



Instituto Nacional de Innovación y  
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

# Memoria Institucional 2021



San José, Costa Rica  
2022

## Junta Directiva INTA Año 2021

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Presidente:</b>         | Marlon Antonio Monge Castro<br>Vice-Ministro de Agricultura y Ganadería                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Vicepresidente:</b>     | Marco Chávez Solera<br>Representante de la Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria de Costa Rica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Directivos:</b>         | Carlos Robles Rojas<br>Representante de Consejo Nacional de Rectores<br><br>Adelita Arce Rodríguez<br>Representante Ministro de Ciencia y Tecnología<br><br>Marvin Rodrigo Rojas Alfaro<br>Representante Consejo Nacional de Producción<br><br>Martín González Zúñiga<br>Representante de Organizaciones de Pequeños y Medianos Productores<br><br>Federico Alvarado Víquez<br>Representante de la Cámara Costarricense de Industria Alimentaria<br>Del 17 de agosto 2021 al 31 diciembre 2021.<br><br>Xinia María Álvarez Gamboa<br>Representante de la Cámara Costarricense de Industria Alimentaria |
| <b>Fiscal:</b>             | Álvaro Quesada Fonseca<br>Ministerio de Agricultura y Ganadería<br>Del 01 de enero 2021 al 15 junio 2021<br><br>Zaira Quesada Rodríguez<br>Ministerio de Agricultura y Ganadería<br>Del 23 agosto 2021 al 31 diciembre 2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Director Ejecutivo:</b> | Arturo Solórzano Arroyo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

---

|                            |                                                                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Editado por:</b>        | MBA Alvaro Rodríguez Aguilar<br><br>MSc. Laura Ramírez Cartín                                       |
| <b>Diseño e Impresión:</b> | Handerson Bolívar Restrepo - Jander Bore - <a href="http://www.altdigital.co">www.altdigital.co</a> |
| <b>ISSN:</b>               | 1659-4983                                                                                           |

# Contenido

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| Presentación .....                                     | 5   |
| Marco Conceptual del INTA.....                         | 6   |
| Estructura Organizativa .....                          | 7   |
| Junta Directiva .....                                  | 8   |
| Dirección Ejecutiva.....                               | 19  |
| Dirección Investigación y Desarrollo Tecnológico ..... | 32  |
| Investigación e Innovación.....                        | 32  |
| Transferencia de Tecnología .....                      | 78  |
| Capacitación y difusión.....                           | 78  |
| Publicaciones del INTA .....                           | 87  |
| Estudios Básicos de Tierras .....                      | 93  |
| Laboratorios del INTA.....                             | 98  |
| Estaciones Experimentales.....                         | 114 |
| Dirección Administrativa Financiera.....               | 131 |
| Principales logros en el año 2021 .....                | 131 |
| Conclusiones 2021 .....                                | 135 |



# Presentación

Transcurridos 20 años de haberse creado el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), como institución pública especializada en generación de tecnología agropecuaria, creada por la Ley N° 8149 del 22 de noviembre del 2001, es de gran satisfacción hacer mención de las acciones realizadas en el marco de esta celebración, destacándose la publicación del documento “Impactos y Logros 2001-2021”, así como el evento magno de rendición de cuentas, realizado ante participantes de diferentes sectores de la sociedad y el Vicepresidente de la República quien inauguró dicho evento.

Durante este año se elaboró un nuevo Plan Estratégico Institucional 2022-2028, el cual fue aprobado por la Junta Directiva a finales del año 2021. Uno de los objetivos estratégicos que cumple con el mandato de su ley es fortalecer la vinculación con productores e instituciones del sector para la atención de demandas tecnológicas y el trabajo colaborativo. En concordancia con este Plan Estratégico, el INTA está enfocado en atender y promocionar el desarrollo rural, preservar el ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad, bajo un enfoque de territorios, con la participación y acción inclusiva de profesionales y agricultores con el conocimiento y la experiencia para implementar, guiar y orientar correctamente la gestión desarrollada hacia la consolidación de una agricultura sustentable. Además, se hace necesario e inexcusable contar con una elevada articulación entre las fases de investigación, extensión-transferencia y productores beneficiarios, ya que todos forman parte indisoluble del mismo proceso de innovación y desarrollo de una tecnología.

Con lo expuesto en el párrafo anterior, no cabe la menor duda que los logros alcanzados por el INTA en materia tecnológica, han sido relevantes y de gran impacto; lo cual merece la atención y el apoyo de las instancias correspondientes de velar por su sostenibilidad.

El presente documento muestra como las acciones desarrolladas en investigación, servicios y transferencia de tecnología, contribuyeron a la innovación en los sistemas de producción y desarrollo de los territorios rurales, para mejorar las condiciones de vida y dignificar a las familias productoras rurales. Lo anterior ratifica el compromiso adquirido por la institución, con base en nuestro mandato.

**Dirección Ejecutiva INTA**

# Marco Conceptual del INTA

## Misión

Institución pública del sector agropecuario que pone a disposición tecnologías para la innovación, transformación y sostenibilidad de los sistemas de producción en respuesta a las necesidades de la sociedad costarricense.

## Visión

Institución referente en tecnología agropecuaria en el marco de un sistema de innovación, que promueva la modernización y sostenibilidad de los sistemas de producción en beneficio de la sociedad costarricense.

## Objetivo General

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

## Objetivos Estratégicos

1. Generar conocimiento científico y tecnológico para contribuir a la competitividad, funcionalidad y sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios.
2. Facilitar el acceso de productos tecnológicos para mejorar los sistemas productivos agropecuarios.
3. Fortalecer la vinculación con productores e instituciones del sector para la atención de demandas tecnológicas y el trabajo colaborativo.

## Líneas de acción

- Ofrecer productos tecnológicos competitivos.
- Fortalecer procesos de investigación para satisfacer la demanda tecnológica del usuario.
- Transferencia de tecnología para los actores del sector agropecuario.
- Promover los productos tecnológicos del INTA.
- Identificación, priorización y atención de demandas de tecnologías de investigación del sector agropecuario.

# 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 Proveeduría. La funcionalidad y operatividad de esta estructura la ejecutan 188 funcionarios, donde 57 corresponden a mujeres y 131 a hombres.

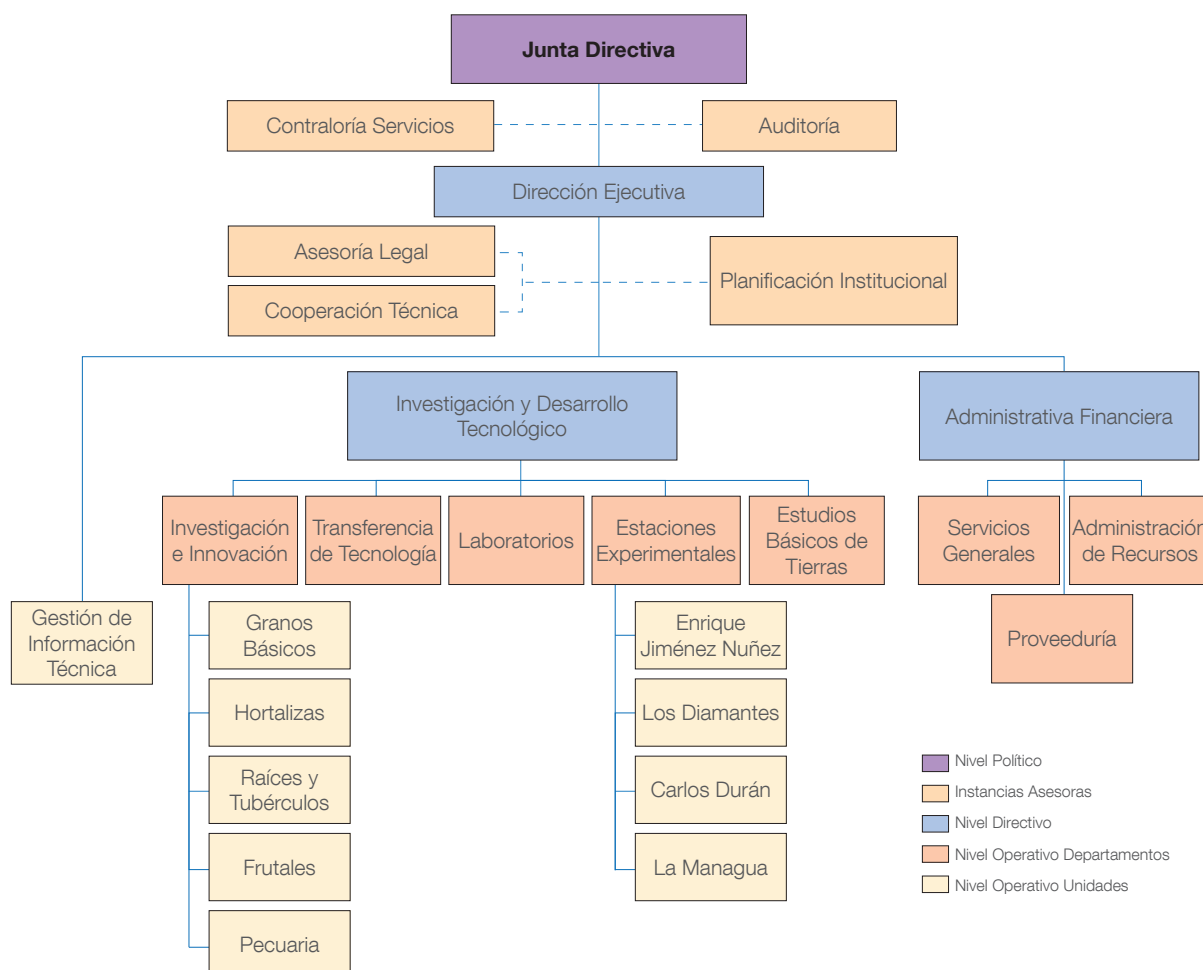


Figura 1. Estructura organizativa INTA a partir de octubre 2019

# Junta Directiva

En acatamiento a las disposiciones de la Ley N° 8149 de creación del INTA, su Junta Directiva se reunió ordinariamente 19 veces y con carácter de extraordinario en tres ocasiones. Durante el 2021 esta Junta tomó 129 acuerdos que orientan el quehacer del INTA mediante políticas y directrices, así como conocer y aprobar planes operativos, presupuestos y normativa interna.

## Auditoría Interna

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

Su marco de acción ha variado en los últimos años dada la exigencia para generar valor agregado, hacer más con menos; hoy se espera que la Auditoría Interna sea principalmente una herramienta que apoye a la gestión, en especial a la Administración Activa, vista ésta como la que tiene una función decisoria, ejecutiva, resolutoria, directiva y operativa, a fin de que cumpla sus obligaciones y por otro lado, a la organización en general a alcanzar sus objetivos institucionales.

La función de 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, normados por la Contraloría General de la República.

A continuación, se resumen las principales actividades desarrolladas por la Auditoría Interna para el año 2021:

### Informes de servicios preventivos de asesoría y advertencia:

El servicio de asesoría se brinda a solicitud del Jerarca y otros niveles de la institución, según el criterio del Auditor Interno; 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                                                                                                                                                 |
|-------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>JD-INTA-031-2021</b> | Asesoría            | Asistencia de los auditores internos a las sesiones del órgano colegiado y a comisiones administrativas, a la luz de la Ley General de Control Interno. |
| <b>JD-INTA-034-2021</b> | Autorización Libros | Cierre del Libro de Actas N°01 de la Comisión de Presupuesto.                                                                                           |
| <b>JD-INTA-054-2021</b> | Autorización Libros | Cierre del Libro de Actas N°02 y N°03 y apertura del Libro N°04 de la Comisión de Presupuesto del INTA.                                                 |
| <b>JD-INTA-076-2021</b> | Asesoría            | Aprobación de las actas por parte de miembros que no estuvieron presente en determinada sesión del órgano colegiado.                                    |

### Informes de servicios de la Auditoría Interna:

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

| Informe                     | Tipo                                         | Detalle                                                                                                          |
|-----------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>INF-RH-INTA-001-2021</b> | Informe de Relación de Hechos (Confidencial) | Atención de eventuales hechos irregulares en relación con faltas al deber de probidad y conflictos de intereses. |
| <b>INF-CI-INTA-001-2021</b> | Estudio de control interno (operativo)       | Evaluación preliminar de cultivos de cáñamo industrial ( <i>Cannabis sativa</i> ) en dos regiones de Costa Rica. |
| <b>INF-AC-INTA-001-2021</b> | Evaluación Calidad                           | Informe de Autoevaluación de Calidad del Programa de Trabajo 2020.                                               |

### Informes de servicios de seguimiento y planificación de la Auditoría Interna:

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

| Informe                      | Tipo               | Detalle                                                                                                                                             |
|------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>INF-EPT-INTA-001-2021</b> | Informe de Gestión | 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 2016-2021:

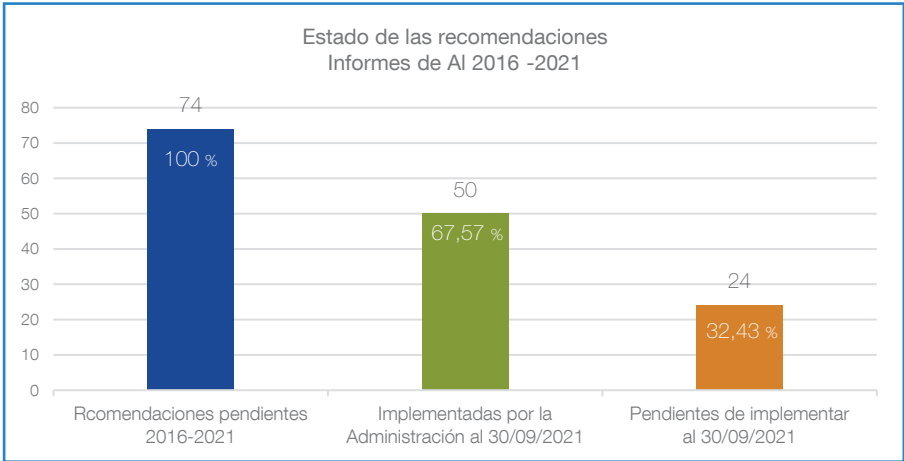


Figura 2. Estado de las recomendaciones, Informe de AI 2016 al 2021. Cierre al 30-09-2021.

| Informes                                                                                                                                                        | Implementadas al 30/09/2021 | Responsable                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| INF-CI-INTA-001-2017<br>Revisión del proceso de recepción, procesamiento y control de muestras recibidas en los laboratorios de Fitoprotección, Aguas y Suelos. | 6                           | Departamento de Laboratorios.                                             |
| INF-CI-INTA-001-2020<br>Revisión especial de control interno sobre el gasto de viáticos interior del país, combustible y administración de los GPS.             | 9                           | Dirección Administrativa Financiera, Departamento de Servicios Generales. |
| Totales                                                                                                                                                         | 15                          |                                                                           |

Figura 3. Recomendaciones de la AI implementadas, al 30 setiembre 2021.

| Resumen de 24 recomendaciones pendientes de implementar al 30/09/2021 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dirección ejecutiva                                                   | Trámite de un convenio de uso de inmueble entre el INTA y el Servicio Fitosanitario del Estado por el uso del Edificio de Anonos que alberga los Laboratorios de Fitoprotección, Biología Molecular, Entomología, Nematología otros, con el fin de continuar con la obtención del permiso de funcionamiento con el Ministerio de Salud. |

## Resumen de 24 recomendaciones pendientes de implementar al 30/09/2021

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico | Revisión y aprobación del reglamento para la prestación de servicios de los otros laboratorios; análisis integral de los laboratorios de Fitoprotección y Aguas y suelos a la luz de las buenas prácticas establecidas en la "ISO17025:2005 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración", con el propósito de establecer brechas en un eventual proceso de certificación; determinar 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) para realizar las gestiones respectivas para registrar dichos activos como donaciones según los lineamientos establecidos en el artículo N°19 del Reglamento para el Registro y Control de Bienes de la Administración Pública registrado en SIBINET; realizar las investigaciones preliminares correspondientes en caso de pérdida de activos. |
| Dirección Administrativa Financiera                 | Registro de activos en SIBINET del Fideicomiso 906BNCR-INTA, regulación para registro y control de los activos comprados con proyectos de financiamiento externo; determinar 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) para realizar las gestiones respectivas para registrar dichos activos como donaciones según los lineamientos establecidos en el artículo N°19 del Reglamento para el Registro y Control de Bienes de la Administración Pública registrado en SIBINET; realizar las investigaciones preliminares correspondientes en caso de pérdida de activos.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Departamento de Laboratorios                        | Gestionar los recursos económicos necesarios para la compra de UPS adecuadas que permitan proteger a los equipos de fallos de alimentación y picos de corriente para aquellos equipos considerados como críticos en los Laboratorios de Fitoprotección, Biología Molecular, Entomología, Nematología.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Departamento de Estaciones Experimentales           | Homologación de controles y formularios que se utilizan en todas las Estaciones Experimentales para el recibo y salida de combustible que se utiliza y/o almacena en las bodegas de esos centros de trabajo; fortalecer la información en los distintos formularios que se utilizan y coordinar lo correspondiente con la dirección Administrativa Financiera y la Planificación Institucional para que las actividades de control que se vayan a implementar en todas las Estaciones Experimentales sean incorporadas a los manuales de procedimientos respectivos y que las mismas sean de conocimiento general de todos funcionarios que deban aplicarlas en el desarrollo de las labores que realizan, para ello deberán divulgarse y publicarse en la página Web del INTA.                                                                                                                                                         |
| Unidad de Cooperación Técnica                       | Determinar 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) para realizar las gestiones respectivas para registrar dichos activos como donaciones según los lineamientos establecidos en el artículo N°19 del Reglamento para el Registro y Control de Bienes de la Administración Pública registrado en SIBINET; realizar las investigaciones preliminares correspondientes en caso de pérdida de activos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Informes de Auditoría Interna 2010-2015:

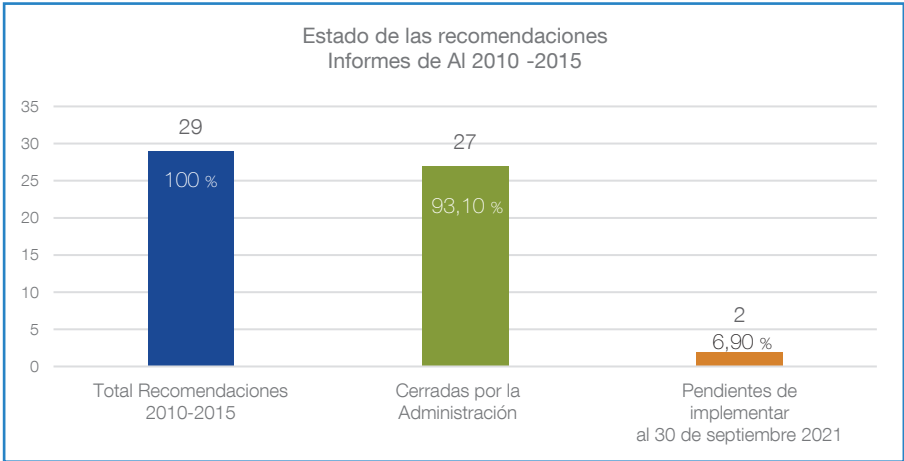


Figura 4. Estado de las recomendaciones, Informe de AI 2016 al 2021.

| Resumen de 2 recomendaciones pendientes de implementar |                                                      |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Dirección Ejecutiva                                    | Archivo Institucional                                |
| Junta Directiva                                        | Seguimiento de acuerdos de Junta Directiva 2012-2015 |

Disposiciones emitidas por la Contraloría General de la República al 30 de setiembre 2021:

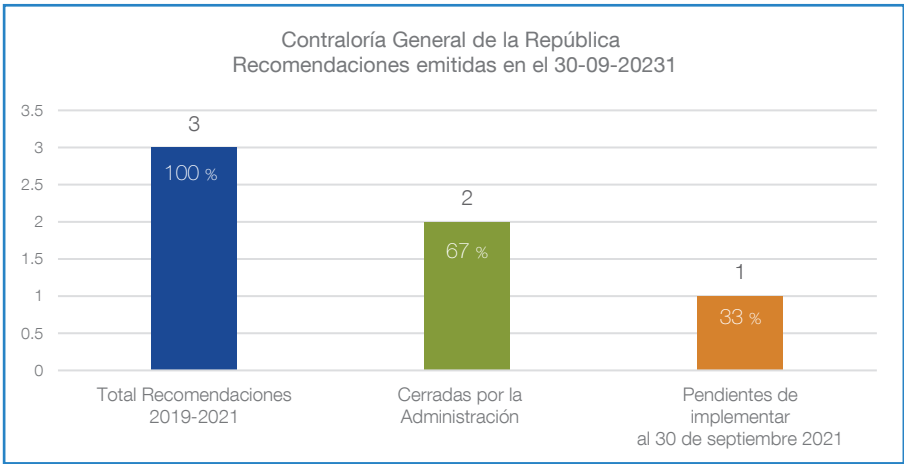


Figura 5. Contraloría General de la República. Recomendaciones emitidas al 30/09/2021.

### Resumen de 1 disposición estado pendiente al 30/09/2021

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dirección Ejecutiva | Elaborar, oficializar, divulgar e implementar, los mecanismos de control que regulan los procesos de planificación, ejecución y seguimiento presupuestario de los servicios brindados mediante las estaciones experimentales, a fin de solventar las debilidades normativas y de control identificadas en este estudio. |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

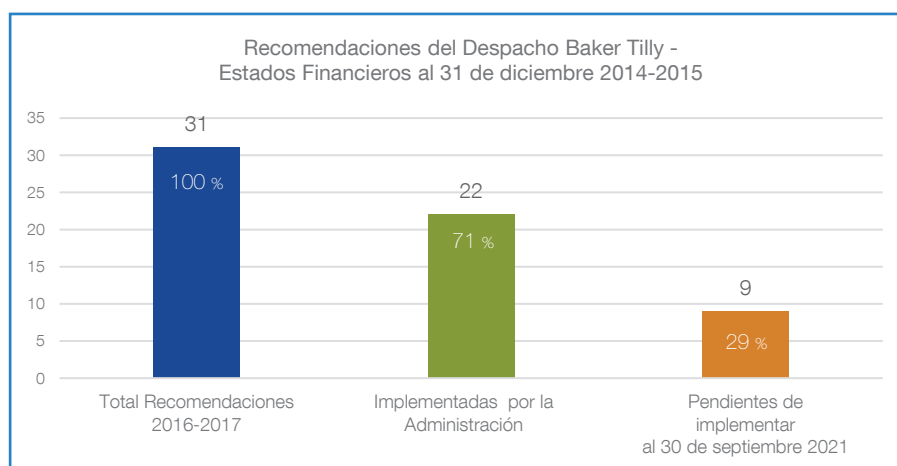


Figura 6. Recomendaciones del Despacho Baker Tilly. Estados financieros al 31 diciembre 2014-2015.

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

|                                        | Jul-17 | Ago-17 | Sep-17 | Oct-17 | Nov-17 | Dic-17 | Sep-21 | Totales |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Dirección Ejecutiva                    | 4      | -      | -      | -      | -      | -4     | -4     | 4       |
| Dirección Administrativa<br>Financiera | 3      | 1      | 1      | 1      | 1      | 2      | -4     | 5       |
| Totales:                               | 7      | 1      | 1      | 1      | 1      | 6      | -8     | 9       |

| Resumen de 9 recomendaciones pendientes de implementar al 30/09/2021 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dirección Ejecutiva                                                  | El INTA no publica en su página de internet información sobre la estructura organizacional del recurso humano para conocimiento del público en general (NCISP 2.4), INTA carece de una matriz de delegación de autoridad y responsabilidad (NCISP 2.5.1 Delegación de funciones), INTA apenas ha cumplido con las normas básicas de tecnologías de la información, emitidas por la Contraloría General de la República, expedientes técnicos de los proyectos (investigaciones) del INTA no están debidamente foliados, y no contiene los costos reales, correspondientes a su ejecución (NCISP 5.4) |
| Dirección Administrativa<br>Financiera                               | Implementación de devengo en cuentas por cobrar y auxiliar de antigüedad de saldos, implementa 27 activos biológicos, NICPS 39 Activos intangibles, registros de cuenta por pagar por medio del devengo, formalizar un convenio con el MAG, para regular el alcance de la dotación del personal, los equipos, bienes muebles e inmuebles, la infraestructura y, en general, el contenido presupuestario necesario para su debido funcionamiento (hipótesis acumulación o devengo y de entidad en marcha).                                                                                            |

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

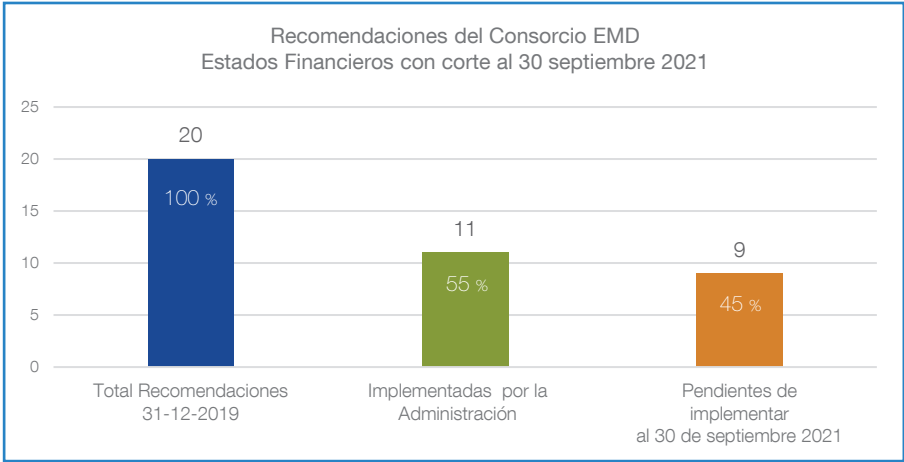


Figura 7. Recomendaciones del Consorcio EMD. Estados financieros con corte al 30 setiembre 2021.

| Dirección                           | Sin fecha cronograma de la Administración | Pendientes | Totales |
|-------------------------------------|-------------------------------------------|------------|---------|
| Dirección Ejecutiva                 | 4                                         |            | 4       |
| Dirección Administrativa Financiera | 1                                         | 4          | 5       |
| Totales:                            | 5                                         | 4          | 9       |

#### Resumen de 9 recomendaciones pendientes de implementar al 30/09/2021

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dirección Ejecutiva                 | Estudios de costo/beneficio que correspondan, incluyendo avalúos recientes, a efectos de establecer las condiciones de aseguramiento que resulten más convenientes para los bienes muebles e inmuebles propiedad de la Institución; falta de estudio auditado de la documentación de software y hardware del INTA falta de archivo central, falta de evaluación de clima institucional. |
| Dirección Administrativa Financiera | Implementación de NICSP en cuentas como activos biológicos, revelación de notas en estado financieros sobre activos en desuso, contingencias prestaciones legales de jornales, procedimiento para la realización de la conciliación de las garantías, registro de capital inicial.                                                                                                      |

## Contraloría de Servicios

La Contraloría de Servicios, es el órgano asesor, canalizador y mediador entre las personas usuarias y la eficiencia y calidad de los servicios que brinda el Instituto y, su principal objetivo es promover con la participación de las personas usuarias, oportunidades de mejoramiento continuo e implementación de mecanismos de innovación y estándares de calidad a los servicios que brinda el INTA.

### Catálogo de Servicios

Brindar y atender la necesidad de dar a conocer los servicios que ofrece el INTA, mediante un catálogo de servicios que permita acceder a información actualizada y de fácil comprensión, que le garantice a la persona usuaria, disponer de información sobre los servicios institucionales y sus requisitos, establecidos en la página electrónica de la institución, en los informes de gestión de Contraloría de Servicios y cuyo resultado es un inventario remozado de la oferta de productos institucionales.

## Estadísticas de resultados de gestión

En este apartado, se incluyen los datos de todas las gestiones presentadas durante 2021, tanto por las personas usuarias externas como internas. A continuación, se presenta un resumen de la labor efectuada en el período indicado, referente a las gestiones registradas ante la Contraloría de Servicios (cuadro 1).

Cuadro 1. Consultas registradas para el año 2021.

| Productos                                                                                           | Indicadores                                                                                                                                                        | Meta 2021                                                          | Resultados 2021                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atención de gestiones presentadas por las personas usuarias de los servicios brindados por el INTA. | Porcentaje de gestiones atendidas con relación consultas, sugerencias o felicitaciones.<br><br>(N° de gestiones atendidas / Total de gestiones presentadas) x 100. | Atención del 100% de las gestiones ingresadas en la CS en el 2021. | <b>119 consultas</b><br>(Se atendió el 100% de las consultas y diversas gestiones que ingresaron a la CS). |

### Detalles:

#### Atención de Gestiones

Durante el 2021, se atendieron ciento diecinueve (119) gestiones relacionadas con consultas. El detalle de las gestiones atendidas es el siguiente: requisitos de trámites servicios: certificaciones, estudios de suelos, funcionarios responsables de trámites, localización de funcionarios, costo de trámites, competencias y alcances de trámites, normativa vinculante, contenido páginas web, solicitud información técnica cultivos varios, miembros Junta Directiva, exoneraciones, procedimientos, directriz que permita el retorno presencial a los trabajadores del sector privado, entrega a la Secretaría Técnica el informe de labores y el plan de trabajo, en cumplimiento con la ley N.9158 en su artículo 14 punto 3 y 4, entre algunos.

| Productos                                                                                                 | Indicadores                                                                                                                                                     | Meta 2021                                                                | Resultados 2021                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atención de inconformidades presentadas por los usuarios externos de los servicios brindados por el INTA. | Porcentaje de inconformidades atendidas con relación a reclamos y denuncias formales<br><br>(N° de gestiones atendidas / Total de gestiones presentadas) x 100. | Atención del 100% de las inconformidades ingresadas en la CS en el 2021. | <b>73 inconformidades</b><br>(Se atendió el 100% de las denuncias que ingresaron a la CS). |

### Detalles:

Durante el 2021, se atendieron setenta y tres (73) inconformidades relacionadas con: a. calidad del servicio: 56%; b. información: 38%; c. servicio al cliente-trato a los usuarios: 5%; d. otros: 1%.

Se emitieron catorce mejoras y recomendaciones dirigidas a la Junta Directiva, Dirección Ejecutiva, Dependencias técnico administrativas.

El tiempo promedio de atención y resolución de las gestiones osciló de atención inmediata a un día de duración.

| Productos                                                                                                             | Indicadores                                                                                                                                                     | Meta 2021                                                                | Resultados 2021                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Atención de consultas e inconformidades presentadas por los usuarios internos de los servicios brindados por el INTA. | Porcentaje de inconformidades atendidas con relación a reclamos y denuncias internas<br><br>(N° de gestiones atendidas / Total de gestiones presentadas) x 100. | Atención del 100% de las inconformidades ingresadas en la CS en el 2021. | <b>2 inconformidades</b><br><b>21 consultas</b> |

**Detalles:**

Inconformidades presentadas por usuarios internos, durante el período, la Contraloría recibió 2 inconformidades por parte de personas funcionarias institucionales.

Se atendió un total de veintiuna consultas de funcionarios referentes a: Procedimientos, normativa, trámites, localización de funcionarios, correos, información, etc.

Del total de consultas registradas por la CS en el 2021, se logró el 100% de atención y de resolución, logrando esta Unidad un porcentaje de satisfacción del 98% por parte de los usuarios que brindaron respuesta a consulta de la Contraloría de Servicios.

**Informes**

Se generaron catorce informes por parte de la Contraloría de Servicios. Dichos informes se hallan orientados a diferentes dependencias donde se generan los servicios, utilizando los resultados de percepción de las personas usuarias como insumo, para el proceso de toma de decisiones.

Además, como parte de las funciones establecidas mediante Ley N° 9158, se elaboraron doce informes, los cuales fueron trasladados en tiempo y forma a Junta Directiva, Dirección Ejecutiva, Unidad de Planificación y a la Secretaría Técnica del Sistema Nacional de Contralorías de Servicios.

**Aportes de la Contraloría de Servicios**

- Los datos brindados en los informes, no deben ser entendidos como números vacíos. Detrás de las cifras que brinda esta dependencia, existen personas que enfrentan realidades. En consecuencia, deben ser valorados como insumo para la toma de decisiones que satisfagan los legítimos requerimientos de la ciudadanía.
- Se concretó con un 100% de cumplimiento, el Plan de Trabajo de la CS para el 2021, el cual contemplaba un total de nueve (9) metas asociadas a (3) objetivos operativos, demostrando la efectividad de la Contraloría de Servicios en realización de sus labores, satisfaciendo la necesidad de las personas usuarias, las cuales manifestaron encontrarse identificadas con la labor realizada por esta dependencia, que se ha convertido en un espacio de escucha, es decir, de voz ciudadana.

- Como parte de la atención de los requerimientos que presentaron las personas usuarias durante el 2021, la CS procedió a:
  - a. Revisión diaria y meticulosa de los correos oficiales, brindándose atención inmediata al 100% de lo solicitado.
  - b. Analizar las gestiones presentadas por las personas usuarias.
  - c. Dar apertura a los expedientes físicos y digitales para cada gestión, en caso necesario.
  - d. Dar respuesta a las personas usuarias, o bien trasladar la gestión a la(s) jefatura(s) de la(s) Unidad(es) competente(s), para que brinde(n) la atención requerida.
  - e. Dar el seguimiento adecuado a cada caso, hasta su conclusión.
  - f. Como parte de las acciones de mejora, se llevó un control de registros de requerimientos, donde se incluyeron los tiempos entre el ingreso de la solicitud y la respuesta inicial dada por la CS, permitiendo determinar que el promedio de días hábiles de respuesta al usuario se situó en 1,06, muy por debajo del plazo máximo establecido en la Ley N°9158, de 10 días hábiles (artículo 43). Asimismo, se implementó un formulario web, disponible en la página web del INTA, con la finalidad de acercar y facilitar al usuario el contacto con esta Unidad.
  - g. Por otro lado, se evaluó el grado de satisfacción de los usuarios externos que acceden a los servicios que ofrece el Instituto. Para este fin, se desarrollaron las siguientes actividades: a) Identificación de los parámetros a evaluar. b) Elaboración del instrumento a aplicar. c) Validación del instrumento. d) Realización de ajustes y preparación de la versión final del instrumento. e) Aplicación del instrumento. f) Compilación, procesamiento, sistematización y análisis de la información. g) Interpretación de resultados h) Elaboración del informe.

# Dirección Ejecutiva

## Planificación y Seguimiento Institucional

La Unidad de Planificación Institucional (UPI) tiene como objetivo: diseñar, elaborar y apoyar metodologías, mecanismos, instrumentos y proyectos que permitan el desarrollo institucional y la sistematización de la información del INTA, mediante procesos de planificación estratégica y operativa, que contribuyan a la eficacia, eficiencia y sostenibilidad de la producción agropecuaria.

En la UPI se realizan actividades generales que se relacionan con la planificación, programación, presupuestación, evaluación, seguimiento, y control interno, además de brindar asesoría política a la Dirección Ejecutiva.

Desde el 2017 se inició con la implementación de una planificación bajo el enfoque de gestión por resultados (GPRD) acatando el Artículo N. 36 de los Lineamientos Técnicos y Metodológicos para la planificación, programación presupuestaria, seguimiento y la evaluación estratégica en el Sector Público en Costa Rica, del Ministerio de Hacienda, donde la metodología aplicada es de una programación orientada a resultados.

La GPRD “(...) es un instrumento orientado a fortalecer la capacidad del Estado para promover el desarrollo, constituyendo un marco de referencia para facilitar a las organizaciones públicas la dirección efectiva e integrada de su proceso de creación de valor público (resultados) con el fin de optimizarlo, asegurando la máxima eficacia y eficiencia de su desempeño, la consecución de los objetivos de gobierno y la mejora continua de sus instituciones”.

## Alcances

### Planes Institucionales

Se coordinó y se brindó seguimiento a las intervenciones presentadas en el Plan Sectorial, en el Plan de Seguridad Alimentaria, y las intervenciones incluidas en el Plan Estratégico Nacional. También, se elaboraron los informes de cumplimiento al Plan Sectorial solicitados por SEPSA.

En relación a la Gestión por Resultados, y de acuerdo a lo establecido por la normativa, en la institución se inició con el ajuste y formulación de los planes operativos bajo la gestión por resultados, por lo tanto, desde el año 2020 - 2021, se realizaron aportes en la elaboración de los Planes Operativos Institucionales, el cual, se envió a la Secretaría Técnica de la Autoridad Presupuestaria (STAP) y a la Contraloría General de la República.

Para la elaboración del Plan Operativo Institucional, se trabaja con la matriz articulación Plan-Presupuesto, tomando como referencia la matriz de articulación plan presupuesto (MAPP) que emplea MIDEPLAN y Ministerio de Hacienda. Además, el INTA adoptó esta matriz para realizar la programación anual de los funcionarios.

### **Plan Estratégico Institucional 2022-2028 (PEI)**

En el año 2021 se elaboró el documento de PEI 2022-2028, mismo que fue aprobado por la Junta Directiva, y divulgado en la página web del INTA.

### **Cumplimiento con la Matriz Articulación Plan Presupuesto Institucional (MAPPI)**

El año 2021 fue de importantes cambios para el INTA, la Ley No 9524, “Fortalecimiento del Control Presupuestario de los Órganos Desconcentrados del Gobierno Central”, en su artículo 1 establece que todos los presupuestos de los órganos desconcentrados de la Administración Central serán incorporados al Presupuesto Nacional, el INTA pasa a ser el programa número 172 del MAG. A partir del año 2021 el INTA al ser programa presupuestario 172 de MAG, los logros se reportan al Ministerio de Hacienda mediante tres productos institucionales.

En la MAPPI, se plantearon los indicadores de productividad en el nivel experimental generados con tecnología del INTA y se cumplen con las metas propuestas. La Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico es el encargado de velar por la ejecución de los indicadores, a través de los siguientes departamentos bajo su responsabilidad: Investigación e Innovación, Transferencia de Tecnológica, Estaciones Experimentales.

Estas acciones permiten informar sobre el cumplimiento de metas de la institución, por medio del cual se contribuye en el desarrollo de tecnología en productos agrícolas como: producción de semilla de papa, producción de semilla de papaya y todo lo relacionado a las actividades de investigación y acompañamiento de productores por medio de la transferencia de tecnología.

Con las metas planteadas en la MAPPI, se logró presentar los informes solicitados semestrales y anuales solicitados por Hacienda. Así mismo, se registró la información en el Sistema de Formulación Presupuestaria (SFP) del Ministerio de Hacienda, donde se registran las metas institucionales incorporadas en el POI anualmente.

### **Seguimiento a Índice de Capacidad de Gestión (ICG)**

En el 2020 la CGR sustituye el Índice de Gestión Institucional (IGI) por Índice de Capacidad de Gestión (ICG), el cual es un instrumento aplicable a todo el sector público costarricense, centrado en la medición del nivel de preparación que tienen las instituciones, entes y órganos públicos para cumplir sus funciones, lograr sus objetivos y resultados en procura de generar valor público. Ese nivel de preparación se vincula con los recursos disponibles, y con la forma en que éstos se organizan, articulan y preparan para lograr una gestión adecuada. El resultado para la institución es inicial.

## Atención y seguimiento a Estudios de Auditoría de la CGR

En diciembre del 2019 se realizó un estudio por parte de la CGR, Informe N°DFOE-EC-IF-00016-2020, dando como resultado el “Informe de auditoría de carácter especial sobre la Planificación, Ejecución y Seguimiento Presupuestario de los servicios brindados por el INTA”, en dicho informe se emitieron las siguientes disposiciones:

*4.4 Elaborar, oficializar e implementar mecanismos de control que permitan al INTA asegurar, que el proceso de elaboración, ejecución y seguimiento del próximo plan estratégico institucional, incluya al menos la definición de indicadores, líneas base, programación, mecanismos para ajustarlo producto de cambios del entorno y para la determinación del valor público generado a partir de la prestación de servicios, según se detalló en este informe. Dichos mecanismos deben contener las acciones detalladas, metas y plazos. Remitir a la Contraloría General de la República a más tardar el 30 de noviembre de 2020, una certificación en la cual se acredite la elaboración y oficialización de los mecanismos requeridos; y al 30 de junio de 2021, una certificación en la que conste su implementación.*

*4.5 Elaborar, oficializar, divulgar e implementar, los mecanismos de control que regulan los procesos de planificación, ejecución y seguimiento presupuestario de los servicios brindados mediante las estaciones experimentales, a fin de solventar las debilidades normativas y de control identificadas en este estudio. Dichos mecanismos deberán contener como mínimo las acciones, actividades o tareas por realizar, el objetivo o fin correspondiente, el producto esperado, así como el plazo y el responsable de su ejecución. Remitir a la Contraloría General de la República a más tardar el 18 de diciembre de 2020, una certificación donde conste su elaboración, oficialización y divulgación; así como una certificación a más tardar el 29 de octubre de 2021 su implementación.*

A partir del mes de setiembre del año 2020 se realizó el plan de acción para dar solución a las disposiciones dadas por la CGR. Atendiendo la planeación, se diseñaron e implementaron en el 2021 los siguientes documentos:

- Procedimiento para la formulación del Plan estratégico.
- Guía Metodológica para la formulación, seguimiento y evaluación del Plan Estratégico Institucional del INTA.
- Guía Metodológica para la definición, medición y ajuste de los indicadores.
- Procedimiento para formular la MAPP.
- Procedimiento para incluir actividades o proyectos en la MAPP.
- Procedimiento para eliminar actividades de la MAPP.

También es importante mencionar, que la Contraloría General de la República en el 2021 realizó la cuarta edición del Índice Institucional de Cumplimiento de Disposiciones y Recomendaciones (IDR), el cual mide la eficacia, eficiencia y gestión de las instituciones, con respecto al grado de atención de las disposiciones y recomendaciones contenidas en los informes de fiscalización. Para esta medición, se consideraron los avances registrados al mes de julio de 2021, a partir de los informes de auditoría emitidos durante el período 2019-2020.

En la notificación enviada a la institución, la calificación del INTA en el Índice Institucional de Cumplimiento de Disposiciones y Recomendaciones (IDR) es la siguiente:



La CGR en el oficio DFOE-SEM-0854, enviado el 22 de setiembre del 2021 comunica al INTA, que de acuerdo al resultado del análisis efectuado a la información remitida y conforme al alcance establecido en lo dispuesto por la Contraloría General determinó que el INTA cumplió con lo solicitado en disposición 4.4, por lo tanto, se da por concluido el proceso de seguimiento correspondiente a dicha disposición.

Con respecto a la disposición 4.5, también se cumplió con las indicaciones de la CGR, para lo cual se presentaron los documentos correspondientes, quedando pendiente la certificación de la implementación de dicha información.

#### Otras de las actividades realizadas fueron:

- Durante el periodo 2021, se realizó la recopilación de la información correspondiente al periodo 2020 mediante el llenado del cuestionario de Actividades Científicas y Tecnológicas (ACT) solicitado por la MICITT.
- La UPI tiene el cargo de la Secretaría Técnica de la Comisión de Presupuesto y la Secretaría del Consejo Asesor donde realizó la convocatoria, actas y acuerdos de las reuniones de la Comisión de Presupuesto del INTA y Consejo Asesor.
- A nivel externo se participó en la Comisión Técnica del Sector Agropecuario (COTECSA).
- Durante el 2021, se recibieron estudiantes del TCU y práctica de la Universidad Latina, estudiantes de la Universidad Técnica Nacional que colaboraron con la actualización y levantamiento de procedimientos del INTA.
- La UPI facilitó el Taller de seguimiento de indicadores de los planes operativos anuales, este taller se realiza dos veces, semestral y anual.

- Se elaboraron los informes de cumplimiento de metas institucionales semestrales y anuales solicitados por la Ministerio de Hacienda.
- Se trabajó en conjunto con Gestión de Desarrollo del MAG el tema de nuevo modelo de evaluación de desempeño, así mismo se formó parte en los talleres de inducción para los funcionarios del INTA.

### Sistema de Control Interno (SCI -INTA 2021)

El objetivo es el desarrollo e implementación de instrumentos de gestión para el fortalecimiento del SCI-INTA con la finalidad de mitigar los riesgos y cumplir con los objetivos institucionales.

#### Principales logros

- a. Se coordinó y se dió seguimiento a diversas acciones del Plan de Acción de Control Interno, así como de las recomendaciones de la Comisión Gerencial y de Titulares Subordinados- Personas Enlaces de Control Interno en cumplimiento de la Ley General de Control Interno tales como:

Se ejecutó el proceso de autoevaluación del SCI-INTA 2020, dando continuidad a las acciones de mejora recomendadas por los evaluadores en el reporte de criterios 2021.

- Se actualizó el significado del concepto de riesgo en función de los cambios en el entorno y de la normativa aplicable. Revisión de riesgos y acciones de mejora de factores de riesgo, controles que deben realizarse de manera comprometida para disminuir la vulnerabilidad al riesgo y para garantizar el desarrollo de informes demandados a control interno.
  - Se socializaron los informes a nivel de la administración activa del INTA con el objetivo de cumplir con las demandas requeridas.
  - En el tema de Sistema Integrado de Información INTA, se continuó con el debido mantenimiento de las bases de datos y archivos de Excel, considerando el acceso restringido según lo amerite.
- b. Se atendieron las demandas del INTA y de los entes contralores externos (Contraloría General de la República, Departamento de Contabilidad Nacional entre otros):
    - Según resultados y análisis de riesgos, impacto y medidas de contención con énfasis en Covid-19, se continuó brindando los productos y servicios a usuarios del INTA, cumpliendo con las actividades de la MAPP 2021.
    - Levantamiento del informe sobre la mitigación de riesgos 2021, con el propósito de que las acciones descritas fueran aprovechadas para planeamiento y seguimiento de acciones de mejora en procesos sustantivos del SCI-INTA, conforme a instrumentos normalizados para estas acciones.

- Construcción, aprobación y socialización de información oportuna sobre el fortalecimiento de control interno para la Página Web-INTA.
- Actualización constante a nuevos titulares subordinados, responsables y colaboradores de procesos de control interno.
- Se socializó la información sobre la operatividad del Control Interno para la administración activa del INTA “Que Somos Todos”.
- Se continuó coadyuvando con la rendición de cuentas para la mejora continua de los funcionarios.

La tendencia para la implementación de planes de acción es estructurar la organización en función de los procesos, priorizándolos para cumplir con el logro de su cometido, aprovechar al máximo los recursos disponibles y brindando atención a las recomendaciones y observaciones de los órganos de control y fiscalización. Lo anterior mediante el seguimiento de acciones preventivas y correctivas objetivas dentro del contexto del INTA y búsqueda de la mejor manera de hacer las cosas y detallar el registro de dichos controles.

## 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. Esta Unidad funciona como órgano consultivo interno, es de carácter técnico y tiene como finalidad guiar a otros órganos sobre los fundamentos y el contenido de sus decisiones.

Apoya a la Administración Activa en la elaboración de: proyectos, convenios, resoluciones administrativas, acuerdos ejecutivos, decretos, reglamentos, contratos y otros actos. En 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.

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

- La atención de trece 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 todas sus sesiones, consultas escritas y presenciales, así como la debida atención de los procesos para investigaciones preliminares instruidos por el Órgano Colegiado. 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 pendiente de publicación en La Gaceta para su entrada en vigencia.
- Se brindó el seguimiento procedimental al Decreto para la creación del registro oficial de Inspectores de Uso Conforme del Suelo, mismo que se encuentra en la fase de modificaciones a raíz de la consulta pública y del informe técnico emitido por el MEIC.
- En materia de Contratación Administrativa se acompañó a la Proveeduría 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 participó en la revisión y redacción de aproximadamente catorce convenios y adendas en proyectos de interés institucional, mismos que fueron suscritos en el año 2021.

## Gestión de Información Técnica (UGIT)

Esta unidad técnica es la encargada del registro y resguardo de la información técnica institucional. Durante el año 2021, la Unidad tiene registradas 97 actividades, incluyendo 39 nuevas para ese año. Estas nuevas actividades están distribuidas por programa, donde el programa de Hortalizas registra la mayor cantidad de actividades (10), seguido del programa de Frutales (8), Raíces y Tubérculos (7) y el programa que presenta la menor cantidad de actividades registradas es Transferencia (1), por ser en su mayoría actividades sustantivas que no requieren estar registradas en la UGIT (figura 8).

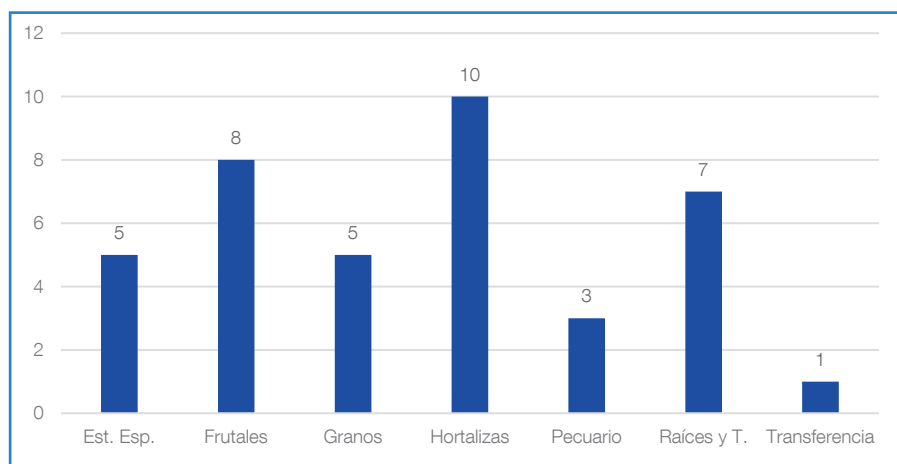


Figura 8. Número de actividades registradas durante 2021

En el cuadro 2, se detalla la distribución de actividades por rubro dentro de cada programa. En caso de Frutales, el rubro de Aguacate es el que mayor cantidad de actividades registra con cuatro. En el programa de Hortalizas, el rubro de Transferencia registra tres actividades y en el programa de Raíces y Tubérculos, el rubro de Papa es el que mayor cantidad de actividades registra con seis.

Cuadro 2. Distribución de actividades registradas por programa y por Rubro. 2021.

| Programa               | Rubro                                                   |
|------------------------|---------------------------------------------------------|
| Estudios Especiales, 5 | Arroz, Economía, Laboratorio, Papa                      |
| Frutales, 8            | Abacá, Aguacate, Cacao, Frutales                        |
| Granos básicos, 5      | Estudios especiales, Frijol, Granos, Sorgo              |
| Hortalizas, 10         | Cebolla, Chile dulce, Hortalizas, Tomate, Transferencia |
| Pecuario, 3            | Abejas, Estudios especiales, Forrajes                   |
| Raíces y Tubérculos, 7 | Papa, Yuca                                              |
| Transferencia, 1       | Pecuario                                                |

Con respecto a la distribución de actividades por región (figura 9), la región Central es la que mayor cantidad de actividades registra con 10, seguido de siete actividades a nivel Nacional y la Región Huetaar Norte no tiene registrada ninguna actividad.

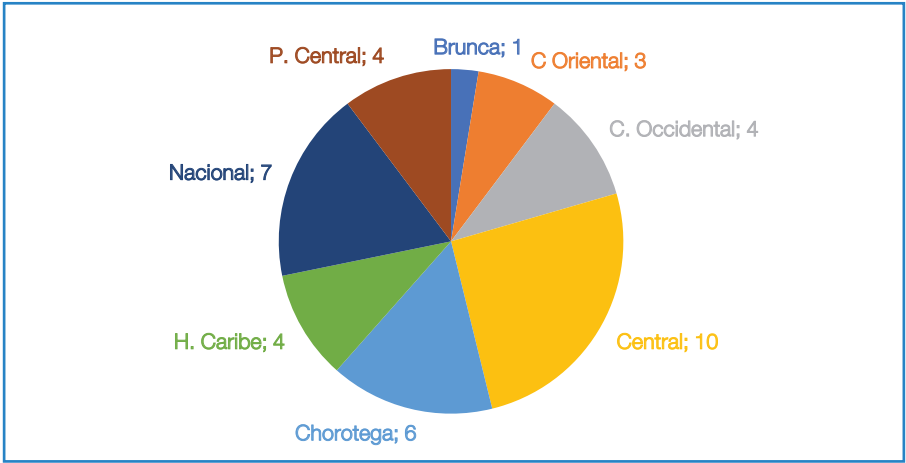


Figura 9. Distribución de actividades por región. Año 2021.

En la figura 10 se muestra como el 65% de las actividades corresponden a investigación, un 15% corresponde a transferencia de tecnología, otro 15% a estudios especiales y un 5% a servicios.

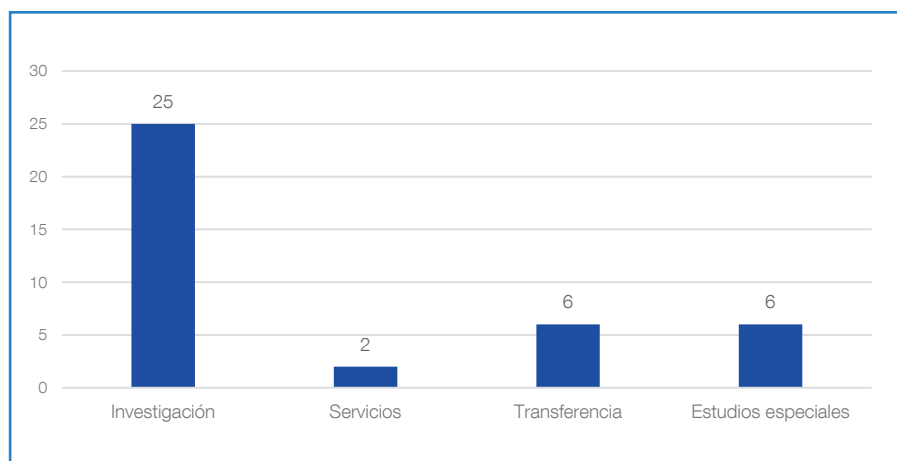


Figura 10. Tipo de actividad registrada para el año 2021.

Con respecto a los informes finales, en este año se registraron 56 informes, siendo 15 de Transferencia, 11 de hortalizas, 9 de granos, 6 de raíces y tubérculos, 5 frutales y 5 en pecuario, con 2 estudios especiales y recursos naturales y con uno en servicios.

## Cooperación Técnica

El objetivo de esta unidad es dinamizar los procedimientos para un mayor acceso a fuentes de financiamiento y cooperación técnica, la búsqueda y negociación de recursos a nivel nacional e internacional para la implementación de proyectos. Se promueve la articulación y formalización de alianzas con otros institutos de investigación, la academia y el Sistema Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (SNITTA).

El año 2021, la institución mantuvo 33 proyectos en ejecución, de los cuales 18 finalizaron y 15 continuarán ejecutándose en el 2022. Como parte de la gestión institucional se negociaron siete proyectos nuevos, los cuales se espera formalizar para iniciar su ejecución en el año 2022 (figura 11).

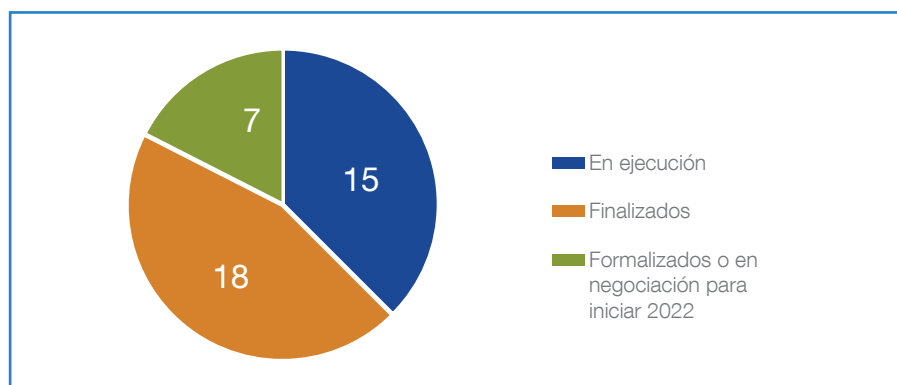


Figura 11. Distribución de los proyectos según su estado. 2021.

La distribución de los proyectos en relación con las áreas temáticas fue la siguiente: cinco proyectos corresponden a acciones en frutales, siete proyectos de hortalizas, cuatro proyectos de raíces y tubérculos, cuatro de granos básicos, 14 en el tema pecuario y seis en temas de suelos y otras actividades agropecuarias (figura 12).

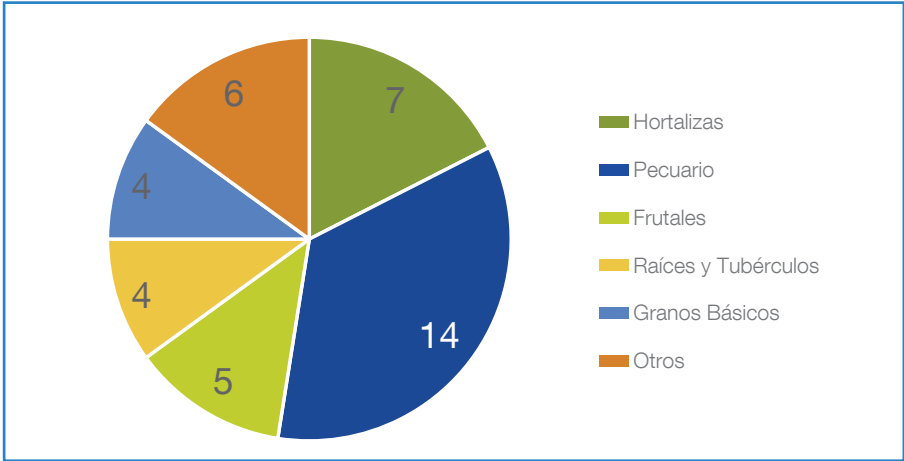


Figura 12. Distribución de los proyectos según programa. 2021.

Cuadro 3. Proyectos de INTA con financiamiento de organismos cooperantes durante el año 2021

| Proyecto                                                                                                                               | Organismo cooperante           | Estado     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| Establecimiento del sistema de información del ambiente edáfico de América Latina                                                      | KoLFACI<br>Cooperación Coreana | Finalizado |
| 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                      | Finalizado |
| Caracterización agronómica de cinco clones de Rambután ( <i>Nephelium lappaceum</i> ) en el Trópico Húmedo de Costa Rica.              | Fittacori                      | Finalizado |
| 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  |

| Proyecto                                                                                                                                                                                                  | Organismo cooperante           | Estado     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| 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                       | Ejecución  |
| Investigación en el Cultivo de Abacá                                                                                                                                                                      | Nippon Paper                   | Ejecución  |
| Demostración de la mejora de la productividad mediante la utilización del sistema adecuado del manejo del agua para el arroz                                                                              | KoLFACI<br>Cooperación Coreana | Finalizado |
| Manejo del complejo mancha de asfalto en el cultivo de maíz en Costa Rica.                                                                                                                                | Fittacori                      | Finalizado |
| 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  |
| Fortalecimiento de capacidades en la producción de semillas para una agricultura adaptativa y resiliente                                                                                                  | FUNDECOOPERACIÓN               | Ejecución  |
| Establecimiento del Modelo de Mejoramiento del Manejo de la Calidad Post-cosecha de los Cultivos Hortícolas de América Latina                                                                             | KoLFACI<br>Cooperación Coreana | Finalizado |
| Evaluación de introducciones y cultivares de cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.) en tres regiones productoras de Costa Rica                                                                                  | Fittacori                      | Finalizado |
| 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  |
| 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 |

| Proyecto                                                                                                                                                                                                                                                               | Organismo cooperante           | Estado     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| 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                      | Finalizado |
| 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                      | Finalizado |
| 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                      | Finalizado |
| Innovación para la gestión del pasto                                                                                                                                                                                                                                   | FONTAGRO / GRA                 | Ejecución  |
| Herramientas digitales de AgtTech para una lechería climáticamente inteligente Argentina, Costa Rica, República Dominicana, Uruguay                                                                                                                                    | FONTAGRO / GRA                 | Ejecución  |
| Investigación para la mejora de la fertilidad del suelo, mediante la aplicación de la Tecnología de Transformación de Estiércol en Abono                                                                                                                               | KoLFACI                        | Ejecución  |
| Introducción de genética para la adaptación al cambio climático                                                                                                                                                                                                        | Fundecooperación               | Ejecución  |
| Creación de capacidades para la adaptación al cambio climático en sistemas agropecuarios en Costa Rica                                                                                                                                                                 | 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                      | 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>Cyrtoneurus bergi</i> ), como parte del manejo integrado de la plaga en el cultivo de la yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz), Costa Rica | Fittacori                      | Finalizado |
| Mejoramiento del ambiente del cultivo en tierra a través de la utilización eficiente de los abonos orgánicos y biológicos                                                                                                                                              | KoLFACI<br>Cooperación Coreana | Finalizado |

| Proyecto                                                                                                                                                                                                          | Organismo cooperante           | Estado     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|
| 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 | Fundecooperación               | Finalizado |
| Alianza para el mejoramiento de cultivos centroamericano y del caribe                                                                                                                                             | USAID / Universidad de Cornell | Ejecución  |
| Estudio genómico de la raza Brahman en Costa Rica                                                                                                                                                                 | CORFOGA - ASOCEBU              | Ejecución  |

La Unidad de Cooperación Técnica realizó el seguimiento de 33 proyectos activos y a 11 proyectos finalizados en el 2020 que mantuvieron acciones en su fase de cierre. La función de seguimiento tiene como objetivo apoyar la gestión institucional, así como establecer procedimientos, mecanismos e instrumentos en procura de una adecuada ejecución de los proyectos de cooperación.

INTA colabora con la formación de estudiantes por medio de pasantías, trabajo comunal universitario, prácticas supervisadas y tesis con lo cual se logra apoyar al sector académico en la búsqueda de soluciones a las demandas tecnológicas. Para el año 2021 se brindó atención de 36 estudiantes, de las cuales uno correspondió a un seminario de investigación para el grado de doctorado, uno realizó tesis de licenciatura, 17 prácticas supervisadas para bachiller universitario, siete prácticas supervisadas de secundaria, una pasantía y nueve estudiantes realizaron su trabajo comunal universitario.

# Dirección Investigación y Desarrollo Tecnológico

El objetivo de esta Dirección es planificar y coordinar acciones para la generación y transferencia de tecnología orientada a satisfacer la demanda principalmente de pequeños y medianos productores, con la finalidad de brindarles productos y servicios tecnológicos, que coadyuven en los procesos de innovación para incrementar la productividad, sostenibilidad e incursionar en nuevas alternativas productivas.

## Investigación e Innovación

Las principales líneas de trabajo son: mejoramiento genético, manejo agronómico, poscosecha, biotecnología, cambio climático, manejo de sistemas pecuarios, nutrición animal, manejo de recursos naturales, entre otros.

## Unidad de Granos Básicos

### MAIZ (*Zea mays*)

Se evaluaron aproximadamente 70 nuevos materiales genéticos en maíz de grano blanco y amarillo. Los resultados indican que existen aproximadamente de 5 a 8 genotipos que reúnen características de interés para su uso potencial en la producción de forraje y la elaboración de ensilaje, particularmente por la relación hoja/tallo, la producción de materia seca total, porcentaje de fibra detergente neutra y ácida, contenido de lignina, porcentaje de proteína cruda y de cenizas entre otras variables. Siendo los materiales más destacados SLTHW17207, SLTHY18218, SLTHW14003, SLTHW18233 y SLTHWZN17120 (cuadros 4 y 5). Se continuará con la evaluación y validación de los materiales genéticos seleccionados en 2022 y 2023.

Cuadro 4. Altura de planta (cm) y relación hoja/tallo de variedades de maíz de grano blanco y amarillo. Cañas, Guanacaste, 2021.

| N. de código de experimento |                    |                     |                |                    |                     |                |                    |                     |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|----------------|--------------------|---------------------|----------------|--------------------|---------------------|
| Experimento 28              |                    |                     | Experimento 46 |                    |                     | Experimento 32 |                    |                     |
| Variedad                    | Altura planta (cm) | Relación hoja/tallo | Variedad       | Altura planta (cm) | Relación hoja/tallo | Variedad       | Altura planta (cm) | Relación hoja/tallo |
| 17                          | 214,0              | 0,80                | 5              | 267,3              | 0,38                | 16             | 260,0              | 0,42                |
| 24                          | 224,7              | 0,26                | 18             | 252,3              | 0,37                | 18             | 260,0              | 0,88                |
| 25                          | 244,3              | 0,23                | 24             | 265,3              | 0,32                | 19             | 261,0              | 0,35                |
|                             |                    |                     | 25             | 278,3              | 0,33                | 20             | 242,7              | 0,28                |

Cuadro 5. Variables bromatológicas de variedades de maíz de grano blanco y amarillo. Cañas, Guanacaste, 2021.

| Entrada / Experimento / Código Variedad | Porcentaje Materia Seca total | Porcentaje FDN 105°C | Porcentaje FDA 105°C | Porcentaje Lignina, LDA (BS/MO) | Porcentaje Proteína Cruda | Porcentaje cenizas |
|-----------------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------|
| 17-28 (SLTHY18218)                      | 24,68                         | 61,05                | 28,85                | 1,91                            | 10,5                      | 10,13              |
| 24-28 (Testigo 1)                       | 20,09                         | 59,67                | 27,17                | 1,75                            | 8,25                      | 4,94               |
| 25-28 (Testigo 2)                       | 19,55                         | 56,09                | 24,97                | 2,29                            | 8,81                      | 8,37               |
| 16-32 (SLTHWZN17120)                    | 32,26                         | 58,95                | 28,97                | 1,42                            | 6,56                      | 7,71               |
| 18-32 (SLTHW14003)                      | 27,59                         | 53,3                 | 26,72                | 1,53                            | 3,88                      | 6,99               |
| 19-32 (Testigo 1)                       | 29,43                         | 55,94                | 27,14                | 1,55                            | 4,38                      | 7,59               |
| 20-32 (Testigo 2)                       | 27,57                         | 54,48                | 26,89                | 1,64                            | 5,19                      | 7,07               |
| 5-46 (SLTHW17207)                       | 29,9                          | 67,74                | 34,04                | 1,52                            | 3,75                      | 9                  |
| 18-46 (SLTHW18233)                      | 33,64                         | 50,7                 | 23,98                | 1,21                            | 4,13                      | 6,03               |
| 24-46 (Testigo 1)                       | 28,93                         | 59,14                | 28,19                | 1,76                            | 5,44                      | 7,97               |
| 25-46 (Testigo 2)                       | 28,43                         | 59,77                | 28,85                | 1,69                            | 4,56                      | 6,59               |

Fuente: Datos determinados en el laboratorio de piensos y forrajes del INTA. Ochozogo, Cartago. 2021.



Figura 13. Evaluación del potencial forrajero de variedades experimentales de maíz en la Estación EJA. Cañas, Guanacaste, 2021.

Se realizaron días de campo y charlas relacionados con la producción de semilla para autoconsumo y la conservación de variedades en reservas comunitarias de semillas. Estas actividades se llevaron a cabo en el marco del proyecto “Fortalecimiento de capacidades en la producción de semilla para una agricultura adaptativa y resiliente”, financiado por Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible (Fundecooperación) y desarrollado por la Oficina Nacional de Semillas (ONS) y el INTA. Se contó con la participación de 60 productores de las localidades de Esparza, Chomes, Los Chiles, Pejibaye y Nicoya (figura 14).



Figura 14. Día de campo. Producción de semilla de maíz para autoconsumo. Esparza, 2021.

## ARROZ (*Oryza sativa*)

Utilizando como plataforma el Programa Nacional *“Reduciendo la vulnerabilidad centrándose en sectores críticos (agricultura, recursos hídricos, zonas costeras) con el fin de reducir los impactos negativos del Cambio Climático y mejorar la resiliencia de dichas poblaciones” – ADAPTA2+*, se crea el proyecto de transferencia *“Fortalecimiento de capacidades en la producción de semilla para una agricultura adaptativa y resiliente”*, financiado por Fundecooperación para el Desarrollo (Fundecooperación) y desarrollado por La Oficina Nacional de Semillas (ONS) y el INTA. En este sentido, se trabajó con materiales autóctonos de arroz y se sembraron 12 materiales, entre ellos Chin Chin, Blue Bonnet, Rexoro, Nira Blanco, Nira Colorado, Texas, Mexicano, Fortuna Negro, Picaporte y los materiales CR 1113, CR 1821 y CR 057, con densidades de siembra de 40 kg/ha. Los materiales fueron sembrados en parcelas demostrativas de 10 m<sup>2</sup> cada una en las comunidades de Nicoya, Nandayure y Pilas de Canjel, con un manejo agronómico bajo en insumos agrícolas obteniendo alrededor de 3 kg por cada material.

Del proceso de siembra, se logró cosechar todos los materiales y con la semilla obtenida se realizó una actividad de transferencia en la comunidad de Nicoya, donde se logró entregar a productores de la Región Chorotega, semilla de calidad y con ello lograr que los productores volvieran a recuperar los materiales de arroz con adaptabilidad y resiliencia para la agricultura familiar y asegurar la alimentación básica en la región. Paralelo a esta actividad, se produjo a mayor escala semilla de seis materiales criollos (Blue Bonnet, Nira Colorado, Nira Blanco, Chin Chin, Rexoro y Texas). El producto obtenido del proceso será entregado en comunidades vulnerables del país, para que así productores logren recuperar estos materiales autóctonos que en cierta medida han ido desapareciendo.



Figura 15. Parcelas de multiplicación de variedades criollas de arroz. Guanacaste, 2021.

### **FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)**

La investigación en el cultivo de frijol es producto del trabajo colaborativo entre el INTA y la UCR. Las actividades de investigación se ejecutaron en las regiones: Huetar Norte (Los Chiles), Chorotega (La Cruz y Sardinal), Brunca (Pejibaye y Buenos Aires), Pacífico Central (Estación La Managua, Quepos) y Central Occidental (Estación Experimental Fabio Baudrit).

Se identificaron líneas promisorias de frijol, las cuales se obtuvieron considerando el rendimiento en tres localidades, incluyendo una localidad en condiciones con y sin estrés por sequía. Dentro del grupo sobresalen líneas de grano rojo y negro, con tolerancia a sequía, alto contenido de Fe y Zn. Se continuará evaluando las líneas sobresalientes.

Se promovió la difusión de variedad Nambí para sequía, a través de actividades de campo, capacitación y aporte de semilla a las organizaciones de productores, estas lograron producir 5,6 toneladas de semilla de la variedad Nambí.

Estudio de adopción de variedades determinó que la variedad de grano rojo más sembrada es la Cabécar, así mismo se determinó un aumento en la siembra de la variedad Nambí, de la que los agricultores resaltan su potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y porte de la planta.

Las actividades de transferencia se realizaron a través de charlas, días demostrativos, reuniones de coordinación, atención a estudiantes y giras técnicas, en temas como: avances en la búsqueda de variedades con adaptación a sequía terminal y alta temperatura nocturna, manejo agronómico del cultivo y producción local de semilla de calidad. Se tuvo una participación de 93 personas. Estas actividades se realizaron en las localidades de Chánguena y Guagaral de Buenos Aires, Veracruz de Pejibaye, Sardinal de Carrillo, Santa Cecilia de La Cruz. Además, se publicaron en coautoría dos artículos, uno en la Revista Agronomía Costarricense denominado “Tayni”: variedad de frijol común mesoamericano de grano rojo brillante y el otro *Hongos asociados a la marchitez del frijol común (Phaseolus vulgaris) en Costa Rica en la Revista Mexicana de Fitopatología*.

### **SORGO (*Sorghum spp*)**

Durante el 2021 se realizaron importantes avances en la investigación de sorgo en el INTA. Estos se centraron en tres actividades principales: i) la caracterización avanzada de materiales de sorgo forrajero BMR para liberación de variedades, ii) la identificación de nuevos materiales promisorios de sorgo para el fin último de liberación varietal, y iii) la ampliación de la base genética del material de sorgo con el que cuenta el INTA.

Con relación a la primera, durante el 2021 se realizaron seis experimentos regionales de rendimiento en diferentes localidades de la Región Chorotega y Huetar Norte. En estos se identificaron dos materiales con potencial forrajero para liberación varietal, BMR-0925 y BMR-0936, para los cuales se realizó adicionalmente una caracterización del perfil de calidad forrajera (figura 16). Para cada una de estas dos líneas se produjeron 90 kilos de semilla autorizada para realizar validaciones durante el 2022.

Asimismo, con respecto al segundo punto se identificaron al menos 5 materiales genéticos nuevos de sorgo, con potencial para producción forrajera en el ámbito nacional, estos provienen de germoplasma introducido al país durante el 2020. Este trabajo, se realizó mediante seis parcelas de observación, mismas que continuarán durante el año 2022, a fin de corroborar el potencial de dichos materiales genéticos. Para la selección de los genotipos anteriormente mencionados con los experimentos regionales de rendimiento y las parcelas de observación, se realizaron tres actividades de selección participativa con productores de la Región Chorotega y Región Huetar Norte del país (figura 17).

Finalmente, con respecto a la tercera actividad, se logró materializar la introducción de nuevo material genético de sorgo proveniente de programas internacionales en India y Haití. Esto incluye la introducción durante el 2021 de aproximadamente 300 líneas de sorgo, que comenzarán su evaluación de campo durante el 2022.



Figura 16. Experimentos de sorgo establecidos en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez durante la estación seca del 2021.



Figura 17. Actividad de selección participativa de sorgo forrajero en San Jorge de Los Chiles, Alajuela.

## Proyectos en ejecución

Durante el 2021 inició la ejecución del proyecto “Alianza Centroamericana y Caribeña para el Mejoramiento Genético de Cultivo (CACCIA, por sus siglas en inglés). Este es financiado con fondos de la Agencia Estadounidense para la Cooperación Internacional (USAID, por sus siglas en inglés), administrados por la Universidad Cornell a través del Laboratorio de Innovación para el Mejoramiento Genético de Cultivos (ILCI, por sus siglas en inglés). La Universidad Quisqueya de Haití es el socio regional del proyecto para las actividades de mejora genética, mientras que los recursos son administrados regionalmente por la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI). En dicho periodo se introdujo la totalidad del material genético de sorgo y frijol requerido para el inicio de actividades del proyecto, e iniciaron las actividades de investigación en mejoramiento genético de sorgo y frijol, así como de investigación transversal en genómica y socioeconomía, mientras que se está completando la importación de material genético de camote para iniciar con la investigación en este cultivo a partir del 2022.

En el año 2021 se continuó con la ejecución del segundo año del proyecto denominado “Investigación de tolerancia a la sequía para frijoles comunes en América Latina para preparar a los productores de frijoles para el cambio climático” financiado por el Gobierno de Corea del Sur, denominado Kolfaci-frijol cuyo objetivo general es reducir las pérdidas por sequía de los pequeños productores en las regiones de lluvia irregular. Los recursos son administrados por la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI). Se cuenta con avances importantes en la selección de nuevas líneas de frijol con potencial de adaptación y rendimiento bajo condiciones de humedad limitada y altas temperaturas.

## Unidad de Frutales

### Aguacate (*Persea americana* Mill.)

Durante al año 2021 se establecieron en su etapa de vivero dos actividades relacionadas con la evaluación de materiales de aguacate con potencial élite tanto en la región Pacífico Central de Costa Rica (zona baja) como en la región Central (zona alta). Dichas actividades tienen como objetivo determinar la combinación de patrón y copa con mejor potencial para la producción de aguacate en la bajura y en altura. Para la actividad en bajura, se estableció un vivero con árboles seleccionados de los patrones Cavar, Vicky, Cóbano y Parrita, con alto potencial productivo en los sectores de Esparza, Orotina y Parrita. Con respecto a la germinación se encontró que el patrón con la menor tasa germinativa fue Vicky con apenas 74%, mientras que Cavar, Cóbano y Parrita tuvieron tasas de germinación de 80%, 82%, 84%, respectivamente. Un aspecto relevante fue que en las semillas del patrón Vicky se encontró una alta incidencia de pudrición de semilla antes de germinar a pesar de que las semillas de todos los patrones estudiados tuvieron el mismo manejo de desinfección. La

tasa de crecimiento antes de la injertación dada por las variables altura y grosor del tallo, indican que los patrones con árboles de mayor altura fueron Cóbano (65,17 cm) y Parrita (63,39 cm), superiores a Vicky y Cavar (50,17 cm) y (41,56 cm) respectivamente. Los patrones con árboles de mayor grosor de tallo fueron Parrita (6,81mm) y Cóbano (6,60 mm) y los de menor grosor fueron Vicky (5,89 mm) y Cavar (4,88 mm) (figura 18).

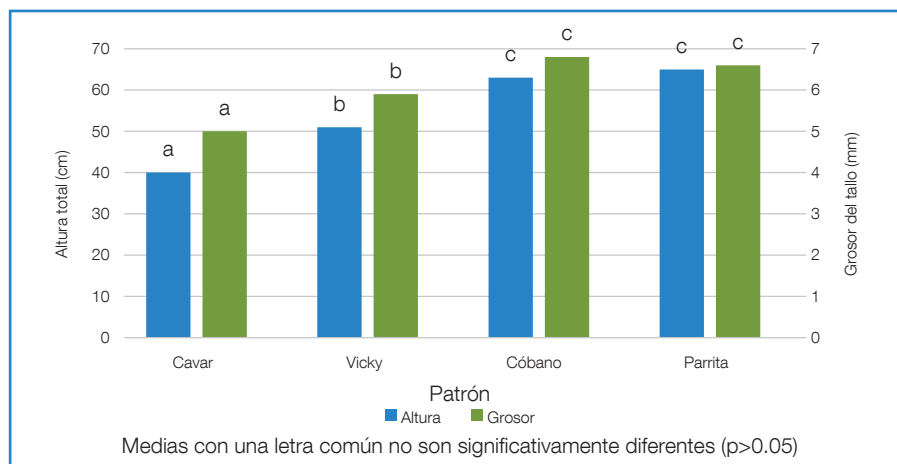


Figura 18. Altura y grosor de árboles de cuatro patrones en vivero. Castro y González. Orotina, Alajuela, 2021.

El prendimiento de los injertos en los árboles de los doce tratamientos evaluados (tres variedades sobre cuatro patrones) fue similar con un 100% casi para todos, excepto para las combinaciones Gato-Parrita y Simmonds-Parrita, donde el prendimiento fue de un 92 % en cada uno, a pesar de que dicha interacción no fue significativa (figura 19).

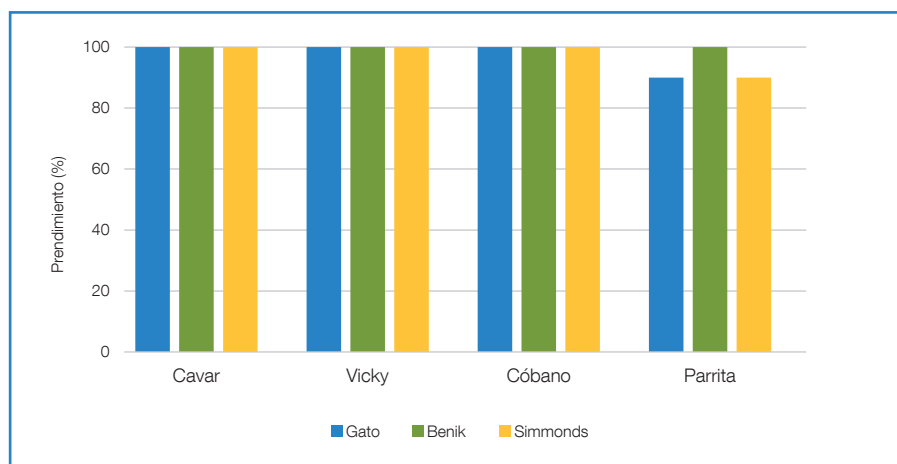


Figura 19. Porcentaje de prendimiento en árboles de cuatro patrones injertados con tres variedades de aguacate. Vivero Castro y González. Orotina, Alajuela, 2021.

Las investigaciones en zona alta consistieron en la comparación agronómica del aguacate Hass injertado sobre seis patrones de interés comercial (Reeds, Bar duke, Fallas 1, Duke 7, Cima, Caragral). Durante el 2021, se estableció la etapa de vivero, en la cual se han realizado evaluaciones de altura y grosor de tallo a los 134 días después de realizado el trasplante (figuras 20 y 21).

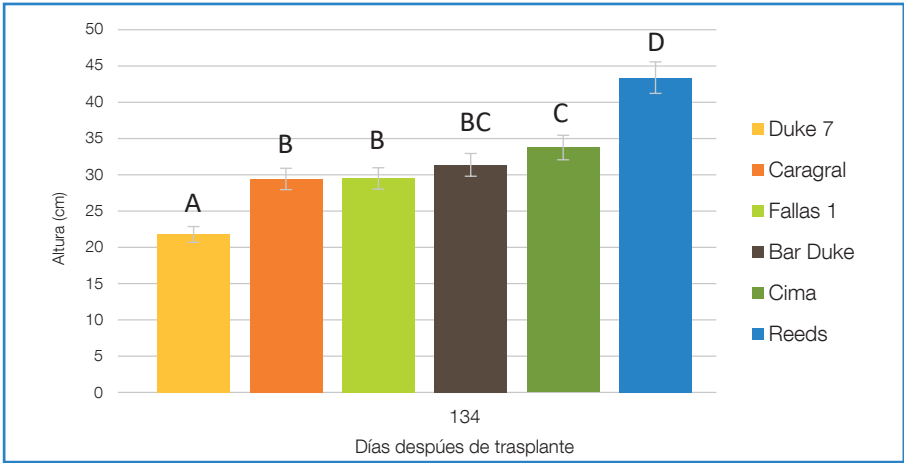


Figura 20. Comparación de medias de la altura de los patrones evaluados a los 134 días después del trasplante. Apacoop, León Cortés, 2021.

Los árboles del patrón Reeds presentan una tendencia de mayor altura, seguidos por el Bar duke y el Cima (figura 3). Asimismo, este último (Cima), presenta el mayor grosor en comparación con el resto, seguido por Reeds y Bar duke (figura 21).

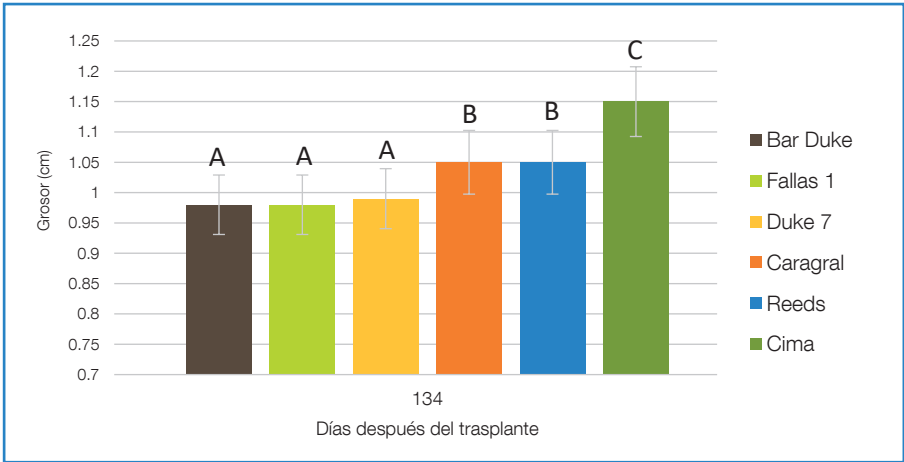


Figura 21. Comparación de medias del grosor de tallo de los patrones evaluados a los 134 días después del trasplante. Apacoop, León Cortés, 2021.

También en aguacate, durante el año 2021 se realizó el diagnóstico de los patógenos asociados a la pudrición radical del cultivo de aguacate en las zonas de Orotina, Labrador, San Mateo, Pérez Zeledón, Ciudad Nelly y Nandayure. La sintomatología fue consistente en todos los sitios visitados, entre los daños a resaltar se encuentra el amarillamiento, marchitamiento y caída de hojas, la muerte descendente de ramas y ramillas; en la raíz se presenta necrosis y pérdida de volumen. Asociados a los síntomas descritos se encontraron con alta frecuencia los patógenos *Phytophthora cinnamomi* y *Campylocarpon pseudofasciculare* (figura 22).



Figura 22. Síntomas de pudrición radical provocados por *Phytophthora cinnamomi* y *Campylocarpon pseudofasciculare*.

Paralelo a lo anterior, se evaluó la eficacia biológica de diferentes insumos biológicos contra los patógenos encontrados, en condiciones de laboratorio. Se obtuvo que *Trichoderma harzianum* tuvo el mayor porcentaje de inhibición sobre *C. pseudofasciculare* (56,3%), y la bacteria *Bacillus* BP-16 y *T. harzianum* redujeron alrededor de un 50% el crecimiento de *P. cinnamomi* (figura 23). Los tratamientos para el control serán evaluados en invernadero.

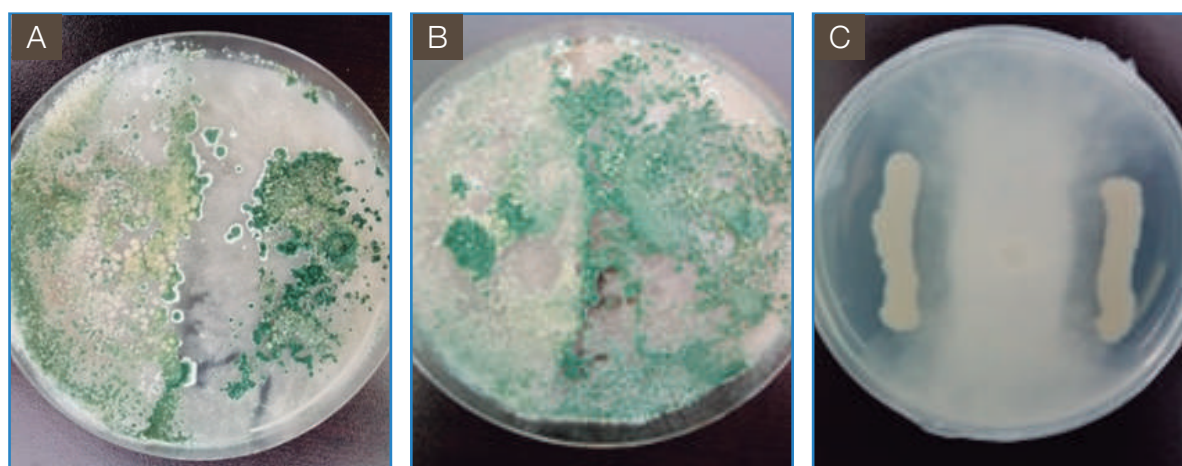


Figura 23. Antagonismo de *Trichoderma harzianum* sobre *P. cinnamomi* (A). *T. harzianum* obtenida de Nandayure (B). *T. harzianum* obtenida de Orotina (C). 2021.

### **Cacao (*Theobroma cacao*)**

En el marco del proyecto “Plataforma Multiagencia de Cacao para América Latina 2030-2050” y ante declaratoria por parte de la Unión Europea sobre la imposición de los límites máximos de Cadmio ( $\text{Cd}^{+2}$ ) para chocolate y derivados de cacao; se ha evaluado la respuesta de los clones EET400, IMC67, R1, R6, R4, ICS95 y PMCT58 a la absorción y acumulación de este metal tóxico en tejido foliar, bajo condiciones controladas, tanto en sistema hidropónico (figura 24) y en suelo cacaotero con presencia de Cadmio (figura 25).



Figura 24. Sistema hidropónico para la evaluación de la absorción y acumulación de cadmio en clones de cacao. Guápiles, 2021.

Se ha determinado una tendencia de algunos materiales hacia una menor absorción de Cadmio. El estudio aún se encuentra en proceso de validación. Como producto secundario generado por este proyecto, se obtuvo una metodología para la propagación asexual de materiales de cacao, mediante el enraizamiento de estaquillas. Este estudio abre paso a nuevas estrategias e investigaciones sobre la línea de mitigación del Cadmio en los sistemas cacaoteros en Costa Rica.



Figura 25. Evaluación de la absorción y acumulación de cadmio en clones de cacao utilizando suelo de finca cacaotera con presencia de cadmio. Guápiles, 2021.

Por otra parte, se ha realizado la introducción de 12 materiales de cacao entre criollos y trinitarios, procedentes de fincas comerciales de las regiones Huetar Norte, Atlántica y Brunca. Estos materiales fueron establecidos en jardines clonales en la Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, donde son evaluados y caracterizados (figura 26) como promisorios por productividad, resistencia a enfermedades y calidad organoléptica para mercado de cacao fino y de aroma. Adicionalmente, se cuenta con materiales comerciales disponibles para investigadores y actores de la agrocadena de cacao. De forma preliminar, en los materiales INTA-2 e INTA-9 se ha registrado una incidencia a Monilia por debajo del 10%.



Figura 26. Flores y fruto de material de cacao en proceso de caracterización. Guápiles, 2021.

### **Papaya (*Carica papaya*)**

Como parte del proceso de mejoramiento genético (Convenio INTA-UCR), durante el 2021 se seleccionaron y sembraron 41 líneas del proceso de mejora 2020-2021, las cuales se encuentran en diferentes etapas de estabilización desde S1 hasta S19. Con respecto al híbrido H-39, aún se valida en fincas de productores en diferentes zonas del país (figura 27), donde destaca por sus buenas características de producción y calidad de fruta, incluso como doble propósito, para fruta fresca y procesamiento. Se espera hacer la liberación de este híbrido, así como de variedades de polinización libre durante el año 2022.

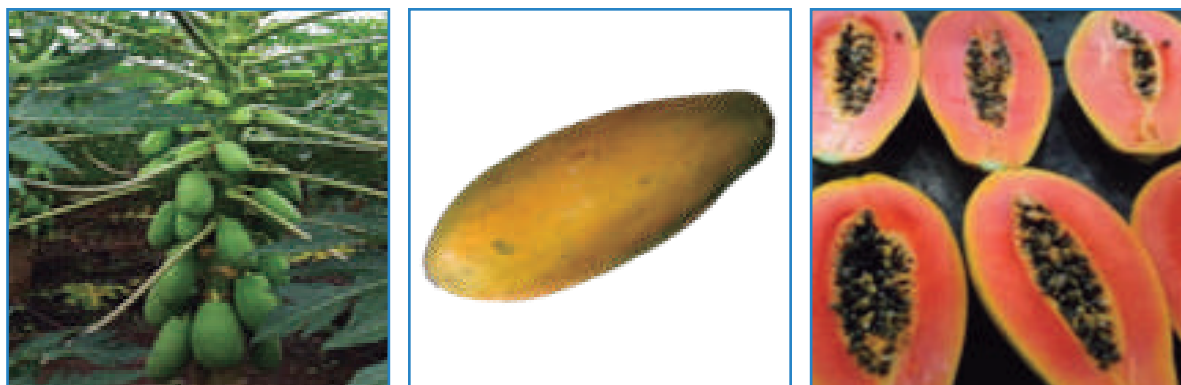


Figura 27. Planta y fruta de papaya H-39, La Rita de Guápiles, 2021.

## Guayaba (*Psidium guajava*)

Durante el 2021 se concluyó con un jardín de cuatro variedades de guayaba para brindarle más opciones a los productores interesados, incluye materiales que son no climatéricos, para mesa. Durante el 2021, se inició con la entrega de 24 árboles injertados de la variedad Garita (figura 28) inscrita en la oficina de semillas. Se entregaron 15 árboles a la estación la Managua en Quepos y otros nueve a productores de guayaba del Atlántico. La guayaba se injerta sobre el portainjerto güisaro (*Psidium guineense*) resistente al nematodo *Meloidogyne enterolobii*.



Figura 28. Frutos de la variedad Garita inscrita en la OFINASE. Guápiles 2021.

## Pitahaya (*Selenicereus undatus*)

En este cultivo se evaluaron 25 características fenológicas, lo cual, permitió identificar 20 fenotipos de pitahaya. Con esa información se elaborará un catálogo de caracterización morfológica de los materiales presentes en las principales zonas productoras del país. Los materiales que están más extendidos en las diferentes regiones se muestran en la figura 29. Algunos, sobresalen por el sabor y color de la pulpa para el mercado gourmet, por ejemplo la American Beauty (B) y la Rosa (C). Otros destacan por la firmeza de su cáscara que los clasifica como un material con opción para exportación, como es el caso de la Orejona larga (D). Además, con la información ya recabada y resultados complementarios de otras investigaciones, se podrán definir los materiales más adecuados según el propósito comercial que se tenga definido.



Figura 29. Materiales de pitahaya que se cultivan con mayor frecuencia en el territorio nacional. Materiales conocidos como: A. Orejona corta. B. American beauty. C. Rosa. D. Orejona larga. E. Purpussi y F. Lisa. San José, 2021.

### **Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*)**

En un estudio sobre coberturas para el manejo de *Sagilassa valida*, en palma aceitera *Elaeis guineensis*, se logró determinar que las cuatro coberturas evaluadas mejoran la cantidad y calidad de las raíces respecto al testigo absoluto, medida esta variable de acuerdo con la densidad de raíces. No fue posible determinar la presencia de larvas, pero si el daño de estas en las raíces (figura 30).



Figura 30. Plantas con su respectiva cobertura. Coquito. Fibra de pinzote. Cascarilla de arroz. Piedra quinta. La Gloria, Puriscal. Mayo, 2021.

En otro estudio al comparar diferentes ingredientes activos para obtener un cebo insecticida en el manejo de la hormiga *Nylanderia fulva* en la región Central Occidental los resultados muestran que el efecto de estos cebos sobre la plaga presentó rangos poblacionales de 64,58 a 97,62; 24,83 a 95,89; 16,55 a 91,10 respectivamente y presentaron diferencias significativas con el testigo 35,03 a 126,08 en algunas de las evaluaciones (figuras 31 y 3).



Figura 31. Elaboración de los cebos listos para aplicar en las colonias de las hormigas. Cebos pesados y trampas con su atrayente. 2021.

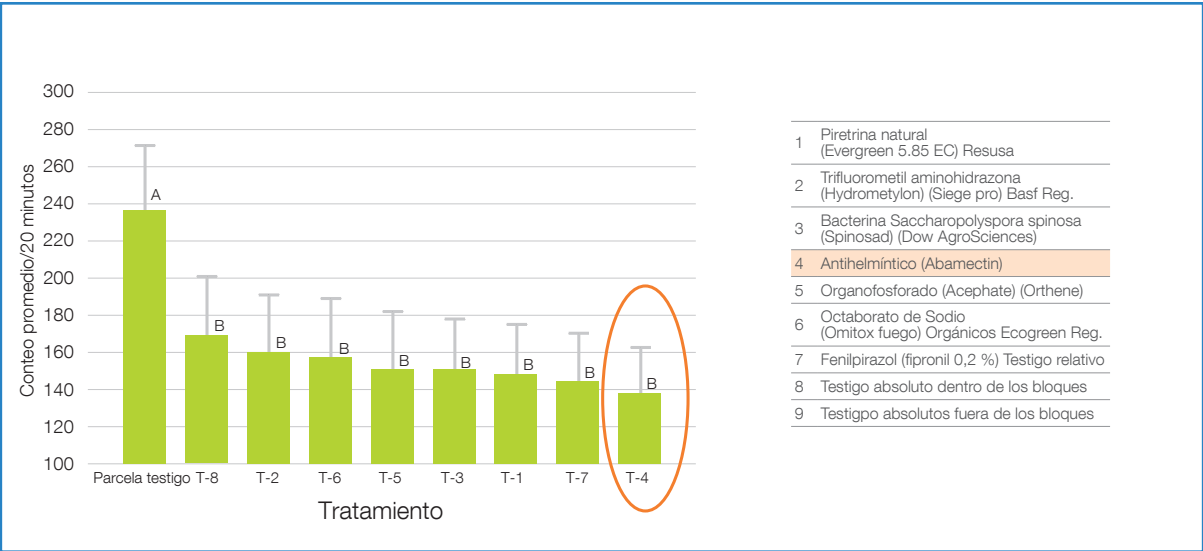


Figura 32. Gráfico de barras de las medias de conteo de hormigas por tratamiento (Medias con letra común no son diferentes estadísticamente ( $p>0.05$ ). 2021.

Los resultados también indican que no fue posible disminuir los niveles poblacionales de la plaga, sin embargo, se muestran tendencias que con aplicaciones reiteradas se podría bajar las poblaciones. De ahí que se realizó esta prueba con el tratamiento que más bajó las poblaciones Antihelmintico (Abamectin). Con esta prueba se logró demostrar que a los 15 días de aplicado el producto Antihelmintico (Abamectin) las colonias de hormigas habían muerto, los sitios estaban vacíos, los huevos sin asistencia y afectados por el producto que causaron su muerte como se muestra en la figura 33.



Figura 33. Colonias con hormigas muertas y huevos afectado por el producto Abamectin.

## Actividades de Transferencia

Dentro de los temas abordados en frutales se desarrollaron tres capacitaciones sobre manejo de vivero de cítricos, organizadas por el PITTA cítricos y dirigidas a productores y técnicos del sector público y privado. Con respecto a cacao, los avances del proyecto “Plataforma Multiagencia de Cacao para América Latina, así como la situación actual referente al tema del Cadmio han sido expuestos ante el PITTA Cacao, Mesa Técnica Nacional de Cacao y Congreso Bruncacao. También, durante el 2021 se ejecutaron labores de gestión y apoyo a comisiones técnicas regionales en los cultivos de aguacate (H. Chorotega), en papaya (H. Atlántica) y en la mesa nacional de trabajo en pitahaya. Además, en papaya se capacitó a productores y técnicos (29) sobre tecnología para seleccionar y reproducir materiales criollos de papaya.

## Unidad de Hortalizas

### Cáñamo (*Cannabis sativa* L.)

La evaluación de cultivares de cáñamo ha permitido el desarrollo de conocimientos para responder a las necesidades nacionales de contar con información técnico científica sobre el manejo agronómico y producción del cultivo de cáñamo. En este desarrollo tecnológico intervino tanto el sector público a través del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) con la participación de la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI) con la empresa privada ROCO PLANTS S.A en determinar la adaptabilidad de este nuevo cultivo en nuestro país.

Con la recopilación de los datos preliminares, se logró comprobar que la adaptabilidad de los cultivares de cáñamo industrial Queen Dream, Cherry Blossom y Maya Grain en las condiciones climáticas de Guápiles no fue apta. Las plantas mostraron deficiencias morfológicas, de crecimiento, desarrollo y calidad de inflorescencias, por lo tanto, no se continuó evaluando los restantes 9 cultivares en esta localidad. Las variables climáticas de exceso de humedad no favorecieron la adecuada adaptación de las plantas de cáñamo en Guápiles a campo abierto, las inflorescencias producidas no alcanzaron la calidad adecuada. Hasta el cuarto trimestre del año 2021, se contabilizó la evaluación de 1418 plantas en total provenientes de los cultivares Maya Grain, Cherry Blossom, Queen Dream, Hot Blonde, GCO-3MC, Cinderella Story, GCO-CBG-AF, GCO-C529, GCO-JG, GCO-BC17 y Cherry Blonde.

En Cañas, el cultivar Maya Grain desarrolló una biomasa y tamaño adecuado para la producción de fibra (figura 34a) y su producción de granos para uso alimenticio fue aceptable. Se logró la producción de inflorescencias de buen desarrollo (figura 34b) y se logró determinar la viabilidad del cultivo de cáñamo en Guanacaste. Los resultados preliminares utilizando un espectrofómeto de masas portátil demostraron que los niveles de cannabinoides de las plantas cosechadas se encuentran entre los valores reportados para cada cultivar. Durante el proceso de evaluación de los cultivares, se ha realizado un levantamiento de información agronómica por planta germinada, cultivada y cosechada, con el fin de generar rastreabilidad del material vegetal analizado.



Figura 34. Material vegetativo para fibra industrial (A). Inflorescencias para producción de aceite CBD (B). Cañas, 2021.

Los resultados obtenidos, demuestran que la producción de cáñamo es factible en las condiciones de Cañas, Guanacaste, no obstante, se identificaron necesidades de mejora para aumentar la eficiencia de los sistemas de producción utilizados. El manejo de los cultivos requirió de una estructura de invernadero y adecuación de un sistema de iluminación artificial para suministrar entre 17 y 18 horas por día, fertirriego, nutrición semanal, podas de formación y cosecha, uso controlado de aplicaciones para el control de plagas y enfermedades, capacitación para realización de la cosecha y posterior almacenamiento en cámara fría a temperaturas adecuadas.

Durante los ciclos de cultivos, se determinó la presencia de plagas que afectaron la producción como *Bemisia tabaci* (mosca blanca), *Rupella albinella* (novia del arroz), coleópteros, ácaros, trips, hemípteros, zompopas del género *Atta* spp., entre otros. Dentro de las enfermedades, se identificó la incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum* (Chancro del cáñamo o moho blanco del cáñamo).

Las pruebas realizadas determinaron que el cultivo de cáñamo requiere una alta demanda de mano de obra para asegurar el buen desarrollo de los cultivos destinados a producción de inflorescencias. Dentro de estas actividades se requiere personal especializado para realizar constantes podas de formación para garantizar una buena aireación y aprovechamiento de iluminación natural y artificial, podas de cosecha y podas para preparación de inflorescencias para realizar su secado y posterior almacenamiento en cámara bajo condiciones controladas de oscuridad con temperaturas de 24°C a 26°C y humedades del 60%.

Durante el transcurso de las evaluaciones, se recibieron diferentes grupos de visitantes tales como productores individuales, asociaciones de productores, cooperativas, funcionarios de diferentes instituciones públicas y privadas, estudiantes y académicos, diversos miembros del Poder Legislativo y Ejecutivo, entre otros actores del sector agroalimentario. Los visitantes fueron atendidos en el área de investigación, donde se atendieron consultas de manera abierta y se fomentaron los intercambios de conocimientos, así mismo, se han atendido solicitudes de información de forma presencial en oficinas centrales, por reuniones virtuales y vía telefónica.

## Tomate (*Solanum lycopersicum*)

### Selección de materiales genéticos de tomate para la adaptación al cambio climático

Dentro del proyecto para la evaluación y selección de materiales genéticos de tomate para la mitigación y adaptación al cambio climático se identificaron plantas de tomate tolerantes a la alta temperatura y al déficit hídrico. Para garantizar la continuidad de los objetivos inmersos en estas investigaciones se realizó una producción de semillas de tomate S1 y S2 con la finalidad de disponer de suficiente semilla de las líneas segregantes de tomate para continuar con la ejecución del propósito de mejora genética.

La reproducción de semilla se realizó en el invernadero localizado en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, de la Universidad de Costa Rica, en Alajuela. Una vez que se inició la floración de los materiales seleccionados, se procedió a realizar las hibridaciones necesarias entre los padres portadores de los genes de tolerancia y el material comercial. Este procedimiento se realizó para disponer de las semillas S1, una vez obtenidas, se procedió a su plantación en el mismo invernadero para obtener y cosechar las semillas S2. Las semillas producidas de las autopolinizaciones (S2) servirán para continuar con las investigaciones en campo que permitan verificar si los genes de resistencia a altas temperaturas y déficit hídrico fueron heredados a las generaciones de una variedad comercial de alto rendimiento.

### Producción de hortalizas en ambiente protegido en la Región Huetar Caribe

Con el objetivo de promover la producción de hortalizas en las condiciones climáticas de Guápiles, el INTA en el último trimestre del año 2020 realizó la construcción de dos prototipos de invernadero de aproximadamente 8 m de ancho y 20 m de largo (160 m<sup>2</sup>) en la Estación Los Diamantes. Durante el transcurso del 2021, se logró realizar diversas evaluaciones para la adecuación de las técnicas de producción hortícola.

La inauguración de los módulos se realizó el 19 de marzo del 2021 y contó con la participación del Viceministro de la Presidencia, el Sr. Marvin Rodríguez. Dentro de los cultivos evaluados entre el periodo enero y agosto 2021, se incluyeron hortalizas de hoja (lechuga, apio, mostaza china (figura 35a), pat choy (figura 35b), kale), especies aromáticas (cebollino (figura 35c), albahaca (figura 35d), perejil) y hortalizas de bulbo como la cebolla, entre otros.

Estas evaluaciones preliminares han permitido adecuar las técnicas de producción de hortalizas en ambiente protegido en la Huetar Caribe. Se han identificado especies hortícolas con potencial productivo para estas condiciones ambientales.



Figura 35. Hortalizas cultivadas y evaluadas en invernadero, Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles, Limón. a) mostaza china, b) pat choy c) cebollino d) albahaca.

### **Evaluación y caracterización física y química de cultivares de cebolla (*Allium cepa*)**

En el marco del proyecto “Evaluación de introducciones y cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) en tres regiones productoras de Costa Rica”, se realizaron dos evaluaciones de caracterización físico/química de cultivares de cebolla evaluados en la Estación Experimental Carlos Durán durante el año 2020. La primera se realizó en marzo de 2020 y se evaluaron 3 cultivares blancos: Gladalam White, Monja Blanca y Grande Blanca (figura 36). El cultivar Monja Blanca presentó los valores más altos de peso y diámetro de bulbo con diferencias significativas con respecto a Gladalam White y Blanca Grande, además los tres cultivares de cebolla evaluados presentaron diámetros de bulbo en categoría mediano.



Figura 36. Características de cultivares de cebolla evaluados en la Estación Experimental Carlos Durán, Cartago. Marzo 2020.

La segunda investigación se realizó en octubre 2020 y se evaluaron 20 cultivares en donde los cultivares A-1 de color amarillo y Red Duke de color rojo obtuvieron los mayores valores de peso de bulbo, solamente con diferencias con respecto a A-3, A-2015, A-2018 y A-2019. Todos los cultivares evaluados se clasifican en la categoría de cebollas medianas (figura 37).





Figura 37. Apariencia, forma y color externo de los cultivares de cebolla evaluados en la Estación Experimental Carlos Durán. Potrero Cerrado, Cartago, Octubre, 2020.

Además, se caracterizaron física y químicamente 10 cultivares de cebolla cultivados en la zona de Matinilla. Santa Ana. San José. Los cultivares evaluados fueron: Red Star, 10034, Cristalina, Gladalam White, Rachel, Malbec, Franchesca, BZ-74, SV 3588 (testigo) y Blanca Grande (figura 38). El cultivar testigo SV3588 presentó diferencias en cuanto al peso de bulbo solamente con relación a Gladalam White, Malbec y Cristalina. Los cultivares de color rojo Red Star y Malbec obtuvieron los valores más altos con 8,94 % y 9,34% de SST, respectivamente, sin embargo, todos los cultivares fueron clasificados dentro de cebollas dulces.

Los trabajos se iniciaron en el año 2020 y el resultado de estas evaluaciones fueron presentados en el año 2021. Estos resultados permitieron obtener información complementaria de las características fisicoquímicas de los cultivares evaluados en campo.

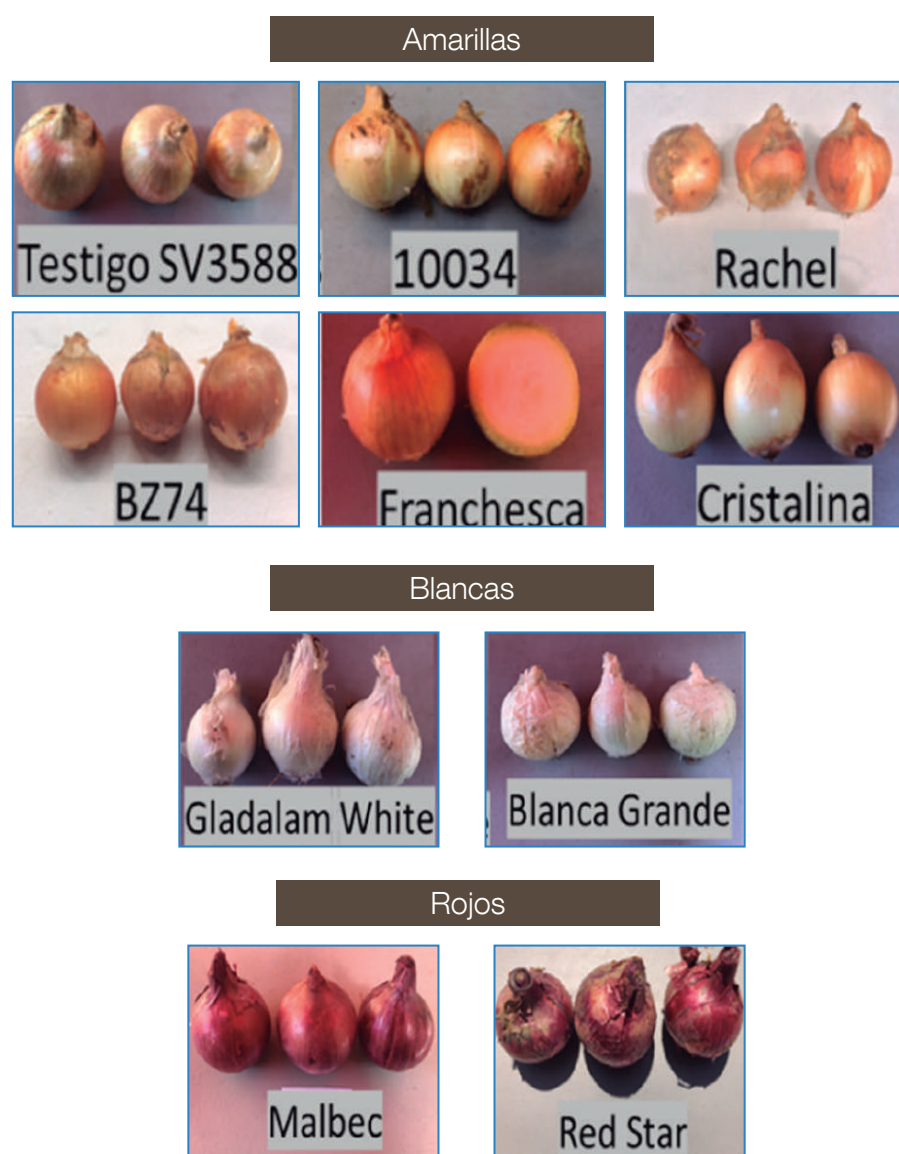


Figura 38. Cultivares de cebolla caracterizados físico y químicamente provenientes de la localidad de Matinilla. Santa Ana, San José, 2020.

**Evaluación del efecto del desarrollo de la maduración poscosecha del tomate (*Solanum lycopersicum*) mediante la aplicación del 1-MCP (1-metil ciclopropano), en condiciones de cultivo de Costa Rica**

Durante la ejecución del proyecto de Mejoramiento del manejo poscosecha del tomate, financiado por KoLFACI, se realizó la validación del tratamiento del retardo de la maduración poscosecha de tomate por medio del efecto de aplicar 500 ppb de 1-MCP (1 metil ciclopropano). El efecto de la aplicación de 500 ppb de 1-MCP favoreció que los tomates tratados tuvieran un período de 7 días más en poscosecha que los tomates no tratados (figura 39). Las frutas tratadas con 500 ppb de 1-MCP mantuvieron una firmeza de frutos mayor en cualquier período de días post aplicación del tratamiento de retraso de maduración poscosecha.

| Dosis (ppb) | Días después de aplicación                                                          |                                                                                      |                                                                                       |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|             | 1 día                                                                               | 7 días                                                                               | 9 días                                                                                |
| 0 ppb       |   |   |   |
| 500 ppb     |  |  |  |

Figura 39. Desarrollo de color externo del tomate según dosis de 0 y 500 ppb de 1-MCP aplicados en los períodos de evaluación. Santa Bárbara, Heredia, 2021.

### Difusión de resultados proyecto KoLFACI para el mejoramiento del manejo poscosecha del tomate

Con el objetivo de difundir los resultados obtenidos durante el proyecto: Mejoramiento del manejo poscosecha del tomate, financiado por KoLFACI, se realizaron cinco capacitaciones en diferentes localidades de las regiones Central Occidental (Santa Bárbara de Heredia), Central Oriental (Cartago) y Central Sur (Alajuelita y Santa Ana) sobre manejo poscosecha de tomate y reducción de pérdidas a nivel de campo y centro de acopio (figura 40).



Figura 40. Reunión realizada en la Región Central Oriental como parte de las capacitaciones a productores de tomate sobre manejo poscosecha y reducción de pérdidas de tomate en campo y centros de acopio, proyecto KoLFACI.

Además, se publicaron tres manuales: Manual de enfermedades pre y pos cosecha en tomate; Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de tomate y Manual de manejo poscosecha del tomate fresco en Costa Rica. Estos materiales didácticos contienen recomendaciones para reducir las pérdidas pre y poscosecha en el cultivo de tomate (figura 41).



Figura 41. Manuales elaborados por el proyecto KoLFACI para el fortalecimiento de capacidades para la reducción de las pérdidas pre y poscosecha del cultivo de tomate en las actividades de capacitación, 2021.

## Unidad de Raíces y Tubérculos

En relación a las actividades de investigación en el año 2021, se realizó un estudio con el objetivo de evaluar la tolerancia de cinco cultivares de papa al nematodo *Globodera* spp, en condiciones de invernadero, y determinar las poblaciones de quistes infectivos y rendimiento en gramos de los tubérculos. Los cultivares evaluados fueron: Granola, Palmira, Floresta, 68,3 y Única, en la Estación Experimental Dr. Carlos Durán de Cartago (figura 42).

Como resultado de esta investigación se determinó diferencias importantes entre las variedades respecto a las poblaciones de larvas y huevos por gramo de suelo seco y también en el rendimiento. Todas las variedades obtuvieron poblaciones menores, al umbral de daño establecido con excepción al testigo Floresta, siendo Palmira y 68,3 las que presentaron menores poblaciones de quistes con larvas y huevos. La variedad Única finalizó con menor población de larvas y huevos respecto a las demás variedades y Floresta con mayor número, lo que demostró una mayor susceptibilidad. El caso de la variedad Granola se observó un comportamiento de poca producción de biomasa y tubérculos y eso provocó una menor reproducción del nematodo y poco rendimiento. Los cultivares con mayor rendimiento fueron: Palmira, 68,3 y Única. Los resultados finales demostraron pérdidas de rendimiento asociado hospedero-nematodo y su grado de susceptibilidad relacionado con el inóculo inicial expuesta a la variedad. Cabe reiterar a la hora de sembrar, tomar en cuenta la calidad de la semilla y el manejo agronómico, tanto en condiciones de invernadero como en siembras en el campo.

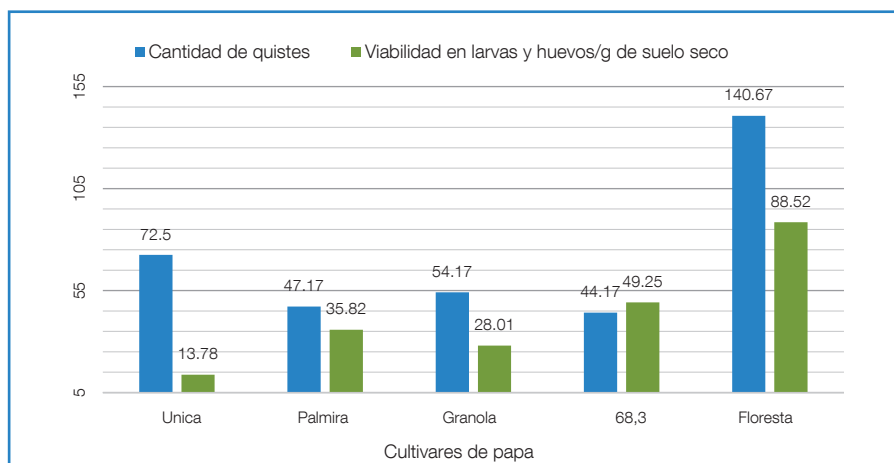


Figura 42. Poblaciones de quistes y larvas y huevos y huevos por gramo de suelo seco. EECD. Cartago, 2021.

Otro ensayo de investigación fue determinar el parasitismo natural contra *Globodera* spp en fincas orgánicas en localidades de Zarcero. El estudio se ubicó en seis fincas productoras de papa del cantón de Zarcero, en los distritos: Tapezco y Palmira. La investigación se inició con la extracción de quistes y aislamiento en medios de cultivos PDA y V8. A todas las muestras se les realizó la prueba de viabilidad para determinar larvas y huevos infectivos. Los datos fueron comparados con el umbral de daño establecido (13 larvas y huevos por gramo de suelo seco).

Como resultado de esta investigación se encontró la presencia del hongo *Trichoderma* sp. en el suelo. Además, en dos fincas se aislaron quistes, en medios de cultivo V8, donde se determinó la presencia de los hongos *Artrobotrys* sp, *Zygorhynchus* sp y *Mucor* sp. Estos hongos se han considerado controladores de otros patógenos de suelo incluyendo nematodos fitoparásitos.

Resaltar que todas las fincas con quistes de *Globodera* spp obtuvieron una viabilidad infectiva (larvas y huevos) relativamente muy bajas, y esto indicó que las fincas no tienen problemas en su rendimiento de papa por esta plaga; exceptuando la finca convencional que supera el umbral de daño establecido de 13 larvas y huevos por gramo de suelo seco.

### Control Biológico en el cultivo de papa

En el periodo 2021-2022 se realizaron dos investigaciones la primera es estudiar el efecto del control biológico de *Ralstonia solanacearum* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) para esto se está evaluando la eficacia biológica de bacterias del género *Bacillus* spp., estas producidas por el Laboratorio de Fitoprotección del INTA y la segunda investigación es sobre el control biológico de *Rizoctonia solani* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L), cuyo objetivo es evaluar el efecto de *Trichoderma asperellum* sobre la severidad de *Rizoctonia solani* en el cultivo de la papa variedad Floresta, en esta investigación se están evaluando dos tipos de *Trichoderma* producidas por el Laboratorio de Fito protección así como un producto comercial. Ambos ensayos están en proceso de toma y análisis de datos.

### Yuca (*Manihot esculenta*)

En este año 2021 como parte de las actividades de investigación, se desarrolló una parcela demostrativa de yuca variedad Valencia en la Estación la Managua ubicada en Quepos. Dicha variedad es la más utilizada de forma comercial. La parcela ha sido aprovechada para capacitar tanto a personal de extensión del MAG como a productores en temas referentes al manejo agronómico del cultivo (figura 43).



Figura 43. Parcela demostrativa de yuca. Estación Experimental La Managua, 2021.

## Unidad Pecuaria

Durante el 2021 se realizaron actividades de investigación y validación en temas relacionados con las cuatro líneas de trabajo de la unidad: 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 forrajeras para corte y conservación

Se está evaluando el potencial de producción de materia seca (MS) y la calidad nutritiva de alternativas forrajeras de corte para la zona alta y media-baja de Santa Cruz de Turrialba, con el fin de identificar los forrajes más productivos y nutritivos existentes en la zona. Los datos obtenidos durante el 2021, tanto en la zona alta como en la media-baja se presentan a continuación.

Para la zona alta, la cual inicia desde los 1750 msnm hasta las faldas del volcán Turrialba, se evaluó la avena forrajera, el ryegrass y el kikuyo durante el año de forma consecutiva, ver cuadro 6.

Cuadro 6. Producción de materia seca y tasa de crecimiento de tres alternativas forrajeras de corte para la zona alta de Santa Cruz de Turrialba, 2021.

| Forraje de corte                             | Edad corte (días) | Corte/año | Materia seca (MS) |      | MS t/ha/año | Tasa de crecimiento t MS/ha/día |
|----------------------------------------------|-------------------|-----------|-------------------|------|-------------|---------------------------------|
|                                              |                   |           | t/corte           | DS   |             |                                 |
| Kikuyo<br><i>K. clandestina</i>              | 70                | 5,2       | 6,3               | 0,65 | 32,76       | 89,75                           |
| Ryegrass (v. Jumbo)<br><i>L. multiflorum</i> | 65                | 5,6       | 4,60              | 0,76 | 25,76       | 70,58                           |
| Avena<br><i>A. sativa</i>                    | 85                | 3         | 6,12              | 0,56 | 18,36       | 72,00                           |

MS: materia seca; DS: desviación estándar

Como se observa en el cuadro anterior, la producción de MS por corte del pasto kikuyo y de la avena es superior al del ryegrass, sin embargo, cuando el rendimiento se analiza por año, el kikuyo y el ryegrass son superiores al de la avena, debido a que estos en promedio se cortan dos veces más por año en comparación a la avena. A pesar de lo anterior, la tasa de crecimiento del ryegrass y de la avena son semejantes entre sí, pero inferior a la del kikuyo.

La calidad nutritiva del pasto kikuyo contiene menos proteína cruda que el ryegrass y más fibra que la avena y el ryegrass, por lo que es menos digestible, es decir, los últimos son más aprovechados en el rumen del animal.

Con respecto a los costos por kilogramo de materia seca, estos son semejantes entre sí, debido a que los rendimientos son semejantes, y la técnica y requerimiento de mano de obra y maquinaria para la realizar la cosecha es similar en los tres forrajes.

Para la zona alta, se concluye que la avena y el ryegrass son las dos alternativas forrajeras más recomendable a utilizar como recurso forrajero de corte, debido a su buen rendimiento y calidad nutritiva.

Para la media-baja, la cual oscila entre los 1200-500 msnm, se evaluaron dos cereales forrajeros (maíz y sorgo negro), tres gramíneas de porte alto (Cuba MO 22, CT 115 y prodigioso), dos gramíneas de porte bajo (estrella y tanner) y tres arbustos forrajeros (botón de oro, nacedero y morera). En el cuadro 7 se presentan los datos obtenidos con el maíz y el sorgo negro.

Cuadro 7. Producción de materia seca y tasa de crecimiento del maíz y el sorgo negro, como alternativas forrajeras de corte para la zona Media-Baja de Santa Cruz de Turrialba, 2021.

| Forraje de corte                    | Edad corte (días) | Corte/año | Materia seca (MS) |      | MS t/ha/año | Tasa de crecimiento t MS/ha/día |
|-------------------------------------|-------------------|-----------|-------------------|------|-------------|---------------------------------|
|                                     |                   |           | t/corte           | DS   |             |                                 |
| Maíz<br><i>Zea mays</i>             | 90                | 2         | 14,06             | 2,17 | 28,12       | 156,2                           |
| Sorgo negro<br><i>Sorghum alnum</i> | 75                | 5         | 9,21              | 0,59 | 46,05       | 122,8                           |

Una de las ventajas del sorgo con respecto al maíz, es que el primero permite varias cortes al año (5) sin necesidad de sembrarlo, lo que indudablemente incrementa el rendimiento de MS por hectárea al año (cuadro 7), sin embargo, la tasa de crecimiento del maíz forrajero es superior a la del sorgo, debido a la mayor producción por corte del maíz en comparación al sorgo.

Con respecto a las tres gramíneas de porte alto (Cuba OM 22 - *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*, clon CT 115 - *Pennisetum purpureum* y pasto prodigioso - *Trypsacum laxum*) los datos de rendimiento se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Producción de materia seca y tasa de crecimiento de tres gramíneas de porte alto, como alternativas forrajeras de corte para la zona Media-Baja de Santa Cruz de Turrialba, 2021.

| Forraje de corte                     | Edad corte (días) | Corte/año | Materia seca (MS) |      | M t/ha/año | Tasa de crecimiento t MS/ha/día |
|--------------------------------------|-------------------|-----------|-------------------|------|------------|---------------------------------|
|                                      |                   |           | t/corte           | DS   |            |                                 |
| Cuba OM 22<br><i>Pennisetum spp.</i> | 70                | 5         | 14,5              | 1,27 | 72,5       | 198,6                           |
| CT 115<br><i>P. purpureum</i>        | 90                | 4         | 16,4              | 2,22 | 65,6       | 179,7                           |
| Prodigioso<br><i>T. laxum</i>        | 105               | 3,5       | 11,5              | 1,68 | 40,25      | 110,3                           |

Como se observa en el cuadro anterior, el rendimiento por año de los clones OM 22 y CT 115, son superiores al pasto prodigioso, el cual tiene un periodo de corte mucho más amplio que los dos anteriores, por lo que también presenta una inferior tasa de crecimiento en comparación al Cuba OM 22 y al CT 115.

Otros forrajes que se evaluaron durante el año 2021, fueron la estrella africana y el tanner (*Brachiaria arrecta* x *B. mutica*), como alternativa forraje de corte para la zona. Los datos obtenidos se presentan en el siguiente cuadro. Como se observa en el cuadro 9, el pasto estrella produce 15% más de MS por corte y año que el pasto tanner, por lo que presenta una mayor tasa de crecimiento.

Cuadro 9. Producción de materia seca y tasa de crecimiento del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y tanner (*Brachiaria arrecta* x *B. mutica*) como alternativas forrajeras de corte para la zona Media-Baja de Santa Cruz de Turrialba, 2021.

| Forraje de corte                  | Edad corte (días) | Corte/año | Materia seca (MS) |      | MS t/ha/año | Tasa de crecimiento t MS/ha/día |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|-------------------|------|-------------|---------------------------------|
|                                   |                   |           | t/corte           | DS   |             |                                 |
| Estrella<br><i>C. nlemfuensis</i> | 60                | 6         | 5,4               | 0,52 | 32,4        | 88,8                            |
| Tanner<br><i>Brachiaria Sp.</i>   | 60                | 6         | 4,6               | 0,26 | 27,6        | 75,6                            |

Con respecto a los arbustos forrajeros, en el cuadro 10 se presentan los datos de rendimiento obtenidos durante el 2021.

Cuadro 10. Producción de materia seca y tasa de crecimiento de tres arbustos forrajeros (botón de oro, nacedero y morera) como alternativas forrajeras de corte para la zona Media-Baja de Santa Cruz de Turrialba, 2021.

| Forraje de corte                | Edad corte (días) | Corte/año | Materia seca (MS) |      | MS t/ha/año | Tasa de crecimiento t MS/ha/día |
|---------------------------------|-------------------|-----------|-------------------|------|-------------|---------------------------------|
|                                 |                   |           | t/corte           | DS   |             |                                 |
| Botón<br><i>T. diversifolia</i> | 55                | 6,6       | 8,4               | 3,3  | 55,4        | 151,9                           |
| Nacedero<br><i>T. gigantea</i>  | 100               | 3,7       | 5,6               | 0,7  | 20,8        | 57,1                            |
| Morera<br><i>Morus alba</i>     | 65                | 5,6       | 1,07              | 0,28 | 6,0         | 16,4                            |

Como se observa en el cuadro anterior, el nacedero tarda más días para alcanzar el momento de cosecha que el botón de oro (figura 44) y la morera, pero a la vez, el botón se cosecha menos días que la morera. También se observa, que el rendimiento de MS por año y la tasa de crecimiento del botón es 2,7 y 9 veces superior a la obtenida con la morera y el nacedero, respectivamente.

Para la zona media y baja de Santa Cruz de Turrialba se concluye lo siguiente:

- El sorgo negro tiene mayor potencial como recurso forraje que el maíz, debido a que presenta mayor producción por año y menor costo por kilogramo de materia seca producido.
- Los pastos Cuba OM 22 y CT 115 (*Pennisetum spp.*) tienen mayor potencial forrajero que el Prodigioso (*T. laxum*), la Estrella africana (*C. nlemfuensis*) y el Tanner (*Brachiaria spp.*), debido a que presenta mayor producción por año y menor costo por kilogramo de materia seca producido.

El botón de oro es el arbusto forrajero más recomendable a utilizar en la zona, debido a su mayor rendimiento, excelente calidad y menor costo de producción por kilogramo de materia seca producido.



Figura 44. Plantación de botón de oro con 55 días de rebrote a la cosecha. Santa Cruz de Turrialba, 2021.

## Modelos Intensivos Sostenibles

### La lechería tropical y cría comercial

Análisis recientes del comportamiento de las actividades de doble propósito transformadas mediante el proyecto MIS CR del INTA, indican que estos modelos de producción mejoran la producción de leche, y los ingresos vía el manejo integral de sus componentes claves, tales como: la división y rotación de las pasturas, la suplementación con ensilaje de yuca amarga y otros, el manejo sanitario de la reproducción y una genética mejor adaptada al trópico bajo, como el ganado Girolando, así como el aumento de la escala de producción. En los dos modelos establecidos, la producción de leche diaria en la finca ha venido aumentando sostenidamente a través de cuatro años de implementación y se han reducido los costos, lo que ha significado mejores ingresos para la familia, capacidad de inversión como la adquisición de maquinaria en uno de los casos, donde la sostenibilidad general del sistema, tanto económico, como social y ambiental, así como, el cambio generacional, se empiecen a manifestar. Esto último también claramente manifestado en la finca de cría comercial, que también adoptó dicho sistema de manejo integral y de escala de producción.

### Uso del cruzamiento terminal

Comprobado el beneficio en términos de calidad de la carne y ganancia de peso de los cruces terminales en estudios anteriores del INTA, se comprueban en la práctica en fincas de productores tanto de carne-cría como en lechería tropical. Dicho cruce permite obtener animales de calidad superior (peso y precio) comparado con el macho y hembra tradicional de las fincas de doble propósito que apenas alcanzan los 150 kg máximo de pesos al destete. Recientemente la finca MIS CR en Cariari recibió ₡ 4,5 millones por la venta de 12 animales de 200 kg al destete, algo antes nunca pensado, proviniendo de fincas tradicionales de lechería de bajura.

## Evaluación en Nutrición Animal

Estudios realizados en consumo de yuca amarga en forma de ensilaje indican que los animales bovinos pueden consumir hasta 5 kg en base fresca (1,75 kg en base seca) y cerdos en desarrollo y engorde 1,8 kg en base fresca (0,500 kg en base seca) cuando la yuca no se inocula; y hasta 15 kg en base fresca (5 kg en base seca) en bovinos en engorde y hasta 8 kg en base fresca (2,8 kg base seca) en toretes de 250 kg de peso vivo promedio, cuando se inocula con bacterias lactobacillus. Tanto en vacas lecheras como en cerdos el resultado del intercambio de ensilaje de yuca amarga por concentrado resulta en beneficios económicos, como consecuencia en la reducción de costos, a favor de la yuca. En cuanto a los costos se reducen de ¢ 180 a ¢ 267 colones por vaca por día y en cerdos el costo de la dieta se puede bajar de \$ 1,18 a \$ 0,82 por animal por día y en una proporción similar el costo del aumento de peso en kg. Ver figuras 45 y 46.

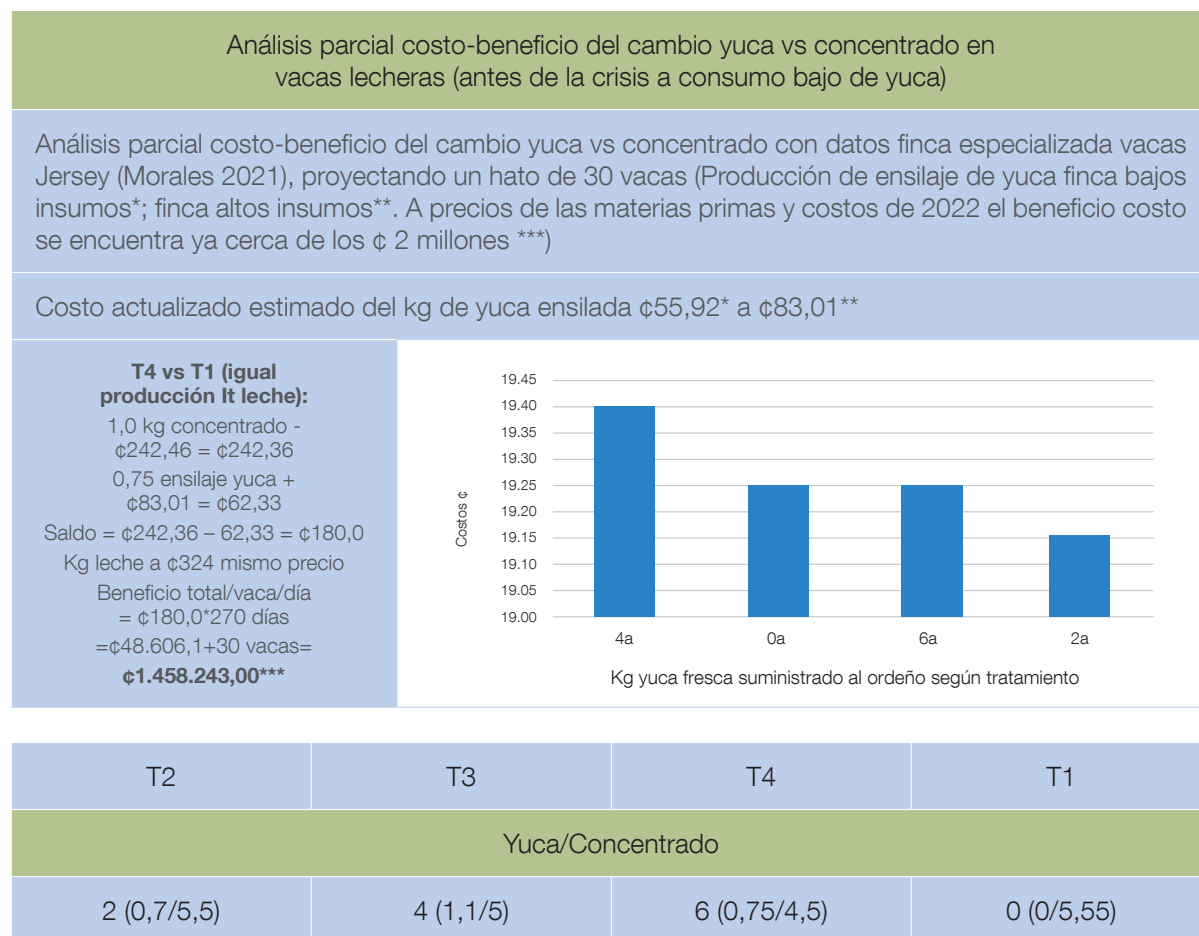


Figura 45. Análisis parcial costo-beneficio del cambio de yuca vs concentrado en vacas lecheras.

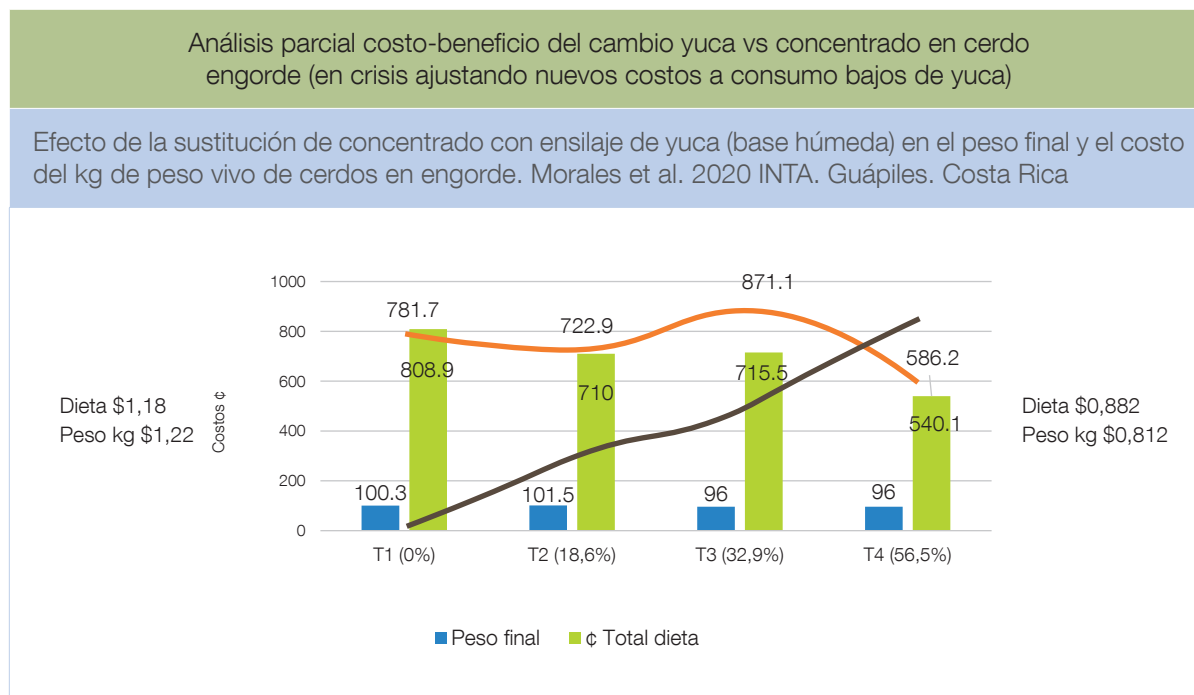


Figura 46. Análisis parcial costo-beneficio del cambio de yuca vs concentrado en cerdos engorde.

## Evaluación Genética en bovinos

### Mejoramiento genético en bovinos de leche

El estudio comparativo de la genética lechera neozelandesa basada en pasturas, con líneas genéticas utilizadas en sistemas de producción de leche representativos en Costa Rica, proyecto coordinado por el INTA y la Cámara Nacional de Productores de Leche con el apoyo técnico del MAG, del CRIPAS de la Escuela de Medicina Veterinaria de la UNA y de LIC de Nueva Zelanda, en el transcurso de los primeros 3 años se tienen 114 fincas en el proyecto, ubicadas en la zona alta (Región Oriental y Occidental) y media (Monteverde, Tilarán, Bagaces, Aguas Zarcas, Pital y Venecia) de nuestro país, la distribución de las fincas se observa en figura 47, los puntos negros son la ubicación de las fincas.

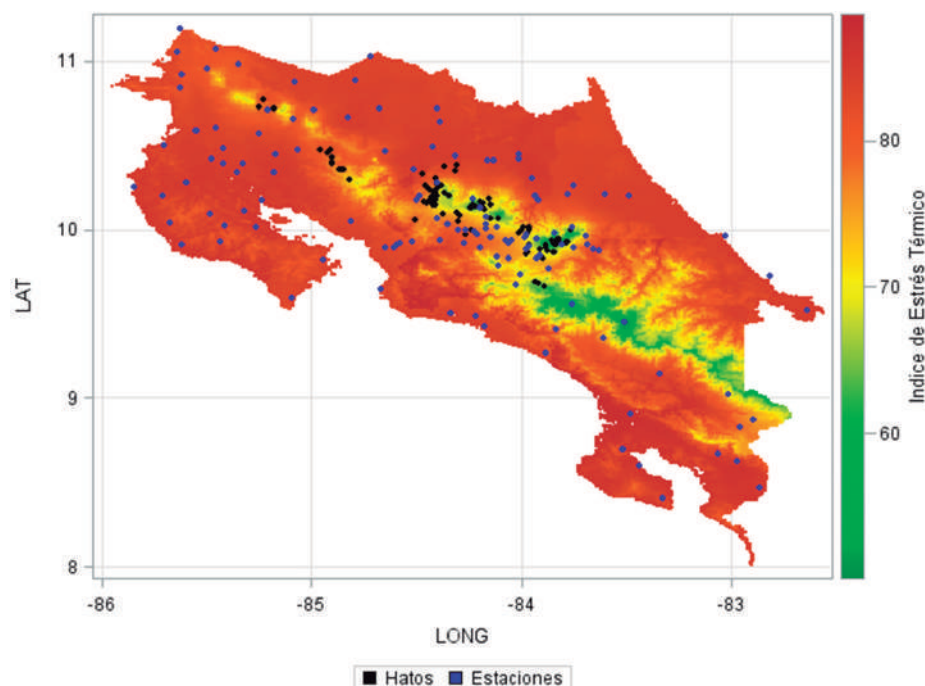


Figura 47. Distribución de las fincas participantes en el proyecto.

Fuente: CRIPAS, UNA. 2021.

Con la información ingresada a la base de datos de CRIPAS, se realizó un análisis de la Tasa de No Retorno a Cielo 49 días después del servicio (%-TNR49), con datos procedentes de 91 fincas lecheras, 54 ubicadas en zona alta (>1500 m) y 37 ubicadas en zona media (<1500 m).

Se identificaron un total de 5478 servicios (21,4%) con toros neozelandeses versus 20084 (78,6%) servicios realizados con otros toros 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. El promedio general de servicios por concepción fue de 2,00 para toros NZ y 2,21 para otros toros. A nivel de raza, los porcentajes de no retorno fueron 52% (toros NZ) versus 46% (otros toros) en la raza Jersey, mientras que en la raza Holstein fueron 48% (NZ) versus 43% (otros toros).

A nivel de zona, el %TNR49 de toros NZ en zona alta fue de 50% versus 47% de otros toros. En zona media los resultados fueron de 50% para toros NZ y 43% para otros toros. En zona alta, el %TNR49 de toros NZ fue mayor en 35 de 54 fincas, mientras en zona media fue mayor en 18 de 37 fincas.

Los resultados según número de parto evidencian diferencias a favor de toros NZ en vacas de partos 1 hasta 4. No se observaron diferencias importantes en novillas o vacas de partos mayores a 4. Con relación a la época de servicio, se obtuvieron mejores %TNR en toros NZ para servicios realizados durante el segundo trimestre (abril-junio), tercer trimestre (julio-septiembre), y cuarto trimestre (octubre-diciembre), no así en el primer trimestre (enero-marzo).

Con respecto a datos de parición, se han contabilizado un total de 2102 eventos de parto de vacas preñadas por toros NZ versus 6380 por otros toros, distribuidos en 85 fincas, de los cuales se contabilizaron un total de 921 (NZ) y 2721 (OTR) crías hembras en partos normales. La incidencia de abortos ha sido de 3,6% para vacas preñadas por toros NZ versus 3,4% para hembras preñadas por otros toros. La incidencia de problemas en el parto ha sido menor en hembras preñadas de toros NZ (4,1%) versus hembras preñadas por otros toros (5,6%). La longitud promedio de gestación fue menor en hembras preñadas de toros NZ (277,2 días) versus 279,4 días en hembras preñadas por otros toros.

Se han reportado el servicio de un total de 104 novillas hijas de toros NZL, de las cuales 72 (69%) tienen confirmación de preñez, versus 148 novillas hijas de otros toros, de las cuales 76 (53%) se confirmaron preñadas. Se registró un promedio de 1,79 servicios por concepción en hijas de toros NZ versus 2,57 en hijas de otros toros. La edad a primera concepción fue de 15,7 meses en novillas NZ versus 15,5 meses en otras. Este proyecto tiene una duración de 6 años y los resultados presentados en esta memoria son preliminares.

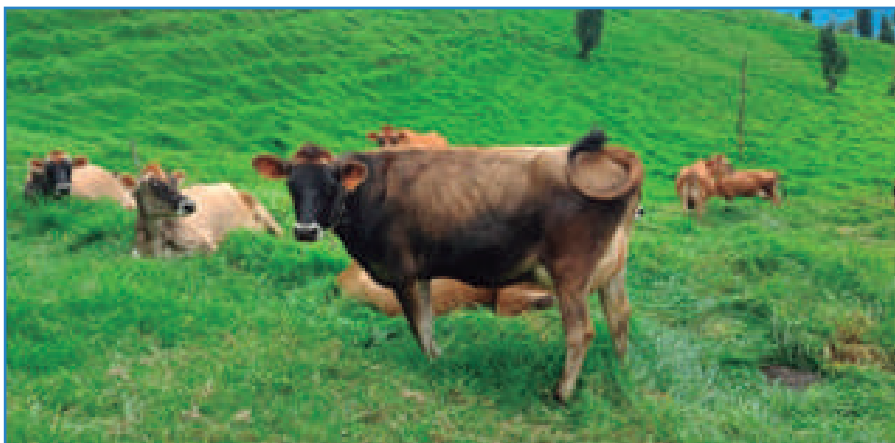


Figura 48. Vaca Jersey Neozelandesa de primer parto. Hacienda El Plantón. San Isidro de Santa Rosa de Oreamuno, Cartago, 2021.



Figura 49. Grupo de novillas Holstein neozelandesas preñadas de primer parto Finca Las Yolgas, Cot de Oreamuno, Cartago, 2021.

## Evaluación genética nacional del hato bovino Brahman

El Proyecto Nacional de Evaluación Genética de la Raza Brahman el cual es liderado por CORFOGA, con el apoyo técnico del INTA, para hacer la edición y cálculo de los valores genéticos y la colaboración de ASOCEBU, en el año 2021, contó con una Base Productiva de 14685 animales, con datos de Peso al Nacimiento (PN), Pesos Ajustados a 205 días (PDAj205), a 365 días (PAj365), a 550 días (PAj550), a 730 días (PAj730) y Circunferencia Escrotal en machos, ajustada a 365 días (CEAj365), a 550 días (CEAj550) y 730 días (CEAj730). En el cuadro 11, se detalla la cantidad de animales por variable evaluada.

Cuadro 11. Cantidad de pesos por categoría y sexo.

| Sexo  | PN    | PDAj205 | PAj365 | CEAJ365 | PAj550 | CEAJ550 | PAj730 | CEAJ730 |
|-------|-------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| H     | 7149  | 7149    | 4420   |         | 3927   |         | 198    |         |
| M     | 7536  | 7536    | 4458   | 4334    | 3483   | 3383    | 163    | 161     |
| TOTAL | 14685 | 14685   | 8878   | 4334    | 7410   | 3383    | 361    | 161     |

Fuente: Programa Nacional de Mejoramiento Genético. CORFOGA-INTA-ASOCEBU, 2021.

La base de pedigree fue de 26913 animales, para los cuales se estimaron las Diferencia Estimadas de Progenie (DEP), para las diferentes variables Peso al Nacimiento (DEP PN), Peso Destete (DEP PD), Leche (DEP Leche), Materno Total (DEP MAT TOTAL), Peso al Año (DEP PA), Peso a 18 meses (DEP P550), Peso a 24 meses (DEP P730) y Circunferencia Escrotal al Año (CEA), 18 meses (CE550) y 24 meses (CE730), así como el índice Mérito Genético Total (MGT): obteniendo valores entre los siguientes rangos detallados en el cuadro 12.

Cuadro 12. Rangos de los valores calculados para las DEP y Mérito Genético Total.

| SEXO | ANIMA-<br>LES | VALO-<br>RES | CONS | DEP<br>PN | DEP<br>PD | DEP<br>LECHE | DEP<br>MAT<br>TOTAL | DEP<br>PA | DEP<br>CEA | DEP<br>P550 | DEP<br>CE550 | DEP<br>P730 | DEP<br>CE 730 | MGT    |
|------|---------------|--------------|------|-----------|-----------|--------------|---------------------|-----------|------------|-------------|--------------|-------------|---------------|--------|
| H    | 16968         | Mínimo       | 0,00 | -2,171    | -6,520    | -5,755       | -7,899              | -8,509    | -0,689     | -12,140     | -1,226       | -4,960      | -0,301        | -0,301 |
|      |               | Máximo       | 0,38 | 2,742     | 7,871     | 7,326        | 8,199               | 8,375     | 0,766      | 14,590      | 1,771        | 0,109       | 0,156         | 0,366  |
| M    | 9945          | Mínimo       | 0,00 | -2,083    | -7,665    | -6,130       | -8,301              | -7,965    | -0,808     | -10,781     | -1,700       | -4,960      | -0,573        | -0,325 |
|      |               | Máximo       | 0,37 | 2,806     | 8,494     | 8,959        | 9,714               | 8,263     | 0,892      | 13,929      | 2,047        | 0,401       | 0,244         | 0,426  |

Fuente: Programa Nacional de Mejoramiento Genético. CORFOGA-INTA-ASOCEBU, 2021.

Estos datos de valores de DEP por finca se entregan a cada criador, con el propósito de que realicen la selección de los animales en sus fincas, y de esta manera puedan ofrecer a productores ganaderos comerciales pie de cría de calidad genética.

### **Selección bovinos Brahman en Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez**

El hato bovino Brahman en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez ubicada en Cañas, Guanacaste, forma parte de este Proyecto Nacional de Evaluación Genética, lo cual ha permitido realizar una selección rigurosa de los animales, teniendo actualmente todos los animales con DEP positivos, proceso que ha llevado alrededor de 15 años en poder tener animales que darán a sus progenies una mayor ganancia de peso y por ende una mayor productividad. El objetivo final de esta selección es, que entre el 2023 y 2024, contar con un hato de alta calidad genética en beneficio de los productores nacionales (figura 50).



Figura 50. Hato bovino Brahman. EEEJN.

## **Ambiente y Cambio Climático**

### **Ganadería baja en carbono**

Durante el 2021, se continuó con el análisis de información de las fincas en medición, registro y verificación (MRV) de la Acción de mitigación nacionalmente apropiada (NAMA por sus siglas en inglés) para una ganadería baja en gases con efecto invernadero, sobre el bosque ganadero. Este ecosistema es el que se encuentra dentro de los límites físicos y administrativos de la finca. De acuerdo con el análisis, a diferencia de otros países donde se deforesta para ampliar las áreas agropecuarias, en Costa Rica los ganaderos serían los que más terrenos privados han convertido a ecosistemas de bosque natural, logrando un rol de beneficios eco-sistémicos importante en el mantenimiento de la biodiversidad, el recurso hídrico y la mitigación de los gases con efecto invernadero de sus propios procesos productivos.

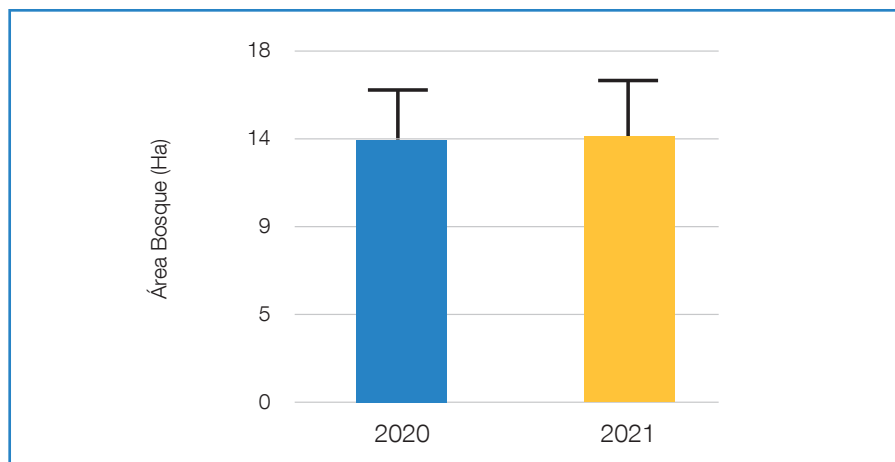


Figura 51. Variación anual promedio del área dedicada a bosque de 202 fincas para el MRV del NAMA Ganadería baja en emisiones.

Dentro del grupo de tecnologías que las fincas deben adoptar para considerarlas dentro de la NAMA de parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería, la única que es obligatoria es el pastoreo racional. El impacto en la mitigación al cambio climático, por la aplicación de esta técnica sería la deposición de carbono orgánico al suelo. En 2021, el INTA proceso en sus laboratorios la totalidad de muestras de carbono del suelo de pasturas de las fincas MRV. Por primera vez, se realizó un análisis sobre la variación del almacén de carbono de pasturas con pastoreo racional. Se observó un incremento de carbono promedio de 1,44 toneladas de C/ha de pastura, que llevados a la unidad común internacionalmente aceptada para medir la mitigación al cambio climático equivale a una remoción de 5,3 toneladas de CO<sub>2</sub> e/ha.

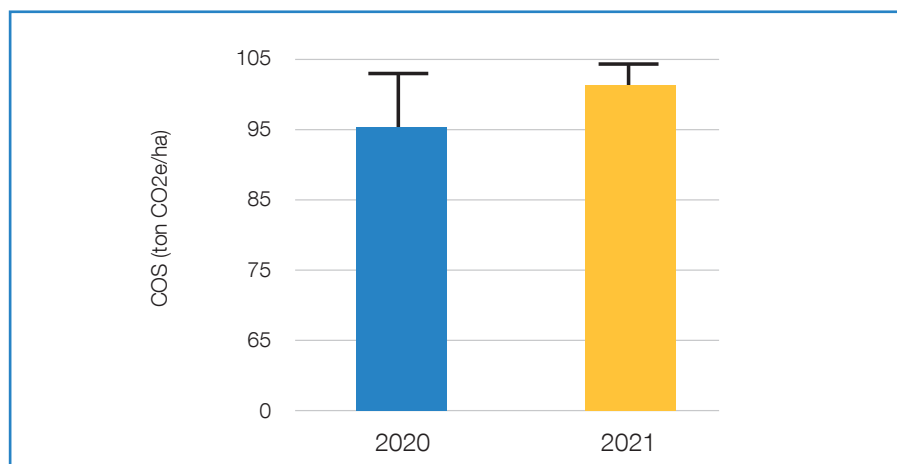


Figura 52. Variación anual promedio por hectárea del almacén de carbono orgánico del suelo bajo pasturas en 202 fincas del NAMA Ganadería baja en emisiones.

## Manejo adecuado de purines

Al realizar una encuesta en 162 fincas de las regiones Huetar Norte, Pacífico Central, Central Oriental y Central Occidental se encontró que la práctica más empleada para el manejo de excretas es el riego de purines (82%) y la combinación del uso del riego de purines junto con otras tecnologías (7%) como el secado del estiércol o el compostaje. Sin embargo, es preocupante que el 11% de las fincas no den ningún tipo de manejo a las excretas, lo cual, se presenta principalmente cuando los productores lavan las salas de espera o áreas de ordeño y los purines pasan directamente a pocos potreros, siempre los mismos, sin ningún tipo de planificación, distribución o tratamiento, y lo consideran como riego por gravedad (figura 53).

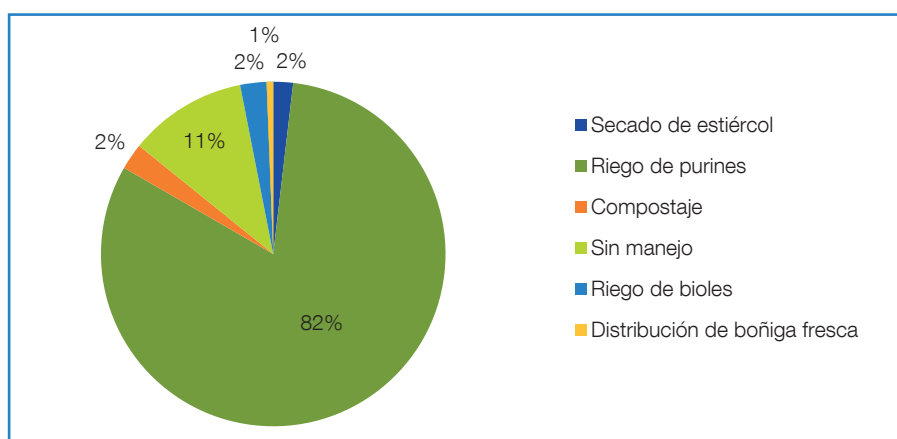


Figura 53. Manejo de excretas utilizadas en las fincas encuestadas. 2021.

En el caso de las fincas que utilizan riego de purines, en promedio, en las cuatro regiones, se aplican  $2,1 \pm 1,5$  litros de purín por metro cuadrado por rotación con un mínimo de 0,5 litros y un máximo de 7,1 litros. Además, los volúmenes de aplicación en ( $l\ m^{-2}$  rotación) para cada región oscilaron entre 0,5-6,0 ( $2,3 \pm 1,61$ ), de 0,7-7,1 ( $2,3 \pm 1,96$ ), de 0,5-5,4 ( $2,0 \pm 1,27$ ) y 0,5-5,8 ( $1,9 \pm 1,64$ ) para las regiones Pacífico Central, Central Occidental, Huetar Norte y Central Oriental respectivamente (figura 54).

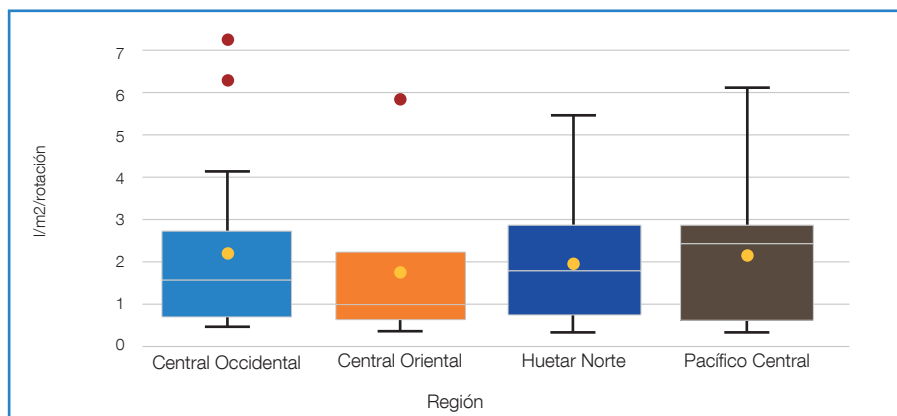


Figura 54. Volumen de purín aplicado en potreros,  $1\ m^{-2}$  rotación, en fincas encuestadas según región.

Asimismo, se determinó que 80% de los productores aplica un volumen menor a 3 l m<sub>2</sub> rotación con una posibilidad de que 0,33 de estas fincas apliquen un volumen inferior a 1 l m<sub>2</sub> rotación (figura 55).

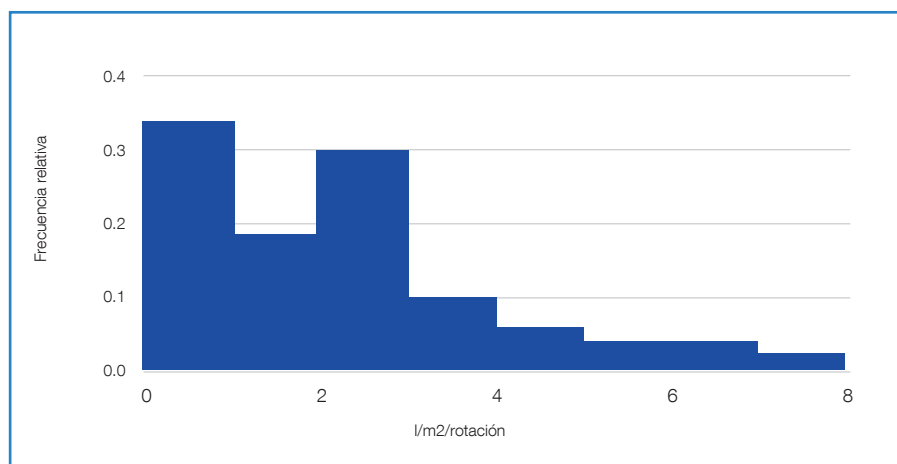


Figura 55. Frecuencia relativa del volumen de purín aplicado, l m<sub>2</sub> rotación, en fincas lecheras encuestadas. Costa Rica, 2021.

Lo que se realizó fue una caracterización del uso del purines, el nivel óptimo se espera determinarlo en los próximos trabajos de investigación los cuales están iniciando en el 2022. En estas fincas, 97,4% los utilizan todo el año, mientras que 1,8% lo utilizan únicamente en verano y 0,9% sólo en invierno. La mayor parte de las fincas realizan la aplicación a la salida del ganado del aparto (61,5%), 36,5% esperan varios días después de la salida del ganado para realizar la aplicación y 1,9% lo aplican en cualquier momento. Asimismo, una vez realizada la aplicación de purines, las fincas se esperan un promedio de  $27 \pm 13$  días para hacer uso de la pastura.

Además, un 76,5% no le adicionan nada antes de aplicarlos; el restante 23,5% utilizan aditivos como calcio (16,7%), microorganismos benéficos (76,7%), sulfato de magnesio con té de lombriz (3,3%) y jugo de piña (3,3%). Sin embargo, el uso de estos aditivos se realiza sin haber hecho un análisis previo de laboratorio (96,6%).

## Promoción de las tecnologías

### Multiplicación y distribución de semilla

Durante el 2021 se establecieron dos bancos de germoplasma nuevos de 4 variedades de yuca amarga, uno en Coopevictoria (Finca La Argentina en Grecia), mediante alianza público-privada con dicha empresa, la Cámara Nacional de Productores de leche y el INTA y otro en la estación experimental del INTA en Quepos La Managua. Además, se renovaron dos bancos de germoplasma existentes en la Estaciones Experimentales del INTA en Cañas Guanacaste (EJN) y en Guápiles (Los Diamantes). Estos campos de germoplasma permiten darle mantenimiento a dichos materiales genéticos de yuca amarga que resultaron, de estudios anteriores, como las más adaptadas y productivas en Costa Rica y poder disponer de ellas en el tiempo, tanto para reproducción de semilla como para la investigación.

Estos campos de variedades de yuca amarga sumados a otros campos establecidos con productores privados, en diferentes lugares del país, permitió la disponibilidad de semilla (135 mil estacas) para la siembra de 17,5 hectáreas, más otras pequeñas áreas de semilleros, para 21 productores e instancias interesadas en estos materiales como cámaras de productores y universidades. Estos campos estarán en la capacidad de disponer de más de 2 millones de estacas para el 2022.

Se continuó con la actividad del banco de germoplasma de forrajeras de alta calidad para enfrentar el Cambio Climático. Específicamente en la EELM se dispone de este banco forrajero para reproducir y transferir materiales a productores como lo son: botón de oro (*Tithonia diversifolia*), cratylia (*Cratylia argentea*), morera (*Morus alba*), nacedero (*Trichantea gigantea*), caña forrajera (*Saccharum officinarum*) y pasto Cuba OM 22 (*P. purpureum* x *P. glaucum*). Durante este año, se entregaron alrededor de 74 mil estacas (semilla vegetativa) de los principales materiales, para un total de 207 beneficiarios (figura 56).



Figura 56. Banco forrajero de botón de oro (*Tithonia diversifolia*). 2021.

## Transferencia de tecnología

Se realizaron actividades de transferencia en las áreas de sistemas sostenibles de producción bovina (cría comercial, lechería tropical y engorde); uso y manejo de la yuca amarga (raíz) en forma de ensilaje; y uso de cruzamientos terminales mediante inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en cría comercial, se realizaron un total de 17 actividades (presenciales y virtuales) de capacitación y transferencia de tecnología con la participación de 809 personas, entre productores y técnicos.

Además, se realizaron actividades de capacitación y transferencia de tecnología en temas relacionados con la producción y conservación de pastos y forrajes, nutrición (alimentación) animal, adaptación y mitigación al cambio climático. Se realizaron varios eventos de capacitación dirigidos a productores y técnicos. Además, se elaboró material didáctico (boletines y videos).

Se publicó un artículo científico en la Revista Alcances Tecnológicos del INTA, sobre Degradación Ruminal de *Tithonia diversifolia* y su relación con metano entérico. Esta investigación se llevó a cabo con material proveniente de la EELM.

Dentro del proyecto “Creación de capacidades para la adaptación al cambio climático en sistemas agropecuarios de Costa Rica” se capacitaron en forma presencial a en la preparación de ensilaje de maíz a productores de la zona del Humo de Pejibaye. Se entregó semilla de la variedad forrajera EJM2 a 120 productores, del Pacífico Central y de la Región Brunca. Se elaboraron dos boletines sobre Ensilaje y Ensilaje de maíz los cuales se han distribuido entre los productores y técnicos.



Figura 57. Elaboración de silo de maíz con productores y técnicos del MAG en el Humo de Pejibaye y elaboración de video para celebración del 20 aniversario INTA. 2021.

Bajo el marco del proyecto “Plataforma Regional para la transferencia de tecnología (MIS CR)” se realizó un video que fue utilizado en la celebración del 20 aniversario del INTA.

Se les dio seguimiento a los dos sistemas de producción presentes en la Finca Bendiciones, las ganancias de peso diarias son de 1,3 kg en promedio por novillo en el sistema de engorde y la producción de leche de 14 kg en promedio por vaca por día. Ambos sistemas con base en forrajes de corte como: botón de oro, caña forrajera, taiwán.

Con base en datos generados en la finca se elaboró y publicó en la Revista Alcances Tecnológicos del INTA una Nota Técnica: Engorde de ganado estabulado con dietas de bajo costo con base en bancos forrajeros.

Asimismo, se llevaron a cabo 10 diferentes actividades virtuales y presenciales en la Región Brunca y en otras regiones del país sobre el uso de bancos forrajeros como estrategia para enfrentar el cambio climático. Se capacitaron 2302 productores y técnicos (figura 58).

Se elaboraron 9 boletines divulgativos en temas relacionados con genética adaptada a la variabilidad climática, los cuales han sido distribuidos a más de 100 usuarios mediante las redes sociales del INTA, MAG, CORFOFA Y LA CNPL.



Figura 58. Transferencia de tecnología a productores ganaderos en Pital y en Guatuso. 2021.

Con el proyecto “Capacitación e introducción de genética bovina para la adaptación a la variabilidad climática en la Región Brunca” se inseminaron 166 hembras, con razas como Brahman, Girolando, Pardo suizo, Guzarat, entre otras. Además, se editaron y publicaron 12 boletines sobre temas atinentes al proyecto. Se publicó un artículo en el Boletín de mayo sobre: Vacas adaptadas de bajo costo para altitudes menores a los 1400 m s. n. m. Un segundo artículo sobre Lechería de bajura en el mes de setiembre: Estudio de caso: Sistema de doble propósito con base en forrajes.



Figura 59. Uso de registros de vacas inseminadas por productor José Carranza, de Buenos Aires e Ing. Santana Jiménez del MAG.

# Transferencia de Tecnología

El conocimiento generado por el INTA es divulgado a través de publicaciones como: manuales, guías, artículos, boletines, entre otros, así como de otros recursos multimedia tales como vídeos y galería de tecnologías, materiales de autoaprendizaje. Para producir y difundir sus conocimientos, el INTA utiliza las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), el sitio web institucional y la Plataforma PLATICAR y el desarrollo de competencias. Además, aprovecha espacios presenciales y virtuales, como cursos, talleres, días de campo y sesiones de webinar (seminarios virtuales), para desarrollar capacidades en técnicos y productores, en la aplicación de las tecnologías generadas por el INTA, en sus sistemas de producción. Todo ello en su conjunto, contribuye a fomentar la toma de decisiones informadas en los productores y técnicos y con ello contribuir a mejorar la calidad de vida de las familias rurales.

## Capacitación y difusión

Durante el año 2021 se realizaron 71 actividades de transferencia de tecnología, las cuales impactaron a un total de 2.153 personas (productores y técnicos). Dada las restricciones por el Covid-19, para este año se dio una disminución de un 5% de participación con respecto a las personas impactadas durante las actividades en el año 2020. Del total de participantes en el 2021, 1.408 personas fueron hombres y 745 mujeres. De estas actividades, 21 fueron de capacitación para un total de 550 personas capacitadas (355 hombres y 195 mujeres). Las 50 actividades restantes fueron de difusión para un total de 1.603 personas informadas (1.053 hombres y 550) ver cuadro 13. Se resalta que se continuó con el aumento de la proporción de la participación de mujeres en las distintas actividades, para un 34,6%, lo cual supone un aumento del 4,6% con respecto al 2020 así como a la tendencia de los años anteriores (figura 60).

Cuadro 13. Número de personas capacitadas e informadas en el año 2021.

| Actividad    | N. hombres   | N. mujeres | Total personas | N. actividades |
|--------------|--------------|------------|----------------|----------------|
| Capacitación | 355          | 195        | 550            | 21             |
| Difusión     | 1.053        | 550        | 1.603          | 50             |
| <b>Total</b> | <b>1.408</b> | <b>745</b> | <b>2.243</b>   | <b>71</b>      |

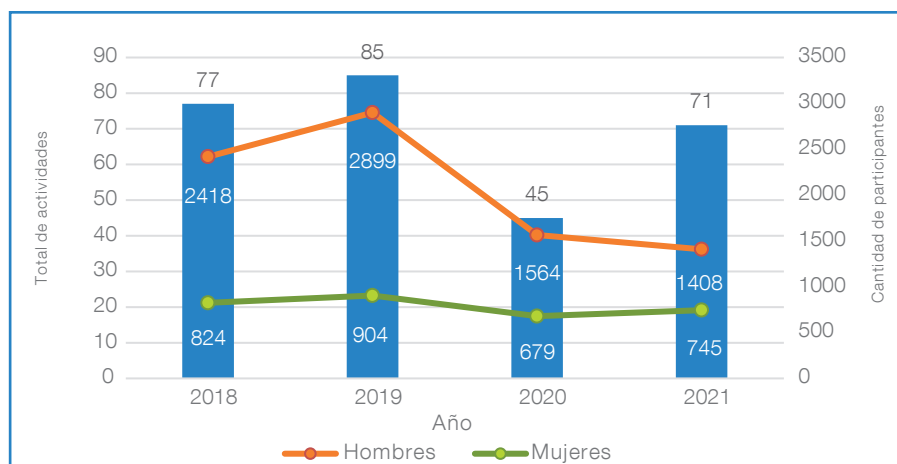


Figura 60. Cantidad de actividades realizadas y participantes por sexo. 2018-2021.

Como se aprecia en la figura 61, los temas abordados en las actividades de transferencia estuvieron relacionados con ganadería, frutales, hortalizas, raíces y tubérculos, granos básicos y metodologías y herramientas de extensión. La mayor proporción de actividades se centraron en los temas de frutales, ganadería y raíces y tubérculos, esto por cuanto durante el 2021 se ejecutaron proyectos con recursos externos relacionados con estos rubros.

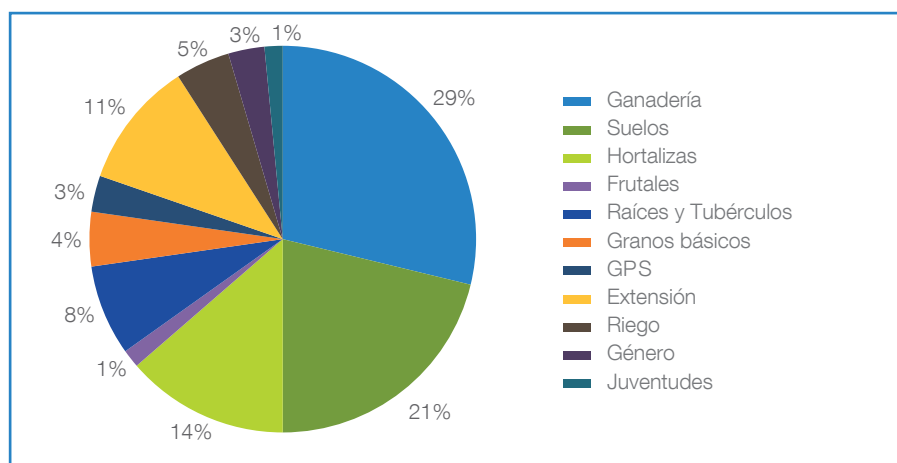


Figura 61. Temática abordada (%) en las actividades de transferencia. INTA, 2021.

Un 65% de las actividades realizadas se llevaron a cabo bajo esta modalidad virtual, donde predominaron las actividades de difusión. Gracias a la realización de actividades bajo esta modalidad se implementó como insumo complementario para el usuario los videos de las grabaciones con las conferencias completas; las cuales se encuentran disponibles en el canal youtube de la Plataforma PLATICAR, para ser consultadas por el público en general (<https://www.youtube.com/user/webmasterplaticar>).

## Actividades de transferencia en ganadería

Durante este año, se desarrolló en varias regiones del país el proyecto “Creación de capacidades para la adaptación al cambio climático en sistemas agropecuarios en Costa Rica” con la colaboración de Fundecooperación, donde uno de sus componentes era el tema de ensilaje. Para ello se implementaron vitrinas tecnológicas para mostrar *in situ* la tecnología. Se realizaron 14 actividades en ganadería, participando un total de 678 personas, y donde el 71% de los asistentes fueron productores. La temática abordada se centró en la implementación de bancos forrajeros, así como la realización de distintos tipos de ensilaje como mecanismos de adaptación al cambio climático (figuras 62,63, 64,64).



Figura 62. Charla virtual: “Bancos forrajeros y ensilaje: alternativas de alimentación animal (región Brunca)”. <https://www.youtube.com/watch?v=smrZ3cbhRDs>



Figura 63. Proceso de entrega de semilla de maíz forrajero; variedad EJN2, a productores de la región Brunca. 2021.



Figura 64. Día demostrativo presencial sobre alternativas de ensilaje. El Sahíno de Pital. Febrero, 2021.



Figura 65. Día demostrativo presencial sobre alternativas de ensilaje. Pueblo Nuevo de La Aldea, Puerto Viejo de Sarapiquí. Octubre, 2021.

## Actividades en recursos naturales

### Manejo y conservación de suelos

Se realizaron 14 actividades en manejo y conservación de suelos, como parte del mismo proyecto de cambio climático financiado por Fundecooperación, con una participación de 321 personas y donde el 60% de los asistentes fueron productores. Los temas abordados fueron: agricultura del carbono, coberturas del suelo, biocarbón, materia orgánica, vida en el suelo, prácticas de conservación de suelos y el uso de cordales para marcar las curvas a nivel en los terrenos (figuras 66 y 67).



Figura 66. Charla virtual #1 "Cambio climático; la solución bajo nuestros pies". <https://www.youtube.com/watch?v=qrtgDTBX2Jg&t=300s>

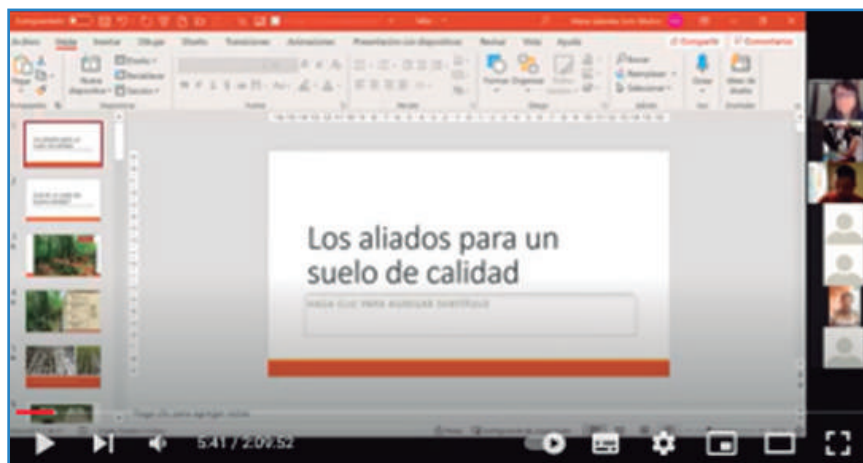


Figura 67. Charla virtual #2 "Cambio climático; la solución bajo nuestros pies". <https://www.youtube.com/watch?v=AvfRI0-7RB0>

## Manejo del Recurso Hídrico

Se realizaron un total de tres actividades en el rubro de gestión de recurso hídrico, donde el 26% de los asistentes fueron productores, con el tema de reservorios de agua con geomembrana, así como la gestión sostenible del recurso hídrico. Como parte del proceso de transferencia de tecnología en el marco de dicho proyecto se dio la instalación de un reservorio en una finca vitrina ubicada en la región Central Occidental que permitirá; a futuro, la realización de actividades de capacitación y difusión en esta temática. Además, se instaló un sistema de riego por aspersión en los bancos forrajeros ubicados en la Estación Experimental La Managua en Quepos, para mostrar el efecto de la disponibilidad de agua en la calidad de los forrajes (figuras 68 y 69).



Figura 68. Reservorio de agua. Atenas. 2021

|                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <br><br>                          | <p><b>Ciclo de Webinars</b><br/> <b>"Diferentes alternativas de gestión del recurso hídrico para los distintos sistemas productivos"</b></p> <p>Le extendemos esta invitación para acompañarnos al 2do. seminario virtual:</p> <p><b>"Consideraciones técnicas para establecer un reservorio de agua con geomembrana"</b></p> |  |
| <p>Expositor:<br/> <b>Juan Carlos Valverde Conejo, MSc. Costa Rica</b><br/>         06 de octubre de 2021<br/>         2:00 – 4:00 pm (hora Costa Rica)</p> <p>Inscripciones al enlace:<br/> <a href="https://us02web.zoom.us/j/86395048700">https://us02web.zoom.us/j/86395048700</a></p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |

Figura 69. Webinar “Diferentes alternativas de gestión del recurso hídrico para los distintos sistemas productivos”; Charla #2: “Consideraciones técnicas para el establecimiento de un reservorio de agua con geomembrana”. [https://www.youtube.com/watch?v=Df4\\_6jA4g7k&t=3s](https://www.youtube.com/watch?v=Df4_6jA4g7k&t=3s)

## Actividades en hortalizas

Se realizaron 9 actividades todas enmarcadas en proyectos que se encuentran actualmente en ejecución. Participaron 275 personas, de los cuales 70% fueron productores. Dentro de los temas abordados se incluyen el mejoramiento del manejo poscosecha y reducción de pérdidas de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la etapa de manejo en finca y centro de acopio en las principales zonas de producción de Costa Rica y la presentación de resultados del proyecto de “Evaluación de introducciones y cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) en tres regiones productoras de Costa Rica”. Como parte del proyecto con Fontagro se realizaron actividades sobre la producción de hortalizas en ambiente protegido y la inauguración de una casa malla para la producción de hortalizas en la región Chorotega (figuras 70 y 71).



Figura 70. Participantes de la charla en la Dirección Regional Central Oriental del Ministerio de Agricultura y Ganadería en Cartago. Noviembre, 2021.



Figura 71. Día de campo sobre producción de hortalizas bajo ambientes protegidos en la EEEJN. Cañas, Guanacaste, 2021.

## Actividades en raíces y tubérculos

Se realizaron un total de 5 actividades en el rubro de raíces y tubérculos. Participaron 106 personas, de las cuales 61 % fueron productores. Dentro de los temas abordados se incluyó el manejo agronómico del cultivo de yuca, el proceso de producción de semilla y planta de yuca in vitro. De forma adicional, se dio la actividad de cierre del proyecto yuca-cacao con Fundecooperación que complementó la entrega de semilla libre de yuca realizada durante el 2020 con una segunda entrega a varios Colegios Técnicos Profesionales de la región en el 2021. En la región Huetar Norte se realizó un intercambio de conocimiento en el manejo de cultivo de yuca en el Territorio Indígena Maleku en Guatuso (72,73,74,75).



Figura 72. Charlas virtuales: “Protocolo de reproducción in vitro de yuca” y Manejo agronómico del cultivo de yuca en campo”



Figura 73. Transferencia de conocimientos en el uso de semilla limpia de yuca y fortalecimiento de capacidades para una agricultura resiliente al cambio climático. Región Huetar Norte. 2021. [https://www.youtube.com/watch?v=J5pJxX\\_S0x8](https://www.youtube.com/watch?v=J5pJxX_S0x8)



Figura 74. Día de campo demostrativo sobre el cultivo de yuca. EELM, Quepos, 2021.



Figura 75. Día de campo sobre manejo agronómico del cultivo de yuca. EELD, Guápiles. Colaboración INTA/Fundecooperación/Ofinase.

### Actividades en Servicios de Extensión Rural, Género y Juventud

Durante el 2021 se participó activamente en redes interinstitucionales para las temáticas de extensión rural, género y juventudes. Se realizaron 13 actividades en estos rubros (9 de extensión, 2 de juventudes y 2 de género). Participaron un total de 429 personas en las actividades, las cuales se realizaron todas de manera virtual, y donde el 20% de los asistentes fueron productores. En el caso de género, la temática de las actividades se centró en el papel de las mujeres en la ganadería de leche, y “género y masculinidad”. El tema de juventud está creciendo en importancia a nivel del sector, por lo que se realizaron actividades enfocadas en juventudes rurales y la extensión agropecuaria, así como en la articulación educación – extensión y las condiciones básicas de integración de jóvenes en los sistemas agroalimentarios. Se puede acceder a las grabaciones de los conversatorios en los siguientes enlaces: <https://www.youtube.com/watch?v=r3m8pXa0ugU&t=5s>; [https://www.youtube.com/watch?v=L-XLmdY\\_NjE&t=19s](https://www.youtube.com/watch?v=L-XLmdY_NjE&t=19s).

## Publicaciones del INTA

Se lograron publicar ocho documentos en formato digital: Revista Alcances Tecnológicos del INTA edición 2021 (con once artículos científicos), la cual esta indexada en LATINDEX; la publicación de la Memoria Institucional 2020; la “Memoria Impactos y Logros 2001 – 2021” en conmemoración de los 20 años del INTA, el boletín técnico “Prácticas de manejo integrado del nematodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) en la zona norte de Cartago” y cuatro manuales técnicos: Uso y producción de mucuna y canavalia en terrenos en descanso, Manual del cultivo de camote, Tecnología para la producción de semilla entera de ñame blanco variedad Diamantes 22, Manual del cultivo de ñame (figura 76).

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 2021 se cuenta con 371 documentos de apoyo publicados y disponibles de manera virtual, para la transferencia de tecnología.



Figura 76. Publicaciones realizadas por el INTA en el año 2021.

En el marco de proyectos ejecutados se publicaron: 10 fichas de manejo agronómico de la yuca; 3 fichas de manejo agronómico de cacao; 2 fichas de suelos; 1 ficha de manejo recurso hídrico y 2 fichas sobre elaboración de ensilajes.

### Boletín electrónico INTA Informa

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. En 2021, se publicaron ocho nuevos boletines, para un total de 30 que alberga la Plataforma PLATICAR: [http://inta.go.cr/index.php?option=com\\_sppagebuilder&view=page&id=57&Itemid=546](http://inta.go.cr/index.php?option=com_sppagebuilder&view=page&id=57&Itemid=546)

## Revista científica Alcances Tecnológicos

La revista electrónica “Alcances Tecnológicos” cuenta con todos los artículos en formatos PDF. La misma, se encuentra disponible en una interface electrónica en la siguiente dirección: [http://revista.inta.go.cr/index.php/alcances\\_tecnologicos](http://revista.inta.go.cr/index.php/alcances_tecnologicos).

Actualmente, la edición 2021 cuenta con 11 artículos y en este período nuevamente se obtuvo la indexación del “Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (LATINDEX)” (figura 77). 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.



Figura 77. Revista Alcances Tecnológicos en línea, indexada. INTA, 2021.

El INTA publica anualmente su revista científica cuyo objetivo es transferir las opciones tecnológicas generadas y validadas por la institución. 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: extensionistas del sector agropecuario, productores líderes, organizaciones de productores, empresas privadas, investigadores, estudiantes, entre otros. Para el año 2021, se tuvo una visitación de 5468 usuarios, para 13.749 páginas vistas.

## Plataforma PLATICAR para la gestión de conocimiento

Esta plataforma, se encuentra disponible en la siguiente dirección: [www.platicar.go.cr](http://www.platicar.go.cr) y se consolida como una plataforma de gestión del conocimiento con diversos servicios en línea:

la **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; otro servicio son las **Comunidades de práctica**, para un total de nueve: Gestión del conocimiento; Lechería tropical y producción de ganado

Girolando; Extensión rural; Tecnologías de Información y Comunicación (TIC); Plantas medicinales y productos de cuidado personal; Organoponía; Ganadería Sostenible; Cambio climático; Agricultura de Bajo Costo (ABC). Estas se constituyen como grupos sociales constituidos con el fin de desarrollar un conocimiento especializado, compartiendo aprendizajes basados en la reflexión compartida sobre experiencias prácticas. Otros servicios que ofrece PLATICAR son: Eventos, Noticias, Preguntas frecuentes, Centro de Recursos de Información Especializada (CRIE), 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. En relación con los CRIE, actualmente se cuenta con 19, que representan bases de datos que contienen referencias de documentos científicos y técnicos, plasmadas entre libros, revistas, tesis, informes, entre otros.

Para el año 2021, se tuvo una visitación de 45.683 usuarios, para un 90,9% de usuarios nuevos (figura 78). En el canal de youtube hay 2949 suscriptores, 148 videos y un promedio de 5000 visualizaciones por mes. Además, durante este año se elaboraron 10 videos técnicos, algunos de éstos en el marco de la celebración del 20 Aniversario del INTA, en el cual se presentaban opciones tecnológicas generadas por la institución.

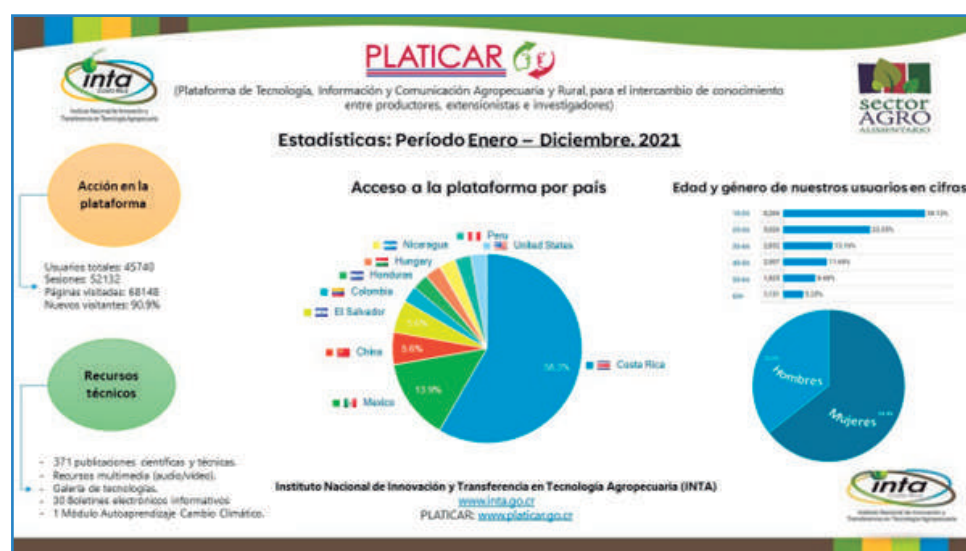


Figura 78. Representación estadística de la plataforma de gestión del conocimiento- PLATICAR. Período Enero – Diciembre, 2021.

## Red de especialistas AgriPerfiles

AgriPerfiles representa para el INTA una opción de integración dentro de una red de especialistas a nivel hemisférico. Esta plataforma es 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. Actualmente el INTA cuenta con alrededor de un 70% de profesionales inscritos, proceso que continúa año con año y el cual se espera completar en 2022. Agriperfiles permite al INTA conectar con especialistas de distintas áreas relacionadas con el sector agropecuario y afines, además de proyectar las publicaciones, autorías y co-autorías.

## 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 de Enlace en Transferencia INTA-ICAFFE-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 promover a una mejora en la calidad de vida de los productores y sus familias.

### Foro RELASER, Costa Rica

El Foro RELASER enfoca su accionar en consolidar un observatorio de Servicios de Extensión Rural, contar con mayor representación, fortalecer procesos de incidencia política y disponer de una robusta comunicación interna y externa en busca de la sostenibilidad del Foro. El INTA es miembro de la Secretaria Técnica del Foro RELASER y forma parte del Comité Directivo de RELASER a nivel regional. En el marco de RELASER, para el 2021 se continuó con la implementación del 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. Entre los logros de este Foro para 2021, se encuentran:

- Se elaboró el Plan Estratégico del Foro 2021-2026 (figura 79).
- Se ejecutaron sesiones de webinar sobre: a) Género y masculinidades en los servicios de extensión rural, b) Conversatorio sobre las Juventudes Rurales y la Extensión Agropecuaria y c) Foro Juventudes: Grupo Temático de Jóvenes en RELASER.
- Se participó en el Congreso Latinoamericano de Extensión con la presentación: La Extensión Rural en el marco del sistema de innovación: caso RELASER.
- Se desarrollaron dos nuevas comunidades de práctica (CoPv): Gestión del conocimiento y Extensión rural.
- Se participó en la validación de un curso de autoaprendizaje sobre “Competencias Blandas para Extensionistas (CBPE)”.
- Se elaboraron cinco infografías: sobre agricultura familiar, gestión de conocimiento, integración generacional; extensionismo y masculinidad; experiencia Foro RELASER.
- Se aprobaron dos propuestas a los fondos de innovación del FIDA: una liderada por la UNED y la otra por la UTN.

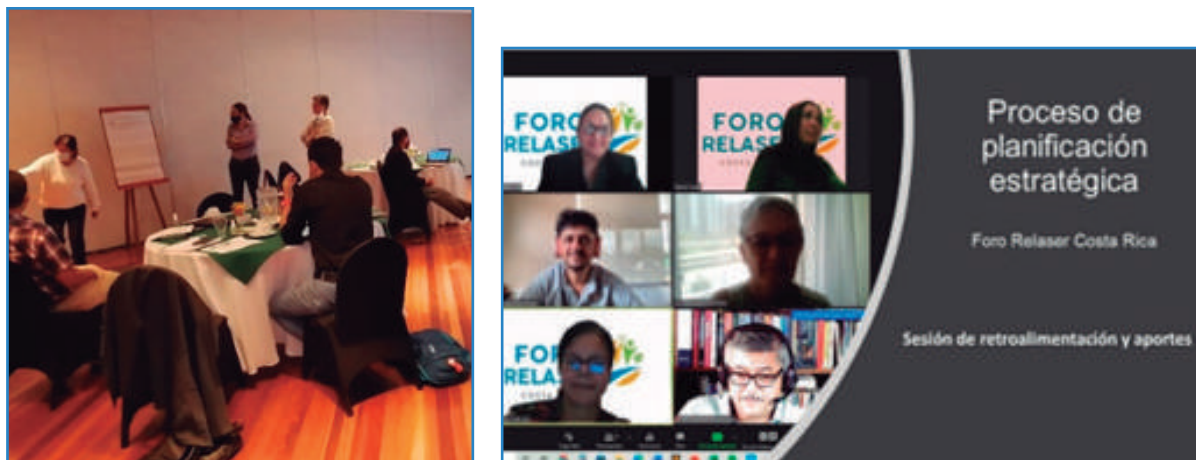


Figura 79. Proceso de planificación estratégica Foro RELASER. Costa Rica, 2021.

### Red Costarricense de Agricultura Familiar (RedCAF)

En la RedCAF, para el 2021, se logró trabajar en el marco de los lineamientos establecidos en el Plan del Decenio de Agricultura Familiar. El INTA, en este proceso mantiene una participación activa dentro de la Comisión de Comunicación, en la cual se ha planteado una estrategia de Comunicación para el Desarrollo con enfoque de Gestión del Conocimiento, la cual pretende trabajar el tema de comunicación de la mano de la cartera de proyectos alineados dentro del Plan Nacional de AF. Dentro de esta estrategia se ha trabajado en conjunto con la FAO y el MAG en una propuesta piloto de implementación de esta estrategia de comunicación. Esta estrategia de Comunicación para el Desarrollo y Gestión de Conocimiento (CpD y GC) se ha compartido a nivel nacional y en foros internacionales, Costa Rica es un referente en la región en acciones para la agricultura familiar (figura 80).



Figura 80. Presentación de la estrategia de CpD y GC para la agricultura familiar. 2021.

### **Red Sectorial de Género**

Durante este período, el INTA como parte de la Red Sectorial de Género coordinó un proceso de diagnóstico institucional en el tema de género, de manera que nos permitiera como institución, diseñar un plan de acción en esta materia, atendiendo las directrices del sector agropecuario y del Ministerio de Agricultura. Todo este proceso, implicaría que el INTA podría optar por El Sello de Igualdad de Género.

En función de lo anterior, el INTA aplicó un autodiagnóstico que contempló ocho módulos temáticos: Perfil de la organización y productividad; Perfil del personal; Reclutamiento, selección y contratación; Desarrollo profesional y desempeño; Remuneración; Prevención del acoso sexual y en razón de sexo en el ámbito laboral; Conciliación de la vida familiar, laboral y social con corresponsabilidad; Comunicaciones. Se aplicó una metodología participativa para cumplir con esta primera parte del proceso, la cual se trabajó en el marco de grupos focales temáticos, que contribuyeron en gran medida con información valiosa.

### **Comisión de Enlace INTA-ICAFE-MAG**

Se dio seguimiento a las actividades de formación y desarrollo de capacidades a extensionistas del sector cafetalero del MAG, ICAFE y de la región en el marco del Programa PROMECAFE, para lo cual se capacitaron 265 técnicos en competencias blandas para mejorar los servicios de transferencia de tecnología. Además, se elaboró un documento sobre las preferencias de los caficultores en relación a metodologías y temas a abordar en procesos de capacitación en café. El intercambio de conocimiento por medio de actividades de transferencia, es uno de los aspectos fundamentales para que los técnicos y productores tengan acceso a los avances tecnológicos y puedan implementar las tecnologías en sus sistemas de producción.

## Estudios Básicos de Tierras

### Proyecto Cartografía Digital de Suelos de los Cantones Costeros de Costa Rica (PCS)

El PCS surge como respuesta a una disposición de acatamiento obligatorio para el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) emitida por la Contraloría General de la República, en el Informe No. DFOE-AE-IF-12-2014, en el que se le indica al MAG la importancia para el país de elaborar los mapas digitales de capacidad de uso de las tierras, a escala 1:50.000 de los cantones con costa en el Océano Pacífico y el Mar Caribe.

Durante el 2021 se elaboró el mapa de capacidad de uso de las tierras (figura 81) y el mapa de taxonomía de suelos (figura 82) del cantón de Nandayure, estos se integraron a los mapas de Paquera, Lepanto y Cóbano, confeccionados entre los años 2018 y 2020. Se realizaron mapas de las variables de fertilidad química del suelo (acidez intercambiable, fertilidad química, materia orgánica, fósforo, pH, saturación acidez y saturación de bases) de Nandayure y Hojancha, y se integran a los mapas de Paquera, Lepanto y Cóbano, para formar el mapa de fertilidad química de la Península de Nicoya y la Región Chorotega (figura 83). Para elaborar estos mapas se utilizó el Software R (<https://www.r-project.org/>) para llevar a cabo el modelaje geoestadístico que incluye covariables sobre geología, geomorfología, clima e índice de vegetación de las tierras, entre otros. La cartografía digital se encuentra disponible en línea en el portal de Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) del Instituto Geográfico Nacional (<https://www.snitcr.go.cr/Visor/nodos2>).

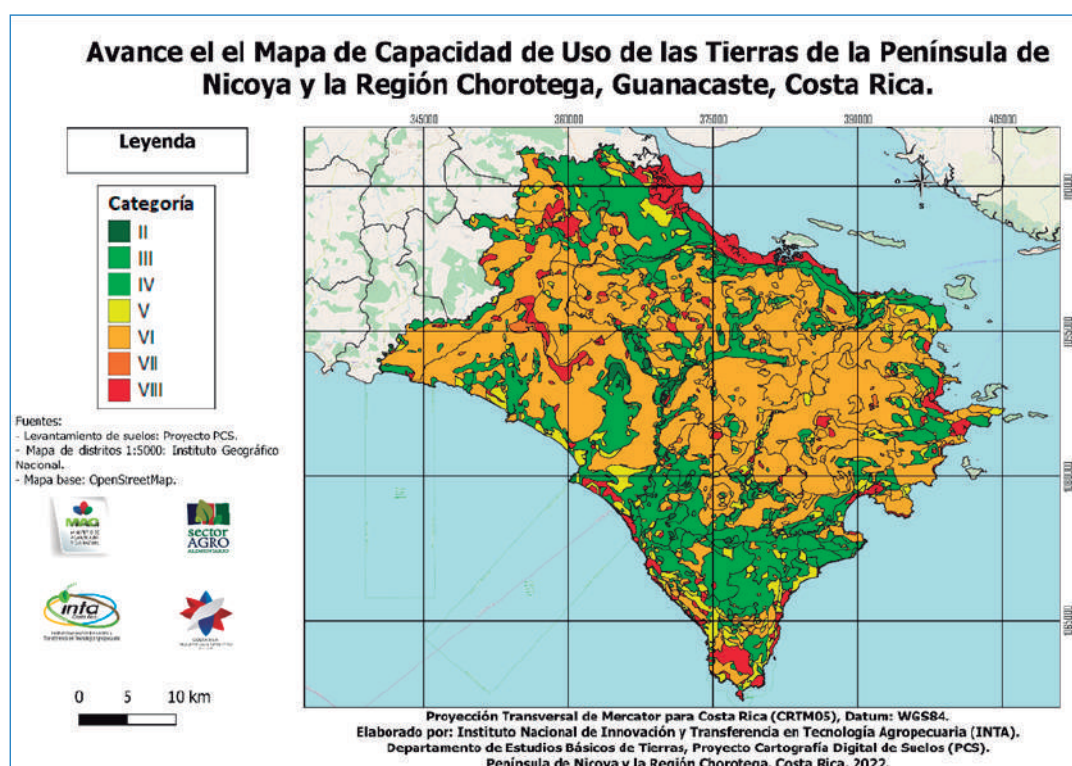


Figura 81. Mapa digital de capacidad de uso de las tierras de la Península de Nicoya y la Región Chorotega, Guanacaste, Costa Rica, 2021.

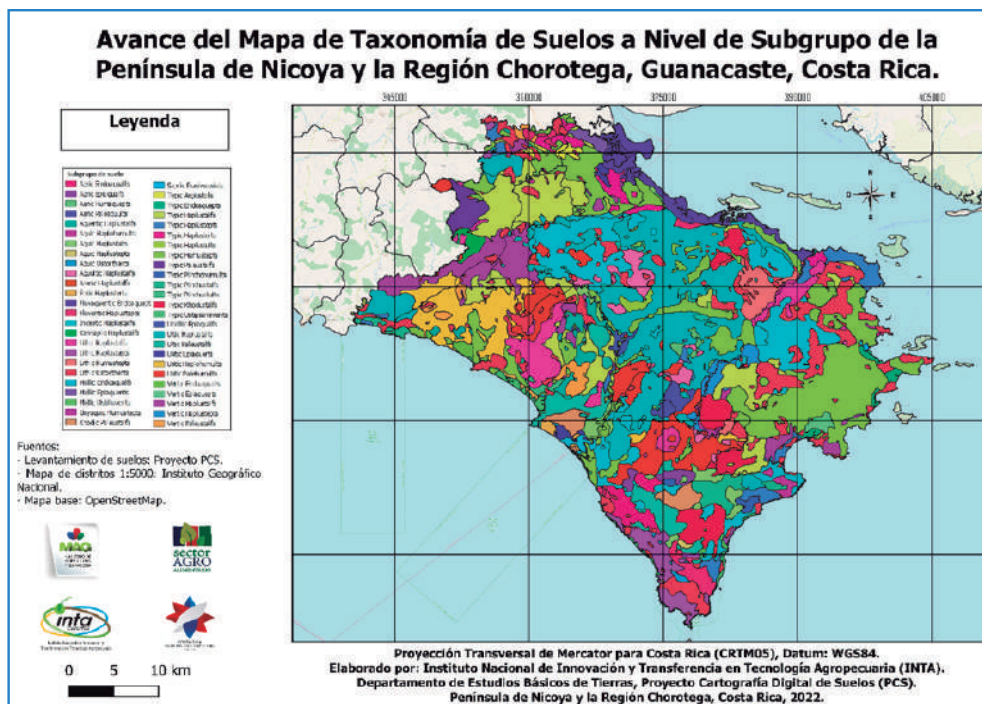


Figura 82. Mapa digital de taxonomía de suelos a nivel de Subgrupo de la Península de Nicoya y la Región Chorotega, Guanacaste, Costa Rica, 2021.

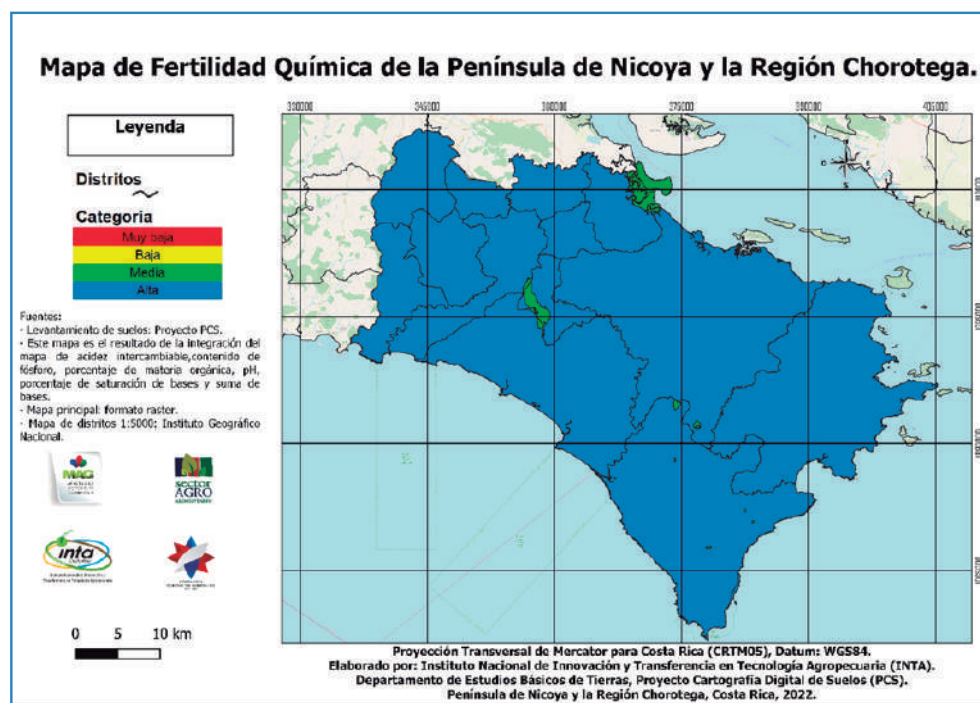


Figura 83. Mapa digital de fertilidad química de la Península de Nicoya y la Región Chorotega, Guanacaste, Costa Rica, 2021.

Además, se concluyeron los muestreos simples de suelo en el cantón de Nicoya, correspondiente a un área de 1 334 km<sup>2</sup>, y se inició el proceso de selección de los perfiles modales de este cantón. Se iniciaron los muestreos simples en el cantón de Santa Cruz, de los cuales lleva un 25% de avance. Hasta finales del 2021, el PCS ha muestreado un total 3 535 km<sup>2</sup> correspondientes a la Península de Nicoya y la Región Chorotega, abarcando los distritos de Paquera, Lepanto, Cóbano pertenecientes al cantón Central de Puntarenas ubicados en la Península y los cantones de Nandayure, Hojancha, Nicoya y una parte de Santa Cruz.

La información obtenida de los muestreos en campo (horizontes, color, textura, pendiente, erosión sufrida, profundidad del suelo, carbono orgánico, pedregosidad, fertilidad actual, toxicidad por cobre, salinidad, drenaje, riesgo de inundación, zona de vida, meses secos, neblina y vientos) se ingresa a una base de datos *PostgreSQL*, diseñada por los funcionarios del proyecto, la cual mediante interfaces en lenguaje JAVA, permiten el análisis de la información para llevar a cabo la cartografía digital.

### Importancia para el sector

Los mapas digitales generados por el PCS son una herramienta fundamental en la elaboración de los planes reguladores de las municipalidades, para suministrar seguridad jurídica, estudios para solicitud de crédito bancarios, cadenas de comercialización de productos agrícolas, seguros de cosechas y principalmente para la implementación de la Ley 7779 de Uso Manejo y Conservación de Suelos, entre otros.

Para el sector agropecuario, la cartografía de la fertilidad de los suelos, así como de las clases taxonómicas y de capacidad de uso de las tierras, es una herramienta de gran valor para la toma de decisiones por parte de los productores en materia de programas de fertilización de sus cultivos, diseño y construcción de prácticas de conservación de suelos y sistemas de riego y el establecimiento de programas de Zonificación Agroecológica de los cultivos. Por otra parte, permitirían establecer una línea de base del carbono almacenado en el suelo, imprescindible para orientar el Plan Nacional de Descarbonización; formulación de políticas públicas que promuevan el desarrollo rural, la protección de los ecosistemas y el resguardo del suelo y el agua, en una gestión integral.

Los beneficiarios son las municipalidades de los cantones intervenidos a la fecha, las direcciones regionales del INDER, MAG, CNP, SENARA, SINAC-MINAE, ICT, INVU, MIVAVH, CNE, entre otras y aproximadamente 20 000 habitantes de los dos cantones antes mencionados.

### Zonificación Agroecológica (ZAE)

La metodología de zonificación de cultivos contempla variables y criterios edafoclimáticos y socioambientales, como una herramienta práctica de zonificación agroecológica. El levantamiento de información edáfica de la zonificación agroecológica ha permitido el desarrollo de capas y metadatos de distintas variables del suelo, las cuales permiten conocer e identificar las limitantes de los sistemas productivos, clasificar las tierras por nivel de aptitud para cada cultivo, favorecer la toma de decisiones a nivel local, disminuir la vulnerabilidad de los sistemas productivos, fomentar los cultivos con mayor potencial de producción y evitar la degradación de las tierras.

Durante el año 2021 el ZAE publicó y actualizó en el SNIT, las capas geoespaciales de pH del suelo, carbono orgánico y acidez intercambiable del cantón de Puriscal; las capas y metadatos de pH y acidez intercambiable del cantón de Alvarado y las capas y metadatos de acidez intercambiable, carbono orgánico y saturación de acidez de la zona de Los Santos. Otro de los logros destacados del ZAE, es el mapa de salinidad de los suelos de Costa Rica (figura 84) que también está disponible en el SNIT.

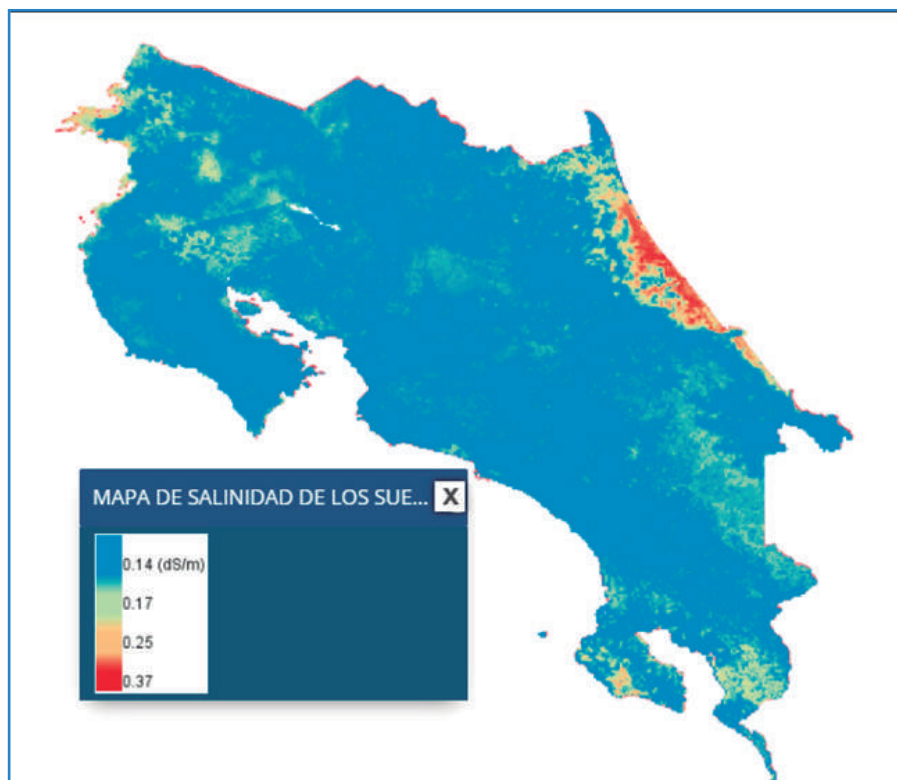


Figura 84. Mapa de salinidad de los suelos de Costa Rica, 2021.

### Organismo de Inspección (OI)

El OI fue creado por la Junta Directiva del INTA, en su sesión N° 307, del 24 de marzo de 2014, con el objetivo de ordenar todo lo referente al estudio técnico, tramitación, aprobación o rechazo, de certificaciones de uso conforme del suelo, inscripción de bienes inmuebles en el Registro Público de la Propiedad; certificados de uso conforme del suelo, para exención del impuesto a los bienes inmuebles; compras de fincas por el Instituto de Desarrollo Rural (INDER); cambio de uso del suelo agrícola a otros tipos de uso y, autorización de fraccionamientos en parcela mínima productiva. Todos estos servicios impactan la totalidad del territorio nacional.

Para el 2021, el OI revisó 3133 certificados, los cuales fueron archivados y son custodiados de manera física y digital según la norma ISO-17020-2012. Además de 23 estudios de suelo, lo que corresponde a un total de 3156 servicios tramitados, registrados y archivados para ese año (cuadro 14). Todos estos servicios, están afectados por los alcances de la Ley

N°8220 de Protección al Ciudadano del exceso de trámites, por lo que se deben respetar los plazos impuestos por la administración.

Cuadro 14. Detalle de revisiones realizadas entre el 2014 y 2021 por el Organismo de Inspección (OI).

| Rubro                                                      | Año  |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                            | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Revisión de certificados de uso conforme del suelo         | 2850 | 5007 | 3438 | 3135 | 3475 | 3119 | 2753 | 3133 |
| Revisión de estudios suelos                                | 12   | 21   | 35   | 17   | 51   | 34   | 29   | 23   |
| N. total de servicio tramitados                            | 2862 | 5028 | 3473 | 3152 | 3526 | 3153 | 2782 | 3156 |
| Gestión del O.I. registro y archivo (norma ISO-17020-2012) | 2862 | 5028 | 3473 | 3152 | 3526 | 3153 | 2782 | 3156 |

La importancia del OI se basa en controlar todas las actividades de los profesionales autorizados por el registro de certificadores de uso conforme del suelo, para cumplir con los principios del uso conforme del suelo establecidos en la ley 7779 de Uso, Manejo y Conservación de los Suelos, y el reglamento a la ley de Uso, Manejo y Conservación de suelos N° 29375-MAG-MINAE-SA-H-MOPT.

Además de velar por el cumplimiento al requisito solicitado en el Reglamento de Fraccionamiento y Urbanizaciones del INVU del 2020, para el fraccionamiento de parcelas con fines agrícolas, pecuarios, forestales o mixto. Lo anterior, con el fin de proteger, conservar y mejorar los suelos, evitar la erosión y degradación por diversas causas naturales o artificiales, se declara de interés y utilidad pública, la acción estatal o privada, para el manejo integrado y sostenible de los suelos en armonía con los demás recursos y riquezas naturales en todo el territorio nacional, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 3° de la ley 7779 del 30 de abril de 1998.

## Laboratorios del INTA

Los laboratorios contribuyen con la innovación y desarrollo de tecnología agropecuaria, mediante la participación activa en investigación, prestación de servicios, producción y transferencia en beneficio de la sociedad costarricense. Para ello cuenta con seis laboratorios: Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas; Laboratorio de Nutrición Animal, Laboratorio de Fitoprotección, Laboratorio de Biología Molecular y Laboratorios de Cultivo de Tejidos (EELD y EECD) y de un personal multidisciplinario con formación en agronomía y sus especialidades: fertilidad de suelos, nematología, fitopatología, protección de cultivos, biología, biotecnología, microbiología y química.

En el año 2021, se logró realizar varios videos de los laboratorios como instrumento gráfico para dar a conocer los productos de cada laboratorio, así como su ubicación y contactos, complemento del catálogo de laboratorio publicado el año 2020.

Durante este año se logró mantener los seis laboratorios abiertos y al servicio de los usuarios sin menoscabo de la calidad de los servicios brindados, a pesar de ser un año de pandemia. Se aumentaron los servicios a 109, y por primera vez se puso a disposición de clientes externos los servicios del Laboratorio de Nutrición Animal. Además, el personal desarrolló 18 actividades de investigación relacionadas al quehacer de los laboratorios, mediante ensayos *in vitro*, en invernadero y en campo.

Con la firma del convenio entre el MAG-INTA, CV-MAG-017-2021-AJ-MAG, se logró multiplicar las capacidades y dinamizar la difusión de conocimiento y puesta en práctica de un plan piloto para la producción a pequeña escala de microorganismos benéficos para uso propio en las fincas, en los cantones de Nandayure, Hojancha, Nicoya y Santa Cruz de la región Chorotega.

### Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas

Este laboratorio ofrece a la comunidad agropecuaria nacional, servicios de análisis en suelos, tejidos vegetales, abonos orgánicos, bioles, aguas y gases de efecto invernadero. Un alto porcentaje de los servicios que se ofrecen son utilizados por investigadores, extensionistas, técnicos de instituciones públicas y centros de enseñanza superior. Los datos generados son base fundamental para la generación de prácticas agropecuarias que permiten una mayor rentabilidad para el productor agropecuario, así como fuente para la generación de mapas de fertilidad, mapas de carbono, mapas taxonómicos y de capacidad de uso de las tierras, entre otros.

Otro grupo importante de los servicios está dirigido a los pequeños y mediados productores nacionales, a través de los análisis de fertilidad; los mismos son para apoyar los programas de manejo nutricional, que se ejecutan en coordinación con la DNEA-MAG.

A continuación, se detallan las muestras analizadas en el 2021 contemplando los análisis de cadmio en cacao por espectroscopía de absorción atómica usando horno de grafito (GFAAS) en el marco de un proyecto de investigación con Fontagro que se encuentra en desarrollo en la institución (cuadro 15).

Cuadro 15. Muestras analizadas durante el año 2021.

| Tipo de matriz                                                               | Descripción del análisis                                                                                                                                                                                                 | Cantidad     |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Análisis químico de suelos                                                   | Análisis químico completo en suelos.                                                                                                                                                                                     | 4.653        |
| Análisis químico de foliares                                                 | Análisis químico completo en tejido vegetal.                                                                                                                                                                             | 616          |
| Análisis químico de abonos                                                   | Análisis químico completo en abonos orgánicos.                                                                                                                                                                           | 26           |
| Análisis químico de aguas                                                    | Análisis químico sencillo en aguas para riego.                                                                                                                                                                           | 8            |
| Análisis físico de suelos                                                    | Análisis de muestras de densidad aparente y real; porosidad total; análisis de textura, retención de humedad y conductividad hidráulica.                                                                                 | 1558         |
| Análisis de carbono y nitrógeno                                              | Análisis de muestras en muestras de suelos y tejido vegetal. Relación C/N.                                                                                                                                               | 500          |
| Análisis químicos especiales en suelos                                       | Análisis de muestras de suelos para CIC + bases; determinación de fosfatos; determinación de hierro y aluminio amorfo; determinación de pH (NaF y CaCl <sub>2</sub> ); conductividad eléctrica; aluminio intercambiable. | 523          |
| Análisis de cadmio en muestras de almendra/hojas/suelos del cultivo de cacao | Análisis de la concentración de cadmio en el cultivo de cacao.                                                                                                                                                           | 150          |
| <b>TOTAL</b>                                                                 |                                                                                                                                                                                                                          | <b>8.034</b> |

**Dentro de las mejoras al laboratorio durante el año 2021 se encuentran:**

- Desarrollo parcial de una metodología para análisis de cadmio en tejidos vegetales por la técnica de absorción atómica, en coordinación con la Espol-Tech de Ecuador, en el marco de un proyecto regional.
- A través del Laboratorio de Suelos, la Regencia Química del INTA gestionó la recolección y disposición final amigable con el ambiente de aproximadamente 4,5 toneladas de desechos químicos generados por los laboratorios y estaciones experimentales del INTA.

## Laboratorio de Nutrición Animal

El Laboratorio de Nutrición Animal del INTA brinda servicios de análisis químicos para determinar la calidad nutricional de diversos materiales seleccionados por investigadores, que desarrollan líneas de trabajo todas enfocadas en brindar opciones tecnológicas a pequeños y medianos productores del sector agropecuario en el tema de nutrición animal, y así mejorar los criterios de selección de alimentos para dietas y la mejora en la nutrición.

### Principales logros 2021

**Generación de información técnica:** En apoyo a las líneas de investigación del grupo pecuario del INTA, se han generado una importante base de datos de análisis de composición nutricional de forrajes de piso, de corte, balanceados, materiales ensilados siempre enfocados en alternativas de alimentación para el productor costarricense.

**Aumento en la cantidad de servicios de análisis ofrecidos:** pasando de ocho a 16 tipos de análisis o determinaciones. Los nuevos ocho servicios son: Capacidad buffer, pH, N-NH<sub>3</sub> (nitrógeno amoniacal), DIVMS (digestibilidad *in vitro* de la materia seca), DIVMS-FDN, PC Dumas (proteína cruda por dumas), % grasa, Determinación de Energía bruta, HCN (ácido cianhídrico en yuca). Además, se actualizaron las tarifas de servicios de análisis que realiza este laboratorio.

**Incremento en el rendimiento del laboratorio:** Desde el año 2017 se observa un aumento en la operatividad del laboratorio, favorecido por la apertura de servicios hacia usuarios externos. Además, de los usuarios internos de la institución en apoyo a sus investigaciones. En el año 2020 y 2021 se notó la influencia de la emergencia sanitaria Covid 19, en cuanto a la demanda por servicios a este laboratorio (cuadro 16).

Cuadro 16. Muestras analizadas en el periodo 2011-2021

| Año  | Cantidad muestras |
|------|-------------------|
| 2011 | 392               |
| 2012 | 233               |
| 2018 | 890               |
| 2019 | 825               |
| 2020 | 552               |
| 2021 | 590               |

También, se han generado convenios importantes con Universidad de Costa Rica para el aprovechamiento de sus instalaciones en la extracción de licor ruminal de vacas fistuladas. Con el Centro de Investigación en Nutrición Animal se ha adquirido una muestra para futuras comparaciones interlaboratoriales. Con el apoyo de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional, fue posible poner al día 600 determinaciones de digestibilidad *in vitro* de la materia seca que estaban pendientes, esto producto de un trabajo colaborativo. Por otra parte, desde el punto de vista de gestión de calidad de laboratorios se han redactado importantes procedimientos de análisis, se han mejorado procesos existentes, se han creado registros de procesos, se ha participado en reuniones, comisiones y capacitaciones relacionadas con la Norma INTE:ISO: IEC 17025.

Uno de los logros más importantes fue la adquisición del equipo NIRS de FOSS para el análisis bromatológico de muestras a través de esta técnica ahorrando en tiempo, consumo de reactivos, ampliación de oferta y modernización. Además, se adquirió un analizador de fibra, incubadora Daysi, pHmetro portátil, micro pipetas entre otros (figura 85).



Figura 85. Vista del nuevo equipo NIRS DS3F. 2021.

### Laboratorio de Fitoprotección

Este laboratorio de respuesta a las demandas que provienen de los profesionales del INTA y usuarios del sector agropecuario, en las áreas de: diagnóstico de plagas, enfermedades, nematodos, microbiología de suelos, control de calidad, producción de insumos biológicos y estudios de eficacia biológica (*in vitro*, invernadero y campo). Para el año 2021 se analizaron 629 muestras (cuadro 17).

Cuadro 17. Número de servicios realizados en el año 2021.

| Servicio                                                                                                                              | Cantidad   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nematología (General + Globodera).                                                                                                    | 127        |
| Microbiología suelos, abonos orgánicos, biofermentos.                                                                                 | 82         |
| Fitopatología vegetal.                                                                                                                | 111        |
| Entomología.                                                                                                                          | 29         |
| Microorganismos (platos Petri).                                                                                                       | 124        |
| Control Calidad.                                                                                                                      | 17         |
| Otros servicios: Coliformes, Producción masiva en líquido y sólido, Producción matrices, Eficacia biológica <i>in vitro</i> y campo). | 139        |
| <b>Total</b>                                                                                                                          | <b>629</b> |

La distribución porcentual según usuario de las muestras o servicios indicados en la figura 86, mostró que el 14,72% correspondieron a productores registrados, 26,79% a productores no registrados y 58,49% a investigadores del INTA. La figura contempla el conglomerado de los servicios de Microbiología Suelos, Fitopatología, Nematología, Entomología, Microorganismos, Producción masiva, Producción matrices, Coliformes, Eficacias *in vitro* y campo.

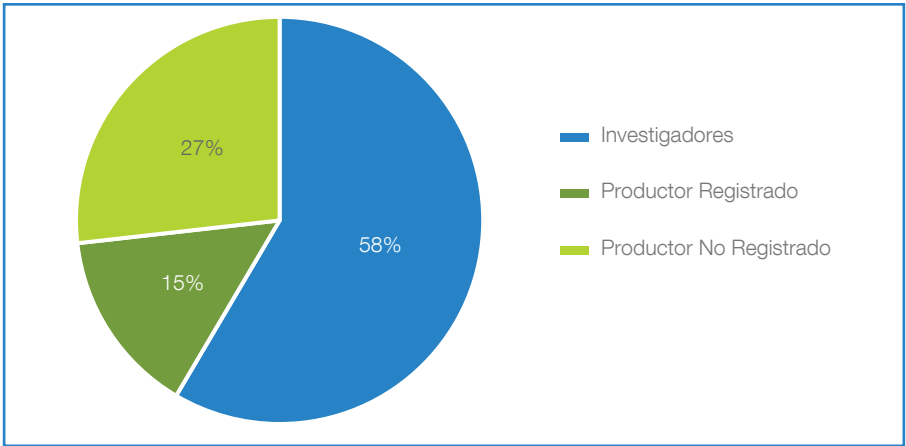


Figura 86. Distribución porcentual según usuario. Laboratorio Servicios de Fitoprotección. San José, 2021.

La situación de la pandemia durante el año 2021 ha tenido afectación en la demanda de los servicios, los mismos siempre se mantuvieron abiertos al público en general. Sin embargo, con respecto al año 2020 el ingreso de muestras disminuyó en algunas disciplinas. La situación para el 2021 fue una disminución en los siguientes servicios: Fitopatología (16,0%), Entomología (24,0%), Nematología (15,0%) Microorganismos (50,0%), Microbiología Suelos y abonos orgánicos (47,0). Para el Control de Calidad se mantuvo igual.

### Servicio de Eficacia Biológica

Los estudios de Eficacia Biológica son investigaciones internas del usuario o para fines de registro ante el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). Durante el año 2021 se realizaron las siguientes pruebas (figuras 87, 88 y 89):

- Evaluación *in vitro* de la eficacia biológica de Sonata 1,34 sc (*Bacillus pumilus* cepa qst 2808) contra *Rhizoctonia solani*, *Pyricularia oryzae* y *Gaeumannomyces graminis* var *graminis* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*).
- Eficacia biológica del Escudo 31,5 ec (tcmtb) contra *Burkholderia glumae* para tratamiento de semilla y supresión de unidades formadoras de colonias (ufc) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*).
- Eficacia biológica del fungicida Bas 764 00 f (Mefentrifluconazole + tricyclazol) contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*).
- Eficacia biológica de productos (dosis única) contra *Burkholderia glumae* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en la región.

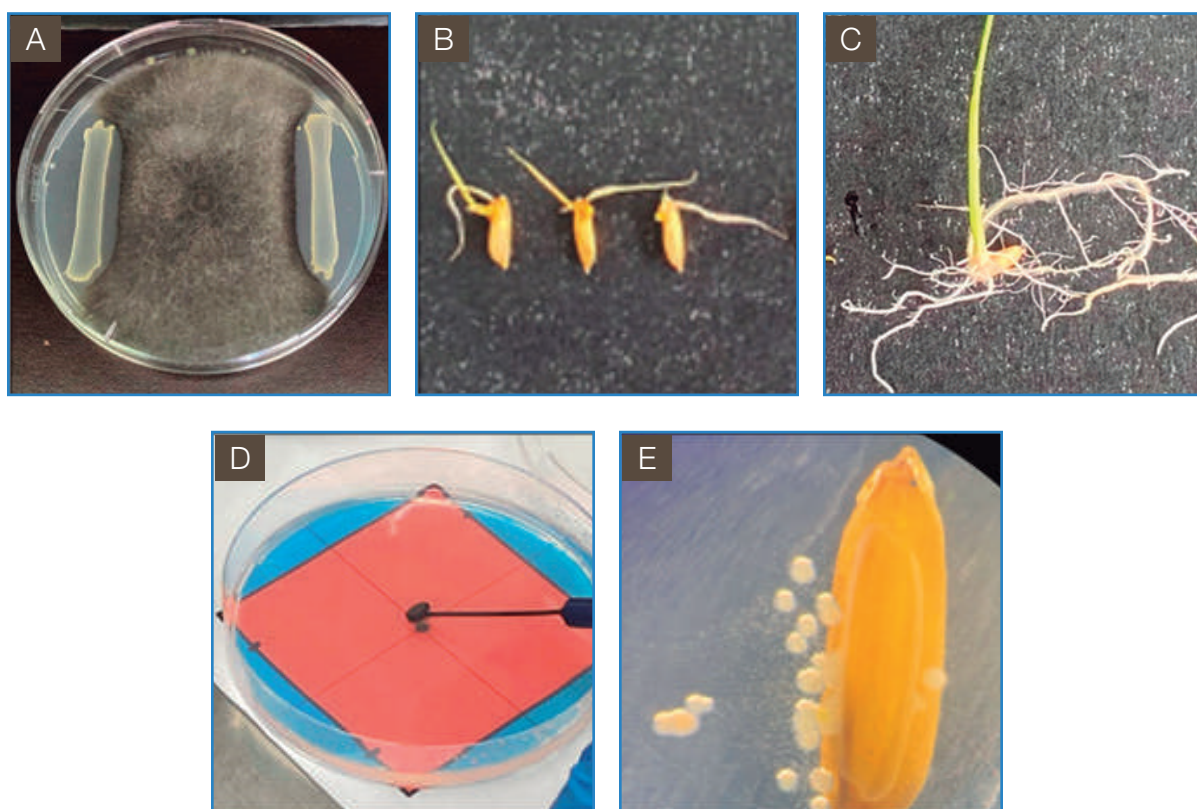


Figura 87. Resultados de estudios *in vitro*. A: Antagonismo entre microorganismos, B-C: efecto de una bacteria patógena en semillas de arroz y plántula de arroz sana, D: Esquema para marcaje y depósito de hongo puro dentro del sustrato artificial y E: semilla infectada con una bacteria fitopatógena.



Figura 88. Estudio de eficacia en campo. A-B-C: Inóculo del hongo en desarrollo sobre paja de arroz estéril y puesta del inóculo en la base de la planta de arroz.



Figura 89. Estudio de eficacia en campo. A-B: Daño inducido por la bacteria y efecto de la aplicación de bactericida.

### Laboratorio de Biología Molecular

El Laboratorio de Biología Molecular tiene como objetivo colaborar con la investigación e innovación realizada en la institución mediante el uso de diferentes técnicas de biología molecular y brindar servicios al público en general, con el fin de apoyar el desarrollo del sector agropecuario.

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

El control biológico es una estrategia sostenible con el ambiente para el manejo de plagas. En el marco de un proyecto, se trabajó en la caracterización molecular de varios hongos y bacterias biocontroladores (figura 90). Las cepas caracterizadas pertenecen al banco de microorganismos del Laboratorio de Fitoprotección y se espera probar algunas de ellas

a nivel de campo en coordinación con la Asociación Agro Orgánica de Guanacaste. Los análisis moleculares confirmaron que los aislamientos INTAH-26, 30, 31, 49 y 50, son *Beauveria bassiana* y que pertenecen al linaje del Neotrópico, excepto por la INTAH-49, que pertenece a uno de los linajes de Suramérica definidos en la literatura. También se caracterizaron cepas de *Bacillus thuringiensis* con potencial para controlar lepidópteros y cepas de *Trichoderma* para el control de *Fusarium*.

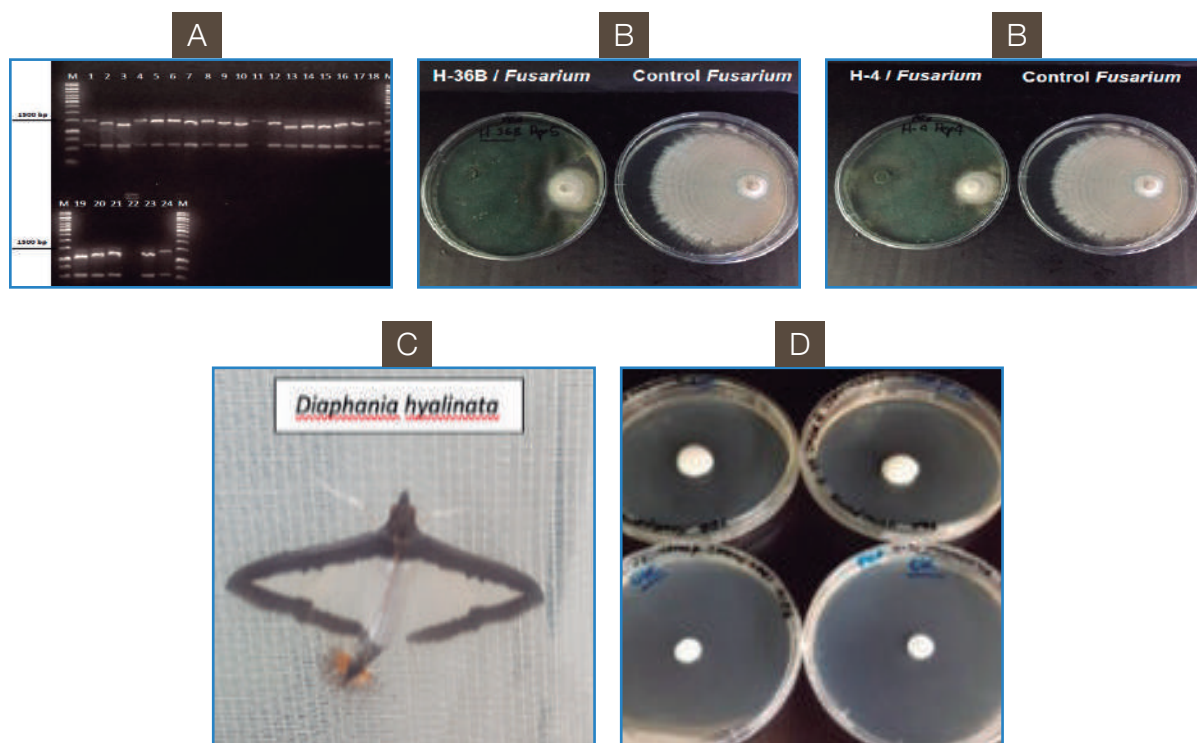


Figura 90. A: Electroforesis de los productos de PCR amplificados para la identificación de especie para bacterias *Bacillus* spp., B: Pruebas de patogenicidad de *Trichoderma* contra *Fusarium*, C: Lepidoptero identificado como plaga del cultivo de pepino en fincas de agricultura orgánica de Nicoya, D: Cultivos monospóricos de *Beauveria bassiana* utilizados para la caracterización morfológica y molecular de las cepas.

### Identificación de resistencia a insecticidas piretroides en mosca del establo

La plasticidad genética de los insectos les permite desarrollar mutaciones que pueden crear incompatibilidad entre el ingrediente activo de los insecticidas piretroides y el canal de sodio en las células nerviosas de estos, lo que causa una resistencia conocida como “Knockdown resistance” (*kdr*). Durante el 2018, especímenes de mosca del establo de San Carlos fueron enviados al USDA-Texas y se detectó por primera vez la presencia de la mutación *kdr*-his en muestras de Costa Rica. En consecuencia, se implementó la identificación molecular de la mutación utilizada en el USDA y se analizaron 200 muestras de insectos adultos, procedentes de Heredia, San Carlos, Batán y Quepos. Los resultados mostraron que la frecuencia del alelo mutado fue de 98-100% en todos los sitios, excepto en Batán donde fue del 66%. El genotipo más común en todos los sitios fue el heterocigota. Por otro lado, también se realizaron tres bioensayos para evaluar la resistencia de moscas adultas a dos tipos de

insecticidas piretroides: permetrina y deltametrina. Los resultados indican que existe cierta resistencia a la permetrina (50-58% de mortalidad a la dosis 1X), mientras que todavía son susceptibles a la deltametrina (100% de mortalidad a la dosis 1X). Durante este año 2021 se da por concluida esta investigación.

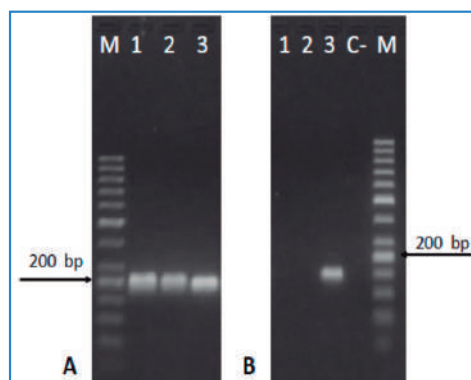


Figura 91. Electroforesis de los productos de PCR amplificados para la identificación de la mutación *kdr-his* en muestras de *Stomoxys calcitrans*. (A) Alelo silvestre (sin mutación) M) Marcador de peso molecular 50 pb, 1-3 muestras 19-415, 19-423 y 19-427. (B) Alelo mutado M) Marcador de peso molecular 50 pb, 1-3 muestras, C- control negativo.

### Estudio genómico del ganado raza Brahman en Costa Rica

A pesar de la implementación de herramientas biotecnológicas para la reproducción del ganado en Costa Rica, los estudios moleculares de las poblaciones del hato nacional son recientes y escasos. Con el apoyo de CORFOGA, ASOCEBU y el Dr. Joel Domínguez de la Universidad de Chihuahua (México) experto en mejoramiento genético animal, se analizaron 96 especímenes de la raza Brahman, con el chip de secuenciación Illumina Bovine HD 777K que incluye 777.962 SNPs (todos los SNPs conocidos para *Bos indicus* y para *Bos taurus*). Después de los análisis bioinformáticos se obtuvieron 482.146 SNPs polimórficos que son informativos para la población de Costa Rica. De cada uno de los cromosomas analizados se determinó la presencia de los SNPs asociados a enfermedades o características de interés económico por medio de la comparación de los SNPs polimórficos seleccionados y no seleccionados, contra una base de datos proporcionada por el Dr. Joel Domínguez. La comparación con la base de datos permitió encontrar un total de 6881 SNPs asociados a características de interés económico, como propiedades de la carne, leche, morfología, producción, variables reproductivas y de salud. Adicionalmente, se utilizaron 195 SNPs propuestos por la Sociedad Internacional de Genética Animal (SIGA) y se seleccionaron los que son útiles para pruebas de paternidad en la raza Brahman. La selección se realizó estimando indicadores de variabilidad genética: heterocigosis esperada ( $H_e$ ) y observada ( $H_o$ ), el contenido de información polimórfica (CIP), el índice de Shannon (IS) y el estadístico FIS; así como la probabilidad de exclusión combinada (PEC) en tres modalidades y dos opciones de probabilidad de identidad combinada (PIC).

El panel final quedó conformado con 135 SNPs y los valores de probabilidad de exclusión fueron superiores a 0,9999 y probabilidad de identidad por debajo a  $1,0 \times 10^{-24}$ . Esto es el resultado de la selección de marcadores que se pueden utilizar para pruebas genéticas como las de paternidad de 195 a 135.



Figura 92. Recolección de muestras de sangre y semen de ganado Brahman para el estudio genómico de una población de referencia. 2021.

### Laboratorio de Cultivo de Tejidos, EELD

Se trabaja en la producción de semilla limpia de calidad de musáceas y raíces tropicales. Además, se continúa con la mejora de los protocolos existentes, o bien, nuevos y se brinda capacitación sobre manejo de vitroplantas, operatividad del laboratorio y protocolos.

#### Cooperación con laboratorios de Colegios Técnicos Profesionales (CTP's)

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's como los receptores de estas tecnologías. En el 2021 se dio capacitación presencial y virtual a profesores de CTP's sobre protocolo de reproducción *in vitro* de yuca y se entregó material vegetal (figura 93).

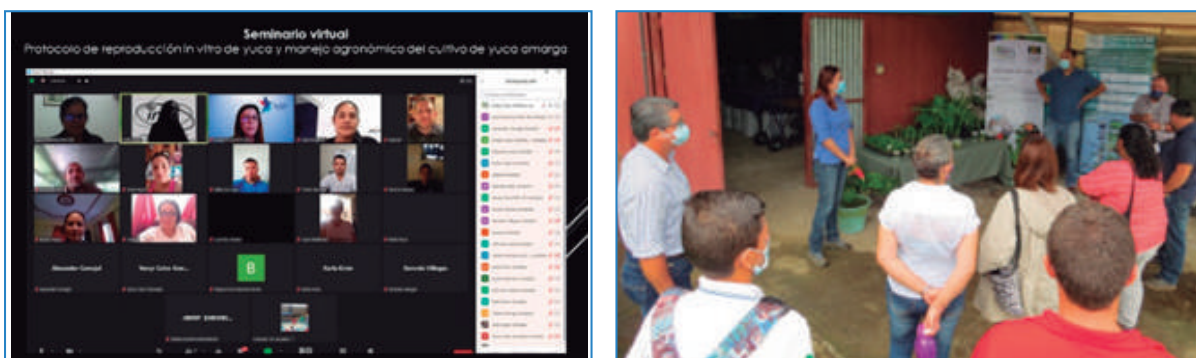


Figura 93. Capacitaciones sobre protocolo de reproducción *in vitro* de yuca y entregas de material vegetal *in vitro* del INTA a los CTP's.

### Reproducción *in vitro* y aclimatación de material vegetal de yuca Señorita importado del banco de germoplasma del CIAT de Colombia

Las cinco accesiones de yuca Señorita, que se importaron del banco de germoplasma del CIAT de Colombia en el año 2020, fueron reproducidas *in vitro* de manera exitosa y se han logrado aclimatar mediante la técnica SAH, con altos porcentajes de sobrevivencia (figura 94). La yuca Señorita tiene gran aceptación en el mercado de valor agregado (elaboración de chips) por lo que va a ser de gran beneficio para los agricultores al tener más opciones de mercado. El material presente en el país actualmente presenta muy bajos rendimientos, por lo que este nuevo material permitirá rejuvenecer la semilla de esta variedad y esto tendrá un gran impacto en los agricultores al verse mejorados sus rendimientos.



Figura 94. Plantas aclimatadas de yuca Señorita importada del CIAT, 2021.

### Producción de vitroplantas

En el 2021 se produjeron 35.565 plantas de musáceas y de raíces tropicales. 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 70 productores con la compra de semilla sana (figura 95).



Figura 95. Material vegetal producido en el laboratorio.

### Seguimiento a parcelas de plantas reproducidas en el laboratorio

Se realizaron visitas de seguimiento a productores para evaluar las plantas *in vitro* que se adquirieron en el laboratorio. Durante las visitas se evalúa la calidad de la planta y del racimo, así como el porcentaje de plantas fuera de tipo.

### Producción de plantas *in vitro* de clones seleccionados de abacá

Se produjeron alrededor de 9200 plantas de abacá para el Convenio de Cooperación entre el INTA y Nippon Paper Papyrus Costa Rica (figura 96).



Figura 96. Reproducción *in vitro* de material de abacá para el proyecto INTA y Nippon Paper Papyrus, Costa Rica.

### Laboratorio de Cultivo de Tejidos, EECD

El objetivo del laboratorio es proveer material de plantas élite de alta calidad e inocuidad, al sector productivo. Durante el año 2021, basó sus actividades en la producción de plantas de papa y camote, bajo dos sistemas de producción.

#### Cultivo *in vitro* de tejidos vegetales

En condiciones controladas de temperatura, humedad relativa, fotoperiodo y nutrición, se obtienen plántulas de mejor calidad. Garantizando la inocuidad de las mismas. Mediante la micropropagación vegetativa, se incrementaron las variedades de papa de mayor producción a nivel nacional, como la Floresta, Única, Granola y Palmira. Así como otros materiales promisorios conservados en el Banco de Germoplasma.

Actualmente se cuenta con 200 genotipos de papa, con distintas características de resistencia a plagas y enfermedades, condiciones adversas de humedad y temperatura, calidades organolépticas, rendimiento, entre otras.

Como medida de mejora continua el LCT renueva dos veces al año este banco de germoplasma, con el fin de garantizar la calidad de las plantas y que así estén disponibles para incrementos masivos para producción e investigación.

La principal actividad es producir plantas de alta calidad, las cuales son utilizadas para los invernaderos de la Estación Experimental Dr. Carlos Durán para la producción de semilla pre básica, disponible para los productores. A su vez, el público en general puede disponer de plantas para la producción de su propia semilla. Como material inicial de propagación, el LCT produjo 14000 vitro plantas (figura 97).



Figura 97. Vitro plantas de papa. Laboratorio de Cultivo de Tejidos. EECD, INTA.

### **Cultivo de tejidos en el Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH)**

De igual manera que en el cultivo *in vitro*, durante el proceso de cultivo en SAH, se controlan la temperatura, humedad, fotoperiodo y nutrición. Este sistema, como su nombre lo indica, es bajo el uso de hidroponía, mediante el cultivo de tejidos en sustrato inerte con dosificación nutricional (figura 98).



Figura 98. Plantas de papa en el sistema SAH. A: Variedad Floresta. B: Variedad Palmira. INTA, 2021.

A partir de las vitro plantas, el LCT propaga de forma masiva, cada variedad, en el cuadro 18, se observa la cantidad de plantas SAH producidas por genotipo.

Cuadro 18. Producción de plantas de cada variedad de papa, bajo el sistema SAH, durante el año 2021. INTA.

| Genotipo         | Número de plantas | Valor nominal (¢) |
|------------------|-------------------|-------------------|
| 389468.3         | 12548             | 3137000           |
| Amarilla pacayas | 2044              | 511000            |
| Camote           | 400               | 100000            |
| Floresta         | 34572             | 8643000           |

| Genotipo     | Número de plantas | Valor nominal (¢) |
|--------------|-------------------|-------------------|
| Frital       | 1136              | 284000            |
| Granola      | 140               | 35000             |
| Idiafrit     | 140               | 35000             |
| Maleke       | 876               | 219000            |
| Palmira      | 24072             | 6018000           |
| Tacna        | 1352              | 338000            |
| Única        | 4181              | 1045250           |
| <b>Total</b> | <b>81461</b>      | <b>20365250</b>   |

Material de salida/venta

El LCT produce almácigos de las variedades de interés, el sistema de entrega en bandejas, permite mejorar la entrega de los materiales, manejo y calidad de las plantas (figura 99).

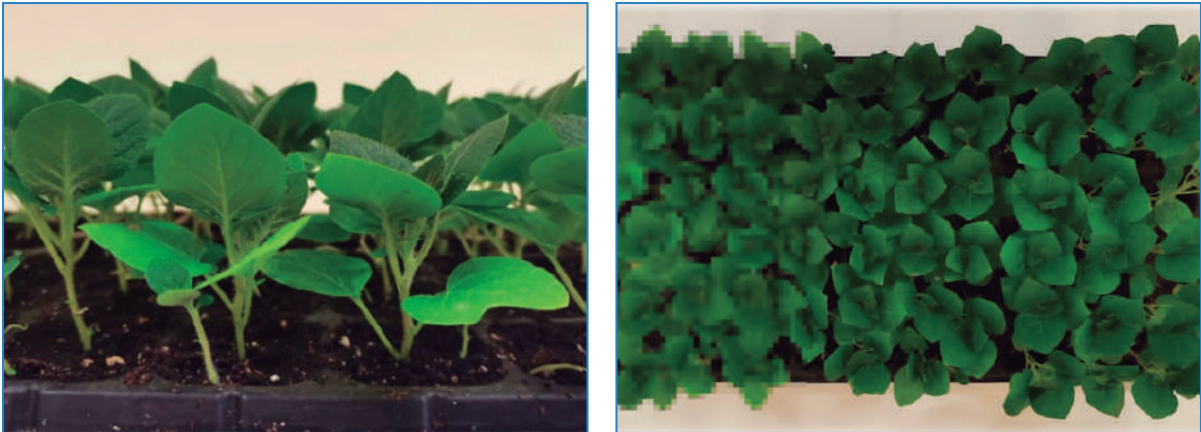


Figura 99. Almacigo de plantas de papa, para invernaderos. EECD, 2021.

En los cuadros 19 y 20, se observa la cantidad de plantas entregadas por el LCT durante el año 2021, tanto para los invernaderos de la EECD como a los productores. En el cuadro 19 se detalla la cantidad de plantas de cada genotipo propagado durante el 2021. Estas plantas fueron utilizadas por la EECD para la producción de semilla pre básica en invernadero, dicha semilla es la que se pone a disposición de los productores que así lo requieran.

Cuadro 19. Cantidad de plantas de cada variedad producidas por el LCT destinadas a los invernaderos de la EECD, durante el año 2021. INTA.

| Genotipo         | Número de plantas | Valor nominal (¢) |
|------------------|-------------------|-------------------|
| 389468.3         | 6939              | 1734750           |
| Floresta         | 9998              | 2499500           |
| Frital           | 640               | 160000            |
| Maleke           | 120               | 30000             |
| Pacayas amarilla | 1484              | 371000            |
| Palmira          | 1481              | 370250            |
| Tacna            | 1340              | 335000            |
| Única            | 2972              | 743000            |
| <b>TOTAL</b>     | <b>24974</b>      | <b>6243500</b>    |

Para diferenciar con las plantas entregadas a la estación, se detalla en el cuadro 20, la cantidad de plantas entregadas directamente a los productores, quienes deciden producir su propia semilla pre básica.

Cuadro 20. Cantidad de plantas de cada variedad producidas por el LCT destinadas a los productores de papa, durante el año 2021. INTA.

| Genotipo     | Número de plantas | Valor nominal (¢) |
|--------------|-------------------|-------------------|
| 389468.3     | 1122              | 280500            |
| Floresta     | 11303             | 2825750           |
| Palmira      | 2944              | 736000            |
| Única        | 325               | 81250             |
| <b>TOTAL</b> | <b>15694</b>      | <b>3923500</b>    |

## Estaciones Experimentales

### Estación Experimental Ing. Enrique Jiménez Núñez

La Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez es un centro de investigación enfocado en granos básicos y la producción de ganado raza Brahman registrado. Está localizada en el distrito de Bebedero en el cantón de Cañas, Guanacaste. Con una altitud de 8 msnm, tiene una precipitación promedio anual de 1534 mm y una temperatura que oscila entre 26° y 34°C. Estas características y su ubicación la incluyen dentro de la zona de vida Bosque Seco Tropical (figura 100). Con una extensión total de 97,85 ha, dedicadas a: ganadería con pastos y forrajes 39,60 ha, la producción de cultivos anuales/estacionales 27,80 y 24,40 ha que corresponden a bosque primario y secundario.



Figura 100. Instalaciones de la estación Experimental Enrique Jiménez Núñez. 2021.

Entre los principales objetivos de la estación experimental destacan los siguientes:

- 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.

### Apoyo en la generación de tecnología

La EEEJN trabaja en función del Plan Estratégico Institucional, los planes Sectoriales y Nacionales emitidos por las autoridades gubernamentales, orientados al beneficio de los agricultores costarricenses. En este sentido durante el año 2021 se desarrollaron las actividades e investigaciones que se citan en el cuadro 21.

Cuadro 21. Líneas de trabajo ejecutadas durante el año 2021, en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez.

| Área trabajo / Investigación                                                     | Aporte al sector agropecuario                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Producción semilla fundación de arroz.                                           | Aseguramiento de la calidad varietal de los materiales mayormente utilizados por los arroceros nacionales.                                          |
| Refrescamientos e incrementos de variedades criollas de arroz.                   | Poner a disposición de los productores variedades de bajo requerimiento reproductivo.                                                               |
| Producción de semilla certificada de maíz.                                       | Cubrir los requerimientos de semilla de los productores nacionales.                                                                                 |
| Producción de semillas de leguminosas con potencial uso como abonos verdes.      | Aumentar la disponibilidad de los materiales, para su posterior uso en los sistemas productivos.                                                    |
| Evaluación de materiales promisorios de sorgo.                                   | Brindar más opciones para los agricultores nacionales, en la producción de grano y forrajes.                                                        |
| Producción de terneros de destete y toros reproductores de alta pureza genética. | Fomentar la mejora en la genética del hato de los ganaderos costarricenses, con la incorporación de animales puros de la raza Brahman.              |
| Trabajos de investigación en hortalizas en ambientes protegidos.                 | Mejora de las tecnologías existentes en la producción de hortalizas en ambientes protegidos en las zonas Pacífico Norte y Pacífico Central de país. |
| Evaluación de materiales de cáñamo de uso industrial.                            | Generar la información necesaria para el eventual establecimiento y desarrollo del cultivo en nuestro país.                                         |

De igual forma colaboró con apoyo de personal de campo, insumos, adecuación de terrenos, manejo agronómico en las diferentes actividades de las unidades de investigación del INTA. Entre ellas destacan los cultivos como frijol, hortalizas, yuca amarga, cáñamo, maíz, variedades criollas de arroz y las actividades pecuarias. Se brindó colaboración de personal para el proyecto de investigación desarrollado por la Universidad Nacional y CONARROZ en el cultivo de arroz, así como apoyo con mano de obra para otras estaciones experimentales y agencias de extensión agropecuarias en diferentes zonas del país.



Figura 101. Funcionarios del MAG y productores de hortalizas capacitándose en la EEEJN. 2021.

Actividades de difusión y capacitación

Durante el año 2021 a pesar de las limitaciones generadas por la pandemia COVID 19, se logró realizar tres días de campo en el área de producción de hortalizas en ambientes protegidos, dirigidos a productores, técnicos e investigadores de diversas regiones del país. De igual forma dentro del marco de actividades del proyecto CACCIA, se realizó un día de campo demostrativo para exponer los resultados preliminares de materiales de sorgo con potencial forrajero a productores, estudiantes y técnicos de diferentes zonas. Esto con el objetivo de mostrar posibles opciones ante el incremento en las necesidades de forrajes de nuestros productores. El detalle de las actividades se muestra en el cuadro 22.

Cuadro 22. Actividades de difusión y capacitación desarrolladas por la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez durante el 2021.

| Nombre del evento                                                                                                      | Número de participantes |         |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------|---------|
|                                                                                                                        | Total                   | Hombres | Mujeres |
| Día de campo: producción de hortalizas en ambiente protegido para productores y técnicos de la Región Chorotega        | 38                      | 27      | 11      |
| Día de campo: producción de hortalizas en ambiente protegido para productores y técnicos de la Región Occidental       | 49                      | 35      | 14      |
| Día de campo: producción de hortalizas en ambiente protegido para productores y técnicos de la Región Pacífico Central | 59                      | 34      | 25      |
| Día de campo: evaluación de materiales con potencial forrajero de sorgo.                                               | 49                      | 29      | 20      |



Figura 102. Evaluación de materiales de sorgo forrajero, proyecto CACCIA. EEEJN.

Entre otras actividades desarrolladas en la EEEJN, durante el 2021 se continuó con las evaluaciones de líneas del cultivo de Cáñamo, generando de esta forma información de suma importancia referente al establecimiento y desarrollo del cultivo en la región Pacífico Norte del país (figura 103).



Figura 103. Evaluación de líneas del cultivo Cáñamo establecidas en la EEEJN durante el 2021.

A solicitud de las Agencias del Ministerio de Agricultura y Ganadería de: Abangares, Carrillo y Jicaral, se apoyó en la transferencia tecnológica a tres organizaciones de productores de agricultura familiar para diversificar sus ingresos. Entre los temas transferidos se encuentra: manejo de hortalizas con coberturas plásticas, preparación de compostajes y confección de almácigos.

### Productos y Servicios

Durante el año 2021 la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez continuó ejerciendo su rol como ente generador de tecnología agropecuaria, beneficiando a organizaciones de productores y organizaciones públicas y privadas ligadas al sector agropecuario de Costa Rica por medio de productos y servicios (cuadro 23).

Cuadro 23. Productos y servicios generados por la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez durante el 2021.

| Actividad desarrollada                                         | Producción obtenida               | Importancia sector agropecuario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Producción semilla fundación de arroz                          | 12379 kg                          | Se aseguró la calidad de 10 materiales de arroz de gran utilización por parte de los arroceros nacionales. Los materiales producidos fueron: Puita INTA, Palmar 18, Sen 1, Sen 2, Sen 6, Sen 7, Senumisa 20, Beneque, Lazarroz y Penergetic.                                                                                                         |
| Incrementos y refrescamiento de variedades de arroces criollos | 60 kg                             | Las variedades criollas son materiales de bajos requerimientos que puede adaptarse a zonas con ciertas limitaciones productivas, lo favorece una mayor utilización del recurso suelo en pequeños sistemas productivos.                                                                                                                               |
| Producción semilla certificada de maíz                         | 5787 kg                           | Con esta semilla se logró satisfacer la demanda de los productores nacionales. Con un material de alta pureza y gran potencial productivo bajo diferentes condiciones.                                                                                                                                                                               |
| Incremento de materiales de sorgo                              | 414 kg                            | Se trabajó con el incremento de los siguientes materiales: BMR-0925, BMR-0929, BMR-0936, Escameka y CENTA Soberano. Estos materiales tienen potencial en la producción de granos y forrajes, lo que constituyen aspectos importantes dentro de los requerimientos de nuestros productores.                                                           |
| Producción de ganado Brahman de alta pureza genética           | 7 terneros<br>6 toros             | Con la puesta en disposición de toros y terneros registrados de alta pureza genética se logra impactar en la mejora de hato de los ganaderos nacionales.                                                                                                                                                                                             |
| Entrega de semilla de forrajes a productores                   | 12580 Estacas<br>11700 kg semilla | Con estos materiales se pretende incentivar su uso en el sector pecuario costarricense. De igual manera, constituye una opción de interés ante escases de productos utilizados normalmente en suplementación bovina: 6.580 estacas botón de oro, 6000 estacas de yuca amarga, 8000 kg de semilla de cuba OM22, 3700 kg de semilla de caña forrajera. |



Figura 104. Algunos productos y servicios brindados en la EEEJN, 2021.

### Estación Experimental Dr. Carlos Durán

La Estación Experimental es un centro especializado en investigación, validación de materiales de papa provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP), transferencia de tecnología y producción de semilla de papa. Está ubicada en Potrero Cerrado de Oreamuno, Cartago. Dispone de invernaderos para la reproducción de semilla de alta calidad genética, cuyo destino es el abastecimiento de semilla prebásica al productor nacional.

Los objetivos de la Estación son:

- Abastecer al país de semilla prebásica de alta calidad genética con características para mesa e industria.
- Seleccionar, multiplicar, evaluar y validar materiales avanzados de papa que cumplan con los estándares de campo, comercio y consumo establecidos en el país.
- Difundir a pequeños y medianos productores de papa, las tecnologías adecuadas para el manejo de la producción primaria tanto de semilla como de papa comercial.
- 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 y/o nacional.

### 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. Se evaluaron los cultivares de papa 389468.3; 398193.650; 398098.204 en las siguientes localidades: Tierra Blanca, Pacayas, El Pisco, Llano Grande, San Juan de Chicué, Volcán Turrialba, Volcán Irazú (figura 105).



Figura 105. Evaluación de cultivares de papa. 2021.

### Actividades de difusión

Para el 2021, esta línea de acción se redujo casi al mínimo por razones sanitarias de la pandemia. Se realizó una actividad con la participación de funcionarios y productores de las diferentes entidades del sector agropecuario.



Figura 106. Transferencia de tecnología en el cultivo de papa. EECD, 2021

### Servicios brindados

Uno de los principales insumos en la producción de papa, es contar con una semilla de alta sanidad y calidad genética que asegure la eficiencia en el sistema productivo. En la Estación se provee la cantidad de material necesaria para el consumo nacional de los pequeños y medianos agricultores. Las necesidades o cantidades de la misma se conocen; de tal manera que las acciones que se realizan están planificadas para dar respuesta al sector. En el 2021 se planificó la producción de 180.000 tubérculos prebásicos, lo cual se cumplió de acuerdo a lo establecido (figura 107).



Figura 107. Producción de tubérculos prebásicos de papa. 2021.

### Actividades de apoyo a la investigación

Durante 2021 se llevaron a cabo varias investigaciones, con el apoyo logístico y de personal de la estación, entre las que se destacan: “Inducción de madurez fisiológica de plantas de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Palmira mediante un manejo agronómico diferenciado post floración (figura 109); “Efecto del control biológico de *Ralstonia solanacearum* en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y “Control biológico de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa”.



Figura 108. Investigación en papa en la EECD. 2021.

### Estación Experimental La Managua

La Estación Experimental La Managua, está ubicada camino a la comunidad de Naranjito de Quepos y colinda con la Agencia de Servicios Agropecuarios del MAG, en el Pacífico Central. Es un centro de investigación y transferencia de tecnología al servicio del sector agropecuario, perteneciente a la zona de vida Bosque Tropical Húmedo y cuenta con un área de 13,5 hectáreas.

El objetivo es apoyar en la generación de opciones tecnológicas agropecuarias sostenibles y viables, por medio de la innovación, investigación, la transferencia de tecnología y difusión para el beneficio de los productores y sus familias.

### Apoyo a la generación de tecnología

Las actividades desarrolladas en la EELM responden al Plan Estratégico Institucional, a los Planes Sectoriales y Nacionales en beneficio del Sector Agropecuario Costarricense (cuadro 24).

Cuadro 24. Resumen de apoyo a la generación de tecnología. 2021.

| Actividad                                                                       | Área (m²) | Apoyo brindado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Banco de forrajes                                                               | 8000      | Multiplicación y distribución de semillas de bancos de forrajes y proteínas de alta calidad nutricional a los productores ganaderos del país, con el fin de que cada productor desarrolle su propio banco forrajero y pueda utilizarlo en su sistema de producción.                                                                                                                                                                                                |
| Papaya y Guayaba                                                                | 1500      | Establecimiento de investigación para la validación de materiales de papaya ( <i>Carica papaya</i> ) y guayaba ( <i>Psidium guajava</i> ) como alternativa para productores y conocer el comportamiento en las condiciones de la Región Pacífico Central.                                                                                                                                                                                                          |
| Desarrollo de variedades de frijol con adaptación a estrés por alta temperatura | 2000      | <p>Evaluar la adaptación de germoplasma de frijol, para tolerar los efectos del cambio climático (alta temperatura nocturna).</p> <p>Selección de materiales resistentes a altas temperaturas nocturnas de la zona.</p> <p>La investigación ayudará a los productores brindando materiales adecuados para facilitar la adaptación y mitigación efecto del cambio climático a través del uso de materiales seleccionados bajo condiciones propias de la región.</p> |
| Musáceas                                                                        | 2000      | Establecimiento de colección de cinco materiales de musáceas con el fin de brindar opciones de materiales a los productores de la zona.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Yuca                                                                            | 100       | Siembra de yuca dulce ( <i>Manihot esculenta</i> ) para la multiplicación de estacas de yuca limpia con el fin de ofrecer material de alta calidad a productores de la zona.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



Figura 109. Área de forrajes: caña forrajera, Cuba 22 y botón de oro. EELM.

Actividades de difusión y capacitación

Durante el año 2021 la EELM realizó tres actividades de transferencia (cuadro 25). Además, se colaboró con la elaboración de dos videos informativos sobre la Estación y sus principales actividades.

Cuadro 25. Actividades de difusión y capacitación en la EELM, 2021.

| Actividad                                                                       | Total | Hombres | Mujeres |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|---------|
| Banco de Germoplasma de forrajes                                                | 25    | 25      | 0       |
| Desarrollo de variedades de frijol con adaptación a estrés por alta temperatura | 25    | 22      | 3       |
| Yuca Valencia ( <i>Manihot esculenta</i> )                                      | 10    | 9       | 1       |



Figura 110. Día de campo sobre frijol. EELM, 2021.

Servicios que brinda la Estación

La Estación Experimental EELM es reconocida por los productores del sector agropecuario como un lugar donde se genera investigación y transferencia de tecnología, además de la multiplicación y distribución de germoplasma de diferentes forrajes de corte de alta calidad nutricional para los productores ganaderos del país.

Con el apoyo del proyecto Banco Regional de Germoplasma de Forrajes, se distribuyó semilla vegetativa de variedades forrajeras de alta calidad como estrategia para enfrentar el cambio climático a productores de todo el país, en total se entregaron 73.840 semillas.



Figura 111. Corta de semilla de forrajes (Cuba 22) para distribución a productores. 2021.

#### Logros de la Estación:

- Entrega de semilla vegetativa del banco de forrajes (botón de oro, caña forrajera, Morera, Cuba 22 y Crathylia) de alta calidad a pequeños y medianos productores ganaderos de todo el país.
- Se continuó con el proceso de ordenamiento de los cultivos en cuanto a su ubicación en la estación, conforme a sus requerimientos en cuanto al tipo de suelos, drenaje y mantenimiento, además de visualizar nuevas alternativas y áreas para investigación, así como el establecimiento de bancos de germoplasma. Principalmente se realizaron labores de limpieza de áreas, preparación de terrenos y medición de lotes.
- Se logró el acondicionamiento de instalaciones e infraestructura de la estación.
- Aumento del área del banco regional de germoplasma de forrajes para brindar más cantidad de semillas e impactar a un mayor número de productores.
- Instalación de sistema de riego por aspersión en el área del banco de forrajes con el fin de mostrar los beneficios del sistema, mediante el proyecto “Creación de capacidades para la adaptación al cambio climático en sistemas agropecuarios en Costa Rica”, financiado por Fundecooperación (figura 112).
- Se inició con la investigación de materiales de Papaya (*Carica papaya*) y guayaba (*Psidium guajava*) para conocer la respuesta productiva a las condiciones agroambientales de la zona.
- Mejoras en infraestructura, tales como: caminos, drenajes y el muro de protección contra inundaciones presentadas durante época de invierno (figura 113).
- Se inició con la implementación de siembra de coberturas vivas con el fin de proteger los suelos, reducción de uso de agroquímicos, mejoras de la condición del suelo y control de malezas en áreas libres.



Figura 112. Sistema de riego del área de forrajes apoyado por Fundecooperación. 2021.



Figura 113. Construcción de muro de protección de áreas de investigación de la EELM.

### Estación Experimental Los Diamantes

La Estación Experimental Los Diamantes está ubicada en el cantón de Guápiles, Pococi. Cuenta con una extensión de 711 hectáreas, dedicada a la investigación, transferencia y conservación de áreas boscosas. Ofrece servicios al sector agro productivo en especies vegetales y animales adaptadas a condiciones agroecológicas del trópico húmedo. Su objetivo es apoyar la investigación y la transferencia de tecnología para el sector agropecuario.

### Apoyo a la generación de tecnología

En la actividad bovina se han realizado esfuerzos para definir estrategias de pastoreo y suplementación con la finalidad de acelerar las condiciones óptimas reproductivas del hato. Además de establecer procedimientos operativos para la realización de silos, la valoración de especies forrajeras como sorgo y maíz a nivel de campo, que contribuyan al sector como una herramienta para la mitigación del cambio climático en la actividad ganadera. El establecimiento de ocho hectáreas con nuevas pasturas con especies forrajeras mejoradas ha sido importante para ofrecer a los animales más jóvenes y al destete condiciones óptimas de alimentación.

En el área de porcinos se realizan las mediciones de los parámetros bioeconómicos como tasa de fertilidad y parición, peso de nacimiento y destete, partos por cerda año, realizando una selección de los animales porcinos con mejor desempeño productivo y poniendo a disposición del sector sus progenies con la finalidad de mejorar la eficiencia productiva de la misma.

La gestión de una biofábrica para la producción de biofertilizantes que cumplan con la calidad requerida, así como la formulación de los primeros insumos que fueron utilizados en plantaciones de rambután.

En general la Estación Experimental los Diamantes brindó apoyo a 25 proyectos o actividades con insumos, herramientas, materiales y agroquímicos para lograr ejecutar las etapas planificadas y el cumplimiento de los objetivos en las áreas programáticas de frutales, pecuario, raíces y tubérculos, laboratorios y transferencia. Esto con la finalidad de cumplir los objetivos planteados para cada actividad desarrollada. Un rubro importante es el apoyo con la mano de obra necesaria para la operación y logística de sus procesos para obtener datos de investigación o un producto de servicio.

Se ha logrado articular formalmente con centros de investigación y empresa privada mediante convenios y colaboración en actividades puntuales, permitiendo el apoyo al desarrollo investigativo en diferentes ámbitos.

En relación a cultivos de alto potencial no tradicionales como balsa y pipa, se establecieron áreas para la valoración del comportamiento de las especies y mantenimiento del material genético.

### Actividades de difusión y capacitación

*Rhynchophorus palmarum* es una plaga de importancia económica en el cultivo de la pipa (*Cocos nucifera*), e igualmente dañina para otras palmáceas como: palma aceitera, peji-balle para fruto y palmito y eventualmente el coyol (*Acrocomia aculeata*). Por tanto, las autoridades competentes están evaluando definir este insecto como plaga de importancia económica nacional.

Para ello se han implementado medidas de control, se han promovido actividades de capacitación sobre la validación de una trampa y la mejora en esta técnica para la captura del picudo (figura 114). Esta nueva trampa consiste en una cubeta de mayor capacidad, lo cual mejora la captura de picudos, siempre con el uso de la feromona, atrayente y cebo.

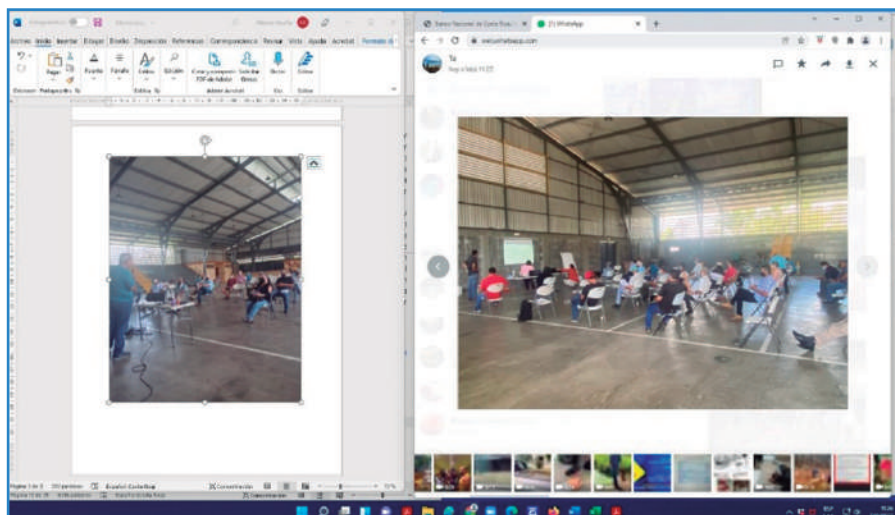


Figura 114. Capacitación en trampas para picudo. 2021.

La generación de material *in vitro* de propagación de musáceas conlleva complejos procesos a nivel de laboratorio y etapas de adaptación de las nuevas plantas. Parte del proceso es dar seguimiento al comportamiento productivo y manejo agronómico apropiado de los materiales transferidos al sector. Durante el año 2021 se dio seguimiento a 57 productores, de forma que se difundió información y prácticas agronómicas apropiadas para el correcto manejo del cultivo (figura 115).



Figura 115. Difusión y seguimiento en musáceas. 2021.

En el marco del compromiso con los pequeños y medianos productores del sector porcícola nacional, se realizaron varias actividades de difusión sobre técnicas de manejo apropiado en porcinos.

### Logros durante el año 2021

En el área de frutales, se produjo 23,2 kg de semilla de papaya para satisfacer la demanda de al menos 100 productores de todo el país (figura 116).



Figura 116. Semilla de papaya producida en la EELD. 2021.

Además, se dispuso de 3485 árboles frutales exóticos producto del proceso de injertación y germinación (figura 117).



Figura 117. Vivero de frutales. EELD, 2021.

En el área de raíces y tubérculos, la institución ha logrado producir y distribuir 27825 estacas de yuca para productores nacionales, cooperativas, Colegios Técnicos Profesionales, para mejorar los sistemas productivos. Otro grupo beneficiado han sido los territorios indígenas con grupos de mujeres emprendedoras para fortalecer cadenas de seguridad alimentaria en sectores más vulnerables.

Se conservan 27 tipos de musáceas de interés económico y científico dentro de un banco de germoplasma en la Estación Los Diamantes (figura 118).



Figura 118. Banco de Musáceas, EELD. 2021.

En el ámbito pecuario se logró ofrecer al sector productivo 201 dosis de semen porcino y 53 ejemplares porcinos de alto valor genético. Además, 53 productores se beneficiaron con material vegetativo de especies forrajeras para generar su propio banco forrajero. En términos de ganadería bovino se logró poner a disposición 97 terneros destetados (figura 119) con características deseables de la raza Brahman, impactando una gran cantidad de pequeños productores que podrán mejorar su hato en el tiempo. En el banco forrajero se ubican especies de alto rendimiento de producción de biomasa y contenidos nutricionales, dicho material se ha transferido a productores nacionales.



Figura 119. Terneros colocados a disposición del sector ganadero, EELD. 2021.

Cuadro 25. Resumen de servicios brindados por la EELD, 2021.

| Tipo de Servicio                                                                                                  | Resultado del servicio                                                                           | Cantidad |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Transferir material vegetativo al productor de Plátano y seguimiento al comportamiento de las plantas en el campo | Cantidad de productores beneficiados                                                             | 53       |
| Mejorar las cualidades productivas de los cerdos                                                                  | Cantidad de Dosis de semen                                                                       | 201      |
| Transferir machos bovinos en la etapa de destete                                                                  | Cantidad de machos destetados y transferidos                                                     | 97       |
| Producción de semilla de papaya del híbrido Pococí                                                                | Cantidad de semilla producida (kg)                                                               | 23,2     |
| Producir especies de árboles frutales de alta calidad mediante la técnica de injertación                          | Cantidad de árboles producidos y transferidos                                                    | 3485     |
| Transferir material vegetativo de yuca vigorizado para uso del productor, para mejorar la productividad           | Cantidad de estacas de semilla de yuca valencia                                                  | 27 825   |
| Conservar en campo diferentes variedades de musáceas de interés económico para fines Investigativos y Servicios   | Germoplasma de 27 musáceas disponible para investigación y productores                           | 27       |
| Producción de animales como servicio de apoyo a la producción.                                                    | Número de animales para pie de cría porcino producidos de las razas Yorkshire, Duroc y Landrace. | 53       |
| Establecimiento de un banco forrajero para la alimentación animal                                                 | Productores beneficiados                                                                         | 30       |

# Dirección Administrativa Financiera

Esta Dirección (DAF) tiene las siguientes áreas de trabajo: 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.

## Principales logros en el año 2021

### El impacto con la implementación de la ley 9635 FFP, en los Registros Contables de la Institución

Uno de los grandes retos que debió enfrentar la Dirección Administrativa Financiera (DAF) del INTA en este 2021 fue el proyecto de implementación y aplicación de la normativa contable internacional en la institución. Esta Dirección tiene definido como objetivo estratégico que el Departamento de Administración de Recursos pueda emitir estados financieros, acorde a la normativa contable internacional para lograr altos estándares de calidad. En este contexto se enmarca el proyecto de adopción, implementación y aplicación de normativa contable internacional, que la dirección financiera viene desarrollando.

De acuerdo a los informes de avance de implementación de normativa contable internacional que esta Dirección remitió a Contabilidad Nacional con datos al 31 de diciembre de 2021, el nivel de avance promedio alcanzado fue de 57% al aplicar la nueva versión de NICSP 2018, que implicó fuertes cambios con respecto a la normativa que se venía aplicando, quedando pendientes temas como: depuración de saldos, reconocimiento y medición con los criterios de las normas de elementos de propiedad planta y equipo, inventarios y otros tipos de activos, así como ajustes o desarrollos de sistemas informáticos.

Con estos elementos, se inicia el año 2021 actualizando un instrumento denominado “Matriz de aplicación de NICSP y seguimiento de transitorios”, con el fin de tener información confiable respecto a las transacciones en las que se está aplicando plenamente las NICSP y en cuales se tienen brechas que requieren cerrarse.

### Impacto de la Ley N. 9524 del 7 de marzo de 2018, “Fortalecimiento del Control Presupuestario de los Órganos Desconcentrados del Gobierno Central”, publicada en La Gaceta No 62 del 10 de abril del 2018, aplicado en el presupuesto del año 2021

La Ley N. 9524, en su artículo 1 establece que todos los presupuestos de los órganos desconcentrados de la Administración Central serán incorporados al presupuesto nacional para su discusión y aprobación por parte de la Asamblea Legislativa, además establece que el Ministerio de Hacienda definirá la forma y la técnica presupuestaria que se deberá aplicar para incorporar tales presupuestos.

Los recursos que generen los Órganos Desconcentrados (ODs), producto de su actividad, cualquiera que sea su naturaleza y moneda, deben ser trasladados en tiempo y forma a las cuentas que disponga la Tesorería Nacional del Ministerio de Hacienda y corresponde al Poder Ejecutivo, registrar dichos recursos como un ingreso a las cuentas Devoluciones Fondo General del Ministerio de Hacienda.

Por parte de la Proveeduría Institucional entre los principales logros del año 2021 está el trámite de alrededor de 700 facturas, 130 trámites de contrataciones, acciones que ayudaron a obtener una buena ejecución presupuestaria para el 2021 (figura 120).

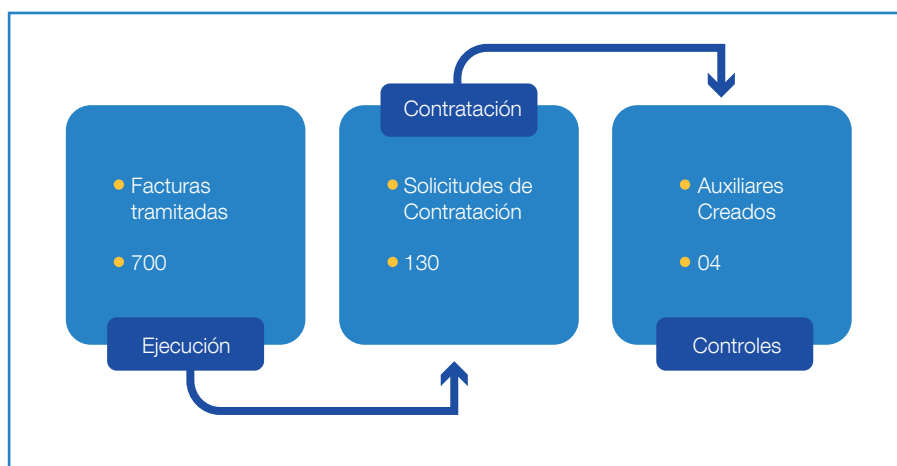


Figura 120. Detalle por tipo de contratación realizadas en el año 2021.

Se actualizaron y redactaron 15 procedimientos relacionados con el quehacer de las dependencias que conforman la Dirección Administrativa Financiera, asimismo se crearon auxiliares para llevar el control de las facturas, contrataciones, revisión de solicitudes y trámites por analista, actualizar la base de datos 2021, entre otros.

Se tramitaron un total de 3220 salidas de unidades, en el Sistema de Expediente Vehicular y cabe recalcar el monitoreo que se realiza a dichas unidades por medio de la plataforma SATGEO, lo cual fortalece el sistema de control interno institucional en esta área.

### Principales retos durante la pandemia en este 2021

- Adecuar los procesos que eran físicos a digitales.
- Adecuar las tareas y roles de los colaboradores para aplicar teletrabajo y seguir cumpliendo con la operatividad y plazos.
- Armonizar los diferentes informes de las unidades de registro Primario.
- Alinear nuestras políticas al cero papel.

## Ejecución presupuestaria 2021

En el cuadro 26 se muestra el monto de los recursos presupuestados y ejecutados al 31 de diciembre del 2021.

Cuadro 26. Ejecución financiera institucional por clasificación según objeto del gasto, al 31 de diciembre 2021 (en millones de colones).

| Partida                   | Presupuesto actual/ <sup>1</sup> 2021 | Presupuesto ejecutado/ <sup>2</sup> 2021 | Nivel de ejecución |
|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|
| <b>Total</b>              | 5 040,41                              | 4 478,83                                 | 88,86%             |
| Recurso externo           |                                       |                                          |                    |
| <b>Subtotal</b>           | 5 040,41                              | 4 478,83                                 | 88,86%             |
| Remuneraciones            | 3 586,45                              | 3 332,13                                 | 92,91%             |
| Servicios                 | 607,12                                | 560,96                                   | 92,40%             |
| Materiales                | 246,92                                | 217,10                                   | 87,92%             |
| Intereses                 |                                       |                                          |                    |
| Activos financieros       |                                       | -                                        |                    |
| Bienes duraderos          | 503,07                                | 295,87                                   | 58,81%             |
| Transferencias corrientes | 96,85                                 | 72,77                                    | 75,14%             |
| Transferencias de capital |                                       |                                          |                    |
| Amortización              |                                       |                                          |                    |
| Cuentas especiales        |                                       |                                          |                    |

Fuente: Departamento de Administración de Recursos del INTA

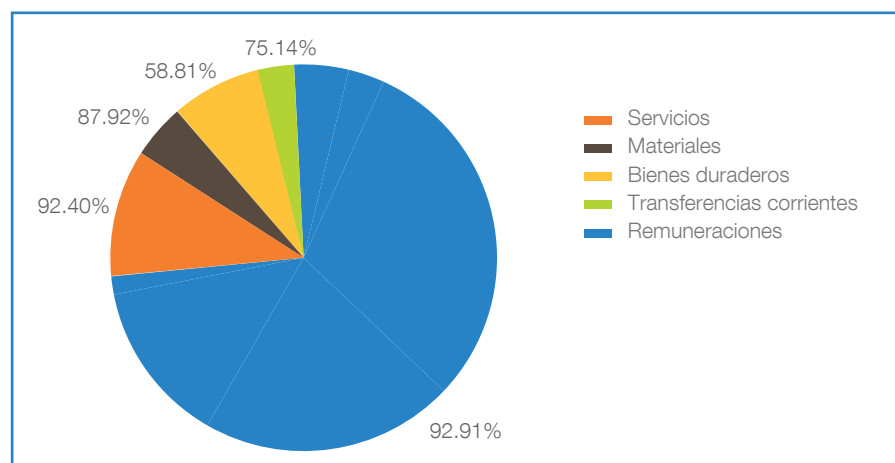


Figura 122. Informe de ejecución presupuestaria al 31/12/21. Fuente: Departamento de Administración de Recursos, INTA.

La administración pública en los últimos años ha tenido que enfrentar una serie de cambios, tanto a nivel estructural como a nivel programático y el INTA no escapa de esto. La implementación de las Normas de Contabilidad, motivó grandes cambios a nivel de registros contables, que implicó una nueva forma de interactuar entre las diferentes unidades para el cumplimiento de esta normativa.

Se ha logrado la implementación de nuevos instrumentos requeridos por el ente rector, la Dirección General de Contabilidad Nacional. Dentro de éstos: la matriz de autoevaluación, auxiliar de cuentas recíprocas, el formato de notas contables, balanza de comprobación y estados financieros, entre otros.

El nuevo marco normativo considera especial atención a la capacitación de los funcionarios, ya que es un pilar fundamental de la implementación, para lo cual, se coordinó con la Dirección de Contabilidad Nacional, quienes capacitaron a todos los funcionarios.

El porcentaje de ejecución del INTA para el año 2021 fue de un 88,86%, lo que refleja una labor muy importante por parte de la proveeduría institucional en coordinación con las unidades usuarias, el correcto seguimiento a los contratos, la agilización de trámites de vistos buenos de presupuesto y facturas, así como su pago de acuerdo con la normativa vigente. Todo ello se reflejó con la alta ejecución presupuestaria, utilizando de manera eficiente los recursos para cumplir con los objetivos y necesidades de los clientes internos y externos del INTA.

# Conclusiones 2021

En el año 2021 el INTA celebró su 20 Aniversario, siendo las consideraciones más importantes derivadas de esta celebración, el continuar visualizando y enfocando aquellos temas estratégicos cuya atención inmediata y permanente permitirán seguir siendo relevante y con ello, poder celebrar otros 20 años para beneficio de la sociedad costarricense. Entre estos temas estratégicos resaltan: medidas de mitigación y adaptación al cambio climático; manejo integral de los recursos naturales (entre ellos suelos y aguas); manejo integrado de cultivos, entre otros.

Estas consideraciones, llevaron a la institución a plantear la necesidad de ajustar el Plan Estratégico Institucional 2022-2028, con el fin de disponer de una hoja de ruta actualizada. Entre sus objetivos estratégicos están: i) Generar conocimiento científico y tecnológico para contribuir a la competitividad, funcionalidad y sostenibilidad de los sistemas productivos agropecuarios; ii) Facilitar el acceso a productos tecnológicos para mejorar los sistemas productivos agropecuarios.; iii) Fortalecer la vinculación con productores e instituciones del sector para la atención de demandas tecnológicas y el trabajo colaborativo. Este Plan Estratégico además cumple con la normativa de trabajar la gestión por resultados, indicada por MIDEPLAN.

En el marco de la mejora continua de la institución, se procedió a revisar y modificar el reglamento para el funcionamiento de la Junta Directiva del INTA, el cual se encuentra pendiente de publicación en La Gaceta para su entrada en vigencia en el año 2022.

En el presente documento se pueden rescatar como logros relevantes de la gestión del INTA del 2021 en el área agropecuaria, los siguientes:

- a. El trabajo continuo y cooperativo entre el INTA y la UCR, para el desarrollo de materiales superiores de papaya, tales como: el híbrido INTA-UCR-H39 y dos variedades de polinización libre: INTA-UCR 1785 (Suerre) y INTA-UCR 6514. Estos materiales se estarán liberando oficialmente en el año 2022 y entre sus características más importantes destaca el poseer una cáscara más dura que el híbrido Pococi, lo cual permitirá disminuir pérdidas poscosecha.
- b. Innovaciones para la horticultura en ambientes protegidos, con el fin de intensificar la agricultura familiar al mejorar las técnicas de producción de hortalizas en zonas cálidas.
- c. En el área de granos básicos destaca el uso racional del agua, bajo la práctica del Sistema Intensificado del Cultivo de Arroz (SICA) en la Región Chorotega y en la Huetar Norte, producto de la cooperación con Corea del Sur (Cooperación Kolfaci). Esta práctica permitió aumentar los rendimientos en alrededor de 2,3 toneladas por hectárea y mejorar la microfauna del suelo. En el cultivo de frijol se continúa evaluando materiales promisorios para la adaptación al estrés hídrico. Y en cuanto a

maíz y sorgo es importante señalar que la investigación está orientada a la obtención de materiales forrajeros para consumo animal, con miras a reducir la dependencia de granos importados.

- d. En raíces y tubérculos, cabe destacar la producción de estacas de yuca libre de enfermedades, mejorando la productividad de este cultivo, dotando a los productores de semilla de alta calidad genética.
- e. En el área pecuaria la institución continúa con la difusión del uso de materiales forrajeros, tales como el botón de oro, entre otros. En esta misma línea se promueven los sistemas integrados sostenibles, en los cuales se demostró la reducción de los costos, lo que ha significado mejores ingresos para la familia, capacidad de inversión y sostenibilidad general del sistema. Además, se continúa la línea de investigación en opciones de mitigación y adaptación de la ganadería al cambio climático, entre ellas: registros para mediciones y secuestro de carbono.
- f. En el marco de estos años pandémicos, se intensificó el uso de las tecnologías TIC, para seguir poniendo a disposición de los productores, las opciones tecnológicas generadas por el INTA. Para el 2021, un 65% de las actividades realizadas se llevaron a cabo bajo esta modalidad virtual. Como insumo complementario para el usuario los videos de las grabaciones con las conferencias completas se encuentran disponibles en el canal youtube de la Plataforma PLATICAR, para ser consultadas por el público en general (<https://www.youtube.com/user/webmasterplaticar>). Además, se logró publicar la Memoria Impactos y Logros 2001 – 2021, en conmemoración de los 20 años del INTA.
- g. Se continuó con el mapeo de zonas costeras a escala 1: 50.000, para seguir dotando a los gobiernos locales de una herramienta importante para la gestión de los territorios en forma correcta. Lo desarrollado a la fecha bajo el proyecto de Cartografía de Suelos, puede consultarse en línea en el portal de Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) del Instituto Geográfico Nacional (<https://www.snitcr.go.cr/Visor/nodos2>).
- h. En cuanto a los Laboratorios y las Estaciones Experimentales, además de lo citado en los respectivos apartados de este documento, es importante resaltar la inversión realizada en estas dependencias del INTA, en la adquisición de equipos modernos para laboratorios y equipo agrícola. Además, de infraestructura especialmente en las Estaciones Experimentales, con el objetivo de mejorar la atención a los usuarios internos y público en general.
- i. Desde el año 2020, el INTA inició investigaciones para evaluar la adaptabilidad de doce cultivares de cáñamo. Este proceso continuó en el 2021, y permitió el desarrollo de conocimientos para responder a las necesidades nacionales de contar con información técnico científica sobre su manejo agronómico y productivo. En la Estación Experimental EEEJN, en Cañas, se determinó la buena respuesta del cultivo en cuanto a rendimientos aceptables de fibra y flores secas (figura 123).



Figura 123. Investigación desarrollada por el INTA sobre producción del cultivo de cáñamo. Región Chorotega, 2021.

