales de mayor peso final.

Los resultados obtenidos indican que la escala de producción tiene un efecto directo en la rentabilidad de la actividad, de tal forma que, si un productor pretende generar más rentabilidad en la actividad de engorde, en comparación a lo que generaría el dinero invertido en bolsa de valores, al menos debe engordar 200 animales/año, con lo cual le es posible vivir moderadamente de la actividad. El engorde como actividad en agricultura familiar es viable en grupos pequeños de animales (5 a 20 animales) siempre y cuando se cuente con un ahorro para la inversión de la mano de obra familiar, la cual tiene un incuestionable valor de conversión de tiempo disponible en dinero.

Definitivamente queda confirmada la baja rentabilidad del engorde, a pesar del resultado biológico y económico positivo observado (Morales *et al* 2001; Morales *et al* 2003). Este análisis parte de lo que los economistas llaman riesgo de capital. Es importante recordar que los 37 animales en engorde generaron una inversión de ₡22,1 millones. Que hubo una rentabilidad del 4,97% sobre ese capital, la cual no es muy atractiva para un inversionista con esa cantidad de dinero disponible.

Modelo Intensivo Sostenible de Leche

Cuatro grupos de vacas Jersey, en Río Cuarto de Alajuela, fueron suplementadas con una mezcla de raíz de yuca amarga picada y secada al sol durante tres días consecutivos antes de suministrarse a los animales, con el fin de reducir la concentración de ácido cianhídrico (HCN). Se evaluaron los siguientes tratamientos: T1= 0; T2= 2; T3= 4 y T4= 6 kg v/d. Al

momento de la suplementación, y en el mismo orden de los tratamientos, a cada vaca se le redujo 0,5, 1, 1,5 y 0 kg de concentrado.

Las vacas suplementadas con el T2 (2 kg yuca < 1 kg concentrado) y T3 (4 kg de yuca < 1,5 kg concentrado) lograron consumir más mezcla (yuca-concentrado) que las vacas que recibieron solo concentrado (T1) y yuca (T4) las cuales, a la vez, alcanzaron producciones de leche semejantes a las vacas que solo recibieron concentrado, sin presentar diferencias significativas (figura 36).



Figura 36. Efecto del suministro de yuca amarga en la producción de leche. Morales J.2018.

El resultado de producción de leche en vacas que consumieron la mezcla de 4 kg de yuca (1 kg menos de concentrado) con respecto al control, no presentaron diferencias significativas, además, produjeron en promedio con 0,15 kg más de leche. Inclusive, las vacas que recibieron 6 kg de yuca, a las cuales se les redujo 1,5 kg de concentrado, tuvieron el mismo nivel de producción que el control (solo concentrado). Ese consumo de yuca observado en los tratamientos T2 y T3 muestra una tendencia a una producción igual o mayor al tratamiento control con 6 kg de concentrado. En todo caso, no se observaron diferencias significativas en producción de leche entre los tratamientos. Este resultado es interesante porque, a pesar de las reducciones de concentrado de 0,5 a 1,5 kg sustituidos con cantidades de yuca como las indicadas anteriormente (0,7 a 1,20 kg) en fresco, las vacas no redujeron significativamente la producción, lo que significa que probablemente podamos observar reducciones en los costos de producción del kg de leche, que al fin y al cabo es lo que se busca.

Las vacas que fueron suplementadas con los tratamientos con yuca amarga redujeron el contenido de la grasa en la leche, con respecto a las vacas que consumieron solo concentrado. Sin embargo, esta diferencia de aproximadamente 0,25 unidades porcentuales, no fue significativa entre tratamientos. Los sólidos totales mostraron una tendencia similar, lo cual podría tener repercusiones en el pago recibido por calidad de la leche. Al igual que lo anterior, el contenido de nitrógeno ureico en la leche no presentó diferencias significativas entre tratamientos. El valor promedio de todos los tratamientos fue de 9 mg/dl, lo que indica que la relación energía: proteína de las dietas no sufrió un desbalance por la sustitución de yuca por concentrado.

Estos resultados indican que, en términos de producción de leche, se puede sustituir hasta 1,5 kg de concentrado por día por vaca, efecto que ratifica lo que lecheros de la zona de Zarcero vienen haciendo desde hace varios años con vacas especializadas, tanto Holstein como Jersey y hasta “chumecas”, donde sustituyen hasta 2 kg de concentrado por 8 kg de yuca dulce (subproducto agrícola) lo que indudablemente reduce los costos de producción.

Evaluación Genética en bovinos

Con el objetivo de seleccionar hembras y machos puros de la raza Brahman, con características fenotípicas y genotípicas ideales para la producción y reproducción, se dio seguimiento a la evaluación genética de la raza brahman de la Experimental Enrique Jiménez Núñez (EEEJN) ubicada en Cañas, Guanacaste.

Desde el 2005, cuando se obtuvieron los primeros valores genéticos del hato, se inició con un proceso de selección, tanto de vacas como toros para pie de cría. Inicialmente se encontraron animales con valores genéticos negativos; conforme han pasado los años, el progreso genético del hato ha ido en aumento, de tal forma que, a partir del 2012, el crecimiento ha sido constante, con sus variaciones, pero superior al promedio nacional (figura 37).

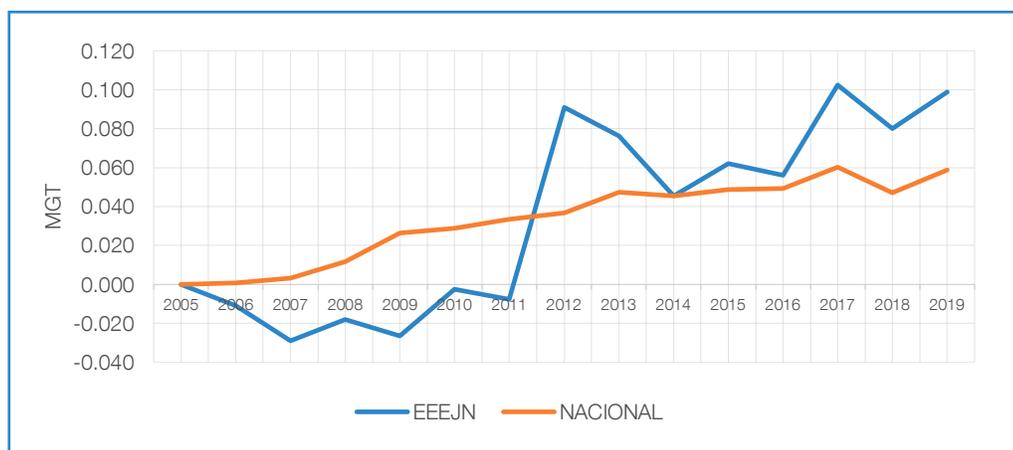


Figura 37. Tendencia del Mérito Genético Total (MGT) del hato Brahman de la EEEJN y el promedio nacional.

Fuente: Programa Nacional de Mejoramiento Genético. CORFOGA-INTA- ASOCEBU, 2020.

Por otro lado, se dio seguimiento al comportamiento genético de las razas Jersey y Holstein de origen neozelandeses, evaluadas conjuntamente por INTA, CNPL, LIC, MAG y CRIPAS, en fincas ubicadas en la zona alta (Regiones Central Oriental y Central Occidental) y media (Monteverde, Tilarán, Bagaces, Aguas Zarcas y Venecia) de nuestro país.

Se realizó un análisis de la Tasa de No Retorno (TNR) a celo 49 días después del servicio (%-TNR49) con datos procedentes de 75 fincas lecheras, 42 ubicadas en zona alta (>1500 m) y 33 ubicadas en zona media (<1500 m). Se identificaron un total de 3229 servicios (22,3%) con toros neozelandeses (NZL) versus 11220 (77,7%) servicios realizados con otros toros (OTR) presentes en las fincas. A nivel general, el %TNR49 fue del 50% para las vacas inseminadas con los toros neozelandeses (NZ) y de 45% para vacas inseminadas por otros toros (figura 38).

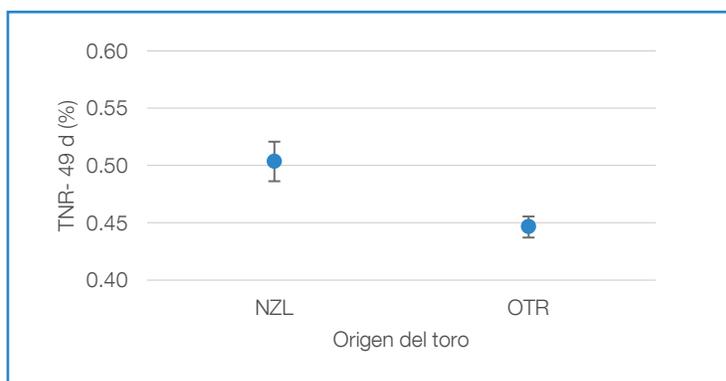


Figura 38. Tasa de No Retorno (TNR) a celo 49 días después del servicio (%-TNR49) según el origen de los toros (NZL= toros neozelandeses, OTR= otros toros).

Fuente: Datos obtenidos de 75 fincas participantes en el Proyecto a través del VAMPP. Octubre, 2020.

El promedio general de servicios por concepción fue de 1,99 para toros NZ y 2,24 para otros toros. A nivel de raza, los porcentajes de no retorno fueron 53% (toros NZ) versus 47% (otros toros) en la raza Jersey, mientras que en la raza Holstein fueron de 47% (NZ) versus 41% (otros toros). A nivel de zona, el %TNR49 de toros NZ en zona alta fue de 51% versus 49% de otros toros. En zona media, los resultados fueron de 50% para toros NZ y 40% para otros toros (figura 39).

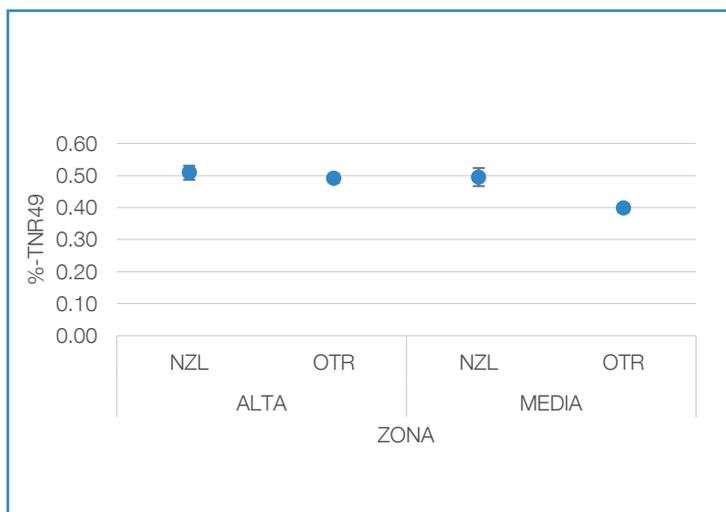


Figura 39. Tasa de No Retorno (TNR) a celo 49 días después del servicio (%-TNR49) según el origen de los toros (NZL= toros neozelandeses, OTR= otros toros).

Fuente: Datos obtenidos de 75 fincas participantes en el Proyecto a través del VAMPP. Octubre, 2020.

Por otra parte, se han contabilizado un total de 833 eventos de parto de vacas preñadas por toros de NZ, distribuidos en 63 fincas, se incluye gestaciones (gestación < 260 d), abortos, y problemas periparto, reportándose 393 hembras y 407 machos, para un total de hembras vivas de 354 hasta octubre 2020. Se recopilaron 750 datos de peso corporal en crías NZ (figura 40) entre los 0 y los 17 meses de edad. El peso promedio al nacimiento para la raza Jersey fue de 28 kg (NZ) y 29 kg (otros toros) mientras que en la raza Holstein fueron 37 kg (NZ) versus 34 kg (otros toros). Los pesos respectivos a 6 meses en Jersey fueron 127 kg (NZ) versus 125 kg (otros toros) y en Holstein fueron 163 kg (NZ) versus 147 kg (otros toros).



Figura 40. Terneras de la raza Holstein y Jersey, producto de la genética neozelandesa.

Por otro lado, se introdujo genética bovina mediante el uso de la inseminación artificial en fincas ganaderas de cría y doble propósito ubicadas en las regiones Brunca, Huetar Norte, Chorotega, Huetar Caribe y Central Oriental, Occidental y Sur, a menos de 1300 msnm. Se han distribuido alrededor de 3195 dosis de semen (figura 41) de diferentes razas como: Guzerat, Gyrolando, Gyr lechero, Brahman, Nelore y Simmental, sirviéndose alrededor de 2136 vacas de cría como de doble propósito. Se elaboraron 9 boletines divulgativos en temas relacionados a la adaptación de genética animal a la variabilidad climática, los cuales han sido distribuidos a más de 100 usuarios mediante las redes sociales del INTA, MAG, CORFOFA y CNPL.



Figura 41. Entrega de dosis semen a productores en Santa Marta de Brunca, Buenos Aires, Puntarenas.

En otro estudio, se comparó el peso al nacimiento, destete y mortalidad de hembras y machos F1, nacidas del cruce Brahman x Charolais (figura 42) comparado a nacimientos de Brahman contemporáneos. Se inseminaron 42 vacas en dos fincas, una en San Vito (57,1 % preñez) y otra en Jicaral (85,7 % preñez). En el cuadro 18 se detalla el comportamiento productivo de los nacimientos.



Figura 42. Anima F1 (Brahman x Charolais) evaluados.

Cuadro 18. Peso al nacimiento y al destete de animales F1 (Brahman x Charolais) vs Brahma contemporáneos en fincas ubicadas en San Vito y Jicaral de Puntarenas.

| Parámetro | F1 (Brahman x Charolais) | Brahman contemporáneas | Diferencia |
|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------|
| Nacimientos | 23,0 | 22,0 | 1,0 |
| Hembras nacidas | 11,0 | 10,0 | 1,0 |
| Machos nacidos | 10,0 | 10,0 | 0,0 |
| Peso destete hembras (kg PV) | 172,0 | 144,8 | 27,2 |
| Peso destete machos (kg PV) | 167,0 | 152,3 | 14,7 |
| Peso promedio destete (kg PV) | 169,6 | 147,4 | 22,2 |
| Mortalidad (%) | 8,7 | 9,1 | -0,4 |

Los pesos al nacimiento de las crías F1 fueron semejantes a las crías puras Brahman. El temor, de que el tamaño de la cría F1 pudiera ser un factor negativo relacionado con partos distócicos, al menos en estas fincas quedó descartado. En cuanto a pesos al destete no ajustados, las crías F1 fueron superiores a las del Brahman en un 15,3 %. Las hembras F1 tuvieron pesos de destete ligeramente mayores que los machos, caso contrario de lo que ocurrió con el Brahman.

Otro aspecto importante es que los animales F1 presentan mejor adaptación al calor y humedad (reducción de estrés) en comparación a las razas puras europeas. Además, estos animales son más dóciles que los cebuinos, lo que facilita el manejo en esta zona donde la topografía es bastante quebrada y los caminos estrechos.

En la EELD se obtuvieron pesos promedio al destete de 173,5 kg con animales Brahman y 202 kg con animales F1 (Charolais x Brahman). Situación semejante se logró en la finca Lajitas en Cañas Dulces de Guanacaste, debido a que el peso promedio a los 5,3 meses de edad fue de 201 kg de machos y hembras.

Transferencia de tecnologías

Durante el 2020 se continuó con la estrategia institucional de promover alternativas tecnológicas forrajeras para la suplementación del ganado en las tres Estación Experimentales: La Managua (Quepos), Enrique Jiménez Núñez (Cañas) y Los Diamantes (Guápiles). Se dispone de un banco forrajero para reproducir y transferir materiales a productores como lo son: botón de oro (*Tithonia diversifolia*), cratylia (*Cratylia argentea*), morera (*Morus alba*), nacedero (*Trichanthea gigantea*), caña forrajera (*Saccharum officinarum*) y pasto Cuba OM 22 (*P. purpureum* x *P. glaucum*) (figura 43). Durante este año, se entregaron alrededor de 120 mil estacas (semilla vegetativa) de los principales materiales, para un total de 220 beneficiarios.



Figura 43. Bancos forrajeros en estaciones experimentales del INTA. 2020.

A la vez, se realizaron actividades de capacitación y transferencia de tecnologías en temas relacionados con la producción y conservación de pastos y forrajes, nutrición (alimentación) animal, mejoramiento genético en ganadería bovina y porcino, y adaptación y mitigación al cambio climático. Se realizaron varios eventos de capacitación (días de campo, talleres, intercambios, prácticas) en todo el país, dirigidos a productores y técnicos. Además, se elaboró material didáctico (publicaciones, boletines y videos) para el sector ganadero costarricense.

Transferencia de Tecnología

El INTA, en su área de transferencia de tecnología, dispone de una estrategia clara basada en la gestión del conocimiento, el desarrollo de competencias, el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), que se complementan con las publicaciones y la Plataforma PLATICAR, las cuales, en conjunto, contribuyen a fomentar la toma de decisiones informadas en los productores y con ello mejorar la calidad de las familias rurales.

La estrategia integra un conjunto de mecanismos que promueven la comprensión de las opciones tecnológicas y con ello acortar los tiempos de adopción de las tecnologías. Los elementos de la estrategia son: captura de la demanda, participación activa entre investigadores, extensionistas y productores, desarrollo de capacidades en técnicos y productores, desarrollo de materiales didácticos, desarrollo de redes de conocimiento y comunidades de práctica (fomentar intercambio de saberes), implementación de vitrinas tecnológicas, aplicación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) para promover el intercambio y acceso a las tecnologías (Plataforma PLATICAR) en el marco de procesos de gestión de conocimiento.

Los mecanismos utilizados para implementar el proceso de gestión de conocimiento en el INTA son los siguientes: procesos de intercambio y capacitación (cursos de capacitación y charlas técnicas, días de campo que promuevan el aprendizaje participativo, vitrinas tecnológicas para demostrar las tecnologías, videos técnicos, foros presenciales y virtuales, Plataforma de Gestión de Conocimiento-PLATICAR-, revista científica " Alcances Tecnológicos", participación en redes de conocimiento, red de especialistas AgriPerfiles, y redes sociales institucionales (Facebook – Youtube).

Actividades de capacitación y difusión

Durante el año 2020 se realizaron 45 actividades para un total de 2.243 personas impactadas, lo cual representó una disminución de un 41% con relación a las actividades realizadas en el año 2019, debido en gran medida a las restricciones de realizar actividades presenciales por causa de las medidas sanitarias por el CONVID 19 y a la brecha digital que aún persiste para la participación en actividades virtuales. Del total de participantes en el 2020, 1.564 fueron hombres y 679 mujeres. De estas actividades 17 fueron de capacitación para un total de 1.196 personas capacitadas (804 fueron hombres y 392 mujeres) y 28 de difusión para un total de 1.047 personas informadas (760 fueron hombres y 287 mujeres) (cuadro 19). Es importante rescatar que anualmente se ha venido incrementando la participación de las mujeres, lográndose un 31% de mujeres productoras y técnicas. El beneficio de la participación de las mujeres es que se está siendo inclusivo en el enfoque de género en las actividades agropecuarias, siendo las mujeres un pilar importante en los procesos de desarrollo de las comunidades rurales.

Cuadro 19. Número de personas capacitadas e informadas en el año 2020.

| Actividad | N. Hombres | N. Mujeres | Total Personas | N. Actividades |
|--------------|--------------|------------|----------------|----------------|
| Capacitación | 804 | 392 | 1.196 | 17 |
| Difusión | 760 | 287 | 1.047 | 28 |
| Total | 1.564 | 679 | 2.243 | 45 |

Los principales beneficiarios fueron pequeños y medianos productores, además de extensionistas y técnicos del sector público y privado, de las cuales un 34% fueron productores y un 66% técnicos. Además, se tuvo un acceso de 60.000 usuarios de cinco países en la Plataforma PLATICAR.

Como se aprecia en la figura 44, los temas abordados en las actividades de transferencia estuvieron relacionados con ganadería, frutales, hortalizas, raíces y tubérculos, granos básicos y extensión. La mayor proporción de actividades se centraron en los temas de frutales, ganadería y raíces y tubérculos, esto por cuanto para dichos rubros se ejecutaron proyectos con apoyo de recursos externos, en el año 2020.

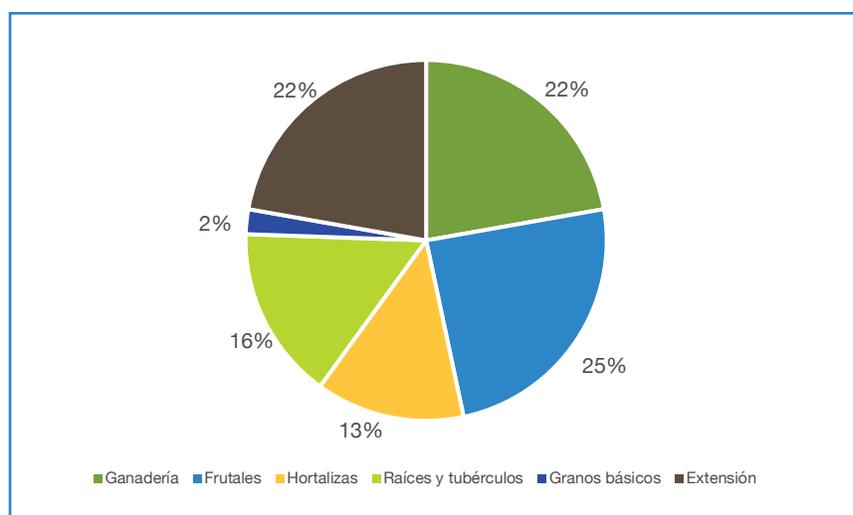


Figura 44. Temática abordada (%) en las actividades de transferencia. INTA 2020

Solo en 5 de las regiones se llegaron a realizar actividades de manera presencial, lo anterior previo a la declaración de emergencia por la pandemia de la Covid-19. A pesar de lo anterior, se implementaron actividades de manera virtual buscando continuar con el proceso de transferencia de tecnología, es así como un 73% de las actividades realizadas fueron bajo esta modalidad. Las plataformas virtuales permitieron disponer para el usuario de los videos de las grabaciones con las charlas completas; los cuales se encuentran disponibles en el canal de youtube de la Plataforma PLATICAR, pueden ser consultados y son de acceso libre. A continuación, se mencionan algunas de las charlas desarrolladas por área temática, con sus respectivos enlaces.

Actividades en Ganadería

Se resalta que, para las actividades en ganadería, la participación fue de un 75% de productores. Dentro de los temas abordados se incluyen: sistemas de ganadería de carne, el uso de yuca amarga como alternativa de alimentación animal, potencial forrajero de variedades costarricenses de maíz (figuras 45 y 46). De forma adicional se participó y acompañó el trabajo del proyecto de Escuelas de Campo que desarrolla CORFOGA en la región Brunca. Además, se realizaron dos actividades en producción porcina y apoyadas en el trabajo que se realiza en la granja porcina de la Estación Experimental Los Diamantes.



Figura 45. Charla virtual sobre la yuca amarga como alternativa de alimentación animal. <https://www.youtube.com/watch?v=43A0xEsF1bE&t=132s>



Figura 46. Charla virtual Potencial forrajero de variedades costarricenses de maíz. <https://www.youtube.com/watch?v=aJBBdX5FKHc&t=59s>

Actividades en Frutales

Dentro de los temas abordados en frutales se desarrollaron actividades en: manejo del cultivo de cacao y del elemento cadmio, control de plagas en pejíbaya y manejo recurso hídrico en rambután (figuras 47 y 48). Durante el 2020 se desarrollaron dos proyectos, uno financiado por Fundecooperación (*Promover la resiliencia de los sistemas de producción de cacao y yuca por medio de la implementación de medidas de adaptación y el desarrollo de capacidades en técnicos y productores en la región Caribe de Costa Rica*) y el segundo financiado por Fontagro (*Plataforma multiagencia de cacao para América Latina y el Caribe "Cacao 2030-2050"*) que permitieron la realización de actividades en varias regiones a nivel nacional.



Figura 47. Charla virtual. Presentación de resultados de investigación en rambután.
<https://www.youtube.com/watch?v=vPuNr4MtPbM>



Figura 48. Charla virtual. Manejo de plagas y enfermedades en cacao.
<https://www.youtube.com/watch?v=p8y1EUH16qs>

Actividades en Hortalizas

Las actividades desarrolladas contaron con un 46% de productores. Dentro de los temas abordados se incluyen alternativas sostenibles para enfrentar los efectos de cambio climático en el Pacífico Central, instalación de vitrinas y producción de hortalizas bajo ambientes protegidos, presentación de resultados de la evaluación de híbridos de cebolla (figuras 49 y 50). Durante el 2020 se desarrolló el Congreso Nacional de Tomate en modalidad virtual.



Figura 49. Charla virtual Producción de hortalizas bajo ambientes protegidos en zonas cálidas de Costa Rica. <https://www.youtube.com/watch?v=PW1vF9ScnZE>



Figura 50. Charla virtual Evaluación de introducciones y cultivares de cebolla *Allium cepa*. <https://www.youtube.com/watch?v=Jrml01HGb2s>

Actividades en Raíces y Tubérculos

De los participantes un 54% fueron productores. Dentro de los temas abordados se incluyó el manejo agronómico del cultivo de yuca (figura 51), el proceso de producción de semilla y planta de yuca *in vitro* (figura 52). De forma adicional, se dio la liberación de una nueva variedad de papa, “Palmira”. También, la presentación de resultados finales para los proyectos de Identificación de insectos portadores de fitoplasma asociados a la enfermedad de “Cuero de Sapo” en yuca (figura 53) y, Prácticas de manejo integrado del nemátodo del quiste de la papa (figura 54).

El Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria y Fundecooperación; en el marco del proyecto *“Promover la resiliencia de los sistemas de producción de cacao y yuca por medio de la implementación de medidas de adaptación y el desarrollo de capacidades en técnicos y productores en la región Caribe de Costa Rica”*, invitan para que nos acompañe en la primera de las actividades virtuales para el cultivo de yuca:

“Preparación de terreno para el manejo del cultivo de yuca”

No te pierdas la oportunidad de ampliar tus conocimientos!
Link <https://zoom.us/j/92310996116>

Miércoles 2 de Setiembre 2020
2 pm hora Costa Rica

Transmitido por la Plataforma ZOOM

0:01 / 3:06:22

Logos: inia, Fundecooperación, ADAPTATION FUND, DCC

Figura 51. Charla virtual Manejo agronómico en el cultivo de yuca.
<https://www.youtube.com/watch?v=Y0cJT1JaLuU&t=1s>

El Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria y Fundecooperación; en el marco del proyecto *“Promover la resiliencia de los sistemas de producción de cacao y yuca por medio de la implementación de medidas de adaptación y el desarrollo de capacidades en técnicos y productores en la región Caribe de Costa Rica”*, invitan para que nos acompañe en la cuarta de las actividades virtuales para el cultivo de yuca:

“Proceso de producción de semilla y planta de yuca in vitro”

No te pierdas la oportunidad de ampliar tus conocimientos!
Link <https://zoom.us/j/94985871880>

Martes 6 de Octubre 2020
10 am hora Costa Rica

Transmitido por la Plataforma ZOOM

0:07 / 47:00

Logos: inia, Fundecooperación, ADAPTATION FUND, DCC

Figura 52. Charla virtual Proceso de producción de semilla y planta de yuca in vitro.
https://www.youtube.com/watch?v=CL_ASLCqdRE



Figura 53. Charla virtual Identificación de insectos portadores de fitoplasma asociados a la enfermedad de “Cuero de sapo” en yuca.
<https://www.youtube.com/watch?v=XMRyOQ1KQnM>



Figura 54. Charla virtual sobre prácticas de manejo integrado del nematodo de quiste de papa.
<https://www.youtube.com/watch?v=KnO6sE8fME0&t=1s>

Actividades en Granos Básicos

Un 57% de los asistentes a las diferentes actividades en granos básicos fueron productores. Los temas fueron: el uso de maíz para forraje y el valor agregado del mismo, presentando información sobre variedades e híbridos para forraje, costos de producción de maíz para ensilaje, variedades tolerantes a cambio climático en frijol, así como distintas experiencias a nivel nacional (figura 55).

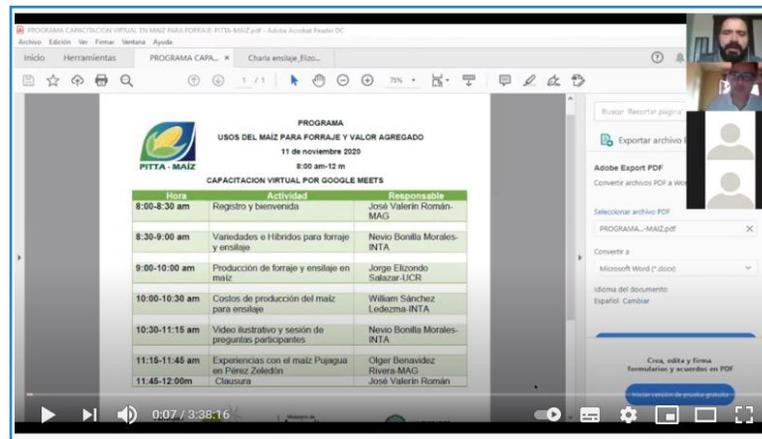


Figura 55. Charla virtual sobre usos del maíz para forraje y valor agregado.
<https://www.youtube.com/watch?v=fZmcAnm40E4>

Articulación institucional

Se articuló principalmente con el Servicio de Extensión del MAG, Fundecooperación, Cámara de Ganaderos, UTN, UCR, UNED, ICAFE, Municipalidades y Colegios Técnicos Agropecuarios, organizaciones de productores de cacao y productores de yuca. Todas estas actividades se desarrollaron en el marco de un trabajo conjunto. Los beneficios para la población fueron poder acceder a la tecnología de manera gratuita y actualizada, para ser incorporada en los sistemas de producción en busca de mejorar la competitividad del sector agropecuario.



Proyecto Plataforma Multiagencia de Cacao para América Latina y el Caribe 2030-2050

Este es un proyecto regional que se desarrolla entre tres países: Colombia-AGROSAVIA, Costa Rica-INTA y Ecuador-ESPOL TECH, siendo éste último el coordinador regional. El objetivo es "fortalecer capacidades en técnicos y productores que contribuyan a la generación de información que permitan posicionar a la región como productora de cacao de calidad". Tiene cuatro componentes, tres relacionados con investigación y uno sobre gestión de conocimiento, con el tema de cadmio en cacao de manera transversal. Este proyecto es financiado por FONTAGRO. Para mayor información, se puede acceder al enlace: <https://www.fontagro.org/new/proyectos/plataforma-cacao-2030/es>.

Productos de diseminación desarrollados en el 2020

- Desarrollado sitio del Proyecto en la Plataforma FONTAGRO: <https://www.fontagro.org/new/proyectos/plataforma-cacao-2030/es>.
- Página del Proyecto y Webstory Proyecto Cacao:
- <https://www.fontagro.org/new/proyectos/plataforma-cacao-2030/es>
- Blog: Alternativas integrales para la reducción de cadmio (Cd) en almendras de cacao en América Latina y el Caribe (LAC).
- Noticias: La biorremediación en cadmio como una alternativa innovadora. Estrategias de mitigación de cadmio (Cd): Una mirada crítica desde el Proyecto Plataforma Multiagencia de cacao para ALC.



Productos de conocimiento

- Memoria del I Taller Regional, CIAT-Colombia 2019
- Fichas técnicas (alianza ESPOL, Ecuador)
- Desarrollo de 2 webinars (1313 personas)
- Organización II Taller Regional (noviembre 2020)
- Desarrollo Foro para intercambio iniciativas de abordaje problema cadmio

Publicaciones del INTA

Durante el año 2020 se publicaron seis documentos en formato digital: Revista Alcances Tecnológicos del INTA (con nueve artículos científicos), la cual esta indexada en LATINDEX; la publicación de la Memoria Institucional 2019; cuatro documentos publicados: Uso de las tecnologías en los procesos de transferencia de tecnología; Seguridad alimentaria en tiempos de COVID 19; Los procesos de la cadena productiva y protocolos ante el COVID-19;

un Manual de Buenas Prácticas de Integración Generacional elaborado entre el INTA y el MAG, para ayudar en el abordaje de las juventudes como motores de desarrollo en las comunidades (figura 56). Todas estas publicaciones están en línea y de acceso libre en la Plataforma PLATICAR del INTA. Además, hay otros seis documentos que están en proceso de edición y revisión para ser publicados en el año 2021. Los beneficios de estas publicaciones son el acceso gratuito para los usuarios (técnicos y productores) a los resultados de las investigaciones.

La INFOTECA en la Plataforma PLATICAR es el repositorio institucional donde, se pone a disposición de manera gratuita el acervo científico y técnico. Para el 2020 se cuenta con 363 documentos de apoyo a la transferencia de tecnología.



Figura 56. Publicaciones en el marco del Programa LMP de RELASER, 2020.

Boletín electrónico INTA Informa

Durante este período, se continuó con la elaboración y difusión de recursos de conocimiento, a través del boletín técnico electrónico **INTA Informa**. El mismo incluye noticias mensuales, reseñas técnicas, publicaciones destacadas, videos técnicos, videos informativos, testimonios de productores y técnicos, enlaces a recursos de interés, anuncios, entre otros. El Boletín tiene como principal objetivo, dar a conocer el accionar institucional y sus tecnologías.

Revista científica Alcances Tecnológicos

El INTA publica anualmente su revista científica cuyo objetivo es transferir las opciones tecnológicas generadas y validadas por el INTA. Actualmente la revista somete a un proceso de gestión editorial los artículos enviados por profesionales del sector agropecuario en general. Su público meta lo constituyen: investigadores, extensionistas del sector agropecuario, productores líderes, organizaciones de productores, empresas privadas y estudiantes, entre otros.

La revista electrónica Alcances Tecnológicos cuenta con todos los artículos en formatos PDF. Se continúa con la indexación del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX). La revista cuenta con una sección de "postprints" que le permite agilizar su proceso de publicación de forma que los artículos pueden ser publicados una vez aprobados por el Comité Editorial sin tener que esperar la publicación de la edición impresa. Con el fin de mantener la indexación con el sistema LATINDEX, el INTA cuenta con una interface electrónica de la revista científica institucional. La misma fue desarrollada en Open Journal Systems (OJS) un software de código abierto, desarrollado para el proceso de gestión editorial de revistas científicas, ya que provee la infraestructura técnica para la presentación y acceso de artículos en línea, el envío de los mismos, la revisión por pares y la indexación. La interface de la revista se encuentra disponible en: http://revista.inta.go.cr/index.php/alcances_tecnologicos

Plataforma PLATICAR para la gestión de conocimiento

Esta plataforma, promueve los procesos de gestión del conocimiento, que incentivan la interacción de los usuarios y los flujos de conocimiento técnico generado. Dispone de 16 servicios en línea agrupados en: a) Infoteca que constituye una base de datos que integra todas las publicaciones generadas por la institución. Las mismas se encuentran indexadas en Google y se pueden ubicar mediante una búsqueda simple. b) Comunidades de práctica: Son grupos sociales constituidos con el fin de desarrollar un conocimiento especializado, compartiendo aprendizajes basados en la reflexión compartida sobre experiencias prácticas. Actualmente la plataforma contempla siete comunidades de práctica. c) Eventos, Noticias, Preguntas frecuentes, Centro de Recursos de Conocimiento, Canal de vídeos, Boletín electrónico INTA Informa, Curso e-learning, Directorio de servicios, Enlaces web, Artículos y opinión, Glosario, Galería de tecnologías, Módulo de fichas técnicas, Mapoteca.

Además, se cuenta con un sistema de estadísticas de la visitación (figura 57).

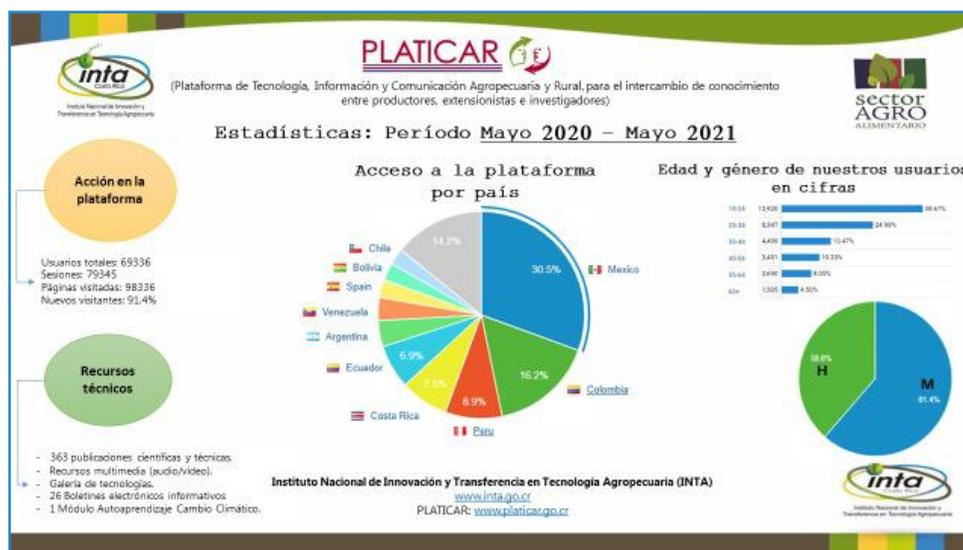


Figura 57. Infografía que refleja las cifras más significativas reportadas por la Plataforma PLATICAR. INTA. 2020.

Red de especialistas AgriPerfiles

AgriPerfiles es una iniciativa hemisférica liderada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), para promover una mejor vinculación de los perfiles profesionales de la agricultura y el desarrollo rural y que dicha vinculación se realice mediante información relacionada. Este servicio opera por medio de VIVO, una plataforma web semántica de acceso abierto que permite descubrir la investigación y el saber técnico en las múltiples disciplinas. Actualmente el INTA cuenta con un 60% de profesionales inscritos.

Participación en Redes de Conocimiento

Se representa al INTA en redes de conocimiento: Red de Gestión de Conocimiento y Comunicación de FONTAGRO; Red Latinoamericana de Servicios de Extensión Rural (RELASER); Red de Juventudes (REDAJUR); Red Costarricense de Agricultura Familiar (REDCAF); Red de Género y Comisión Transferencia INTA-ICAFE-MAG. El objetivo de la participación del INTA en estas redes, es contribuir a coordinar acciones en cada una de ellas para la generación de tecnologías, con miras a contribuir a una mejora en la calidad de vida de los productores y sus familias.

En el marco de RELASER, para el 2020 se implementó el Programa *“Entrega de servicios de extensión hasta la última milla: Mejorando el acceso de los agricultores familiares a la innovación y a servicios de extensión pluralistas y basados en la demanda”* (LMP), con apoyo del FIDA y GFRAS, donde el Foro Costa Rica, es uno de los implementadores de este Programa LMP. Otro resultado del Foro fue la incidencia de políticas por medio del Conversatorio *“Reinventando la extensión universitaria en tiempos de pandemia”* organizado por los representantes de las cinco universidades estatales integrantes del Foro (UNED, UTN, UNA, UCR, ITCR). Como productos de gestión de conocimiento, se elaboraron cuatro publicaciones. El Foro fomenta los sistemas intensivos e inclusivos en conocimiento, contribuye en la mejora de las competencias de los extensionistas y el desarrollo de herramientas y productos para la gestión del conocimiento.

En la Red Costarricense de Agricultura Familiar, para el 2020, se logró el lanzamiento oficial del Plan del Decenio de Agricultura Familiar. El INTA tiene una participación activa dentro de esta red aportando opciones tecnológicas que contribuyan a las iniciativas del Plan del Decenio.

Estudios Básicos de Tierras

Proyecto Cartografía de suelos (PCS) de los cantones costeros de la República

Para el año 2020 se continuó con el levantamiento de características morfológicas, químicas y físicas de los suelos, para la elaboración de la cartografía digital 1: 50.000 de unidades de capacidad de uso de las tierras, en los cantones de Nandayure, Hojancha y Nicoya, para un total de 83.048 hectáreas de terrenos, sustentada en 1400 observaciones simples y detalladas en calicata, realizadas en estos cantones peninsulares (figura 58).



Figura 58. Personal en labor de mapeo de suelo en Nandayure, Guanacaste. 2020.

Es importante destacar que el levantamiento en terreno de las características morfológicas de los suelos encontrados, incluyó la tramitación de un número equivalente de muestras en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del INTA (2925 muestras tramitadas por química y física de suelos), para generar los datos georeferenciados necesarios para la construcción de los mapas de fertilidad actual de los suelos desde la plataforma digital POSGRE SQL-SOFTWARE R_{STUDIO}, en el cumplimiento de las metas propuestas para 2020 dentro del Proyecto KOLFACI (figura 59).

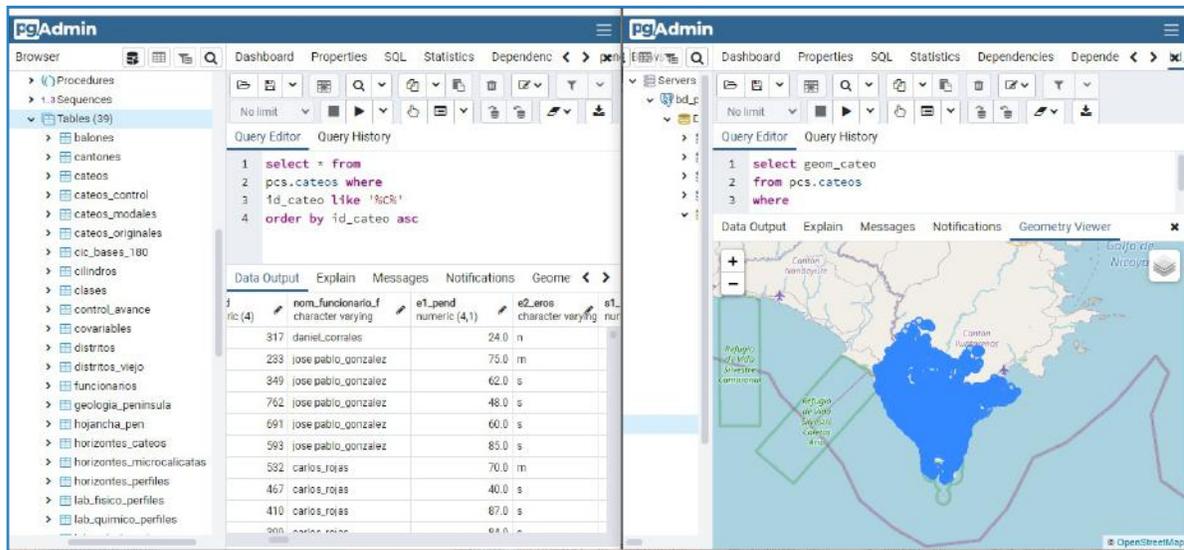


Figura 59. Captura de pantalla en la que se muestra la base de datos del PCS que a diciembre de 2020 ya contaba con 1,3 millones de datos.

El software POSTGRE permite el ligamen directo con el software R_{STUDIO}, mediante el cual se construyen los mapas digitales de diferentes capas temáticas (fertilidad actual, clases taxonómicas de suelos, capacidad de uso de las tierras) (figura 60).

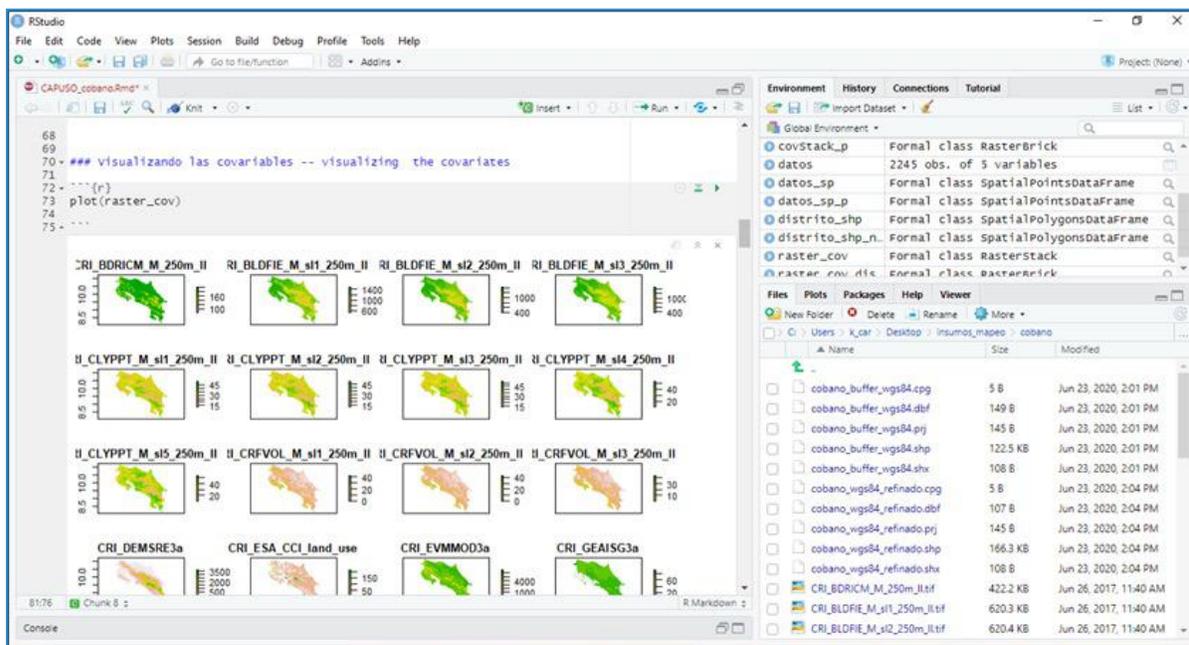


Figura 60. Captura de pantalla de un análisis geoestadístico con R_{STUDIO}.

En este sentido, la innovación realizada en materia de mapeo digital de suelos, que es una iniciativa impulsada por la FAO desde la Alianza Mundial por el Suelo (<http://www.fao.org/global-soil-partnership/es/>), ha permitido colocar al INTA a la vanguardia de la utilización de estas herramientas geoestadísticas, que generan capas temáticas con una incertidumbre asociada al análisis de los datos, obteniendo el mapa de mejor ajuste, de una “población” de mapas. Posteriormente, se generan los mapas digitales con el Sistema de Información Geográfico QGis (software libre) (figura 61).

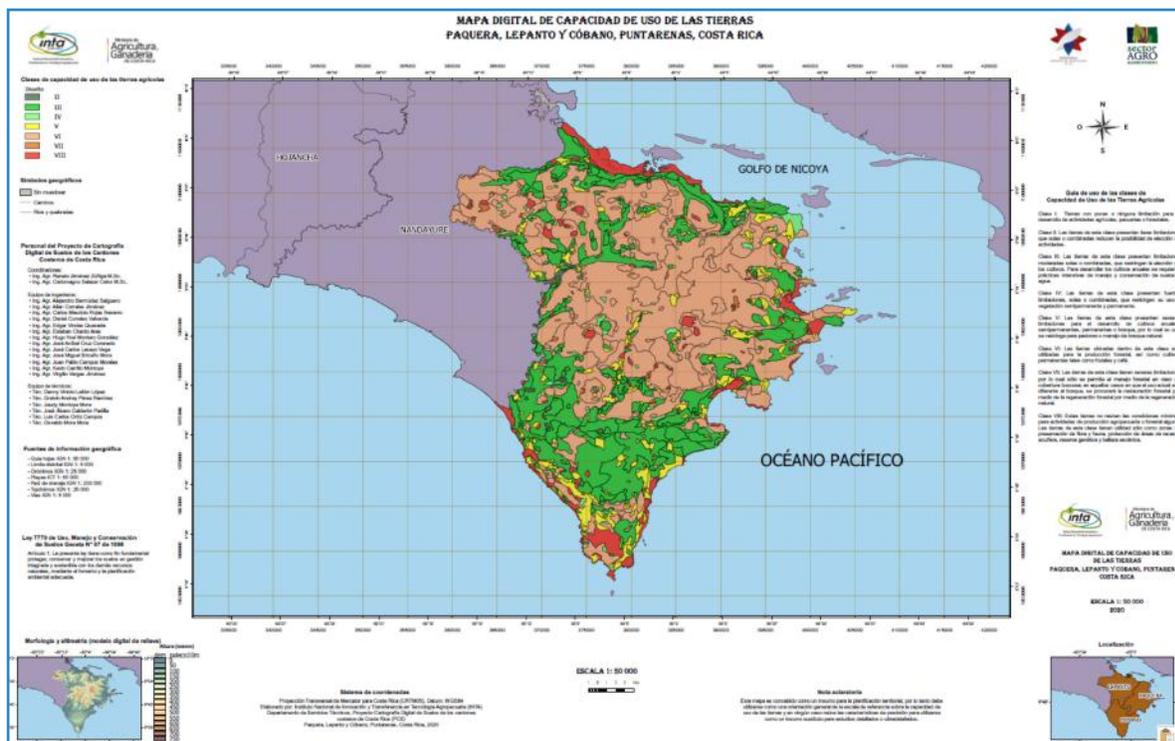


Figura 61. Mapa digital de clases de capacidad de uso de las tierras para los planes reguladores municipales (Paquera-Lepanto-Cóbano) unificados en 2020.

Finalmente, los productos cartográficos, son publicados en el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) del Instituto Geográfico Nacional, según ha sido indicado por la Contraloría General de la República (figura 62).

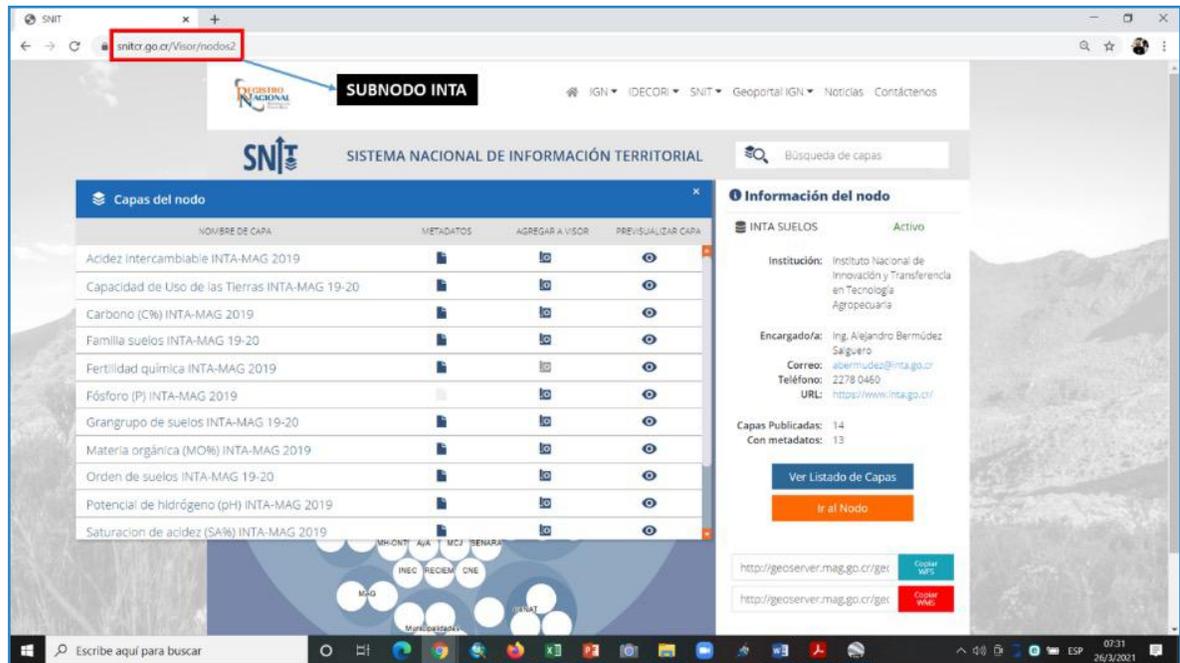


Figura 62. Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) del Instituto Geográfico Nacional.

La información obtenida permitió la definición de los sitios geográficos específicos en Nandayure y Hojancha, de los perfiles modales en calicata para la medición de los siguientes componentes: porcentaje de pendiente, erosión, profundidad suelos, texturas, pedregosidad, fertilidad, toxicidad de algún elemento químico, salinidad, drenaje, riesgo de inundación, zona de vida, meses secos, neblina y vientos.

El Proyecto (PCS) presenta un enfoque de interés nacional que servirá para la toma de decisiones en temas como: a.) obtención de mapas temáticos básicos para la construcción del Índice de Aptitud Edáfica exigidos a los gobiernos locales para la elaboración de los planes reguladores y uso de la tierra de sus territorios (Planes Reguladores Cantonales), b.) obtención de las capas temáticas básicas para la elaboración de la matriz de protección de mantos acuíferos en general, clases texturales, densidad aparente y partículas, que son requeridos para el SENARA, c.) definición de línea de base para la descarbonización del país, a partir del carbono orgánico fijado en suelos, d.) información básica para mejorar la gestión de las Agencias de Extensión del MAG, instituciones del crédito, INDER, vivienda, turismo y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación del MINAE y e.) información básica para la elaboración de la zonificación agroecológica de los cultivos del país.

Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI)

En INTA tiene representación en la Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI), en el marco de la Convención de Naciones Unidas de lucha contra la desertificación, la degradación de tierras y la sequía UNCCD (www.unccd.int/). Participa en el análisis, revisión y aprobación de todos los proyectos que se financian con recursos provenientes del Global Environmental Facility (GEF) (figura 63).



Figura 63. Prácticas de recuperación de tierras degradadas y de conservación de suelos en cultivo de café, con asociados de cultivos anuales, en cuenca de Barranca, planificadas y desarrolladas dentro de los proyectos financiados a productores por el GEF (cantones de Palmares y Naranjo).

Zonificación Agroecológica en el Valle Central

En relación a Zonificación Agroecológica de cultivos, en algunos cantones de la Región Central, se publicaron en el SNIT-Sub Nodo Zonificación, capas temáticas intermedias y de gran valor para el sector agropecuario y que se pueden visualizar en la página del SNIT.

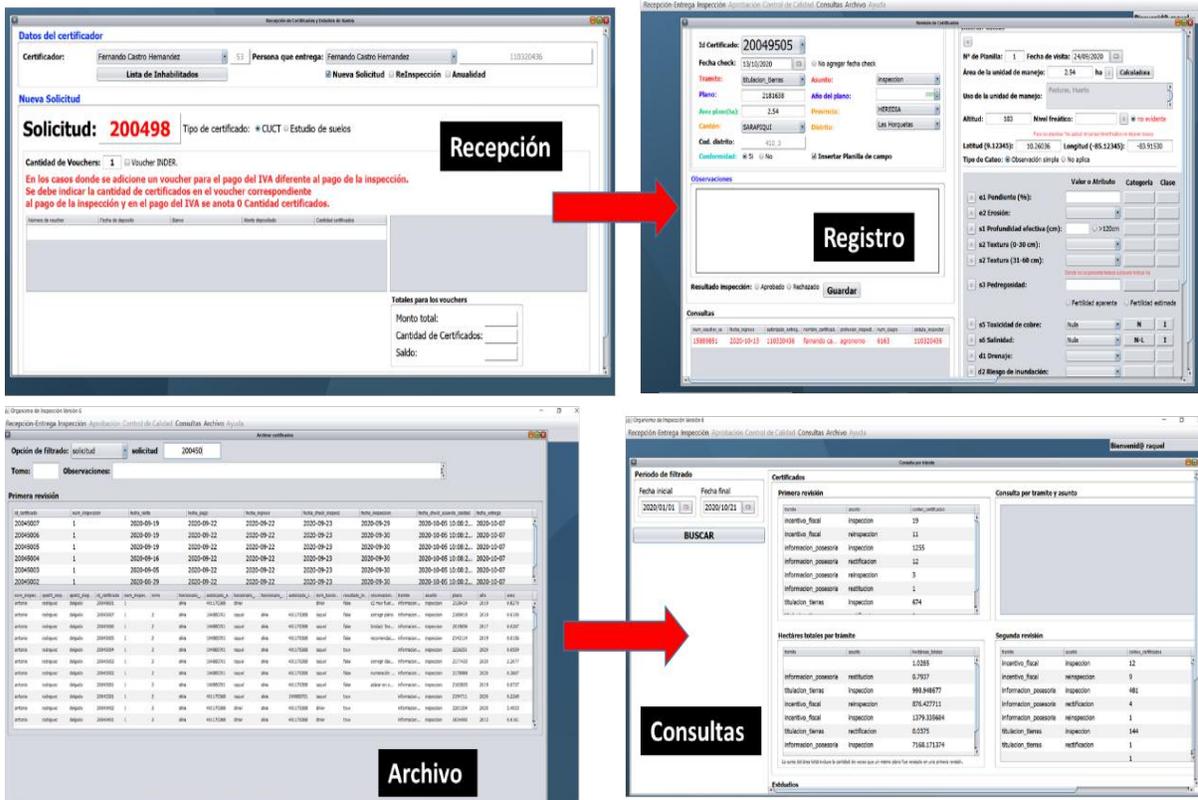
La zonificación agroecológica permitirá en el futuro la planificación de la producción, el crédito agropecuario, la administración efectiva de seguros de cosecha, la investigación agropecuaria, el encadenamiento de componentes productivas y de comercialización, para mejorar la calidad de vida de los habitantes de zonas rurales del país.

Organismo de Inspección (O.I.)

El trabajo del Organismo de Inspección (O.I.), consistió en la revisión exhaustiva de documentos, procesos afectos a los alcances de la ley N°8220-Ley de Protección al Ciudadano del exceso de requisitos y trámites administrativos, la que otorga plazos ajustados en tiempo, para la resolución de estas solicitudes, en donde la institución busca la tramitación expedita de estos requisitos, todos incluidos en el Plan de Mejora Regulatoria del INTA. Además, se informa a la STAP que los documentos revisados al 15 de octubre de 2020 fueron en total 2005 expedientes, para diferentes trámites como inscripción y titulación, compra de fincas con fondos públicos por el INDER, cambios de uso del suelo agrícola a otros usos y exención de hasta un 40% del impuesto sobre los bienes inmuebles, según el Artículo 49 de la Ley N°7779. Además, se realizó la atención de más de cien consultas externas de los administrados, al proceso y elaboración de informes relacionados con los diferentes reportes científicos y administrativos.

En las siguientes imágenes, se evidencian los avances del software que se desarrolla en el INTA, para la administración del tránsito de documentos generados en la gestión de la información requerida por el O.I. y el Laboratorio de Suelos del INTA.

Pantallas capturadas del software que permite gestionar el tránsito de documentos (Ley N° 8220)



Con el concurso de los profesionales asignados para el Proyecto PCS se realizaron dos eventos de manera virtual, para 32 Certificadores de Uso Conforme del Suelo, que son los usuarios de este servicio, que fue creado en 2003 por el Decreto Ejecutivo N°30636-MAG. Su importancia radica en que es requerida para la inscripción de bienes inmuebles en el Poder Judicial (Ley de Informaciones Posesorias y por la vía administrativa en el INDER), así como la tramitación de permisos para cambio de uso del suelo agropecuario para otros tipos de uso como: urbanístico, para extracción de áridos y menas, compra de fincas por el INDER, todos regulados por los Artículos 1, 27 y 66 de la Ley N°7779-Uso, Manejo y Conservación de Suelos.

Laboratorios del INTA

Los Laboratorios del INTA contribuyen con el desarrollo tecnológico agropecuario mediante la participación activa en investigación, generación de innovaciones tecnológicas, prestación de servicios de laboratorio, producción y transferencia en tecnología en beneficio de la sociedad costarricense. Se cuenta con seis laboratorios: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas, Laboratorio de Nutrición Animal, Laboratorio de Fitoprotección, Laboratorio de Biología Molecular, Laboratorio de Cultivo de Tejidos los Diamantes y Laboratorio de Cultivo de Tejidos Carlos Durán. En el 2020 se logró modernizar el mobiliario, de algunos laboratorios, así como equipo que permitió mejorar la eficiencia, las capacidades analíticas y la oferta de nuevos servicios (figura 64). A causa de la emergencia sanitaria COVID 19, se implementó una estrategia de trabajo logrando mantener el servicio durante todo el año.



Figura 64. Mejora en las áreas de trabajo y capacidad de almacenamiento. 2020.

Se concluyó el catálogo de servicios de laboratorio, el cual se puso a disposición del público en la página web del INTA y en la Plataforma PLATICAR. Es un instrumento que integra los productos y capacidades de cada laboratorio, así como su ubicación y contactos (figura 65).



Figura 65. Catálogo del Departamento de Laboratorios. 2020.

Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas

Este laboratorio brinda servicios de análisis en diferentes matrices (suelos, aguas, tejido vegetal, abonos orgánicos, bioles, gases), fundamentales para:

- Determinación de la nutrición vegetal y fertilidad de suelos.
- Caracterización de suelos con fines taxonómicos.
- Caracterización física de los suelos para el manejo del agua de riego y mecanización.
- Caracterización química de abonos orgánicos, bioles y aguas.
- Análisis de gases de efecto invernadero (metano, óxido nitroso, hexafluoruro de azufre y dióxido de carbono).
- Análisis de metales pesados en diferentes matrices (cadmio, por ejemplo).

Para el año 2020, un alto porcentaje de los servicios que se brindaron fue en apoyo a actividades ordinarias del INTA y del MAG (proyectos de investigación y servicios de apoyo a pequeños y medianos productores a través de las Agencias de Extensión Agropecuaria). Se atendieron las necesidades de certificadores de uso conforme, quienes requerían la determinación de análisis de la fertilidad del suelo según lo requerido por la Guía de Capacidad de Uso de las Tierras, ante el requisito solicitado por el Organismo de Inspección.

Se analizaron un total de 8133 análisis sobre una meta de 6650, lo cual es importante rescatar a pesar de la situación que enfrentó el país por la pandemia. De los 8133 análisis, 3497 (43%) correspondieron a demandas del área de investigación; 3090 (38%) a pequeños y medianos productores del país que enviaron sus muestras a través de Cooperativas (Coopeleche, Coopetarrazú) y las Agencias de Extensión Agropecuaria del MAG, 1220 (15%) a profesionales certificadores de uso conforme, como requisito para establecer las limitaciones en la capacidad de uso de las tierras y 326 servicios de análisis (4%) de particulares que utilizan los análisis para diferentes fines (cuadro 20).

Cuadro 20. Análisis realizados por el Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas, 2020

| Tipo de análisis | Número de muestras |
|-------------------------------|--------------------|
| Análisis en tejido vegetal | 890 |
| Análisis de textura en suelos | 752 |
| Análisis de CIC y bases | 496 |
| Análisis químico en suelos | 7243 |
| Densidad real | 503 |
| Retención de humedad | 66 |
| Azufre foliar | 560 |
| Densidad aparente | 845 |
| Materia orgánica | 4883 |
| Boro foliar | 698 |
| Relación C/N | 590 |
| Químico sencillo aguas | 6 |
| Conductividad hidráulica | 486 |
| Abonos orgánicos | 41 |
| Otros | 489 |

Adquisiciones y mejoras

En el año 2020 se adquirieron equipos muy valiosos para ofrecer más servicios y más eficientes, dentro de éstos destacan la adquisición de: ICP-OES (espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente); Auto-muestreador para horno de grafito; Medidor de Conductividad Eléctrica y pH; Destilador de agua; entre otros (figura 66).

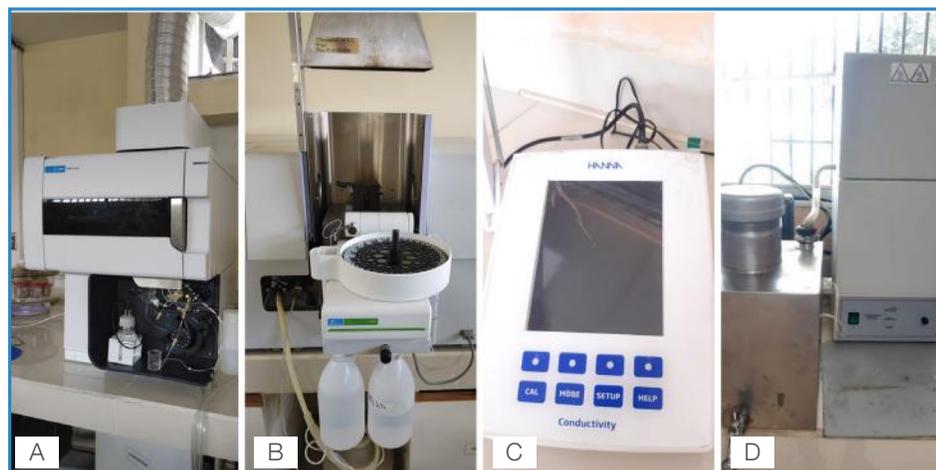


Figura 66. Mejora de las capacidades del laboratorio con equipo nuevo. A) ICP-OES, B) Automuestreador, C) Conductímetro, D) Destilador de agua.

En cuanto a servicios de análisis, interpretación y generación de programas de manejo nutricional ofrecido por el laboratorio para los pequeños y medianos productores del país, es único, dando soluciones oportunas para un manejo integral del recurso suelo, con alternativas amplias que buscan un mayor retorno económico para el agricultor o ganadero y la sostenibilidad del sistema productivo. Se pueden estimar en más de 3500 fincas beneficiadas con el servicio de análisis mencionado.

Laboratorio de Nutrición Animal

El objetivo de este laboratorio es realizar análisis bromatológicos de muestras de forrajes y de materiales ensilados empleados en nutrición animal. Con ello se contribuye a mejorar la alimentación y productividad pecuaria nacional, al apoyar diferentes proyectos del INTA a través de análisis químicos y evaluación nutricional de los alimentos.

Se impulsó la implementación de normas internacionales de calidad, tales como la Norma INTE:ISO 17025. También se utilizaron dos metodologías para el análisis de muestras, específicamente: Proteína por Kjeldahl y por Dumas. Igualmente se mejoró la capacidad instrumental a través de la adquisición de diversos equipos para mejorar la capacidad y versatilidad de los análisis, tales como: bomba calorimétrica (para determinar energía bruta en los alimentos) y espectrofotometría de infrarrojo cercano-NIR- (para determinar % grasa), entre otros (figura 67).



Figura 67. Equipos adquiridos para implementar nuevos servicios. A) Extractor de grasa B) Bomba calorimétrica.

La adquisición de nuevo equipo, permitió utilizar dos nuevas metodologías, la extracción de grasa conocida también como extracto etéreo por extracción con hexano y la determinación de energía bruta (poder calórico).

Para el año 2020 se realizaron 540 análisis, trabajo satisfactorio a pesar de ser un año atípico. La mayor parte de las muestras que ingresaron fueron de forraje tipo avenas por el interés creciente en esta fuente de alimentación del sector pecuario, con la finalidad de buscar fuentes alternativas al consumo de balanceados comerciales en alimentación animal. En segundo lugar, estuvo el ingreso de muestras relacionadas con el pasto “sorgo” en apoyo a investigaciones de variedades de materiales forrajeros (figura 68).

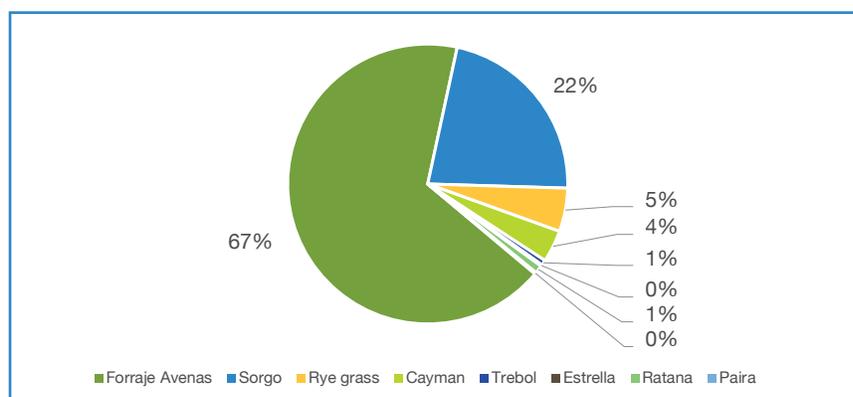


Figura 68. Tipos de muestras analizadas, año 2020.

Laboratorio de Fitoprotección

Los objetivos de este laboratorio son: realizar análisis en el área de fitoprotección (plagas, enfermedades, nematodos, microbiología de suelos, control de calidad y producción de insumos microbiológicos), así como atender demandas específicas de estudios de eficacia biológica, dentro del campo de agricultura empresarial y estratégica. Con ello se contribuye a brindar apoyo a la investigación desarrollada por el INTA y usuarios del sector agropecuario. Para cumplir con los objetivos, el laboratorio dispone de profesionales en las áreas de fitopatología, nematología, entomología y microbiología, además de personal técnico de apoyo. Para el año 2020 se analizaron 749 muestras, según se detalla por tipo de servicio realizado en el cuadro 21.

Cuadro 21. Número de muestras según tipo de servicio. 2020.

| Tipo de servicio | N. muestras |
|---|-------------|
| Nematología | 149 |
| Microb suelos, abonos orgánicos, biofermentos | 155 |
| Fitopatología vegetal | 132 |
| Entomología | 38 |
| Microorganismos | 247 |
| Control Calidad | 17 |
| Total | 749 |

La distribución porcentual según usuario, mostró que el 62% de las muestras correspondieron a investigadores del INTA, 28% a particulares, 5% de las Agencias de Extensión Agropecuarias (AEA) y 5% de productores registrados (figura 69). Es importante mencionar que, del total de las muestras analizadas, hubo una disminución en el ingreso de las mismas con respecto al año 2019, situación que se explica por ser un año atípico.

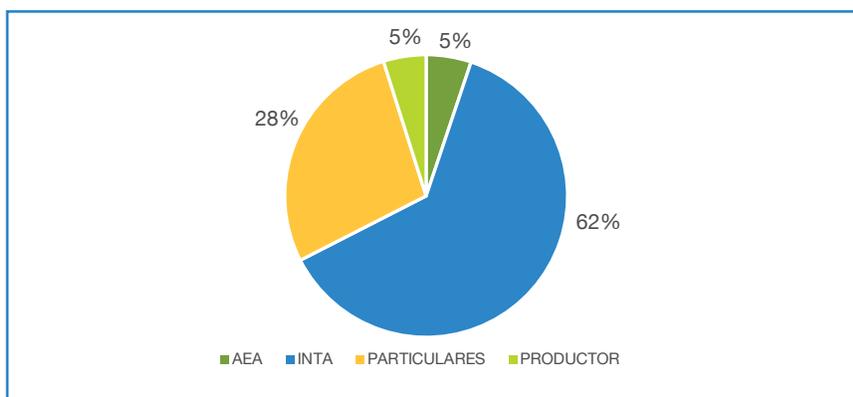


Figura 69. Distribución porcentual según usuario. Laboratorio Servicios de Fitoprotección.

Los estudios de eficacia biológica van dirigidos ya sea para investigaciones internas o para fines de registro ante el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). Durante el año 2020 se realizaron las siguientes pruebas (figuras 70,71,72):

- Evaluación del producto biofol ts como promotor de la germinación en arroz (*Oryza sativa*).
- Eficacia biológica del fungicida cevya 40 sc (mefentrifluconazole) contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). Evaluación bajo condiciones de invernadero del fungicida bas 764 00 f contra *pyricularia oryzae* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*).
- Evaluación bajo condiciones de invernadero del fungicida bas 764 00 f contra *pyricularia oryzae* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*).





Figura 70. (A-B): Preparación de dosis de producto para tratamiento de semilla de arroz, (C-D): Agitación constante por al menos 1 minuto y siembra en las cámaras de germinación, (E): Vista distribución de la semilla. 2020.

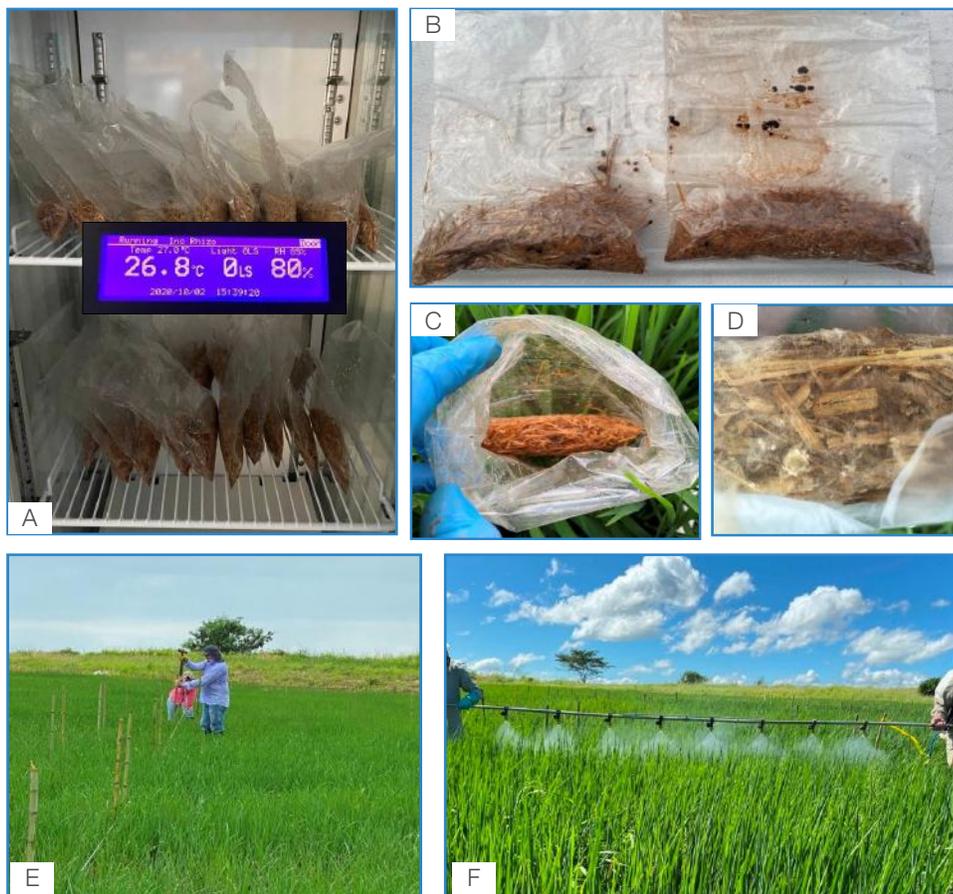


Figura 71. Eficacia biológica del fungicida contra *Rhizoctonia solani* en arroz. (A, B, C, D): crecimiento del hongo en ambiente controlado e inóculo listo para aplicarse en campo, (E): Marcaje de ensayo en campo, (F): Aplicación en campo. Cañas, Guanacaste. 2020.

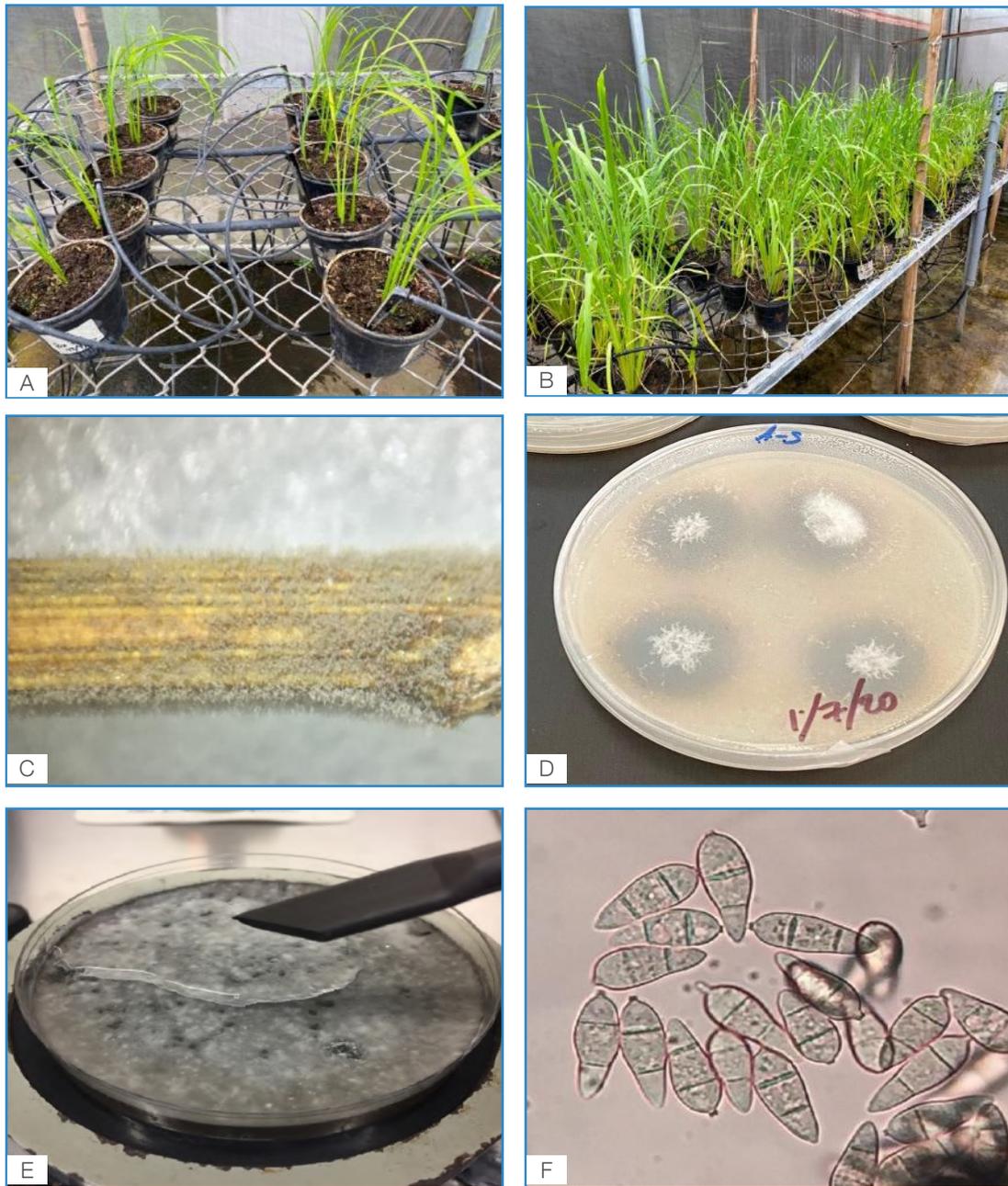


Figura 72. Eficacia biológica del fungicida contra *Pyricularia oryzae* en arroz bajo condiciones de invernadero. (A-B): Momentos fisiológicos de la aplicación de los tratamientos, (C): Esporulación del hongo en el cuello de la panícula, cultivar INTA PUITÁ, (D): Crecimiento monoconidial del hongo en el sustrato Agar-Semolina, (E) Barrido de las conidias con espátula de hule esterilizada y (F) conidias del hongo. 2020.

Laboratorio de Biología Molecular

El Laboratorio de Biología Molecular del INTA (LBM-INTA) tiene como objetivo la utilización de diferentes técnicas de biología molecular como: caracterización molecular para identificar variedades y caracterización genómica de razas pecuarias, entre otras técnicas moleculares.

Caracterización molecular de variedades de aguacate

El objetivo de este proyecto fue caracterizar molecularmente diferentes variedades de *Persea americana* procedentes de la zona de Los Santos, por medio del uso de microsatélites, con el fin de determinar la diversidad genética y confirmar la clasificación varietal del material evaluado. Para el estudio, se utilizaron 14 SSR (microsatélites), de los cuales 12 amplificaron con la mayoría de las muestras ($\leq 90\%$). El análisis de alelos nulos mostró que el marcador SHRSPa203 presentaba un 29,3%, por lo que se excluyó de análisis posteriores. De los 11 SSR analizados se obtuvo un total de 151 alelos, para un promedio de 13.73 alelos por marcador y una diversidad genética promedio del 79-80%. Se determinó que hay variación en la diversidad genética dependiendo del sitio de muestreo (64-81%). Incluso los materiales clasificados como Hass, resultaron tener diferencias genéticas entre ellos (9-34%). En conclusión, para la zona de Los Santos se cuenta con una abundante fuente de germoplasma para el mejoramiento genético del cultivo y para suplir la demanda del consumo nacional e internacional, así como para la apertura hacia otros mercados alternativos, como la extracción de aceites (figura 73). Además, se determinó que las variedades de consumo como el Hass, deberían ser uniformes en términos genéticos y de rendimiento, por lo que la variabilidad observada requiere más investigación para determinar su origen y el impacto sobre la producción a mediano y largo plazo.

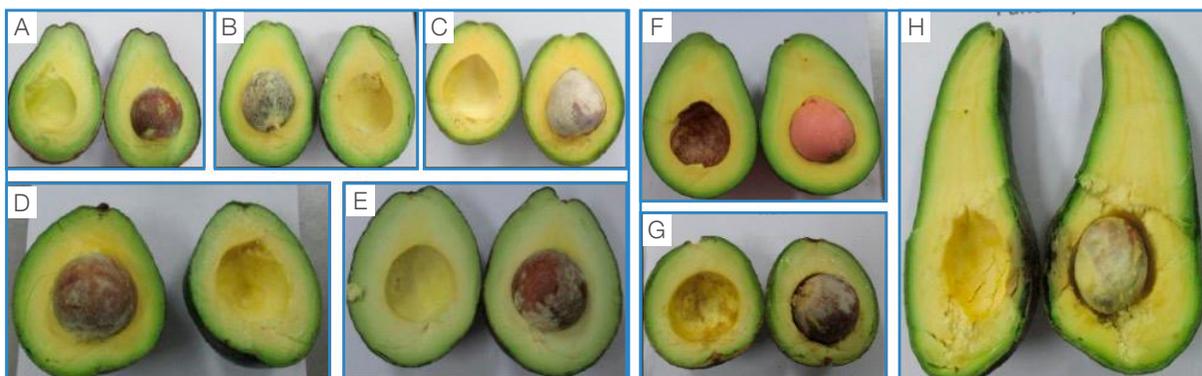


Figura 73. Variedades con alto potencial comercial que podrían utilizarse para complementar o sustituir la producción de Hass. A) Lamb Hass (Hass Like), B) Pinkerton, C) Kahalú, D) 01, E) Fallas 1, F) 553, G) Reed y H) Panchoy.

Selección de biocontroladores de hongos e insectos plaga para su uso en agricultura orgánica

Como parte de la búsqueda para una agricultura más sostenible, el control biológico es una de las estrategias de control de plagas más utilizada en el país. A través del banco de microorganismos que custodia el Laboratorio de Fitoprotección del INTA, se está apoyando un proyecto para la selección de biocontroladores de diferentes plagas en coordinación con la Asociación Agro Orgánica de Guanacaste. Mediante pruebas moleculares, caracterización morfológica *in vitro* (hongos), bioquímica (bacterias) y ensayos de patogenicidad *in vitro* (*Trichoderma-Fusarium*) se realizó una preselección de una cepa de *Trichoderma* y de *Bacillus thuringiensis* para el control de *Fusarium solani* y dos especies de lepidópteros del género *Daphania*, respectivamente.

Identificación de resistencia a insecticidas peritroides en *Stomoxys calcitrans*

Se investiga la presencia de la mutación *kdr-his* (Knockdown resistance-histidine), con el canal de sodio voltaje dependiente (VGSC) volviéndolo incompatible con el ingrediente activo de los piretroides, por lo cual se asocia con el desarrollo de resistencia a insecticidas en mosca del establo (*S. calcitrans*) y otros insectos. Se concluyó con la recolección de muestras en campo para un total de 200 adultos de mosca del establo (*S. calcitrans*) que se colectaron en San Carlos, Batán, Quepos y Heredia. Los sitios fueron seleccionados por la incidencia de poblaciones de la mosca desarrollándose en rastrojos de piña, banano, palma aceitera y boñiga, en sitios donde las plantaciones están cerca de ganaderías en el caso de los tres primeros sitios. En el caso de la finca en Heredia es una ganadería donde no se hace aplicación de insecticidas, por lo que sirve como control con respecto a los otros sitios donde el uso de pesticidas ha sido extensivo. También se realizaron bioensayos con adultos que fueron capturados vivos en el campo, en la zona de San Carlos. Para lo bioensayos se capturaron de 200-300 adultos vivos en un período de 12-24 horas. Los individuos fueron expuestos a una dosis letal (1X) y super letal (30X) de dos insecticidas peritroides (permetrina y deltametrina) en condiciones de laboratorio, con un testigo sin insecticida en cada caso. Los bioensayos muestran que los individuos presentan cierta resistencia a la permetrina (79% mortalidad a la dosis 1X), pero todavía son susceptibles a la deltametrina (100% mortalidad a la dosis 1X) (figura 74).





Figura 74. Bioensayos *in vitro* con insecticidas y recolección de mosca del establo en campo.

Estudio genómico del ganado raza Brahman en Costa Rica

Para este estudio se utilizó la información genealógica de la base de datos del ganado Brahman administrada por Asocebú. Para la selección de la muestra de animales a incluir en el estudio se utilizó el programa Endog v4.8. Con el software Endog se generaron parámetros e indicadores de genética de poblaciones: ancestros fundadores y aportaciones a la variabilidad del pedigrí, niveles y tendencias de la consanguinidad, estructura del pedigrí y número de generaciones, coeficiente de relación aditiva (CRA) promedio, entre otros. En total se muestrearon 38 fincas distribuidas en todas las regiones del país. Las muestras fueron analizadas con el chip de secuenciación Illumina Bovine HD 777K que incluye todos los SNPs conocidos para *Bos indicus* y para *Bos taurus*; el cual contiene aproximadamente 777 900 marcadores.

Laboratorio de Cultivo de Tejidos. Estación Experimental Los Diamantes

En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la EELD se trabaja en la producción de semilla limpia de calidad principalmente de musáceas (plátano y banano criollo) y raíces tropicales (yuca, malanga, tiquizque, camote, ñame, yampí). Se han realizado investigaciones para mejorar los protocolos existentes, o bien, implementar nuevos. Además, se brinda capacitación sobre manejo de vitroplantas, generalidades del laboratorio y protocolos.

Cooperación con laboratorios de Colegios Técnicos Profesionales (CTP)

Mediante el Convenio MAG-MEP, el INTA ha actuado como facilitador de material vegetal y de capacitación en técnicas de reproducción *in vitro*, y los CTP como los receptores de estas tecnologías. Se capacitó de manera presencial en el laboratorio (previo al inicio de la pandemia) a los profesores de los CTP de Cóbano y Jicaral. Se les brindó material vegetal *in vitro* a los CTP de Cóbano, Jicaral, Piedades Sur, San Mateo y Orotina. La capacitación impartida a los encargados de los laboratorios permitió que los mismos empiecen a producir, a capacitar estudiantes de la modalidad agropecuaria, a producir semilla sana para su zona de influencia, y posiblemente generar emprendimientos entre los jóvenes rurales (semilleristas) (figura 75).



Figura 75. Capacitación a encargados de los CTP de Cóbano y Jicaral.

Importación de material vegetal *in vitro* de yuca Señorita del banco de germoplasma del CIAT de Colombia

A nivel institucional se vio la importancia de poder renovar la semilla de yuca Señorita en el país. Gracias al financiamiento otorgado por FITTACORI, se logró importar cinco accesiones de yuca Señorita, del banco de germoplasma del CIAT de Colombia, para ser usado como semilla inicial para su reproducción *in vitro*, y para la posterior distribución de semilla limpia a los pequeños y medianos productores de yuca de Costa Rica (figura 76). Los productores manifestaron su interés de renovar sus plantaciones de yuca Señorita, misma que se ha ido degenerando, pues esta variedad fue traída al país hace más de 30 años.



Figura 76. Accesiones de yuca Señorita enviadas por el CIAT de Colombia: PAR116, CUB75, PAR65, PAR70 y PAR75.

Producción de vitroplantas

- Musáceas: se produjeron 8479 plantas (*in vitro*, en bandejas en invernadero y en potes en vivero). Se vendieron 11930, para un total de 20409 plantas de musáceas (vendidas y en proceso de producción en laboratorio).
- Raíces tropicales: se encuentran en condiciones *in vitro* 13259 plantas de raíces tropicales. Se han entregado 5375 plantas de yuca, para parcelas de producción de semilla dentro de la EELD. En total se han producido 18634 plantas de raíces.

El material vegetal de calidad de raíces tropicales y musáceas es de vital importancia para los pequeños y medianos productores de todo el país, a fin de mejorar rendimientos y evitar los problemas relacionados con el uso de semilla de baja calidad. Se han beneficiado alrededor de 100 productores con la compra de semilla sana al laboratorio. Además de manera indirecta, los que se verán beneficiados de la venta de semilla de los lotes semilleros, pues son plantas que se produjeron en el laboratorio (figura 77).

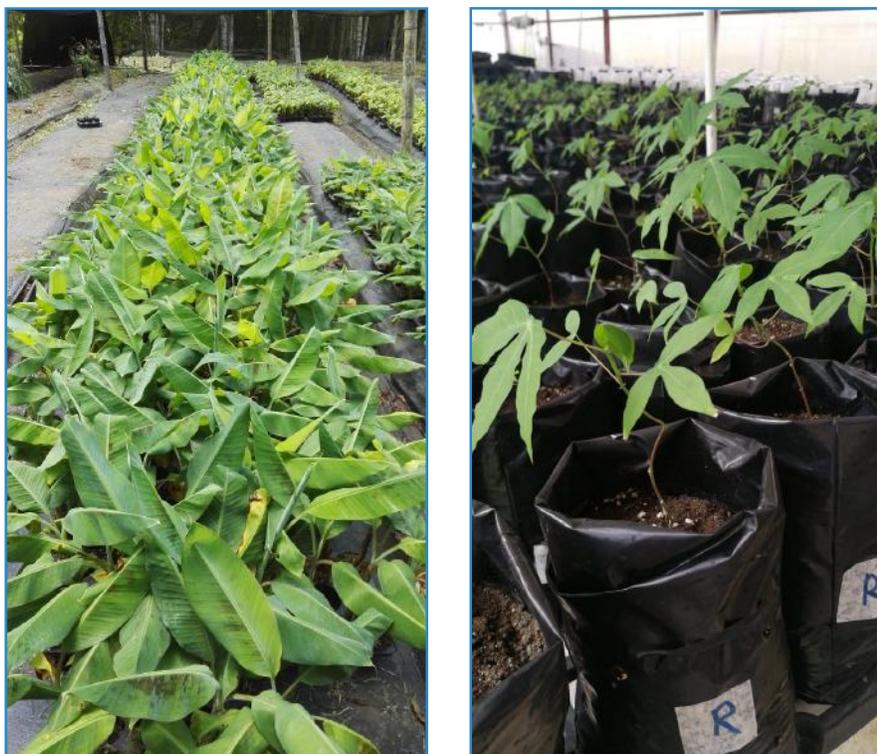


Figura 77. Plantas de plátano listas para la venta (izquierda), plantas de yuca aclimatadas (derecha). 2020.

Laboratorio de Cultivo de Tejidos. Estación Experimental Dr. Carlos Durán

El Laboratorio de Cultivo de Tejidos (LCT), está ubicado en la Estación Experimental Carlos Durán (EECD), en Potrero Cerrado de Cartago. El objetivo del laboratorio es proveer material de plantas élite de alta calidad e inocuidad al sector productivo.

La principal actividad que se realiza en el laboratorio es la micropropagación vegetativa de plantas de papa. Las vitroplantas son los materiales de más alta calidad e inocuidad que un productor pueda recibir. Para el año 2020 el LCT produjo un total de 23.412 plantas de papa *in vitro*, las cuales se desglosan en el cuadro 22.

Cuadro 22. Cantidad de plántulas por genotipo *in vitro* producidas durante el 2020.

| Micropropagación <i>In vitro</i> | | |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Genotipo | Cantidad de frascos | Cantidad de plantas |
| Floresta | 898 | 10776 |
| Granola | 40 | 480 |
| Idiafrit | 10 | 120 |
| Tacna | 135 | 1620 |
| Única | 423 | 5076 |
| Yema de huevo | 106 | 1272 |
| 389468,3 | 83 | 996 |
| 396009,239 | 42 | 504 |
| 396009,24 | 29 | 348 |
| 398017,53 | 139 | 1668 |
| 398192,143 | 46 | 552 |
| Total | 1951 | 23412 |

Otra de las actividades de importancia para el LCT durante el 2020 fue el mantenimiento del banco de germoplasma de papa, que consta de 200 genotipos, provenientes del Centro Internacional de la Papa, Perú (figura 78). De cada material se mantienen cinco tubos de ensayo con cuatro explantes en cada tubo, para un total de 4000 vitro plantas. Cada año se realiza la renovación del banco para garantizar que el material esté disponible para procesos de investigación y producción.



Figura 78. Banco de germoplasma de papa, procedente del CIP.

Como parte de las mejoras en equipo, el LCT adquirió dos cámaras de flujo laminar, para mejorar e incrementar el proceso de micropropagación, además de reestructurar las áreas de crecimiento *in vitro*, mediante la reubicación de los estantes y del área de propagación y crecimiento del Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH) (figura 79 y 80). Estas medidas han permitido mejorar la producción de plantas.



Figura 79. Equipo e instalaciones del LCT. (A) Área de transferencia (micropropagación vegetativa *in vitro*). (B) Cámaras de flujo laminar, para cultivo de tejidos. (C) Área de crecimiento vegetal. (D) Área de propagación y crecimiento vegetal SAH.



Figura 80. Plantas de papa producidas en el sistema SAH. (A) Plantas jóvenes de papa 7 días después de la siembra. (B) Plantas de papa listas para llevar al invernadero, 22 días después de la siembra.

Durante el año 2020 bajo el sistema SAH, el LCT propagó más de sesenta y siete mil plantas, desglosadas según genotipo en el cuadro 23.

Cuadro 23. Propagación de materiales según genotipo. 2020.

| Micropropagación SAH | | |
|----------------------|-------------------|---------------------|
| Genotipo | Cantidad de cajas | Cantidad de plantas |
| Floresta | 1553 | 31060 |
| Frital | 134 | 2680 |
| Granola | 50 | 1000 |
| Tacna | 40 | 800 |
| Única | 250 | 5000 |
| Yagana Inia | 10 | 200 |
| Yema de huevo | 125 | 2500 |
| 389465,3 | 508 | 10160 |
| 396009,239 | 89 | 1780 |
| 396009,24 | 169 | 3380 |
| 398017,53 | 320 | 6400 |
| 398192,143 | 80 | 1600 |
| 398208,704 | 28 | 560 |
| Total | 3356 | 67120 |

Existen diversas técnicas para incrementar los procesos de propagación vegetativa, uno de los que se implementó durante el 2020, fue el uso de brotes a partir de minitubérculos de papa. Esta técnica permite acelerar los procesos de obtención de plantas y entre sus grandes aportes es la obtención de plantas más vigorosas y con hojas más desarrolladas. En promedio un minitubérculo produce cuatro brotes, por lo que potencialmente son cuatro plantas nuevas (figura 81).



Figura 81. Sistema de obtención de plantas mediante la brotación de semilla de papa. (A) Semilla de papa brotada. (B) Brotes de papa para siembra en sustrato. (C) Planta de papa lista para llevar al invernadero.

Con miras a la mejora continua se sigue trabajando en los procesos de propagación vegetativa, con la implementación de nuevas técnicas, que permitan incrementar la producción y la disminución en los costos operativos.

Estaciones Experimentales

Estación Experimental Ing. Enrique Jiménez Núñez

La Estación Experimental Ing. Enrique Jiménez Núñez (EEEJN) es un centro de investigación y transferencia de tecnología al servicio del sector agropecuario, ubicada en Bebedero de Cañas, Guanacaste, perteneciente a la zona de vida Bosque Seco Tropical. Cuenta con un área de 97,8 ha, de las cuales 66 son dedicadas a la investigación, servicios y transferencia de tecnología y las 31,8 ha restantes, se dedican a la conservación del ambiente (figura 82).

Los objetivos de la Estación son:

- Apoyar las diferentes actividades de investigación y transferencia que desarrolla el INTA en la región.
- Producir y brindar productos y servicios para los productores de la zona y demás regiones del país.
- Planificar y desarrollar eventos de capacitación y difusión de tecnología a técnicos y productores.
- Contribuir con los procesos de aprendizaje y educación a estudiantes mediante pasantías, investigación dirigida y prácticas para optar por grados académicos.
- Coordinar y articular acciones con el sector agropecuario en la región de influencia directa de la Estación, así como, con el trabajo conjunto con organizaciones de productores y empresa privada.

Para el año 2020 debido a los lineamientos emitidos por el Ministerio de Salud en relación a la pandemia por Covid 19, a partir del segundo trimestre el INTA tomó la decisión de posponer el ingreso de estudiantes a la estación.



Figura 82. Estación Experimental Ing. Enrique Jiménez Núñez. 2020.

Apoyo en la generación de tecnología

Las actividades desarrolladas en la EEEJN responden al Plan Estratégico Institucional, a los Planes Sectoriales y Nacionales del Gobierno en beneficio del Sector Agropecuario Costarricense. En lo que corresponde al año 2020 las principales líneas de trabajo se enfocaron en: producción de semilla de fundación de arroz, semilla certificada de maíz, mejoramiento genético de ganadería de carne, investigación en la adaptación de cultivos en ambiente protegido y evaluación y selección de materiales genéticos de diferentes cultivos.

Se colaboró con el proyecto “Innovaciones para la horticultura en ambientes protegidos en zonas tropicales: opción de intensificación sostenible de la agricultura familiar en el contexto de cambio climático en América Latina y el Caribe”, financiado por FONTAGRO, el cual consistió en dos experimentos realizados en época lluviosa y en época seca, con cultivos de chile dulce (*Capsicum annum*) tipo Bell en sistemas productivos de casa de malla, invernadero y a campo abierto. En ganadería se continuó con la identificación y selección de animales con el objetivo de obtener animales con mayor adaptación y alto valor genético como reproductores, de igual manera se implementaron estrategias dirigidas hacia un manejo sostenible y competitivo del hato.

De igual forma la estación colaboró con apoyo de personal de campo, insumos, adecuación de terrenos y manejo agronómico con las diferentes actividades desarrolladas en investigación del INTA. Entre ellas destacan los cultivos como frijol, hortalizas, yuca amarga y las actividades pecuarias. En este mismo sentido se prestó colaboración de personal y terreno en el proyecto de investigación desarrollado por la Universidad Nacional en el cultivo de arroz, amparado en el convenio establecido entre ambas instituciones.

Actividades de difusión y capacitación

Durante el año 2020, también se apoyaron actividades de transferencia de tecnología, por medio de tres actividades en el área de hortalizas organizadas a lo largo del país. De manera conjunta con el apoyo de la Dirección Regional del MAG de la Región Pacífico Central, se trabajó en la instalación de dos módulos de producción de hortalizas en sistemas productivos de casas de malla, en Sardinal y Barranca. A los grupos se les capacitó en la adecuación del terreno, preparación de compostajes, colocación de pantallas de sombreado y anti insecto, construcción de túneles bajo cobertura plástica, confección de almácigos y uso del sistema de fertirrigación. Entre los cultivos que se sembraron se encuentran: chile dulce, pepino, albahaca, lechuga, repollo, coliflor, cebollino y culantro. De igual forma en la Región Chorotega, se apoyó la instalación de huertas caseras, con el objetivo de mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de esta región.



Figura 83. Módulo productivo de casa de malla de 2500 m² ubicado en Barranca de Puntarenas. 2020.

Productos y Servicios

La Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez es un centro generador de tecnologías agropecuarias que ejerce un papel preponderante en las organizaciones públicas y privadas ligadas al sector agroproductivo. Entre los aportes que brindó esta estación durante el 2020 destacan: producción de pie de cría de raza Brahman, semilla de arroz, maíz, leguminosas de grano y estacas forrajeras.

Se produjo previa solicitud del sector semillero semilla de arroz categoría fundación. Dicho material fue producido bajo estrictos estándares de calidad, originando un material reproductivo de excelentes condiciones, regidos por los lineamientos de la Oficina Nacional de Semillas (ONS), con lo que se aseguró la disponibilidad de semilla para el sector arrocero del país. De esta forma se trabajó en la reproducción de ocho variedades de arroz obteniendo una producción de 10.120 kg de semilla. Adicionalmente, y a solicitud de la Corporación Arrocera Nacional se produjeron 8.464 kg de semilla categoría registrada de la variedad Conarroz 3. De igual forma, este proceso se llevó a cabo bajo los lineamientos de la Oficina Nacional de Semillas, logrando un material de excelentes condiciones reproductivas y de pureza.

En lo que respecta a la producción de semilla de maíz, durante el año 2020 en la estación se contó con 14.720 kg de semilla certificada de la variedad EJM-2 grano amarillo para la venta a productores. Esta semilla es destinada a la producción de forraje para la alimentación animal. Es importante recalcar que este cultivo es de suma importancia para el sector ganadero costarricense, ya que permite obtener una alta cantidad de biomasa con excelentes características nutricionales en reducidos periodos de tiempo. De igual forma, este cultivo también estuvo presente en nuestros hogares, en preparaciones de diferentes platillos que utilizan elotes como ingrediente.

En la actividad ganadera, se colocó un animal Brahman puro a la venta del público y se desarrollaron 17 animales Brahman puros para ser evaluados como posibles toros reproductores para el periodo 2021. De estos ejemplares y posterior a someterse al proceso de evaluación andrológica, se seleccionaron dos animales con las aptitudes necesarias para la reproducción animal y mejoramiento genético del hato de INTA (figura 84).

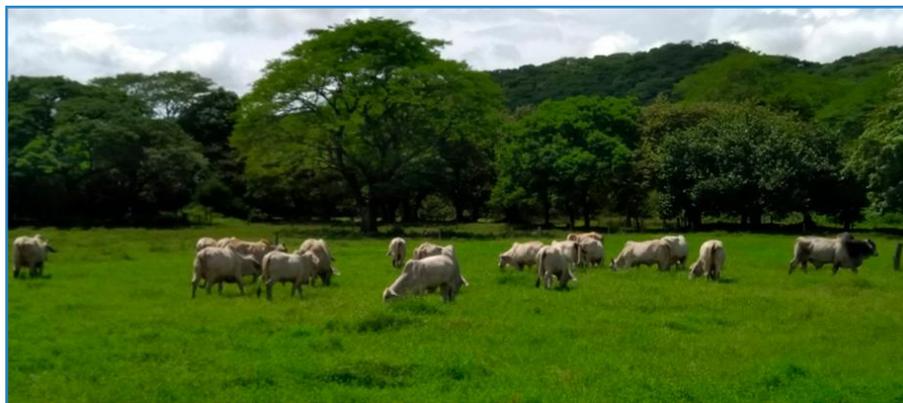


Figura 84. Hato en proceso de selección EEEJN. 2020.

Además, la EEEJN cuenta con un banco forrajero con el que se ha impactado a una importante cantidad de productores ganaderos de todo el país con la distribución de 26.510 estacas de botón de oro, 7.000 estacas de yuca, 6.800 kg de semilla de Cuba OM22 y 3.000 kg de semilla de caña forrajera. Igualmente, en el 2020 se iniciaron pruebas con distintos materiales de yuca amarga para ser utilizados en la elaboración de ensilaje como suplemento en la producción animal, complementando así la alimentación en épocas críticas y en busca de la disminución de costos en la suplementación animal.

Estación Experimental Los Diamantes

La Estación Experimental Los Diamantes cuenta con una extensión de 711 hectáreas, ubicada en el cantón de Guápiles, Pococí. Se dedica a la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria para actividades que se desarrollan en el Trópico Húmedo.

Apoyo en la generación de tecnología

Se estableció una investigación destinada al desarrollo de terneras en pastoreo dirigida a acortar los tiempos de edad para entrada a empadre. Además, una segunda investigación destinada a la nutrición animal con suplementación de toretes con ensilaje de yuca con cuatro diferentes raciones.

En la granja porcina el objetivo general es contribuir al mejoramiento de la producción nacional a través del acceso a material genético de alta calidad y a la generación de tecnología aplicable a las explotaciones porcinas. En su proceso productivo se cuantificaron los principales parámetros bioeconómicos (cuadro 24, figura 85).

Cuadro 24. Indicadores bioeconómicos en porcinos.

| Indicador productivo | Valor |
|-----------------------|-------|
| Partos por Cerda /año | 2 |
| Tasa fertilidad (%) | 86 |
| Tasa parición (%) | 82 |
| Peso Nacimiento (kg) | 1.91 |
| Peso Destete (Kg) | 8 |



Figura 85. Granja porcina en la EE Los Diamantes. 2020.

Actividades de difusión y capacitación

En el marco del proyecto *“Resiliencia de los sistemas de producción de cacao y yuca por medio de la implementación de medidas de adaptación y el desarrollo de capacidades en técnicos y productores en la región Caribe de Costa Rica”*, se colaboró con los procesos de capacitación por medio de charlas virtuales en temas de: manejo agronómico de la yuca, preparación de terreno, prácticas complementarias de cosecha y manejo de la semilla.

En el área de frutales se atendió a un grupo de 20 personas entre estudiantes y docentes de la UCR (Universidad de Costa Rica) en la vitrina establecida en la estación, y se abordaron temas relacionados al manejo de cultivo, plagas y enfermedades. Además, se impartieron charlas de Manejo Integrado de Cultivo a los productores de la zona de San Carlos, de manera presencial. Dentro del área de producción de frutales se manejan parcelas de papaya y rambután, en las que se atendieron 15 estudiantes de la UCR, también se impartió información técnica a 31 personas sobre el tema de FOCR4T y Abacá.

Se apoyó con el establecimiento de parcelas demostrativas de plátano, yuca y papaya a una organización de productores de Paquera para validar las mejores alternativas productivas con capacidad de adaptación a las condiciones agroclimáticas de esa región y transferir el manejo técnico de cada cultivo (figura 86).



Figura 86. Pruebas del cultivo de yuca en Paquera, 2020.

Para el cultivo de la pipa se realizaron pruebas con diferentes mecanismos de captura de la plaga del picudo negro, en donde se realizó una visita al área de ensayo y se mostraron los resultados a productores e representantes de instituciones relacionadas con la fitosanidad del cultivo (figura 87).



Figura 87. Presentación de resultados a técnicos y productores.

Productos y Servicios

Se puso a disposición la venta de 428 kg de semilla de maíz procedente de la EEEJN, la cual tuvo una gran aceptación de parte de los productores de la Región Atlántica. Además, se entregaron 1.448 cañas de bambú como parte del convenio INTA-BambuPallets.

La Estación Experimental los Diamantes cuenta con un hato bovino para la producción de pie de cría de la raza Brahman puro de registro y, un hato raza Brahman puro sin registro, para la producción de animales comerciales de la raza y sus cruces. En el área pecuaria, se produjo en total 143 nacimientos durante el año 2020, de los cuales, 70 fueron machos y 73 hembras. Se comercializaron 30 terneros de destete machos con potencial genético a 13 productores de diferentes zonas del país, a quien se les dio la oportunidad de seleccionar los animales (figura 88).



Figura 88. Animales de Brahman puro. EELD 2020.

Además, se entregaron un total de 3.000 estacas de material vegetativo de pasto Cuba OM22 y 1.500 estacas de botón de oro a productores de la región (figura 89 y 90).



Figura 89. Banco forrajero en la EELD.



Figura 90. Suplementación animal con especies forrajeras.

En el año 2020 se realizaron dos ferias del agricultor dentro de las instalaciones de la EELD para apoyar la comercialización de productos de la zona, las cuales contaron con todas las medidas sanitarias para la prevención del Covid-19. Se logró dar oportunidad a 30 productores de exponer sus productos y se contó con una asistencia aproximada de 300 compradores (figura 91).



Figura 91. Mini feria desarrollada en la EELD como apoyo a la comunidad. 2020.

La cantidad de semilla de papaya del Híbrido Pococí producida en la EELD y para venta a los productores, alcanzó para sembrar un área de 380 hectáreas. Estos datos indican un importante repunte con respecto a las cantidades vendidas del 2018-2019 (figura 92). Con esa semilla se beneficia al menos a 150 productores de papaya.

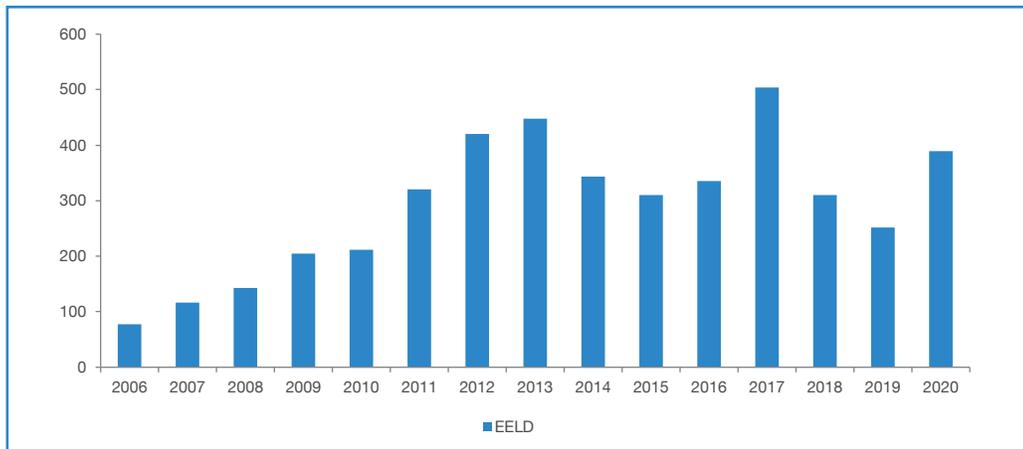


Figura 92. Número de hectáreas de papaya cubiertas con semilla del Híbrido Pococí, durante el período 2006-2020.

Por otra parte, el vivero de frutales de la estación puso a disposición de los usuarios, árboles injertados de cítricos, así como especies tropicales diversas. Destacan el rambután, pulasán, lichi, mangostán y cacao, lo cual generó ingresos por un monto de ₡ 7.976.080 colones.

Se realizó una entrega de 1.806 estacas de yuca Valencia que benefició a agricultores de la zona. Se produjeron además 9.630 estacas de Yuca Valencia, dicho material se sembró en su totalidad en la Estación Los Diamantes para atender las necesidades de semilla de la finca y de productores que se beneficiarán en el año 2021.

Con el proyecto INTA-Fundecooperación (antes mencionado) se colaboró con el Colegio Técnico de Guácimo (CTP-MEP) con la entrega de 2.000 estacas de yuca Valencia para desarrollar un banco de semillas en el CTP, siendo éste uno de los objetivos del proyecto (figura 93).



Figura 93. Estacas de yuca Valencia para el desarrollo de un banco de semillas en CTP de Guácimo. 2020.

Estación Experimental Dr. Carlos Durán

La Estación Experimental Dr. Carlos Durán es un centro especializado en investigación y validación de materiales de papa provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP) así como la transferencia de tecnología y producción de semilla de papa de alta calidad. Cuenta con un área de campo e invernaderos de tres hectáreas. También se lleva a cabo la venta de productos y servicios como semilla prebásica de papa en las modalidades de plántulas (SAH e *in-vitro*) y tubérculo de diferentes calidades y tamaños.

Los objetivos son:

- Abastecer al país de semilla prebásica de papa de alta calidad de variedades comerciales para la industria y consumo fresco.
- Evaluar, seleccionar, multiplicar y validar materiales avanzados de papa con características aptas para las necesidades del país, resistentes a plagas y enfermedades, así como con capacidad para la mesa e industria, provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP) y otros Centros de Investigación.
- Transferir las tecnologías adecuadas para el manejo de la producción primaria tanto de semilla como de papa comercial a pequeños y medianos productores de papa.
- Mantenimiento del banco de germoplasma *in-vitro* de variedades de papa.
- Colaborar en el proceso de educación nacional a través de pasantías, capacitaciones y proyectos de tesis.
- Apoyar el proceso de investigación del INTA en otros cultivos de importancia regional.

Apoyo en la generación de tecnología

Las actividades desarrolladas en la EECD responden al Plan Estratégico Institucional, a los Planes Sectoriales y Nacionales del Gobierno en beneficio del Sector Agropecuario Costarricense.

En concordancia con las políticas de gobierno, se sembraron cultivares altamente promisorios con agricultores de: Tierra Blanca, Pacayas, El Pisco, Llano Grande, San Juan de Chicué, Volcán Turrialba, con el objetivo de identificar cultivares superiores a los que se disponen actualmente.

En esta misma línea de trabajo, se evaluaron los siguientes materiales genéticos: 396009.239; 396009.240; 389468.3; 398203.204; 398190.571; 398208.29; 309088.120. En forma paralela, se reprodujo semilla básica en El Triunfo del Volcán Turrialba, misma que se sembró posteriormente con productores para observar su comportamiento, en pruebas de campo y su comportamiento para la industria. Se descartaron los clones avanzados: 396009.239 y la 396009.240, por no cumplir con los requisitos en cuanto a los parámetros de evaluación. Los demás materiales continúan su proceso de evaluación durante el 2021.

A raíz de la pandemia del covid-19 y en el contexto de la seguridad alimentaria, se llevaron a cabo pruebas con variedades comerciales y cultivares promisorios en diferentes partes del país entre ellas: Coto Brus, Cedral y Monteverde de la provincia de Puntarenas, División en Pérez Zeledón. De igual manera se sembró para validación con productores en diferentes localidades como lo son: Llano Grande de Cartago, San Juan de Chicué, Pacayas, Tierra Blanca, Zarcero y otros.

Como parte de la responsabilidad de la Estación, se incrementó la producción de semilla en el asentamiento El Triunfo en el Volcán Turrialba (figura 94), siendo una de ellas la variedad Palmira, con miras a su liberación comercial, objetivo que se logró en el mes de octubre del año 2020. Esta variedad tuvo buenos resultados tanto para mesa como para industria.



Figura 94. Validación de clones y producción de semilla en el asentamiento El Triunfo en el Volcán Turrialba, 2020.

Actividades de difusión y capacitación

Se continuó de manera virtual con dos tesis de grado de estudiantes de la Universidad de Costa Rica para obtener las curvas de absorción y planes de fertilización de cuatro cultivares promisorios, de los cuales uno se liberó como variedad comercial la 398017.53 con nombre de Palmira y la 389468.3 se espera liberar durante 2021 como variedad comercial. Los otros dos materiales seguirán en validación en los años siguientes (figura 95). Se atendió a productores y técnicos (55) de manera individual siguiendo los protocolos establecidos por el Ministerio de Salud.



Figura 95. Prueba de materiales genéticos en la Estación Experimental Carlos Durán. 2020.

Servicios y productos

Producción y venta de semilla prebásica de papa cosechada en invernadero

Para el año 2020 se produjeron 205.450 tubérculos de semilla prebásica de papa de variedades inscritas ante la ONS. Además de éstas, se trabajaron materiales altamente promisorios para la industria y consumo fresco, los mismos para ser usados en investigaciones. Para el caso de los materiales comerciales, las semillas se venden a productores semilleros de las regiones Central Oriental (Cartago) y Central Occidental (Zarcero) (figura 96).



Figura 96. Producción de semilla en invernadero. EECD, 2020.

Estación Experimental La Managua

La Estación Experimental La Managua (EELM) es un centro de investigación y transferencia de tecnología al servicio del sector agropecuario, perteneciente a la zona de vida Bosque Tropical húmedo. Ubicada en La Managua de Quepos, camino a la comunidad de Naranjito de Quepos y colinda con la Agencia de Servicios Agropecuarios del M.A.G., en el Pacífico Central, cuenta con un área aproximada de 13,5 ha.

Los objetivos son:

- Apoyar los proyectos y actividades de investigación y transferencia que desarrolla el INTA en la zona agroecológica de influencia.
- Brindar servicios a los productores agropecuarios que permitan contribuir al mejoramiento del sector productivo de la región Pacífico Central, Región Brunca y otras regiones de impacto, acompañado de la difusión de tecnologías aptas para pequeños y medianos productores y en apoyo de la agricultura familiar.
- Contribuir con la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías para el mejoramiento del sector agropecuario.

En el 2020 se inició con la planificación y la ejecución de labores de la reestructuración de la Estación con el fin de definir sectores para investigación y establecimiento de nuevos materiales y rubros importantes para la Región. Esto permitiría aumentar el área disponible para el desarrollo de nuevas investigaciones de manera que, permita hacer un mejor aprovechamiento de las áreas, ordenamiento y acomodo de nuevos cultivos. Un área importante de la estación, es disponer de semilla de forrajes para suplementación de ganado para los productores ganaderos nacionales.

Apoyo a la Generación de Tecnología

Las actividades desarrolladas en la EELM responden al Plan Estratégico Institucional, a los Planes Sectoriales y Nacionales del Gobierno en beneficio del Sector Agropecuario Costarricense (cuadro 25).

Cuadro 25. Líneas estratégicas de la Estación La Managua. 2020.

| | |
|--|---|
| Frijol | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la adaptación de germoplasma de frijol, para resistir los efectos del cambio climático (sequía y alta temperatura nocturna). • Seguridad y soberanía alimentaria y nutricional. • Adaptación y mitigación de la agricultura al cambio climático. |
| Forrajes (Servicios y productos Bancos Forrajeros) | <ul style="list-style-type: none"> • Bancos de forrajes y proteínas para distribución de semillas a los pequeños y medianos productores ganaderos del país. • Seguridad y soberanía alimentaria y nutricional. • Adaptación y mitigación de la agricultura al cambio climático. |
| Pejibaye | <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de progenies de pejibaye para fruta variedad Diamantes 10 sin espinas, con el fin de obtener semilla para vivero. • Evaluación de 32 materiales de Diamantes 10, sin espinas. 30 para cosecha de fruta de pejibaye y 2 para cosecha de palmito. • Seguridad y soberanía alimentaria y nutricional. |

Actividades de difusión y capacitación

La Estación Experimental La Managua para el año 2020 mantuvo sus funciones, a pesar de la Emergencia Nacional del COVID 19. Como parte de las actividades realizadas durante el 2020, se atendió a productores ganaderos de todo el país, siguiendo los protocolos establecidos por las autoridades superiores.

A pesar de no poder realizar los días de campo planificados de manera presencial, la difusión y transferencia de tecnología para promover la apropiación e intercambio de conocimientos con productores y técnicos se realizó de forma individual a cada productor visitante de la estación, o bien por medio de capacitaciones virtuales.

La EELM en Quepos, distribuyó semilla (estacas de los materiales forrajeros) a los ganaderos de todo el país como parte de la transferencia de tecnología a productores. Además, se inició el proceso de cambio de área de los “bancos de germoplasma de forrajes” como parte de la reorganización de las áreas de “investigación” de la estación.

Durante el 2020 la EELM recibió cerca de 50 personas productores interesados en materiales semilla de bancos forrajeros para que los productores los utilicen en sus fincas y puedan desarrollar sus propios sistemas productivos para alimentación de animales.

Productos y Servicios

La estación es reconocida por los productores del sector agropecuario como un lugar donde se da la innovación y transferencia de tecnología por medio de la multiplicación y distribución de germoplasma de diferentes forrajes de corte de alta calidad nutricional (figura 97). Lo anterior como parte de los avances en sistemas intensivos sostenibles de Producción Ganadera con base en Bancos Forrajeros de Alta Calidad como estrategia para enfrentar el Cambio Climático y además contribuyendo a la ganadería sostenible. De esta forma se busca que el productor cuente con los insumos necesarios dentro de su finca y pueda formular las dietas de los animales, de buena calidad y en suficiente cantidad durante todo el año. Esta es una excelente alternativa para enfrentar los efectos negativos del cambio climático, para los sistemas ganaderos permitiendo así disminuir los costos de producción.



Figura 97. Banco forrajero en la Estación Experimental La Managua. 2020.

En el cuadro 26, se detallan las cantidades de semillas de cada material entregadas durante el 2020.

Cuadro 26. Cantidad de semillas de los bancos forrajeros de la estación entregadas por trimestre como parte del servicio brindado a los usuarios durante el año 2020.

| Forraje | I | II | III | IV | Anual |
|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Botón de oro | 150 | 5.400 | 9.000,00 | 2.400,00 | 16.950,00 |
| Nacedero | 1.200,00 | 2.000,00 | 2.790,00 | 600,00 | 6.590 ,00 |
| Caña forrajera | 3.200,00 | 4.400,00 | 7.200,00 | 400,00 | 15.200,00 |
| Cuba OM 22 | 6.400,00 | 18.280,00 | 5.600,00 | 3.500,00 | 33.780,00 |
| Morera | | 300,00 | 450,00 | | 750,00 |
| Crathylia | | 600 g | 750 g | | 1350 g |
| Total | 10.950 | 30.480 | 24.290 | 6.900 | 73.270 |

Dirección Administrativa Financiera

La Dirección Administrativa Financiera (DAF) tiene como objetivo ejecutar las labores de: dirección, planificación, coordinación, supervisión, control y evaluación de los procesos que se desarrollan en las áreas administrativa, financiera, contable, de presupuesto y de contratación de bienes y servicios, en apoyo a la consecución de los objetivos y metas institucionales. Esta Dirección está conformada por tres departamentos: Administración de Recursos, Proveduría Institucional y Servicios Generales.

La Administración de Recursos, contempla dos Áreas: Contabilidad y Tesorería, a la primera le corresponde llevar el control ingresos y pagos de la institución con base en facturas y depósitos bancarios, realizar una adecuada gestión de cobro y pago, así como el control de los ingresos que recibe la Junta Directiva del INTA. Por otra parte el Área de Contabilidad, se encarga de realizar un oportuno y adecuado registro y control de los activos, pasivos, ingresos y egresos de la Institución, de acuerdo con las Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público (NICSP), preparar los estados financieros de la Institución que deben ser aprobados por la Junta Directiva, mantener actualizados los sistemas de información que registran declaraciones de Tributación Directa y cifras financieras, ante los entes fiscalizadores de la hacienda pública.

A la Proveduría Institucional le corresponde tramitar la Contratación Administrativa de los bienes y servicios de la Institución, administrar la totalidad de los activos de la Institución y mantener actualizado el inventario y sus controles, coordinar las labores de recepción, almacenamiento y distribución de bienes que ingresen a la institución, administrar la bodega de suministros y de activos en desuso de la institución, registrar y mantener actualizada la información de todos los procedimientos de Contratación Administrativa en el sistema electrónico de compras gubernamentales SICOP.

A Servicios Generales le corresponde dar seguimiento a la ejecución de labores y acciones por parte de los proveedores externos de contratos de mantenimiento preventivo y correctivo de aires acondicionados, vehículos, equipo de fotocopiado, impresoras y equipo de cómputo y a la ejecución presupuestaria de los mismos, se encarga del proceso de seguimiento de mantenimiento del edificio que alberga las instalaciones centrales del INTA, tramitando las solicitudes de reparaciones eléctricas, ventanearía, limpieza y aseguramiento de las instalaciones, se encarga del análisis, control y seguimiento del pago de todos los servicios públicos generados por el INTA, así como del manejo de la flota vehicular implementando los procedimientos que correspondan además de la custodia y control de los vehículos oficiales, el mantenimiento preventivo y correctivo de toda la flota y el monitoreo satelital de los vehículos con el objetivo de brindar soporte oportuno a los usuarios en cualquier situación de emergencia que se presente.

Resultados obtenidos en el año 2020

Área de Tesorería

Durante el 2020 los ingresos no tributarios que incluyen las ventas de bienes y servicios, registrados por la Tesorería fue de ₡281,41 millones de colones, ese monto se compone de ventas del Laboratorio de Fito protección, ventas del Organismo de Inspección al INDER y lo facturado al CATIE en el año 2019.

El principal reto presentado durante el año 2020 se dio por la Emergencia Nacional COVID-19, esto implicó la adaptación a nuevas formas de trabajo, en este caso el teletrabajo, así como nuevos procedimientos en las formas de pago, utilizando las plataformas electrónicas como base, con el fin de mantener el servicio en función del cumplimiento de las metas y objetivos del INTA. Las plataformas electrónicas han facilitado la gestión de captación de recursos ya que todas las unidades del INTA que venden servicios están utilizando el sistema de facturación electrónica para la venta de servicios y productos, mejorando el control de los recursos que ingresan a las arcas de la institución.

Área de Contabilidad

En el Área de Contabilidad se elaboraron los Estados Financieros de manera trimestral. Se cumplió en un 45% con las Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público (NICSP) establecidas y la programación de la Dirección General de la Contabilidad Nacional, del Ministerio de Hacienda. Un aspecto importante a destacar para el 2020, fue el avance en la implementación de las Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público, siendo este a su vez un reto importante para el año 2021, como parte del proceso de Gobierno Central en la unificación de criterios de rendición de cuentas del Estado.

Al igual que el Área de Tesorería, la implementación de nuevas formas de trabajo dada la Emergencia Nacional COVID-19 ha sido el reto más importante que se asumió durante el 2020, mismo que se mantiene vigente.

Para el cumplimiento de lo expuesto anteriormente se requiere de un esfuerzo conjunto, para implementar dichas normas, así como las mejoras requeridas en cada hallazgo de las auditorías a las que fue sometida el INTA durante el 2019.

Área de Presupuesto

Comportamiento de los ingresos en el periodo 2019-2020

En el cuadro 27 se muestra la distribución de los ingresos por fuente de financiamiento y su porcentaje de variación en los años indicados. Comparando los ingresos del 2020 con los obtenidos en el año 2019, se aprecia que la recaudación disminuyó en un -0,48%.

Cuadro 27. Comportamiento de los Ingresos Reales. Periodo 2019-2020. En millones de colones.

| Fuente de Ingresos | 2019 | 2020 | Porcentaje de variación (%) |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| Ingresos Tributarios | - | - | - |
| Ingresos no Tributarios | 291,49 | 281,41 | -3,46 |
| Transferencias Corrientes | 1.084,72 | 979,52 | -9,70 |
| Recursos de Vigencias Anteriores | 1.150,30 | 1.253,48 | 8,97 |
| Total | 2.526,51 | 2.514,40 | -0,48 |

Fuente: Dirección Administrativa Financiera. Área Presupuesto, INTA.

Comportamiento de los Egresos Reales en el periodo 2019-2020

El comportamiento de los gastos por partida presupuestaria para los años indicados se muestra en el cuadro 28. El gasto real presentó un aumento de un 30,62% respecto a los recursos ejecutados en el año 2019. Cabe mencionar que en el año 2020 el INTA logró ejecutar un 85,36% del presupuesto.

Cuadro 28. Comportamiento de los Egresos Reales. Periodo 2019-2020. En millones de colones.

| Objeto del Gasto | 2019 | 2020 | Porcentaje de Variación (%) |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| Remuneraciones | 178,76 | 182,18 | 1,91 |
| Servicios | 603,44 | 548,45 | -9,11 |
| Materiales y Suministros | 206,79 | 175,42 | -15,17 |
| Bienes Duraderos | 255,87 | 711,83 | 178,20 |
| Transferencias Corrientes | 28,17 | 44,97 | 59,64 |
| Total | 1.273,04 | 1.662,85 | 30,62 |

Fuente: Dirección Administrativa Financiera. Área de Presupuesto, INTA.

Proveeduría institucional

Contrataciones administrativas: Para el período 2020, la Proveeduría elaboró las siguientes contrataciones administrativas, según se observa en el cuadro 29.

Cuadro 29. Cantidad y Tipo de Contrataciones. 2020.

| Tipo de contratación | SICOP |
|------------------------------------|-------|
| Total | 103 |
| Escasa Cuantía | 96 |
| Licitaciones Abreviadas | 07 |
| Convenio Marco (ordenes de pedido) | 28 |

Se subsano en un 90%, la información de las solicitudes que ingresaron en el 2020, ya que en su mayoría venían completas. Se adquirió equipos de laboratorio de última tecnología, así como la licitación para la compra de las mesas especiales. Se continuó con el registro e inclusión de mercancías de objetos contractuales para el uso de todos los usuarios del SICOP.

Almacenamiento y Distribución

En el cuadro 30 se observa el reporte total de Bienes para la gestión realizada durante el año 2020.

Cuadro 30. Registro de bienes en SIBINET para el periodo 2020.

| Detalle | Cantidad | Valor adquisición | Depreciación acumulada | Valor en libros |
|----------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Otros Bienes Muebles | 4.871 | ¢ 2.253.867.173,49 | ¢ 1.376.927.529,00 | ¢ 876.939.644,49 |
| Semovientes | 695 | ¢ 37.645.600,00 | ¢ 15.193.096,14 | ¢ 22.452.503,86 |
| Vehículos | 106 | ¢ 1.013.034.663,64 | ¢ 812.377.330,60 | ¢ 200.657.333,04 |
| Intangibles | 21 | ¢ 42.380.776,80 | ¢ 36.422.039,77 | ¢ 5.958.737,03 |
| Bienes Inmuebles | | | | |
| Terrenos | 0 | ¢ .00 | ¢ .00 | ¢ .00 |
| Otros | 77 | ¢ 2.135.410.884,47 | ¢ 1.319.949.885,02 | ¢ 815.460.999,45 |
| Totales | 5.770 | ¢ 5.482.339.098,40 | ¢ 3.560.869.880,53 | ¢ 1.921.469.217,87 |

En aras de optimizar el servicio brindado se mantiene una capacitación continua con los funcionarios para actualización de conocimiento y niveles de comunicación efectiva en la aplicación de la contratación administrativa. Se ha trabajado en la integración con todos los actores que participan en el proceso de la contratación, unidades usuarias, ingresadores, administradores de contratos y aprobadores.

Servicios Generales

Es responsable del proceso de seguimiento de la ejecución de labores y acciones por parte de los proveedores externos de contratos de mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes del INTA. Se encarga del análisis, control y seguimiento del pago de todos los servicios públicos generados por el INTA. Así mismo, genera reportes sobre el control, manejo y disposición de la flota vehicular, lo cual permite la disposición de los recursos en las áreas de mayor uso y utilidad. La flota vehicular del INTA está conformada por 85 automotores de trabajo pick up, camiones, tractores y automóviles, los cuales se encuentran debidamente asegurados y monitoreados por GPS.

Conclusiones

A partir de octubre del año 2019, se realizaron ajustes a la estructura jerárquica del INTA, con el objetivo de hacer más eficiente y funcional su labor, proceso que culminó en octubre del 2020 con la implementación de dicha estructura, la cual es la que rige a la fecha.

Se continuó con el ajuste del documento de las líneas prioritarias del INTA, para el año 2020 se dio seguimiento y se hicieron consultas a grupos externos con el objetivo de obtener sugerencias para mejorar esta priorización. Se espera presentar la propuesta ante la Junta Directiva durante el primer trimestre del año 2021, para posteriormente implementar las mismas a nivel institucional. Este proceso permitirá al INTA enfocar los esfuerzos en áreas que podrían generar mayores beneficios para el sector agropecuario.

Se formularon 11 indicadores institucionales para enmarcar la labor del INTA para el cumplimiento de estos parámetros, que se relacionan con los objetivos del Plan Estratégico del INTA. En la MAPP 2020, se observó que los indicadores creados para el nivel experimental se cumplieron según las metas propuestas.

Producto de los procesos de investigación y transferencia se seleccionó la variedad Palmira como un excelente material de papa por sus características de resistencia a plagas y productividad. Fue así como durante el año 2020, se procedió a su liberación para lo cual, se realizó un evento conjunto con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la participación activa de productores.

En el segundo semestre del año 2020, el INTA inició investigaciones para evaluar la adaptabilidad de doce cultivares de cañamo. Este proceso está desarrollando capacidades institucionales para responder a las necesidades nacionales de contar con información técnica científica sobre el manejo agronómico y producción del cultivo de cañamo industrial, así como adquirir conocimientos sobre la factibilidad para promover la innovación y la diversificación en los sistemas de producción.

Otra actividad importante fue el manejo del recurso hídrico en arroz, los resultados obtenidos mostraron que con esta técnica de riego (sistemas AWD: alternancia entre húmedo y seco y tubería flexible de riego), se logró una reducción del 70% en el consumo de agua y aumento en los rendimientos de cosecha.

El INTA ha focalizado esfuerzos desde hace varios años en la alimentación animal, sobre todo de cara al cambio climático, para lo cual ha desarrollado investigaciones en la búsqueda de material forrajero, pastos y sustitutos energéticos para bajar los costos de concentrados. Dentro de éstos trabajos se evaluó la suplementación de ensilaje de raíz de yuca amarga (*Manihot esculenta* Crantz) como fuente de energía y sustitución del concentrado de maíz; implementación de bancos forrajeros para suplir material de siembra para productores y pastos mejorados. Estos trabajos articulados con el manejo, salud animal, genética y seguimiento de los indicadores de la finca, han permitido visualizar mayor producción y disminución de costos, contribuyendo a la competitividad del sector pecuario.

Se considera de alto valor para la producción agropecuaria, el acceso de los productos a semilla de alta calidad. Para ello dispone de estaciones experimentales, laboratorio de cultivo de tejidos y el apoyo de productores colaboradores para investigar, seleccionar y reproducir semilla de cultivos como: papaya, yuca, papa, arroz, maíz, musáceas, frijol, entre otros.

Se requiere una adecuada transferencia de tecnología para contribuir con los procesos de adopción e innovación por parte de los productores. Es por ello que el INTA, de manera paralela a los procesos de capacitación, desarrolla productos de conocimiento y pone esta información al servicio de los usuarios a través de su Plataforma PLATICAR. Para el 2020 se complementó estos procesos de capacitación y difusión por medio de sesiones virtuales y uso de las TIC.

Parte importante de los recursos que dispuso el INTA en el 2020, se orientaron a mejorar la infraestructura en Estaciones Experimentales y equipo de laboratorio, con el objetivo mejorar la eficiencia, las capacidades analíticas y la oferta de nuevos servicios. Como producto de esta gestión, se construyeron invernaderos, se adquirió equipo de tecnología de punta, se sustituyó parte del mobiliario y del equipo de campo. Todo esto permitió al INTA mejorar los productos y servicios brindados.

Cabe resaltar que el INTA por medio del desarrollo de protocolos y procedimientos para enfrentar la Emergencia Nacional Sanitaria, logró dar continuidad a su labor especialmente en campo, que es parte de su función sustantiva. Logrando una buena ejecución presupuestaria, el alcance de sus metas y buena respuesta a la demanda de sus usuarios. Con ello el INTA mantiene el compromiso que la Ley le confiere ante la sociedad costarricense, contribuir al mejoramiento y la sostenibilidad del sector agropecuario.



Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Telefax: (506) 2296-2495 / Correo electrónico: transferencia@inta.go.cr

Página web INTA: www.inta.go.cr

Plataforma Gestión Conocimiento: www.platicar.go.cr