Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

COSTA RICA
GOBIERNO DEL BICENTENARIO
2018 - 2022

sector AGRO ALIMENTARIO

Impactos y logros 2001-2021

20 ANIVERSARIO inta Costa Rica

Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Dos Décadas al Servicio del Sector Agropecuario

Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

COSTA RICA
GOBIERNO DEL BICENTENARIO
2018 - 2022

sector AGRO ALIMENTARIO

Impactos y logros 2001-2021

20 ANIVERSARIO

Instituto Nacional de Innovación y
Transferencia en Tecnología Agropecuaria

Dos Décadas al Servicio del Sector Agropecuario

MBA. Alvaro Rodríguez Aguilar
MSc. Laura Ramírez Cartín
MSc. Marco Chaves Solera

San José, Costa Rica
Noviembre, 2021

Agradecimientos

Especial distinción a los funcionarios del INTA, por su compromiso en la labor realizada durante estos 20 años, que queda plasmada en el presente documento, como una muestra de su excelente vocación de servicio y pertenencia hacia su institución.

Director Ejecutivo: Arturo Solórzano Arroyo

Editado por: MSc. Laura Ramírez Cartín
MBA. Alvaro Rodríguez Aguilar
MSc. Marco Chaves Solera

Diseño e Impresión: Handerson Bolívar Restrepo - Jander Bore

Contenido

Presentación 5

Introducción 7

Marco filosófico 7
- Objetivo 7
- Misión 8
- Visión 8
- Objetivos estratégicos 8

Logros de Tecnologías Agropecuarias 12

Investigación e Innovación 12

Unidad de Frutales 12
- Logros en mejoramiento genético 12
- Logros en el manejo agronómico del cultivo 16
- Agroindustria en frutales de altura 16

Unidad de Hortalizas 22
- Logros en mejoramiento genético 22
- Logros en el manejo agronómico del cultivo 23

Unidad de Granos Básicos 29
- Logros en mejoramiento genético 29
- Logros en el manejo agronómico del cultivo 32

Unidad de Raíces y Tubérculos 38
- Logros en mejoramiento genético 38
- Logros en el manejo agronómico del cultivo 41

Unidad Pecuaria 45
- Acciones atinentes a cambio climático 45
- Manejo Bancos Forrajeros 51
- Prácticas de ensilaje 53
- Producción de heno de alta calidad 54
- Manejo de pasturas 55
- Yucas amargas en alimentación animal 56
- Sistemas Integrados Sostenibles 57

Servicios y Productos del INTA 61

Transferencia de tecnología 61
- Capacitación y difusión de la tecnología 62
- Publicaciones 64
- Revista Alcances Tecnológicos 67
- Plataforma Platicar 70
- Red Latinoamericana de Servicios de Extensión Rural -RELASER- 72

Estudios básicos de tierras 73
Organismo de Inspección (OI) 73
Zonificación agroecológica 74
Convención de las Naciones Unidas de Prevención de la Desertificación, la Degradación de Tierras y la Sequía 75
Proyecto Cartografía de Suelos 75
Laboratorios del INTA 78
Laboratorio Fitoprotección 78
Laboratorio Nutrición Animal 80
Laboratorio de Cultivo de Tejidos, EE Los Diamantes 82
Laboratorio de Cultivo de Tejidos. EE Dr. Carlos Durán 86
Laboratorio de Biología Molecular 90
Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas 91

Estaciones Experimentales 94

Estación Experimental Los Diamantes 94

Estación Experimental Ing. Enrique Jiménez Núñez 99

Estación Experimental Dr. Carlos Durán 103

Estación Experimental La Managua 105

Gestión operativa 108

Cooperación Técnica 108

Administración del INTA 113

Análisis de Ingresos 113

Análisis de Egresos 114

Implementación de las Normas Internacionales de Contabilidad del Sector Público (NICSP) 116

Conclusiones 117

Anexo 1 119

Publicaciones del INTA 2009-2020 119

Anexo 2 126

Listado de Convenios y Acuerdos del INTA. 2001-2021 126

Presentación

En el presente documento se recoge, expone y valora el resultado de algunas de las actividades desarrolladas por el INTA durante sus 20 años de gestión institucional y servicio promovido en beneficio del sector agropecuario nacional. En ellos se puede constatar y comprobar el valor público de la institución, que consiste en identificar, recoger y atender de manera muy profesional las necesidades más imperiosas y mediáticas de los productores, por contar con tecnología accesible y pragmática, para mejorar la competitividad de sus actividades productivas, sean agrícolas, pecuarias o relacionadas con el agro, el desarrollo de los territorios y, en general, el mejoramiento en la calidad de vida; todo siguiendo criterios apegados a la sostenibilidad y la ecoeficiencia.

A esa importante y trascendente labor de buscar soluciones inmediatas, mediáticas como respuesta a los problemas habituales que la actividad agroproductiva impone; se suma la generación de nuevas opciones y alternativas de desarrollo con visión de futuro, que procuran abrir nuevos espacios productivos en atención y respuesta a los gustos y preferencias que el consumidor y los mercados demandan. Es por ello que el trabajo del INTA corre por doble vía, atendiendo por una parte lo actual e inmediato, sin perder la perspectiva de las necesidades y opciones del futuro.

Los impactos generados por medio de la gestión desarrollada por el INTA como institución pública especializada en el área de la investigación, la innovación y la transferencia en materia de ciencia y tecnología, se reflejan en la solución razonable, pronta y exitosa de muchas de las limitantes bióticas y abióticas presentes en los procesos productivos, la cual opera por medio de productos y servicios, como: disponibilidad de semilla de alta calidad y pureza, nuevos materiales genéticos dotados de una mayor productividad y tolerancia a plagas y enfermedades, que conlleva a un uso más eficiente de la carga química activa, nuevas alternativas para el control biológico de plagas, desarrollo biotecnológico, nuevas tecnologías para el manejo del recurso hídrico, el suelo y herramientas que contribuyen con el ordenamiento territorial, servicio de análisis de laboratorio, asesoramiento técnico especializado, entre otros.

Lo anterior, llena de mucha satisfacción por saber que, a través de estos 20 años de gestión y acción institucional continua y planificada, se ha logrado aportar y compartir estos esfuerzos, productos y logros con nuestros usuarios, socios nacionales e internacionales, y mantener siempre un alto compromiso del equipo técnico-profesional y administrativo del INTA para con todos sus beneficiarios. En esta labor, no puede desconocerse ni omitirse el importante apoyo que las instituciones y organizaciones público-privadas ofrecen, para que la gestión pueda desarrollarse de manera integral y articulada.

El INTA mantendrá y continuará cumpliendo a cabalidad con el compromiso sectorial e institucional que le confiere la ley, siempre trabajando y contribuyendo con el mejoramiento del sector productivo agropecuario costarricense.

Introducción

El Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), fue creado mediante Ley N° 8149 del 22 de noviembre del 2001, lo cual significó la culminación de un anhelo impulsado principalmente por los propios funcionarios de la otrora Dirección de Investigaciones Agropecuarias (DIA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), desde los años 80´s, cuya experiencia y antecedentes les indicaba y sugería la necesidad de realizar un cambio y redimensionamiento institucional para enfrentar los nuevos y complejos retos y desafíos en materia de tecnología agropecuaria, acorde con la tendencia que se reflejaba en la mayoría de los países latinoamericanos y que dio como resultado la creación de los INIA´s en toda la región.

Estos cambios implicaban necesariamente operar una mayor flexibilidad en las estructuras vigentes para lograr alcanzar la consecución, administración y asignación de más y mejores recursos, mayor participación y control social, y una mayor autonomía para el cumplimiento de los compromisos derivados de los procesos de consulta a los diferentes actores del sector. Tales aspectos requerían necesariamente contar con un nuevo marco legal, tal y como lo comprendieron los legisladores y lo respaldaron las diferentes organizaciones e instituciones consultadas al efecto en aquella oportunidad y coyuntura particular, dando como resultado la creación del Instituto, en la fecha antes citada.

Si bien es cierto estos institutos captan recursos por medio de cooperación técnica, venta de productos y servicios, éste no es su principal objetivo, ya que su finalidad es acompañar al sector agropecuario, para contribuir en los procesos productivos mediante la innovación, investigación y transferencia de tecnología agropecuaria con alto nivel de especialización que permitiera sumar a los esfuerzos por procurar reducir la pobreza principalmente en las áreas rurales, mitigar los efectos detrimentales provocados al ambiente y promover la productividad de la agricultura.

A lo largo de estos 20 años, el INTA ha recibido y contado con el apoyo de las organizaciones de productores, de las agencias de cooperación internacional, de las instancias sectoriales, y sobre todo, el compromiso y el esfuerzo de sus funcionarios, contribuyendo con ello al fortalecimiento institucional y a las expectativas generadas con su creación.

Marco filosófico

Objetivo

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

Misión

Brindar respuestas tecnológicas que desarrollan innovación, transformación y sostenibilidad del sector agroalimentario.

Visión

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

Objetivos estratégicos

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

Para desarrollar su labor, el INTA cuenta con cuatro Estaciones Experimentales ubicadas en zonas agroecológicas diferenciadas: Los Diamantes en Guápiles, Pococí; Ing. Enrique Jiménez Núñez en Bebedero, Cañas; La Managua en Naranjito, Quepos y Dr. Carlos Durán en Tierra Blanca, Oreamuno.

También es política institucional establecer alianzas estratégicas con organizaciones nacionales e internacionales, públicas y privadas, con el objetivo de conjuntar esfuerzos y desarrollar proyectos de diversa índole. Entre estas organizaciones están: FAO, CATIE, FONTAGRO, IICA, entre otras de carácter internacional; el INDER, CNP, Servicio Nacional de Extensión Agropecuaria, Servicio de Fitoprotección del Estado, además de otras del sector agropecuario nacional; la academia (UCR, UNA, UTN, ITCR, EARTH; UNED) y agrupaciones de productores como: CORFOGA, CONARROZ, UPANACIONAL, CORBANA y otras, donde los productores siempre están anuentes a colaborar con la prestación de sus propios terrenos para desarrollar los trabajos de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria. De igual forma, se promueve la coordinación dentro de los diferentes PITTA (foros de coordinación interinstitucional para la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria por cultivo) y se participa por recursos en diversos fondos nacionales e internacionales.

Hasta el mes de agosto del año 2019, el INTA operó bajo la estructura aprobada por MIDEPLAN desde su creación. A partir de setiembre 2019, se inician los procesos para la implementación de una nueva estructura organizativa (figura 1): la Junta Directiva continúa

como el órgano colegiado 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 Técnica y por último Tecnologías de Información y Comunicación). A su vez, de la Dirección Ejecutiva dependen dos Direcciones: i) La Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico que 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. ii) La Dirección Administrativa Financiera con tres Departamentos: Administración de Recursos, Servicios Generales y Proveeduría.

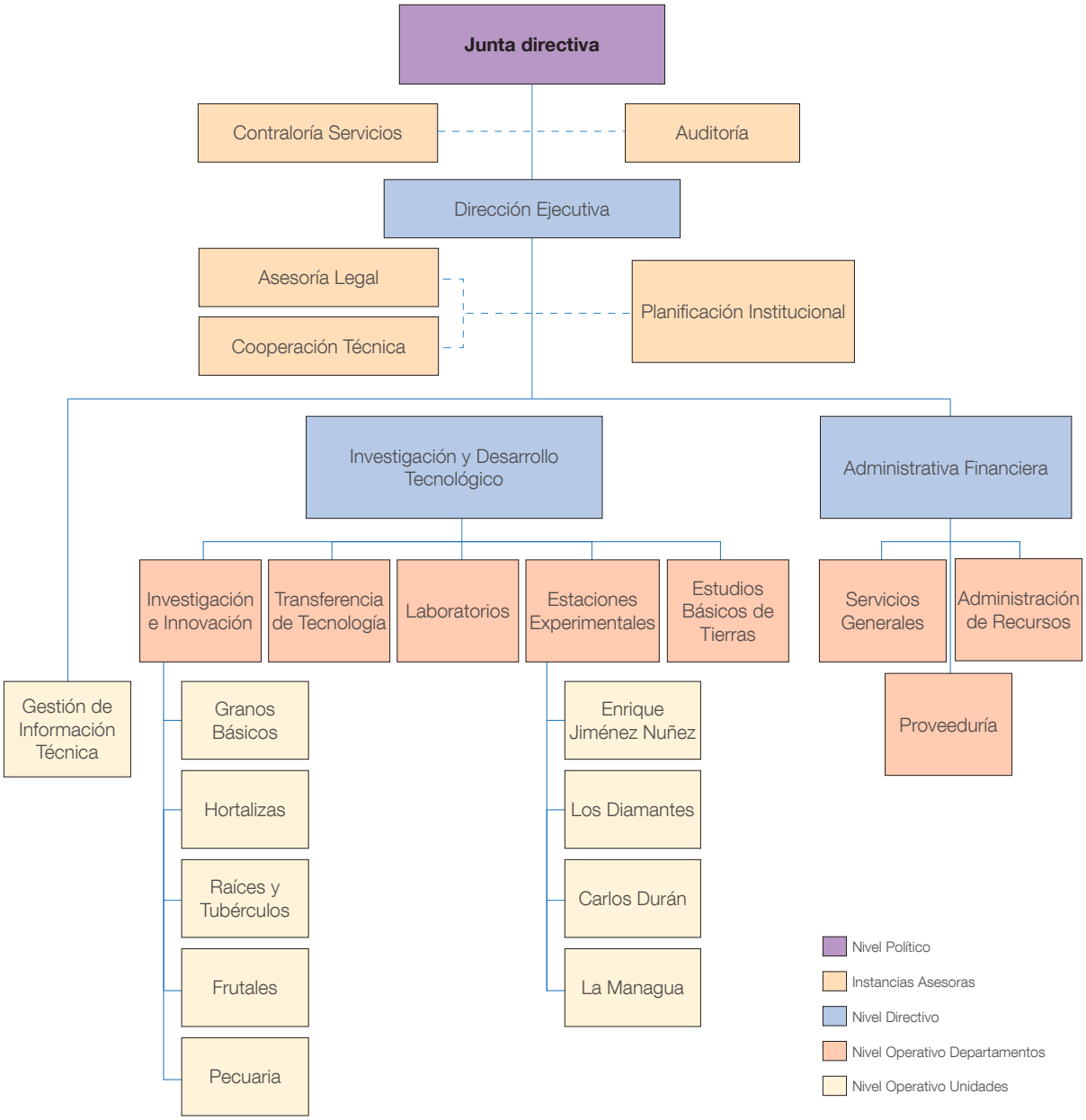

Figura 1. Estructura organizacional del INTA a partir de octubre 2019.

Para el año 2020, la funcionalidad y operatividad de esta nueva estructura la ejecutaban 194 funcionarios, donde 137 eran hombres y 57 mujeres. En términos generales desde el año 2010 a la fecha se ha mantenido la cantidad de funcionarios con una leve disminución. Para el año 2010 se contaba con 199 funcionarios, para el 2016 con 194, para el 2020 se mantuvo igual con 194 y para el 2021 se cuenta con 189 funcionarios. En la figura 2, se presenta la comparación del grado académico de los funcionarios del INTA del año 2010, 2016, 2020 y 2021. Hay una disminución en el número de funcionarios con grado académico de maestría entre 2010 y 2021, caso contrario se presenta con el grado de licenciatura, donde hay un aumento importante para el mismo periodo, además, de la incorporación de profesionales jóvenes para los años 2020 y 2021.

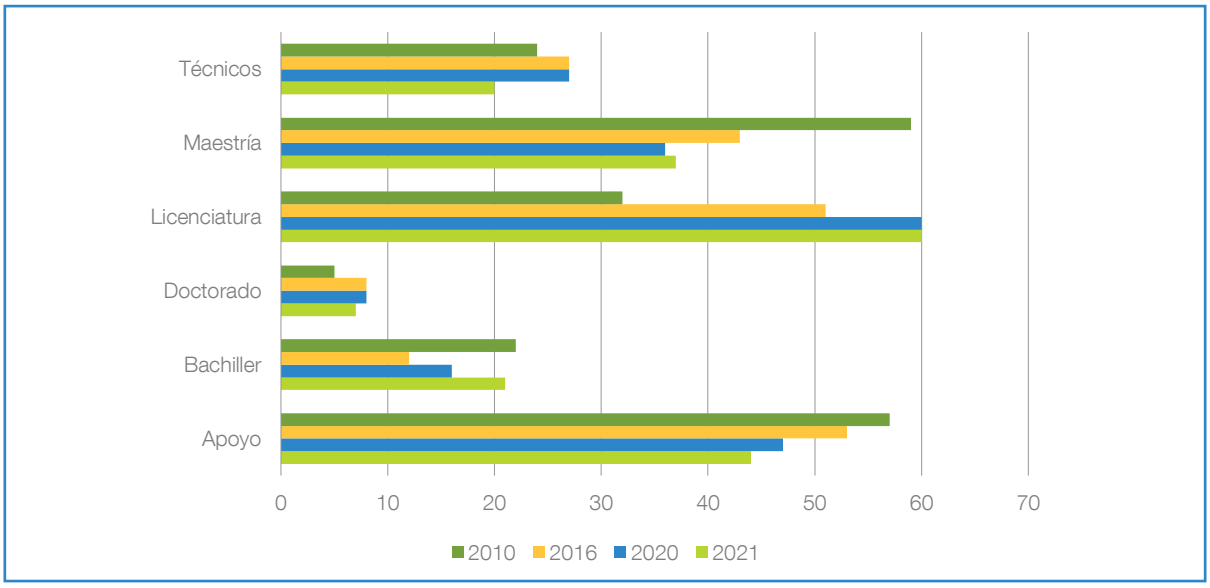

Figura 2. Comparación del grado académico de funcionarios del INTA en años 2010, 2016, 2020 y 2021.

A partir del año 2019, se trabajó en un instrumento para priorizar y focalizar líneas de trabajo del INTA con parámetros cuantificables, en atención a un mandato de la Junta Directiva, el cual fue aplicado para enfocar las líneas de trabajo y el uso de recursos con el objetivo de lograr mayor relevancia y coherencia en las acciones planteadas y con ello obtener mayores impactos en la adopción de las tecnologías.

Para el año 2020 El INTA priorizó las siguientes líneas de trabajo:

- Manejo agronómico de cultivo (énfasis fertilización, protección cultivo, reducción carga química, manejo y conservación de suelos, manejo recurso hídrico).
- Selección, producción y limpieza de semillas.
- Cambio climático: medidas de adaptación y mitigación.
- Evaluación, selección, producción y conservación de pastos y forrajes y alimentación animal.

- Manejo genético reproductivo en lechería tropical.
- Mejoramiento genético de cultivos.
- Evaluación y manejo de estructuras para ambientes protegidos/controlados.
- Zonificación Agroecológica y estudios básicos de suelos.
- Servicios de laboratorios
- Transferencia tecnología por medio de procesos de gestión de conocimiento.
- Atención de la demanda puntual.
- Desarrollo de herramientas para la agricultura 4.0.

Logros de Tecnologías Agropecuarias

Investigación e Innovación

Unidad de Frutales

Logros en mejoramiento genético

Papaya (*Carica papaya*)

En el 2006 se liberó la papaya Híbrido Pococí, conocida como “Perfecta” y en la actualidad ocupa un 95% del área de cultivo en Costa Rica. Su fruta fresca se exporta a Canadá y Europa. Entre el 2005-2016 la exportación de papaya generó 29 millones de dólares. Todos los años, se benefician al menos 200 productores con semilla de este híbrido. Además, entre 2002 y 2005, se estudió una mutación en papaya que produce letalidad de plantas femeninas. Los resultados se pusieron a disposición de productores y de la comunidad técnico-científica. El conocimiento generado permite seleccionar de forma convencional un gen para la obtención de 95% de plantas hermafroditas en segregaciones de papaya. La fruta de plantas hermafroditas es la que más se comercializa (figura 3).

Desde el año 2016 se viene evaluando el material H-39 apto para proceso industrial por sus características de peso y tamaño, 1,8 - 2 kg menos cavidad y pulpa más firme.

Figura 3. Plantación comercial del Híbrido Pococí. Plantación: Hermanos Corrales. La Rita, Pococí 2021.

Guayaba (*Psidium guajava*)

Entre 2003 y 2017 se generaron tres materiales de guayaba. Destaca la variedad Garita, registrada en la Oficina Nacional de Semillas, de fruta climatérica para consumo fresco e industria, y en proceso de liberación a productores; además, dos variedades con fruta no climatérica (pulpa blanca y roja) para mesa. Estos materiales están disponibles a los productores e injertadas sobre un portainjerto que presenta resistencia a *Meloidogyne enterolobii* (figura 4).

Figura 4. Frutos del portainjerto güisaro (*Psidium guineense*) (izquierda) y guayaba Garita no climatérica (derecha) en EELD. 2020.

Pejibaye (*Bactris gasipaes*)

Entre 1999 y el 2011 una nueva variedad de pejibaye sin espinas con adecuadas características productivas para palmito llegó a solucionar problemas relacionados con accidentes por espinas; los cuales eran un obstáculo en las labores agronómicas y de industrialización con el material tradicional (figura 5). En el año 2018 se puso a disposición de productores de Cariari, Pococí, semilla del pejibaye sin espinas variedad Diamantes 10 para la producción de palmito.

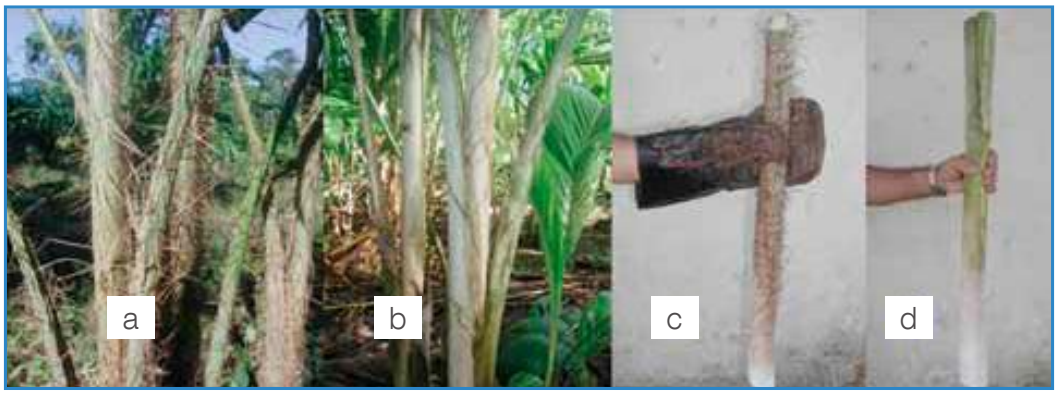

Figura 5. Planta con espinas (a) y sin espinas (b), guante para palmito con espinas (c) manejo sin guante (d). Guápiles 2018.

Rambután (*Nephelium lappaceum*)

El INTA entre 2015 y 2020 estableció en dos localidades de la región Brunca materiales de rambután (figura 6), denominaos INTA 08 e INTA 10, con característica muy aceptables para la agroindustria, tales como: 83 y 70 kg/árbol respectivamente, ambos con frutos de color rojo, desprendimiento del arilo, peso de frutos superior a 40 gramos y 20 grados Brix.

Figura 6. Árbol joven y frutos evaluados del clon INTA-10. Corredores 2020.

Cacao (*Theobroma cacao*)

Se logró desarrollar un protocolo nacional para la producción de varetas de cacao, para reproducción vegetativa, así mismo, se logró hacer la reproducción por varetas para este cultivo con muy buenos resultados para los diferentes materiales (figura 7).

Figura 7. Forma y color de frutos de cacao. a. CATIE R1. b. Clon CATIE R6. c. Clon CATIE R4. d. Clon Internacional CCN-51.

Cítricos (*Citrus* spp.)

Se llevó a cabo una caracterización agronómica de siete variedades de cítricos injertadas sobre los patrones Volkameriana y Flying Dragon. Cinco de las seis variedades injertadas sobre Flying Dragon tuvieron un porcentaje de brix más alto. La producción de semillas fue moderada en todas las variedades y en Clementina se promedió 10 semillas/fruta, debido a polinización cruzada. El menor volumen de copa obtenido con Flying Dragon permite sembrar hasta 1250 árboles/ha, lo cual posibilitaría que se alcancen mayores producciones por hectárea en Clementina, Temple x Mineola, Ortanique y Orlando. La tecnología, así como una parcela con estas variedades (banco de varetas) quedarán como opciones para los productores de la región Central Sur.

Acerola (*Malphigia emarginata*)

En el 2011, producto de un total de 120 accesiones provenientes de jardines clonales de Brasil, se validaron tres materiales en la localidad de Grifo Bajo de Puriscal. Los árboles presentaron una media de 15,5, 13,0 y 20,7 kg/planta para las accesiones 01, 21 y 92, respectivamente. La accesión 92 mostró una mayor tolerancia al volcamiento y quebraduras. La 21 y 92 presentaron mayor tolerancia a la defoliación provocada por el hongo *Cercospora* en comparación con la 01. Finalmente, el contenido de ácido ascórbico fue de 632, 496 y 1105 mg/100g de pulpa para los materiales 01, 21 y 92, lo cual los convirtió en materiales muy promisorios (figura 8).

Figura 8. Frutos de la accesión 01 de acerola. INTA, 2011.

Logros en el manejo agronómico del cultivo

Frutales de altura

Desde el 2014 se viene trabajando en frutales de altura como alternativas de producción para pequeños y medianos productores (figura 9). Tales como: melocotón (*Prunus persica*), ciruelo (*Prunus spp*), tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*), uchuva (*Physalis peruviana*) y arándano (*Vaccinium* spp).

Figura 9. Tomate de árbol (izquierda) y Ciruelo (derecha) en producción. 2018.

Uchuva (*Physalis peruviana*)

En la zona de Pacayas, cantón de Alvarado, se trabajó (2011) en la comparación del comportamiento agronómico del cultivo de uchuva en ambiente protegido y en campo abierto, ambos con manejo orgánico. Se determinó que la media de producción bajo ambiente protegido fue muy superior, con 239 frutos por planta (1037 g) respecto a campo abierto, con 113 frutos (460 g). Las plantas desarrolladas bajo ambiente protegido demostraron un mayor vigor y color de hoja respecto a campo abierto. Además, el fruto obtenido bajo ambiente protegido presentó un mayor contenido de humedad, lo cual incide en mayor peso y diámetro respecto al obtenido en campo abierto. Esto representa una gran opción tecnológica para la zona alta.

Agroindustria en frutales de altura

En la localidad de Buenos Aires de Pacayas, se realizaron pruebas preliminares con la uchuva, determinándose que su color amarillo intenso, brix arriba de 13° y eficiencia en rendimiento de producción de pulpa, le confiere atributos para la agroindustria, desarrollando jaleas, néctar, fresco, y topping o cobertura (producto que puede ser vertido sobre postres, helados, entre otras opciones).

Además, con el fin de fortalecer la Agricultura Familiar Campesina en la localidad de La Pastora, San Marcos de Tarrazú, durante el año 2014 se inició un proceso de capacitación teórico-práctica con un grupo de mujeres con el propósito de contribuir a la elaboración

de productos agrícolas con base al uso de frutos de melocotón (*Prunus pérsica*), ciruelo (*Prunus spp*), tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*), uchuva (*Physalis peruviana*) y arándano (*Vaccinium spp*), además de naranjilla y guayabita del Perú (figura 10). Lográndose algunos emprendimientos en grupos de mujeres.

Figura 10. Plantas con fruto de a) uchuva (*Physalis peruviana*), b) arándano (*Vaccinium spp.*) y tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*). INTA 2014.

Pejibaye (*Bactris gasipaes*)

Entre los años 2000-2010 se generó tecnología para pasar a altas densidades de siembra, de 5000 a 10000 cepas/ha, cultivar Diamantes 10. En las primeras siembras comerciales, se obtuvieron rendimientos en palmitos/ha de un 40% más, sobre la densidad tradicional con espinas y con un aumento de un 30% en el rendimiento industrial con respecto a la densidad tradicional. Además, se facilitó grandemente el manejo agronómico del cultivo evitando serios accidentes por espinas, así como, la generación de tecnología para el manejo integral de la "Bacteriosis", enfermedad cuya incidencia disminuyó conforme se dieron cambios en su manejo. Por otra parte, la micoteca del INTA posee una cepa de *Beauveria bassiana* que logró parasitar a nivel de bioensayo, tanto larvas como adultos de *Palmelampius heinrichi*, picudo que es una plaga del pejibaye (figura 11).

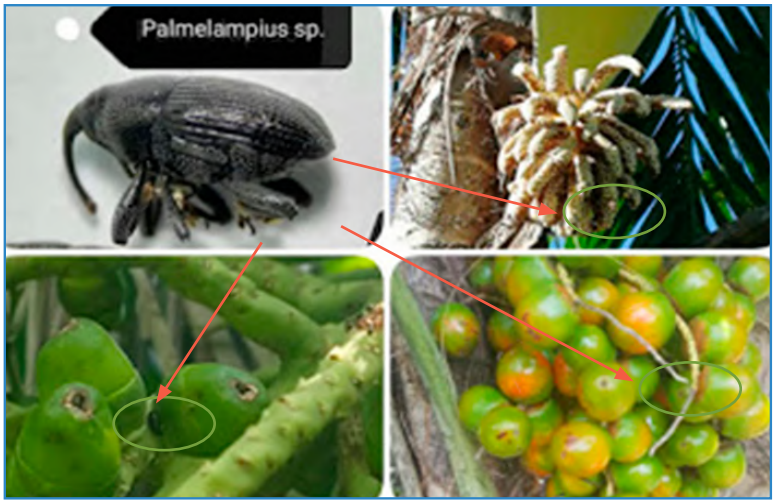

Figura 11. Adultos de *Palmelampius heinrichi* en flores y fruto de pejibaye y en flores y frutos de cocos *Cocos nucifera*. 2010.

Rambután (*Nephelium lappaceum*)

En un estudio de riego realizado entre 2016-2020, en la localidad de Osa, se demostró que la escala de floración en los árboles de rambután fue mayor cuando se aplicó riego (microaspersor y goteo). La floración correlacionó de manera positiva con la humedad del suelo a 20 cm durante enero, febrero y marzo, con respecto al testigo sin riego. Además, se evidenció que en un suelo de textura franco-arenoso, el período crítico de estrés hídrico para inducir floración en rambután es de 15 a 22 días (figura 12).

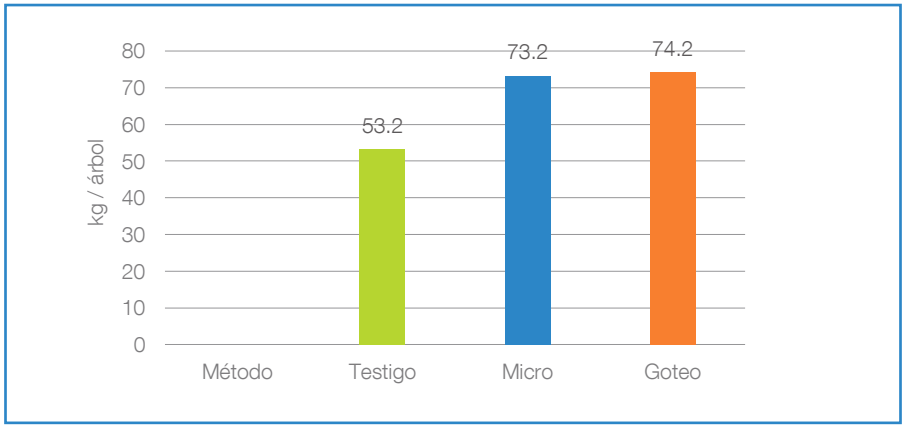

Figura 12. Rendimiento (kg/árbol) bajo dos métodos de riego y el testigo. San Buenaventura. 2020.

Papaya (*Carica papaya*)

Entre 2015-2017 se estudió la herencia genética de la carpelodia (trastorno fisiológico) en flores-fruta de la papaya y su relación con la temperatura (figura 13). Se les facilitó a los técnicos y productores la información sobre su dinámica, efecto en los rendimientos y la posibilidad de diagnóstico.

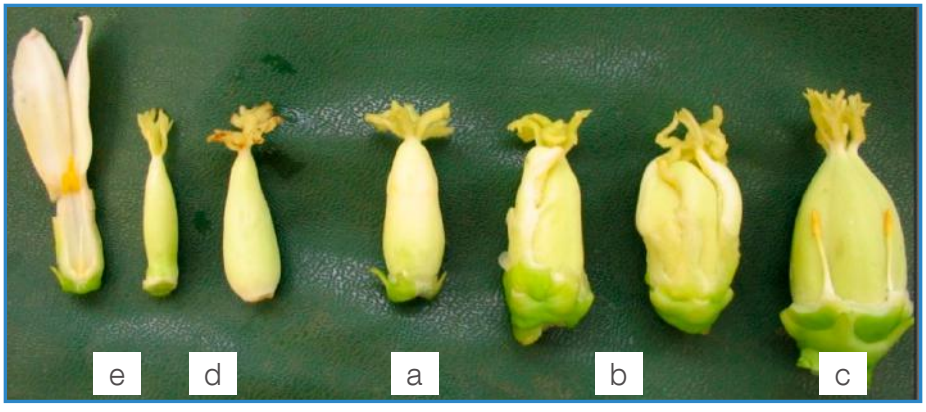

Figura 13. Al centro un ovario de flor normal elongata con cinco carpelos (a). Hacia la derecha dos ovarios con carpelodia parcial (b) y uno con carpelodia total (c). Hacia la izquierda dos ovarios con esterilidad parcial (d) y una flor con esterilidad total (e).

Abacá (*Musa textilis*)

Desde el 2009 el INTA ha mantenido un acompañamiento técnico a productores interesados en este cultivo. Para ello, ha evaluado materiales y ha obtenido resultados que muestran buena calidad de fibra y buena producción de los materiales: Maguindanao negro y Bungalanon, con rendimientos de fibra seca de 1365 kg/ha y 1012,5 kg/ha respectivamente, los cuales se asemejan a los rendimientos comerciales reportados por países productores de este cultivo (figura 14). Además de esto, ha realizado un levantamiento de plagas y enfermedades y su control, además del manejo del cultivo, tales como: distancia de siembra y pruebas de una desfibradora para uso de pequeños productores. Todo ello acompañado de actividades de capacitación a productores.

Figura 14. Planta, pseudotallos y fibra (sin secar) de abacá. Fuente: Ana Gutiérrez.

Piña (*Ananas comosus*)

Manejo de la mosca de establo *Stomoxys calcitrans*

Durante varios años el INTA desarrolló investigación sobre la biología, muestreo, monitoreo, control biológico, etológico y químico de la mosca de establo *Stomoxys calcitrans.* Con base a lo anterior, se generó tecnología para posibilitar el manejo integrado de esta plaga (figura 15). Dicho manejo se complementó con la introducción, reproducción y uso del parasitoide *Spalangia endius* para el control de la mosca del establo, la cual se reproduce en los rastrojos de piña. Inicialmente, el uso y reproducción de este controlador fue desarrollado por el INTA, y posteriormente, se escaló a nivel comercial. Se elaboró un manual de recomendaciones para productores de piña, con el fin de controlar de forma preventiva la mosca del establo. Adicionalmente, se generó un modelo piloto de alerta temprana para el monitoreo y control de la mosca del establo, que consiste en la elaboración bisemanal de mapas de puntos calientes de afectación de la mosca al ganado, así como la identificación de áreas donde hay presencia de residuos agropecuarios, con posibilidad de desarrollar brotes de la plaga.

Figura 15. Prueba de atrayentes en trampas “vavoua” y bolsas blancas pegajosas en un área derribada de piña. San Rafael de Rio Cuarto. 2019.

Proyecto piloto de alerta temprana para monitoreo y control de la mosca del establo

Durante el 2018, se implementó el proyecto piloto de alerta temprana para el monitoreo y control de la mosca del establo, el cual inició durante el mes de agosto en la Región Huetar Norte. Este proyecto consiste en la elaboración quincenal de mapas sobre puntos calientes de afectación de la mosca en el ganado, así como la identificación de las áreas donde hay presencia de residuos agropecuarios, con potencial de desarrollar brotes de la plaga. Para la elaboración de mapas, se requiere la recolección de información de campo, la cual es colectada por funcionarios de Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), Agencias de Servicios Agropecuarios del MAG, e Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). La información se revisa, consolida y procesa por medio del Sistema de Información Geográfica de acceso libre (QuantumGIS), el cual elabora modelos de proyección geográfica que estiman las posibles áreas de afectación de la mosca del establo, a partir de la información recolectada en campo (figura 16). Los mapas son enviados vía electrónica a un grupo técnico regional encargado de dar seguimiento y tomar decisiones sobre el posible comportamiento de la plaga y sus principales focos de afectación. Esta estrategia implementada permite hacer un uso más eficiente del tiempo y los recursos de las instituciones, ya que se focalizan los esfuerzos a las posibles áreas de presencia de la mosca. Inicialmente, se involucraron los distritos de Pital y Aguas Zarcas del Cantón de San Carlos en un área piloto de 8000 hectáreas. Para el año 2018, se amplió a más de 40000 hectáreas, cubriendo las comunidades de Rio Cuarto y Sarapiquí.

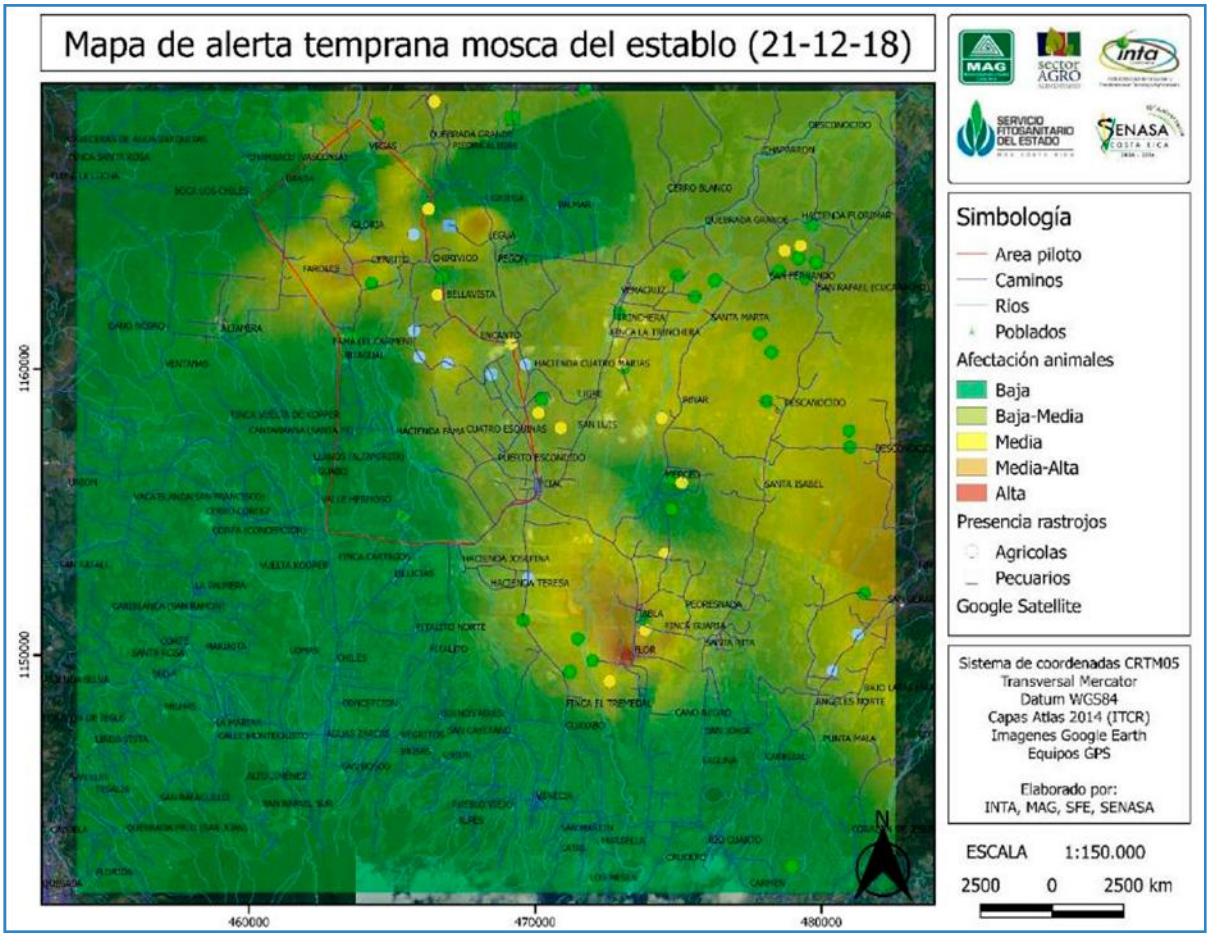

Figura 16. Mapa de alerta temprana para el monitoreo de la mosca del establo realizado en el mes de diciembre de 2018.

Café (*Coffea arabica*)

A través de tres estudios en zonas cafetaleras de Costa Rica, se cuantificó la emisión de óxido nitroso generado por la aplicación de dosis creciente de nitrógeno y de diferentes fuentes de nitrógeno en este cultivo. Se demostró que el incremento de nitrógeno en el cultivo aumenta la emisión del N_2O, siendo la urea la fuente con una clara tendencia a emitir menos óxido nitroso. Por otra parte, se constató en el cultivo una buena respuesta del rendimiento (hasta 50%) con el uso de fertilizante organomineral, con respecto a una fórmula convencional. Ambas tecnologías contribuirán a un manejo más sostenible del cultivo.

Banano (*Musa* AAA)

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

Unidad de Hortalizas

Logros en mejoramiento genético

Chile Dulce *(Capsicum annuum)*

En respuesta a la demanda establecida por el Consorcio Nacional de Chile Dulce para contar con un híbrido nacional adaptado a las condiciones edafoclimáticas de las principales zonas productoras de Costa Rica, se logró una alianza entre el INTA, la Universidad de Costa Rica (UCR), el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y grupos de productores. El resultado de esta alianza fue la liberación del híbrido Dulcitico en el año 2013. Material que mostró características sobresalientes que respaldaron el ponerlo a disposición de los productores (figura 17).

Durante este proceso se redactó el “Manual técnico basado en experiencias con el híbrido Dulcitico *(Capsicum annuum)”,* el cual sistematiza los resultados obtenidos durante el proceso de investigación y transferencia de tecnología de este híbrido.

Figura 17. Frutos de híbrido de chile dulce Dulcitico.

Tomate *(Solanum lycopersicum)*

Mediante una articulación interinstitucional INTA-MAG-UCR-UNA-TEC-IICA, sector agropecuario, empresa privada y asociaciones de productores fueron evaluados varios cultivares de tomate según condiciones edafoclimáticas en tres regiones productoras del país: Región Central Occidental, Región Central Oriental y Región Central Sur. El resultado de este trabajo fue la obtención del híbrido FBM 17-03 como material con alto potencial y liberado en el 2016, para uso en el mercado nacional, bajo el nombre de Prodigio F1 (figura 18).

Figura 18. Fruto de tomate híbrido Prodigio F1.

Evaluación y selección de materiales genéticos de tomate para la mitigación y adaptación al cambio climático

A partir del 2017, el INTA dispone de materiales de tomate, para realizar investigación en temas de mitigación y adaptación al cambio climático, específicamente con tolerancia a estrés hídrico, altas temperaturas y con buen potencial productivo.

Logros en el manejo agronómico del cultivo

Cebolla *(Allium cepa)*

Sistema de riego por goteo en cebolla

A partir del año 2000 el INTA intensificó la investigación en cebolla, específicamente en técnicas de riego en zonas media-baja y baja, con el objetivo de variar el sistema de riego tradicional de uso de gavetas de siembra y aplicación de riego por gravedad. Sistema que tenía los inconvenientes de un mal uso y desperdicio del recurso agua, gran erosión por arrastre de suelo, alta compactación y áreas improductivas por pendientes, además de alta incidencia de enfermedades y daños a los bulbos. Todo esto representaba altos costos de producción y mano de obra. El resultado de esta intervención fue el uso de riego por goteo y fertirriego, que incidió en un mayor control de la humedad de los terrenos, condiciones

más inocuas para el cultivo y aprovechamiento de áreas en desuso por limitantes de la pendiente, en cuanto a trasiego y escorrentía.

Esta tecnología permitió el aumento en áreas de siembra, así como la obtención de rendimientos superiores al 100%. El nuevo sistema incorporó el uso de tuberías de riego, mangueras de riego por goteo y construcción de eras para el establecimiento de la plantación. El cambio de sistema incidió en una menor pérdida de plantas por trasplante, obtención de plantas y bulbos con mayor sanidad (mayor calidad de la producción), mayor facilidad de cosecha, mayor eficiencia en el uso de agua de riego, disminución en costos de producción por menor requerimiento de mano de obra, aumento en la productividad pasando de obtener 20 toneladas por hectárea con el sistema tradicional, a obtener al menos 40 toneladas por hectárea con el sistema de producción de riego por goteo, además se obtiene mayor ganancia en términos económicos producto del aumento de los rendimientos por hectárea. Esta tecnología fue implementada en otros cultivos hortícolas, para diferentes regiones del país, siendo una innovación en estos sistemas.

Otra línea de investigación fue el manejo de nematodos, donde se realizaron estudios en control biológico, siendo *Trichoderma asperellum* una alternativa de control, la cual no mostró diferencias con el control químico usado por el productor. Es una práctica que ayuda a reducir la carga química en el cultivo y reducir los costos de producción.

Tomate *(Solanum lycopersicum)*

Identificación del minador de la hoja de tomate *Tuta absoluta*

Se identificó el minador de la hoja de tomate *Tuta absoluta* y su diferenciación con respecto *a Keiferia spp.* Se realizó el estudio de la genitalia de adultos de las dos plagas, en la figura 19, se detalla la genitalia de *Tuta absoluta*.

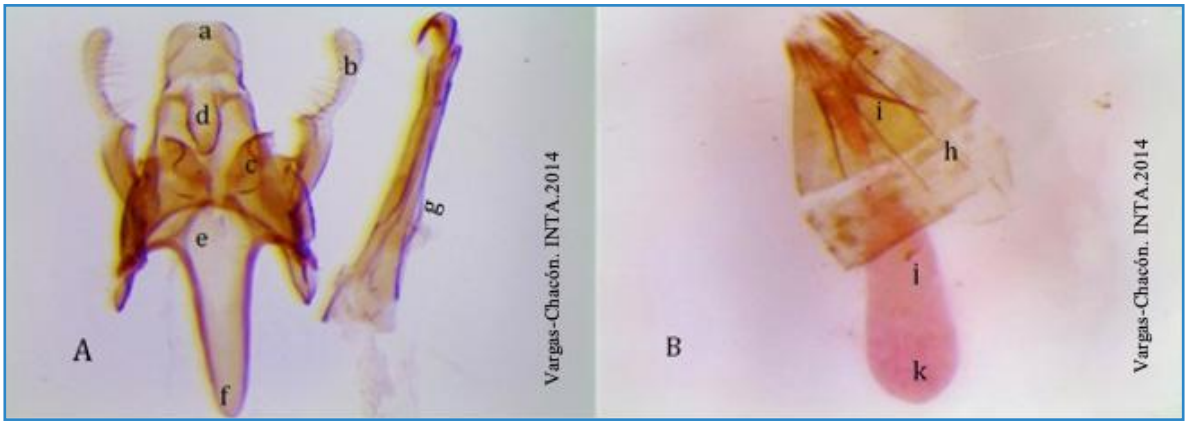

Figura 19. A. Genitalia del macho y B. Genitalia de la hembra de *Tuta absoluta*. (a) Uncus, (b) Valvas, (c) Tegumen, (d) Gnatos, (e) Vinculum, (f) Sacus, (g) Aedeago, (h) Hipófisis anteriores, (i) Hipófisis posteriores, (j) Sigmun, (k) Bursa colupatriz. Costa Rica. INTA 2017.

Se determinó la fluctuación poblacional y el ciclo de vida de *Tuta absoluta* en tres localidades productoras de tomate: Heredia, Grecia y Sarchí. Se concluyó que la temperatura es un factor importante en el aumento de las poblaciones, lo mismo que la disponibilidad de material vegetal verde.

Marchitez Bacteriana *(Ralstonia solanacearum)* en el cultivo de tomate

Se realizaron muestreos de plantas con síntomas iniciales de marchitez bacteriana (figura 20) en cuatro zonas productoras de Costa Rica (Central Occidental, Central Oriental, Central Sur y Pacífico Central). De acuerdo a los análisis moleculares realizados, se logró determinar que existen diferencias entre cepas en el país, según la clasificación de biovares, filotipos y secuevares. De las muestras analizadas molecularmente, se identificaron el Filotipo I, II y ACH0732 del norte de Australia. Los aislamientos del Filotipo I fueron clasificados como *Ralstonia pseudosolanacearum*, los del Filotipo II como *Ralstonia solanacearum* y los ACH0732 del norte de Australia fueron relacionados al Filotipo IV.

Figura 20. Daños ocasionados en campo por *Ralstonia solanacearum* en el cultivo de tomate.

Diagnóstico de pérdidas de tomate a nivel de finca y centro de acopio

Se cuantificó la cantidad de tomate rechazado a nivel de finca, centro de acopio y sus respectivas causas. Los estudios fueron realizados en las Regiones Central Occidental, Central Oriental y Central Sur. De acuerdo a los resultados obtenidos, la región con mayor porcentaje de pérdida es la Central Oriental, con un 36,48% a nivel de finca y un 31,46% en centro de acopio (cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentajes de pérdida según región y punto de muestreo.

Región de muestreo	Central Occidental	Central Oriental	Central Sur
	Porcentaje de pérdida **(%)**		
Finca	18,74	36,84	8,77
Centro de acopio	13,91	31,46	10,49

Entre las causas de pérdida diagnosticadas a nivel de finca sobresalen los daños provocados por *Tuta absoluta* (32,95%), malformación de fruto (26,93%) y sobremadurez de fruto (12,88%), entre otros. En Centro de Acopio las principales causas fueron: *Tuta absoluta* (34,13%), la malformación (26,19%) y los daños mecánicos (13,66%).

Producción hortícola en ambiente protegido

A partir del año 2006, el INTA desarrolló diversos procesos de investigación para la producción hortícola bajo ambiente protegido, utilizando como sitio principal la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (EEEJN), ubicada en Cañas, Guanacaste. Los resultados y experiencias fueron transferidas y difundidas principalmente a diferentes grupos de productores de las Regiones Chorotega (figura 21) y Pacífico Central, así como de las regiones Huetar Norte y Brunca.

Dentro de la tecnología generada, se identificaron el diseño y la construcción de casas malla, uso de microtúneles y macrotúneles para época lluviosa, uso de mallas de sombreo para época seca, selección de especies hortícolas adaptadas a climas cálidos, densidades de siembra, manejo agronómico, estrategias para el control de plagas y enfermedades, fertirriego y nutrición de las plantas, entre otros aspectos (figura 22).

Figura 21. Primer ensayo de ambientes protegidos realizado en la finca del productor Carlos Rojas, Fortuna de Bagaces, Guanacaste. 2004.

Figura 22. Evaluación en invernaderos (2006) y en túneles (2003). EEEJN, Cañas.

Durante el 2018 se establecieron cinco módulos de producción de hortalizas en ambiente protegido en diversos sitios de las regiones antes mencionadas (Isla Venado, Jicaral, Abangares, Tárcoles y Bella Vista de Puntarenas). El uso de módulos de producción de hortalizas en ambientes protegidos favorece la adopción tecnológica y aceptación por las productoras y productores de estas zonas cálidas. Para la adopción se utilizó el modelo de transferencia "Vitrina Tecnológica". Una vez considerada la necesidad de los usuarios, área y recursos disponibles, se diseña el módulo y estructura apropiada (macrotúneles, microtúneles, casa de malla provista de sistema móvil de sombreo para época seca y túneles con cobertura plástica para la época lluviosa). El área cubierta de construcción fue de 3.495 m^2 que permitió un promedio mensual de productos por rubro de 240 kg de pepino, 600 lechugas, 1000 rollos de culantro, 1200 chiles, 600 rollos de cebollino y 150 pack choi, además de otras cantidades de coliflor y repollo. Estas iniciativas tienen como objetivo preparar a las comunidades de Guanacaste y Puntarenas para insertarse con oferta y oportunidad de comercializar productos hortícolas a nivel local y regional, como lo fue la apertura en el año 2019 del Mercado Regional Chorotega. El número de beneficiarios directos fue de 180 personas. Es importante recalcar que entre los participantes están estudiantes de los Colegios Técnico Profesional (CTP) de Jicaral y Abangares. Los beneficiarios indirectos se estiman en 500 personas provenientes no solo de las comunidades involucradas, sino también, de otras regiones como la Brunca, Huetar Norte y Huetar Atlántica en la promoción de la tecnología y el emprendedurismo. Otros logros obtenidos con la aplicación de esta tecnología fue producir **con cultivos no tradicionales** para diferentes regiones, disminuir el uso de agroquímicos y fomentar la seguridad alimentaria y nutricional.

Todo este desarrollo tecnológico ha contado con la participación de diversos organismos internacionales como EMBRAPA, Embajada de Israel. AECI, Australia Aid, FONTAGRO, y nacionales público y privados como FITTACORI, Fundecooperación, CEMEX, Reserva Conchal, Ministerio de Educación Pública y Ministerio de Agricultura y Ganadería y FONTAGRO.

Esta tecnología promovida por el INTA, le confirió a Costa Rica el premio Innovagro 2018, por la mejor innovación social entre los países miembros de esta organización, como reconocimiento al aporte en el desarrollo de la actividad hortícola con organizaciones de mujeres en las provincias de Guanacaste y Puntarenas.

Materiales de Tomate para la agricultura familiar

Con la finalidad de incentivar las huertas de autoconsumo y la producción a baja escala para el fortalecimiento de la SAN (Seguridad Alimentaria y Nutricional), se evaluaron diferentes cultivares criollos destinados a la agricultura familiar (AF). Se logró identificar un cherry rojo (INTA-112) y uno amarillo (INTA-41) y un cultivar tipo saladette (INTA Valle del Sébaco) los cuales presentaron producciones por planta de 6,31 kg, 6,03 kg y 6,5 kg, respectivamente. Para promocionar la difusión de estos materiales, se redactó una Guía para la producción de tomate en agricultura familiar (figura 23).

Figura 23. Material de tomate, semillas y guía para la agricultura familiar.

Investigación en el cultivo de cáñamo *(Cannabis sativa L.)*

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

Para cumplir con lo propuesto, se formalizó mediante un convenio de cooperación mutua y sinergia entre la empresa privada y el INTA con la colaboración del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI).

El INTA y la empresa privada realizaron conjuntamente evaluaciones de doce diferentes cultivares de cáñamo con distintos fines industriales (fibra, grano, producción de aceite de CBD y otros cannabinoides con aplicaciones medicinales como el CGB y CBJ) en las localidades de Cañas (figura 24) y Guápiles. Además, la generación de estos subproductos permitirá determinar la calidad de la materia producida. 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 24. Producción de cáñamo en ambiente protegido en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, Cañas, Guanacaste. 2021.

Unidad de Granos Básicos

Logros en mejoramiento genético

Arroz *(Oryza sativa)*

La degeneración de la semilla de arroz vuelve al cultivo más susceptible a plagas y enfermedades, a la vez, disminuye progresivamente su productividad. Como respuesta a esta realidad, el INTA, en interacción con los agricultores del país y otras instituciones como la Corporación Arrocera, la Asociación de Industriales, entre otros, desarrolló nuevas variedades de arroz para ofrecer al productor mejores opciones tecnológicas.

Como parte de este proceso de investigación, en el año 2004 fue liberada la variedad denominada CR-4477, la cual presenta características deseables, tanto para el agricultor como para el sector industrial, debido a su capacidad productiva bajo secano y riego, alta tolerancia a principales enfermedades del cultivo, alto potencial de rendimiento superior a 5 t/ha, con buena calidad molinera y culinaria y una reducción en costos por hectárea del 15 al 20% en cuanto al uso de carga química.

La variedad INTA Miravalles se desarrolló en el año 2004, como una alternativa para la agricultura familiar, donde puede producir hasta 4 t/ha. Es de muy buena calidad molinera y culinaria y requiere de poco uso de agroquímicos.

Para el año 2013, se liberó la variedad INTA CR 1508, la cual mostró resistencia a las principales enfermedades y moderadamente tolerante al complejo del manchado de grano. Sobresale su calidad culinaria como muy buena, con un contenido de amilosa de 30,7% y con potencial de rendimiento superior a 5 t/ha.

Para el año 2015 se dispuso de la variedad INTA CR 57, seleccionada por sus características para uso en agricultura familiar, bajo condiciones de ladera, bajos insumos y mínima labranza, tolerancia al desgrane, y potencial de rendimiento superior a cuatro toneladas por hectárea. De buena calidad culinaria. También se dio mantenimiento a los materiales con características especiales para autoconsumo como: Chin Chin, Rex Oro, Texas, Blue Bonnet, Nira Colorado.

Frijol *(Phaseolus vulgaris)*

Las actividades de investigación se realizan en las principales zonas productoras de frijol del país: Región Huetar Norte (Upala y Los Chiles), Región Chorotega (La Cruz, Sardinal y Nicoya) y Región Brunca (Pejibaye y Buenos Aires). Estas acciones se desarrollan en cooperación con la Universidad de Costa Rica. Para ello el INTA, en conjunto con el Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología de Frijol (PITTA-FRIJOL) dónde participan instituciones del sector académico y agropecuario, se trabaja en forma coordinada y articulada en investigación y transferencia de tecnología en el cultivo de frijol.

El esquema de mejoramiento genético está basado en la metodología de Fitomejoramiento Participativo (“Evaluación Participativa Masiva (EPM)”, donde la participación conjunta de agricultores e investigadores es vital para el avance en el desarrollo de nuevas variedades (figura 25).

Figura 25. Mejoramiento participativo en frijol.

Durante el período del 2001 al 2020 se liberaron y difundieron las variedades Cabécar, Telire, Bribrí, Changuena, Tayní, Diquis, Matambú, Nambí (cuadro 2). También se lograron avances importantes con la mejora genética de las variedades criollas Generalito y Vaina Blanca.

Cuadro 2. Variedades liberadas por el INTA en el periodo 2001-2020.

Variedad	Rendimiento bajo manejo convencional en finca de productores (kg/ha)		Año liberación	Color grano
	Promedio	Máximo		
Cabécar	1133	1730	2003	Rojo
Telire	1030	1840	2004	Rojo
Bribrí	970	1930	2000	Rojo
Chánguena	1265	1425	2006	Rojo
Tayní	1112	1345	2012	Rojo
Diquís	1219	1405	2009	Rojo
Matambú	1200	1608	2013	Negro
Nambí*	1000	1871	2016	Negro

* Para condiciones de sequía terminal

Se destaca la variedad Cabécar con un 30% de venta de semilla para mercado nacional para el año 2010, según registros del CNP. También en aras de generar variedades de frijol que se adapten a las condiciones de variabilidad climática, principalmente de humedad limitada y alta temperatura, se identificó la línea avanzada SEN 52 de grano negro, con características de resistencia a sequía terminal, posteriormente, se realizó el incremento de semilla, llevándose a la fase de validación, de manera que en 2016 se liberó con el nombre de Nambí (figura 26), y está disponible para los agricultores. Esta variedad se presenta como una alternativa para sequía terminal; bajo esta condición, dicha variedad llegó a rendir cerca de 1000 kg/ha en comparación al testigo Matambú (353 kg/ha).

Figura 26. Liberación variedad Nambí. Veracruz de Pejibaye. 2016

Maíz *(Zea mays)*

El desarrollo de nuevas variedades tiene como objetivos: un aumento en rendimiento, mayor resistencia a plagas y enfermedades, mayor precocidad y mejor calidad de grano desde el punto de vista nutritivo.

En el período de 2006 a 2011 se liberaron las variedades UPIAVG6 (2006; 6,6 t/ha), Nutrigrano (2009; 5-6 t/ha) y Proteinta (2010), siendo el rendimiento nacional promedio de 4 t/ha. La primera con alta calidad de proteína (50 a 100% adicional de lisina y triptófano), y presenta una buena adaptación, rendimiento (igual o mayor a la variedad que domina en el mercado) tolerancia a plagas y enfermedades, entre otros. La liberación fue exclusiva para el área de Pejibaye, donde cerca del 60% del área cultivada está dedicada al cultivo de maíz. Las dos últimas variedades mencionadas también cuentan con proteína de mejor calidad que el maíz que se comercializa actualmente.

Durante los años 2012, 2013 y 2014 se evaluó en Costa Rica en condiciones de finca de agricultor una serie de híbridos de grano blanco y amarillo (30 y 20 genotipos, respectivamente). A partir del 2015 y hasta 2018 se validaron los cuatro mejores híbridos (tres de grano blanco y uno de grano amarillo). En relación con el maíz híbrido, se inició la multiplicación

de líneas que conforman el híbrido triple denominado OROSI (CML 500; CML 494 y CML 498) con 20 kilos de cada una. Adicionalmente, se produjo alrededor de 50 kg del hibrido intermedio (CML 500/CML 498) para futuras actividades de cruzamiento e incremento de semilla para los agricultores de maíz. En el año 2019 se liberó el híbrido triple de grano blanco denominado OROSI (figura 27).

Figura 27. Híbrido de maíz triple grano blanco-Orosi-. 2019.

Logros en el manejo agronómico del cultivo

Arroz *(Oryza sativa)*

Manejo recurso hídrico

Con apoyo de la Cooperación Coreana (KoIFACI), se realizó un estudio exploratorio sobre el consumo de agua para la producción de arroz en la región Chorotega, bajo las condiciones agroecológicas del Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT), donde se comparó el consumo de agua en dos sistemas de riego: flujo laminar continuo (utilizado por el productor) y el estático o sin salida de agua, el cual utiliza tubería flexible de riego con válvulas reguladoras de salida de agua que permite fijar un volumen exacto de agua aplicado en la melga. Para ambos casos, se utilizó el mismo manejo agronómico de malezas, plagas y enfermedades y para el caso de riego estático, solo se repuso el agua perdida por evapotranspiración. Como resultado de la investigación, se obtuvo en ambos casos un rendimiento de cosecha de 5,5 t/ha^{-1} de granza seca y limpia, sin embargo, en cuanto a consumo de

agua, se logró una marcada diferencia por kilogramo de arroz producido, obteniendo el uso de agua por ciclo de arroz 6,5 m^3/kg de arroz producido bajo el sistema de flujo laminar continuo y 2,5 m^3/kg de arroz en el estático.

En campo con los productores de arroz del DRAT, específicamente en los cantones de Bagaces y Cañas, en las comunidades de Bagatzí y La Soga respectivamente, parte de las mejoras realizadas en la actividad de campo y para el productor fue el uso de alternancia de riego entre húmedo y seco (Alternate wetting and dry AWD), lo cual permite hacer observaciones de campo con tubos de pvc, que se insertan en el suelo y permiten valorar el contenido de humedad en el suelo y reponer el agua cuando sea necesario.

Este sistema de alternancia de riego entre húmedo y seco permitió bajar de 30000 m^3 de agua durante el ciclo vegetativo del cultivo (volumen de agua utilizado por el productor) a 8500 m^3, llevando a un aumento del rendimiento de 1,3 toneladas comparado al testigo; aunado al manejo de agua, se trabajó en el manejo agronómico enfocado al menor uso de semilla de arroz, pasando de 115 a 120 kg/ha de semilla que utiliza el productor a entre 12 y 15 kg/ha mediante el sistema de trasplante mecanizado. Se trabajó en el manejo de arvenses del cultivo mediante el uso del deshierbador mecánico, lo cual permitió bajar la carga en el uso de agroquímicos para el control de malezas y un aumento de mano de obra local.

En relación al Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz (SICA), se trabajó en el manejo del agua para productores de agricultura familiar en la comunidad de Pueblo Nuevo de Upala. Esta metodología SICA, comprende un conjunto de prácticas agrícolas que se basan en el desarrollo de un sistema radicular saludable y profundo, que permita tolerar la sequía, el anegamiento y el daño causado por viento (acame). Entre los objetivos esta mejorar los rendimientos de cosecha, reducir el uso de semilla de siembra, y bajar los costos de producción.

Para los años 2017-2018, se evaluó el efecto del sistema de siembra y uso eficiente del agua para riego, comparando el -Sistema Intensificado del Cultivo de Arroz (SICA)- con el sistema al voleo mecanizado tradicional. Este sistema de producción considera las siguientes prácticas: a) establecimiento temprano de plántulas saludables, b) las plántulas se trasplantan a una edad temprana, de 8 a 12 días después de haber emergido, c) reducción de la competencia entre plántulas, d) se coloca en cada punto de siembra una sola plántula, en lugar de un grupo de plántulas, e) las plántulas se trasplantan en cuadrícula, con una separación mínima entre cada una de 25 cm x 25 cm, f) para el combate de malezas, se usa una labranza rotativa con máquina, donde se promueve la aireación del suelo, g) la nutrición se deriva de la descomposición de las malezas lo que favorece un estímulo hacia a las raíces, h) se reduce la aplicación de agua para favorecer el manejo aeróbico de los suelos y se promueve el uso de enmiendas orgánicas para favorecer el humus (figuras 28 y 29). En cuanto a los resultados obtenidos durante el proceso de investigación y transferencia, se logró aumentar los rendimientos de cosecha pasando de 3,2 toneladas por hectárea a 5,5 toneladas bajo el sistema SICA (figura 30). El resultado generó que los productores de la zona adoptaran este manejo agronómico que permitió mejorar los rendimientos y reducir el uso de semilla y carga de agroquímicos en los sistemas de producción para la agricultura familiar. Todo ello se reforzó con capacitación a los productores (figura 31).

Figura 28. Manejo de malezas mecanizado para el sistema de producción SICA. 2018.

Figura 29. Sistema mecanizado para control de malezas en arroz de riego. 2018.

Figura 30. Comparación del sistema SICA y el sistema de producción convencional.

Figura 31. Capacitaciones en arroz sobre manejo del recurso hídrico. 2018.

Manejo de malezas en arroz

El programa de arroz del INTA enfocó su labor en manejo de malezas especialmente el control de arroz rojo, ciperáceas y productos selectivos al cultivo de arroz para el control de otras malezas. Se evaluaron dos formulaciones de las mezclas de oxifluorfen más Clomazone, aplicadas en preemergencia en la dosis más alta (5 l/ha) de la formulación concentrado emulsificable y 4,5 l/ha en la formulación micro encapsulada. Los tratamientos mostraron un control superior al 75% del arroz rojo, 90% de gramíneas, 80% de ciperáceas y 95% de las de hoja ancha con una sola aplicación.

Dentro de la búsqueda de opciones tecnológicas para el manejo de arvenses en arroz, se evaluó el herbicida anilofos como mejorador de la eficacia biológica de herbicidas de acción post-emergente para el control de arvenses en arroz. En un sistema de producción bajo riego, se encontró que el anilofos a la dosis de 0,6 kg i.a. /ha mejoró el efecto de los herbicidas cuando se aplicó en mezcla con bispiribac-sodio a 0,05 kg i.a. /ha y clomazone a 0,48 kg i.a. /ha respectivamente. En el control de arvenses ciperáceas y de hoja ancha presentes en el área donde se desarrolló la investigación, el mejor tratamiento fue la mezcla anilofos más bispiribac-sodio.

Manejo Soca en arroz

Durante los años 2019-2020 se realizó una evaluación de las ventajas que ofrece la práctica de la Soca en arroz, utilizando dos periodos opuestos, uno que inicia en diciembre y otro que inicia en la última semana de agosto, obteniéndose con éste último una buena cosecha en diciembre y una excelente Soca bajo condiciones de verano, lo cual permitió obtener una segunda cosecha de mayor rendimiento que la primera, al obtenerse un mayor control sobre manejo de plagas, enfermedades y arroz voluntario, principalmente. Con esta práctica queda demostrado que la producción de arroz de rebrote en condiciones de secano es potencialmente más productiva que el cultivo inicial.

Maíz *(Zea mays)*

Almacenamiento de las semillas

En cuanto al almacenamiento de semilla de maíz, se realizaron investigaciones con la tecnología de almacenamiento con empaques herméticos, como alternativa para que las empresas, instituciones y agricultores que requieran almacenar semilla, disminuyan sus costos. Esta tecnología ofrece la posibilidad de almacenar al menos por cuatro meses maíz-semilla, sin detrimento del potencial de germinación y viabilidad de la misma.

Manejo de malezas en maíz

En Cañas en la Estación Experimental Enrique Jimenéz Núñez, se evaluaron herbicidas con efecto sello (preemergente) para el control de malezas de gramíneas, hoja ancha y ciperáceas. Los resultados mostraron que todos los tratamientos evaluados resultaron selectivos, las mezclas evaluadas mostraron el mejor control de arvenses, llegando al cierre del cultivo con una sola aplicación. Tanto el acetoclor solo y en mezcla con atrazina mostró control sobre *Cyperus rotundus* (coyolillo). Por su parte, la mezcla de atrazina más pendimetalina mostró un control del 95,0% y la atrazina sola un 92,5% de las de gramíneas y de hoja ancha, según la escala empleada para esta evaluación.

Para el control y manejo de arvenses en maíz, los resultados encontrados indican que las mezclas de atrazina 1,8 kg i.a./ha más pendimetalina 0,75 kg i.a./ha, y pendimetalina 0,5 kg i.a./ha más acetoclor 0,9 kg i.a./ha presentaron la mayor selectividad y el mayor control, siendo este superior al 85% sobre los tres tipos de arvenses: gramíneas, ciperáceas y de hoja ancha.

En maíz se requiere contar con recomendaciones técnicas de mezclas de herbicidas aplicadas en postemergencia para el control de hoja ancha y ciperáceas. Al respecto el INTA, evaluó productos a base de 2,4-D que pueden ser utilizados dentro del periodo de aplicación indicado y en el caso de la atrazina, presenta la ventaja de ser selectivo al maíz, con efecto sobre arvenses de hoja ancha en postemergencia y graminicida en preemergencia.

SORGO *(Sorghum bicolor)*

En Cañas, en la Estación Experimental Enrique Jimenéz Núñez, se evaluaron herbicidas con efecto sello (preemergente) para el control de gramíneas, de hoja ancha y ciperáceas en el cultivo de sorgo. Los resultados indican que la atrazina a dos y tres litros por hectárea, la terbutrina a 1,5 l/ha y el acetoclor 1,5 l/ha mostraron el mejor control de gramíneas y de hoja ancha, con valores superiores al 90,0, 93,8 y 78,0%, respectivamente. Los tratamientos antes indicados mantuvieron su eficacia biológica hasta la cobertura del surco por el cultivo del cultivo.

Figura 32. Producción de sorgo para forraje. EEEJN. Cañas.

Frijol *(Phaseolus vulgaris)*

Producción de semilla de calidad

Se brindó asesoría técnica y capacitación a los Comités Locales dedicados a la producción de semilla de calidad en Concepción de Pilas, Guagaral de Buenos Aires y Chánguena de Buenos Aires. Los productores están conscientes de la importancia que tiene la semilla como insumo para una buena producción. El impacto de estas actividades se ha visto en dos sentidos: a) se ha mejorado el acceso de los productores a semilla de calidad, tanto de variedades mejoradas como Cabécar, Tayní, SEN 52 y Matambú, así como de Generalito, Mantequilla y Carnita. La comercialización se ha dado a través de las asociaciones de productores, las cuales poseen facilidades de crédito; b) Se ha logrado inculcar en los productores, producto de los programas de Gobierno, la importancia de utilizar semilla de calidad, evidenciándose el aumento en la compra de semilla al Consejo Nacional de Producción (CNP) por parte de las organizaciones de productores de la región Brunca.

El intercambio de conocimientos impactó positivamente la zona de Nicoya. En esta se está promoviendo la producción local de semilla de calidad, usando las variedades nativas como: Mantequilla, Cuarenteno y Sesenteno (figura 33). Este esfuerzo gubernamental está previsto dentro de los pilares del Programa Nacional Sectorial, que consiste en la Seguridad Alimentaria y el Rescate, Conservación y Uso de los Recursos Genéticos, en manos de pequeños y medianos productores.

Figura 33. Evaluación participativa de experimentos. La Cruz, 2021.

En apoyo a la capacitación en granos básicos, tanto a técnicos, como a productores, se han elaborado una serie de documentos a lo largo de estos 20 años: 15 manuales técnicos, 30 hojas divulgativas, 15 artículos científicos y 10 notas técnicas. Así como actividades de transferencia: 800 charlas, 200 días de campo, 180 días demostrativos, 150 giras técnicas, que permitieron difundir las tecnologías en granos básicos.

Unidad de Raíces y Tubérculos

Logros en mejoramiento genético

Papa *(Solanum tuberosum)*

Los productores de papa disponían desde los años 90 de tres variedades evaluadas y recomendadas por la DIA (Dirección Investigaciones Agropecuarias del MAG), a saber: Floresta, Birrís e Idiafrit. Como parte del Programa de Mejoramiento Genético de Papa, se dio especial impulso a la evaluación de materiales traídos del Centro Internacional de la Papa (CIP) ubicado en Perú. La introducción de estos cultivares de papa al territorio nacional es una de las medidas recomendadas dentro de un programa de manejo integrado de plagas, ello con el fin de reducir los costos de producción y la carga química utilizada dentro del agroecosistema de la papa.

El INTA en el año 2004 liberó tres nuevas variedades de papa: Nosara para consumo en fresco, Maleke para consumo en hojuelas e Intafrit para consumo en fresco e industrial. Un objetivo buscado con estas variedades fue que las mismas fueran complementarias en cobertura y rendimiento nacional y no que sustituyeran en su totalidad a las utilizadas en esa época.

Una de las actividades sobresalientes que se desarrolló en la Estación Experimental Carlos Durán en el campo del mejoramiento genético, fue la liberación de nuevas variedades de papa. Esta actividad se realizó en el mes de octubre del año 2011 con la participación de 200 personas entre agricultores, sector agropecuario, agentes de extensión y miembros importantes de la agrocadena de la papa. Los materiales liberados fueron: **variedad Pasquí**: procedente del CIP, introducido en el 2006, como un material recomendado para mesa e industria, con un contenido de 21 a 22% de sólidos (figura 34); **variedad Durán**: Planta robusta de alta productividad con un rendimiento estimado de 50 t/ha, recomendada para mesa e industria (figura 35); **variedad Kamuk**: Planta de arquitectura erecto abierta, recomendada para consumo en fresco y de alto rendimiento (figura 36).

Estas variedades Pasquí, Durán y Kamuk, son de excelente rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades, incluida una tolerante a alta temperatura (Kamuk). La finalidad es proporcionar al productor materiales que les permitan mejorar en calidad, rendimiento y disminuir costos de producción.

Figura 34. Tubérculos de variedad Pasquí. 2011.

Figura 35. Tubérculos de variedad Durán. 2011.

Figura 36. Tubérculos de variedad Kamuk. 2011.

Variedad Palmira

En el año 2011 el INTA realizó una introducción de 47 materiales de papa procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP- Perú) con el fin de incrementar el material genético disponible en el país. Por su capacidad agroindustrial, ya que presenta cantidad de sólidos por encima del 21%, se seleccionó el clon codificado como CIP398017,53. A partir del mes de octubre del año 2020 se inició el proceso de registro de la variedad bajo el nombre de "Palmira" (figuras 37 y 38).

El Programa de Papa en mejoramiento y selección de materiales siempre ha contado con la cooperación del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la participación activa de productores independientes y agremiados a la Cámara de Productores de Papa, Corporación Hortícola Nacional, CoopeBrisas, CoopeZarcero, entre otros.

Figura 37. Variedad Palmira liberada en el año 2020. INTA, 2020.

Oficina Nacional de Semillas
Costa Rica

Certificado de Registro de Variedades Comerciales

Con base en las facultades que le confiere la Ley de Semillas # 6289 y de acuerdo con la solicitud Nº 104-2020, habiendo cumplido con los requisitos establecidos para este fin, se otorga el presente Certificado de Inscripción:

Variedad: **PALMIRA** Cultivo: **PAPA** Registro: **PP-008-125**

Empresa Solicitante: **INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA)**

Ing. Tania López Lee
DIRECTORA EJECUTIVA

Ing. Gustavo Alizaga López
JEFE DEPARTAMENTO TECNICO

Registrado: 16 de octubre 2020

Vencimiento: 16 de octubre 2025

Figura 38. Certificado de inscripción de la variedad Palmira ante la ONS. 2020.

Logros en el manejo agronómico del cultivo

Papa *(Solanum tuberosum)*

Manejo de nematodo *Globodera pallida*

Para el año 2005, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), y el Servicio Fitosanitario del Estado (SF) realizaron gestiones para el muestreo y diagnóstico de la plaga *Globodera pallida*; registrándose la ubicación exacta de las plantaciones afectadas. Este trabajo alertó a los productores por su condición de plaga cuarentenaria y de gran impacto en la producción de papa.

Inicialmente se determinaron los umbrales de daño en la planta y se logró identificar que a partir de 13 huevos y larvas de *Globodera pallida* por gramo de suelo seco se tiene una disminución de 21,43% en el rendimiento del cultivo. Además, se determinó que la raza de *Globodera pallida* presente en las plantaciones de papa en Costa Rica es la **P3A**. Este dato sirve para un programa de mejoramiento genético en el cultivo. Entre otras acciones de investigación, se logró determinar que el hongo *Trichoderma* sp fue el mejor tratamiento para reducir poblaciones del nematodo.

Los elementos de manejo de la plaga encontrados hasta el año 2010, han sido de gran importancia para tomar decisiones para aplicaciones de tratamientos químicos o naturales en fincas positivas de acuerdo al nivel crítico de daño. Lo anterior dio como premisa el inicio de un programa de prácticas de manejo al nematodo de *Globodera spp* en Costa Rica.

Entre los años 2015-2019 se evaluaron la mayoría de las prácticas de manejo de la plaga en la Estación Experimental Carlos Durán en Tierra Blanca de Cartago, dando énfasis al manejo integrado de plagas en papa. Entre los logros de las prácticas para el manejo de la plaga destacaron: la rotación con zanahoria y cebolla en áreas infestadas del nematodo, bajando poblaciones de larvas y huevos por debajo del umbral de daño. También con la Solarización utilizando polietileno-tricapa se obtuvo una eficacia del 87%, para la eliminación de quistes infectivos (figura 39). Se completó la estrategia de control con el uso de nematicidas químicos, donde una aplicación de organofosforado y otra de oxamyl a la aporca del cultivo, contribuyeron a bajar la infestación de quistes infectivos, y aplicaciones con otros químicos, con una reducación de la carga química. La rotación con avena (*Avena sativa*), también contribuye a bajar la infestación de la plaga, mediante su efecto alelopático que inhibe el crecimiento de residuos de papa, evitando ser una fuente para desarrollo de la plaga *Globodera* spp.

Figura 39. Montaje de plástico y software Data Loger en la toma de temperatura en dos niveles, debajo del plástico y a 15 cm de profundidad. 2017. Estación Carlos Durán. 2019.

Ñame *(Dioscores spp.)*

Actualmente se sigue utilizando la variedad Diamantes 22, que suple casi el 100% del mercado de exportación de Ñame. El INTA continúa en proceso de evaluación de materiales y limpieza de semilla para brindar a los productores la oportunidad de mantener buenos rendimientos.

Yuca *(Manihot esculenta)*

Semilla de yuca libre de cuero de sapo

La enfermedad del Cuero de Sapo (CS) se manifiesta en las raíces del cultivo de la yuca. Las raíces de plantas enfermas son leñosas, de cáscara gruesa, corchosa y quebradiza, las cuales presentan unas hendiduras en forma de labios, que unidas entre sí, semejan una red o panal. El aumento del grosor de los tallos está relacionado con la falta de acumulación del almidón en las raíces.

Para el control de esta enfermedad, el INTA inició trabajos de investigación desde el año 2013, con el objetivo de identificar el agente causal y sus posibles vectores y con ello buscar alternativas de solución. Para el año 2018, se continuó con los análisis de PCR en raíces y tallo de yuca (*Manihot esculenta*), confirmando la presencia del fitoplasma 16SRIII, causante de la enfermedad de cuero de sapo, además se realizaron los mismos análisis a los insectos de la familia Cicadellidae, donde se confirma que las especies Agrosoma bisperalla, Hortensia similis, Sterillis bicolor, Macunola ventralis, Acusoma sp, Agallia lingula, Planicephalus flavicosta pueden ser portadoras del fitoplasma.

Por lo anterior, se enfocó el trabajo del INTA en la limpieza y multiplicación de la semilla, mediante la utilización de tres técnicas*: In vitro*; Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH); y Microestacas (figura 40). Se dio capacitación sobre la propagación por miniestacas, para que los productores continúen con esta técnica, la cual es de bajo costo y sencilla de realizar. Se utilizó, además, la cámara térmica, la cual es una técnica que por medio de termoterapia (temperatura de 55 °C y riego) se logra limpiar la semilla de yuca de la enfermedad, dicha técnica la viene utilizando el CIAT durante los últimos años. Con este tipo de técnicas, se pretende que grupos organizados puedan producir yuca con altos rendimientos, siendo este un cultivo de exportación y de seguridad alimentaria.

Figura 40. Multiplicación de semilla con la técnica de producción *in vitro (A) y con el* Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH) (B) y por la técnica de microestacas (C).

En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Estación Experimental Los Diamantes (EELD, también se logró mejorar el método de desinfección de explantes para yuca, lo que permitió un 27% más de explantes libres de contaminación, además, se identificó el medio de cultivo óptimo (MC-40), el cual mejoró los resultados en cuanto al desarrollo de los explantes.

Para el año 2017, se entregaron 4000 semillas de yuca libre de cuero de sapo a dos grupos de productores: Asociación de Mujeres Génesis de la zona de Ticaban y grupo de “Mujeres Emprendedoras de Carolina” de Cariari, Pococí, Limón (figura 41). Las participantes fueron capacitadas para producir por macropropagación la semilla de yuca. Una vez multiplicada era distribuida entre sus respectivos miembros para la producción comercial. Se capacitó a las productoras para que internalicen el concepto “lotes de semilla” y hagan previamente una buena selección de la misma.

Figura 41. Entrega de 2000 plantas de semilla de yuca al grupo de Mujeres Emprendedoras de Carolina, Cariari, Pococí, Costa Rica. 2018.

Utilizando estas tecnologías, el INTA ha dedicado esfuerzos para producir lotes semilleros en campo, con el propósito de entregar estacas de semilla limpia a productores. Esto ha permitido rendimientos de más de 18 t/ha (400 quintales/ha) duplicando el promedio obtenido por los productores, además de un producto de mejor calidad, lo que conlleva a una mejora en los ingresos y rentabilidad. La institución ha logrado posicionar el concepto de material de calidad con la propagación de semilla limpia de patógenos, cuyo objetivo es maximizar los ingresos en una menor cantidad de área productiva (figura 42). También se ha logrado satisfacer las exigencias para la exportación, proceso reconocido por la Cámara de Exportadores de Raíces y Tubérculos. Se ha utilizado el uso de semilla limpia proveniente del INTA en diferentes regiones del país como: Región Huetar Norte (Fortuna, Los Chiles, Pital), Región Huetar Caribe (Guácimo, Cariari, Jiménez, Valle de la Estrella) y Región Chorotega (Paquera). Durante el año 2019, se ha logrado entregar material de calidad para un total de 34 000 estacas, beneficiando a más de 100 productores.

Figura 42. Semilla limpia de yuca. Estación Los Diamantes, 2020.

Camote *(Ipomoea batata)*

A partir del año 2018, el INTA ha retomado trabajos de evaluación y selección de materiales, dada la demanda actual por diferentes materiales de altos rendimientos, además de color y forma. Para ello en la Estación Experimental Los Diamantes en Guápiles, se cuenta con una colección de accesiones de camote, compuesta de materiales recolectados en el país, otros provenientes del CIP de Perú y de la colección del CATIE (camotes forrajeros). Se evaluaron variables cuantitativas y cualitativas a nivel de planta, hojas, tallos y raíz reservante durante dos ciclos de cultivo. Adicionalmente, se estudió la presencia de diferentes plagas y enfermedades, con el objetivo de obtener información sobre su comportamiento y afectación al cultivo. También se analizó aspectos agronómicos y de la riqueza de genes que conforman dicho banco. A las accesiones denominadas forrajeras, las cuales a diferencia de las demás, no hacen translocación de almidones a la raíz (no tuberizan), se les realizó el análisis bromatológico como parte del proceso de caracterización, con el fin de determinar las propiedades del follaje para la alimentación animal. Estos resultados permitirán continuar trabajando en prácticas para el manejo agronómico del cultivo.

Unidad Pecuaria

Acciones atinentes a cambio climático

Durante los 20 años de existencia del INTA, se han realizado diversos proyectos y actividades de investigación en pastos y forrajes, alimentación animal, mejoramiento genético y en sistemas de manejo intensivo. Además, se ha trabajado en temas relacionados con cambio climático, específicamente afines a emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), sumideros de carbono en la vegetación y en el suelo de las fincas, y en tecnologías con manejo integrado (pastos, genética, conservación de forrajes, infraestructura, manejo, entre otros), con el fin de que los sistemas pecuarios se adapten y sean más resilientes ante los fenómenos meteorológicos extremos. Además, se han realizado diversas actividades de transferencia de tecnología; todo esto, contribuyendo al mejoramiento de la producción de los sistemas ganaderos ante la variabilidad climática.

En cuanto a pasturas, se han logrado identificar diversos materiales promisorios para las diferentes zonas agroecológicas de nuestro país. Se determinó que el manejo del pastoreo racional con apartos y periodos de pastoreo y rebrote adecuados a las condiciones agroecológicas y de manejo, permite aumentar, no solamente la carga animal y producción por unidad de área (figura 43), sino también mejora la fertilidad del suelo por la incorporación de las heces de los animales y la biomasa foliar senescente de la pastura que queda después del ciclo de pastoreo, lo que incrementa el porcentaje de la materia orgánica y el carbono orgánico retenido en el suelo. Indudablemente, las pasturas mejoradas dentro de un pastoreo rotacional, retienen más carbono por año en el suelo que una pastura natural con un manejo extensivo (cuadro 3). Determinando también, que las pasturas retienen más cantidad de carbono a menos profundidad (figura 44).

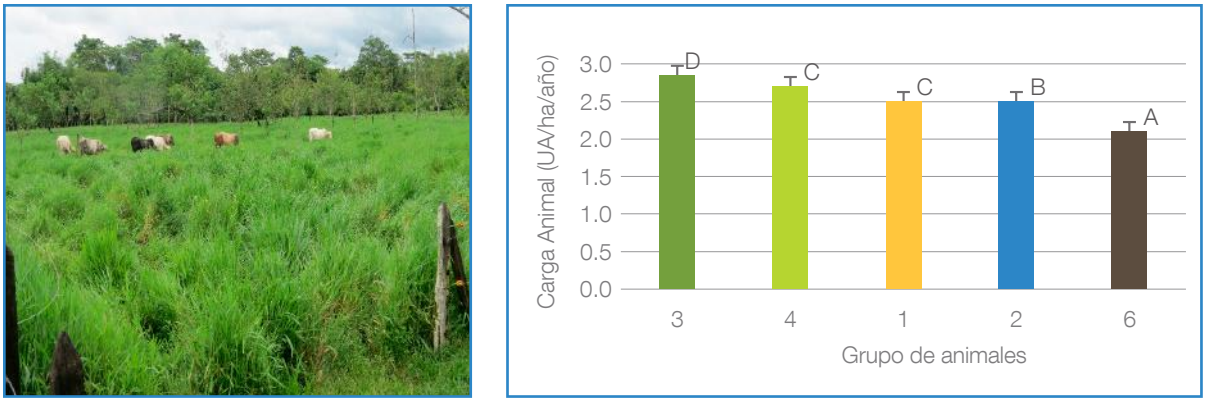

Figura 43. Carga animal de bovinos en pastoreo durante el período 2014-2018, en la Estación Experimental Los Diamantes. Guápiles, Costa Rica.

Cuadro 3. Variación interanual de los contenidos de carbono (C), materia orgánica (MO), densidad aparente (DA) y cantidad carbono orgánico en un suelo (COS) de pastoreo con un cambio de cobertura y manejo.

Variable	Unidad	2012	2014	2015	2016
		Ratana Extensivo	Cayman con PRV		
C	%	1,29 (0,20) a	1,63 (0,20) b	1,58 (0,15) b	1,75 (0,14) c
MO		2,21 (0,37) a	2,81 (0,36) cd	2,72 (0,27) c	3,0 (0,24) d
DA	g/cm^3	1,10 (0,07) a	1,09 (0,06) a	0,78 (0,07) b	0,79 (0,07) b
COS	Mg/ha	14,31 (2,84) a	17,91 (2,89) b	12,37 (1,54) ac	13,85 (1,02) ad

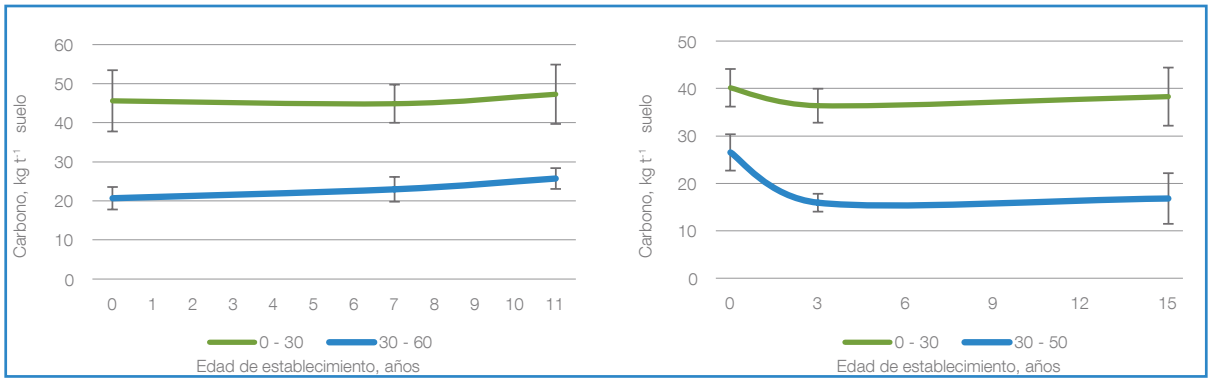

Figura 44. Contenido de carbono orgánico por unidad de suelo según la edad de establecimiento de las pasturas. Guápiles, Limón y Atenas, Alajuela.

Estudios realizados en fincas lecheras cercanas a los macizos del Poás e Irazú, indican que la cobertura de pasturas no afectó el valor de la densidad aparente con respecto a zonas boscosas, y a la vez, aumentó el contenido de carbono en los primeros 20 cm del suelo, así como el contenido del isótopo 13 del carbono ($\delta^{13}C$), el cual indica la proporción del aporte de carbono al suelo hasta en un 45% por parte de las gramíneas que constituyen los alimentos de la dieta de los animales.

En cuanto a mitigación, con la tecnología y métrica validada por la institución en los últimos años, se contribuyó para que en el 2020 la Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada en Ganadería (NAMA-Ganadería) demostrara que en 1400 fincas participantes de esta estrategia se removieran 73.000 toneladas de dióxido de carbono equivalente de la atmósfera. Paralelamente, un estudio realizado en 11 fincas con ganado de carne, distribuidas en las cinco principales regiones del país, mostró que no había diferencias significativas para la densidad aparente del suelo entre pasturas y áreas de bosque adyacentes, tampoco para la cantidad de carbono almacenada en los primeros 30 cm; que muestra la eficiente labor del pasto en la fijación de carbono en el suelo cuando las pasturas son bien manejas. Asimismo, se encontró que cada hectárea de pastura con un manejo racional y pastos mejorados almacena en promedio 86 toneladas de carbono orgánico en los primeros 30 cm del suelo. También se logró determinar que las fincas donde se aplica el NAMA, poseen en promedio 26 árboles/hectárea dentro de las pasturas, y disponen en promedio 0,3 hectáreas de bosque por cada hectárea de pasturas. Por lo tanto, no solo contribuyen a la mitigación, sino que albergan gran cantidad de biodiversidad natural, lo que permite dar respuesta a la sostenibilidad ambiental de los sistemas productivos.

Los anteriores datos han sido presentados en el Plan Nacional de Desarrollo y sustentados mediante la estrategia de Monitoreo, Registro y Verificación (MRV) que realiza la Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria (DNEA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en coordinación con la Unidad Pecuaria del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

En relación a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), se logró determinar el factor de conversión de energía bruta (EB) a metano entérico y las emisiones de metano entérico en vacas y machos cebú, y en vacas de lechería de bajura, todos manejados en pastoreo (figura 45). Los factores de conversión fueron 6,1% y 4,6% de EB a metano y las emisiones en relación con el consumo de MS fueron de 20,0 y 14,5 g CH_4/kg MS para las vacas y machos cebú, respectivamente. Para el caso de las vacas de lechería de bajura, se estimó que para el periodo de lactancia un factor de conversión promedio de 6,5 ± 1% y para las vacas secas de 9,7 ± 4,0; 7,8 ± 1,8 y 6,6 ± 1,8% para vacas Bos taurus, F1 y triple cruce respectivamente, existiendo diferencias significativas entre el primero y el tercero, el segundo no se diferenció de los otros dos grupos.

Figura 45. Bovinos brahman y vacas de lechería de bajura utilizadas para determinar las emisiones de metano entérico. Estación Experimental Los Diamantes, Guápiles.

También, se logró determinar la emisión de N2-N (óxido nitroso) del suelo en pasturas de *Brachiaria híbrido* cv. Cayman (226,57 ± 47,55 mg N_2O-N.ha^{-1}.dia^{-1}), en pasto Ratana (*Ischaemun indicum*) (159,38 ± 47,55 (mg N_2O-N.ha^{-1}.dia^{-1}) y en un Bosque regenerado utilizado como testigo (1167,82 ± 47,55 mg N_2O-N.ha^{-1}.dia^{-1}).

En otro estudio y en condiciones diferentes, se determinó que la época climática mostró ser importante en la emisión de N_2O-N, debido a que los menores valores se determinaron durante el período seco, mientras que los mayores se detectaron durante el período de lluvias siendo similares entre sí en las restantes épocas. En consecuencia, el patrón de emisión es claro ya que esta es superior durante la época lluviosa (figura 46).

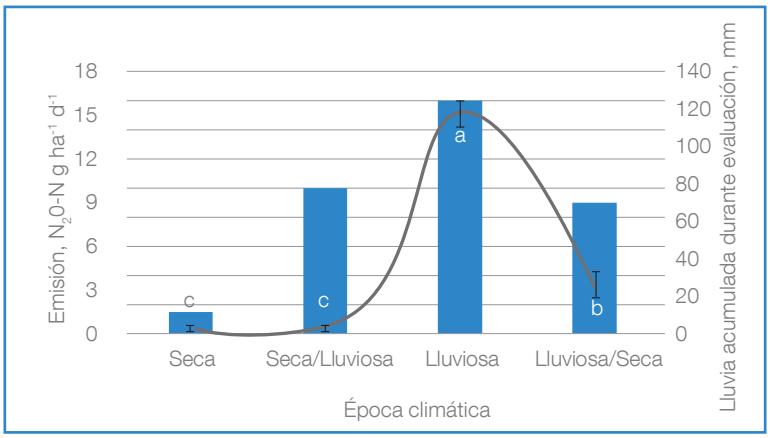

Figura 46. Emisión de óxido nitroso, según época climática, en un suelo cubierto con gramínea en pastoreo.

Importante resaltar, que todos estos factores se están utilizando para estimar los valores nacionales de emisión del sector pecuario, dicha información forma parte del Inventario Nacional de Gases con Efecto Invernadero, documento que Costa Rica tiene que reportar a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. Con los trabajos

desarrollados por el INTA, se ha logrado disminuir la incertidumbre de los datos reportados, lo cual da mayor certeza a los reportes nacionales provenientes del sector agropecuario.

Otro logro importante del INTA, es que las investigaciones y validaciones realizadas, han permitido desarrollar y elaborar métrica (MRV), implementando tecnología novedosa tanto para la cuantificación del COS (Carbono Orgánico Suelo) como de la emisión de GEI (Gases Efecto Invernadero) y contribuir con estudios de balance de GEI, en diferentes actividades agropecuarias. Todos estos estudios, cumplen con un objetivo trascendental en la política de descarbonización de la economía, con el Plan Nacional de Desarrollo, con la Estrategia de Ganadería Baja en Carbono, y con los objetivos del desarrollo sostenible.

También se logró determinar, que los bancos forrajeros conformados por gramíneas y leguminosas arbustivas, raíces, cereales, y otras plantas forrajeras suministrados como forraje fresco o conservado (figura 47), son opciones tecnológicas de alimentación animal que incrementan la carga animal y la producción de las fincas, además, contribuyen a contrarrestar los efectos negativos del cambio climático. Un ejemplo de esto es el banco forrajero de botón de oro (*Tithonia diversifica*), el cual contribuye a la alimentación del ganado y secuestra hasta 19 toneladas de carbono atmosférico por hectárea por año, almacenándose en el tocón y en las raíces.

Figura 47. Banco forrajero y multiplicación de semilla de arbústos y gramíneas para forrajes.

Debido a estos y otros resultados relacionados a las actividades pecuarias, el INTA ha logrado poner a disposición de productores, semilla de gramíneas y arbustos forrajeros, variedades de maíz y yuca amarga para la alimentación animal de rumiantes y cerdos, lo que contribuye a la resiliencia de los sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.

En cuanto a mejoramiento genético bovino, desde el 2005 en que se obtuvo los primeros valores genéticos del hato, se inició con el proceso de selección, tanto de las vacas como los toros de pie de cría. Inicialmente se encontraron animales con valores genéticos negativos y conforme han pasado los años, el progreso genético del hato ha ido creciendo, de tal forma que a partir del 2012 el crecimiento ha sido constante, con sus variaciones, pero superior al promedio nacional (figura 48).

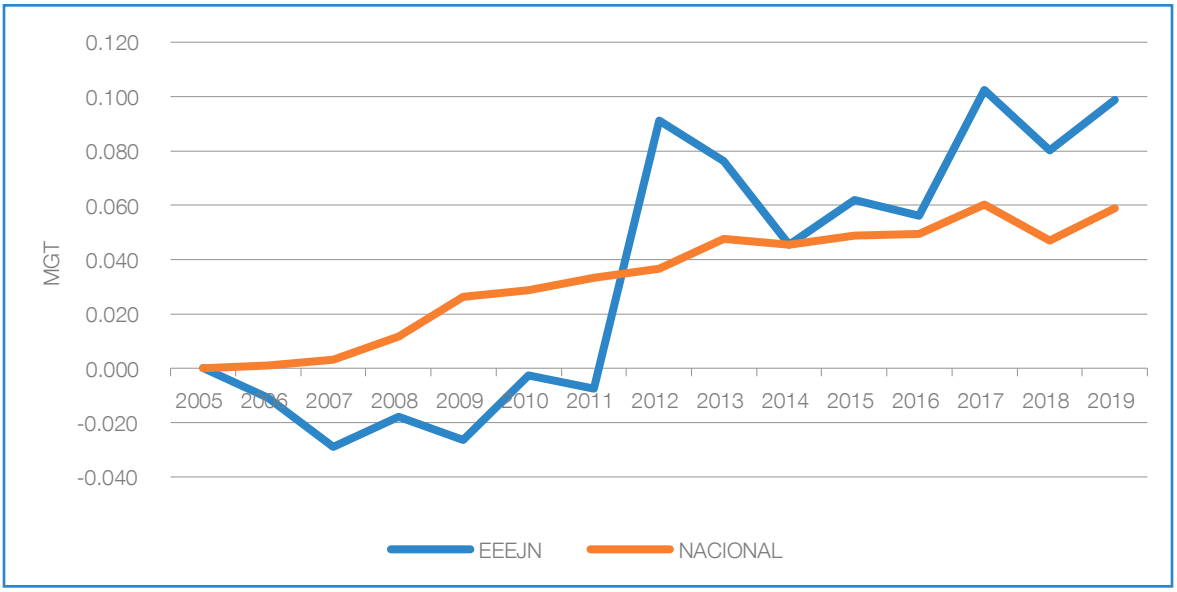

Figura 48. Tendencia del Mérito Genético Total (MGT) del hato Brahman de la EEEJN y el promedio nacional.

Otro logro importante relacionado con la genética, es que se determinó que los bovinos F1 (Bos Taurus x Bos Indicus), alcanzan mejores rendimientos en ganancias de peso que las razas puras. En cuanto a pesos al destete no ajustados, las crías F1 fueron superiores a las del Brahman en un 15,3%. Las hembras F1 tuvieron pesos de destete ligeramente mayores que los machos, caso contrario fue lo que ocurrió con el Brahman (cuadro 4).

Cuadro 4. Peso al nacimiento y al destete de animales F1 (Brahman x Charolais) vs Brahama contemporáneos en fincas ubicadas en San Vito y Jicaral de Puntarenas.

Parámetro	F1 (Brahman x Charolais)	Brahman contemporáneo	Diferencia
Peso destete hembras (kg PV)	172,0	144,8	27,2
Peso destete machos (kg PV)	167,0	152,3	14,7
Peso promedio destete (kg PV)	169,6	147,4	22,2
Mortalidad (%)	8,7	9,1	-0,4

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

Con trabajos realizados por el INTA, se han logrado identificar las principales tecnologías que contribuyen a reducir la emisión de los GEI y aumentar la adaptación a los efectos del cambio climático, entre ellas están: el manejo del pastoreo racional con apartos y pasturas mejoradas, la conservación y suplementación forrajera, los biotipos de animales adaptados al clima y el manejo de las excretas y purines; dejando claro que los componentes genético, alimentación-nutritivo y reproductivo; deben manejarse de forma integral para que el sistema sea sostenible.

Manejo Bancos Forrajeros

El INTA en sus Estaciones Experimentales dispone de bancos de germoplasma de especies de alta calidad como fuentes de fibra, proteína y energía. Actualmente, se cuenta con material vegetativo de: botón de oro (*Tithonia diversifolia*), cratylia (*Cratylia sp*), morera (*Morus alba*), nacedero (*Trichantera gigantea*) y caña forrajera (*Saccharum officinarum*).

Por su composición nutricional alta en proteína (22-34%) y su DIVMS (Digestibilidad *in Vitro* de la materia seca) de 82% a los 45 días de rebrote, los bancos forrajeros de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) son una excelente alternativa para la alimentación animal y puede incluirse en las dietas en un 25%, y sustituir los alimentos concentrados hasta en un 35% en lechería especializada. En sistemas de lechería de bajura y producción de carne puede sustituir el concentrado por completo y además se probó que las emisiones de metano entérico en animales que consumen botón de oro en su dieta, pueden disminuir hasta en un 30%.

También se estudió la degradación ruminal "*in situ*" de la MS del forraje botón de oro y su efecto sobre la emisión de metano entérico en animales fistulados. Los resultados mostraron que bovinos consumiendo hasta un 20% de la dieta en términos de materia seca (MS) obtienen una disminución de hasta un 30% en las emisiones de metano entérico, en comparación a animales que no recibieron este suplemento forrajero. Además del efecto benéfico identificado en cuanto a mitigación de gases de efecto invernadero, es importante resaltar la digestibilidad de la MS (85%) y su contenido de PC (18 a 34%) según fertilidad del suelo.

Una hectárea de botón de oro produce hasta 36 t/ha de MS (tonelada/hectárea de materia seca) y puede alimentar 50 animales por año, con un consumo promedio diario de 10 kg/ animal.

Con base en estos resultados, se dispone de bancos forrajeros para la entrega de semilla vegetativa a productores ganaderos del país, y otros interesados (figura 49). En los últimos años se han entregado 456520 estacas, para la implementación de bancos forrajeros en los sistemas de producción ganaderos y también para trabajos de investigación en las Universidades Estatales.

Figura 49. Banco forrajero (botón de oro y nacedero) en la Estación Experimental La Managua, Quepos. 2017.

También a partir del año 2015, se evaluó mediante una parcela de validación, el comportamiento del pasto de corte Cuba OM22 (*Pennisetum sp*), en la Garita de Alajuela (figura 50). Para el 2016 y 2017 se determinó que la producción de biomasa verde presenta una media de 230 t/ha/año, lo cual corresponde a 43,24 t/ha/año de MS a 60 días, con contenidos de 13% PC y 18,8% MS.

Figura 50. Pasto cuba OM 22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) en La Garita, Alajuela. 2018.

Dentro de la búsqueda de alternativas forrajeras para la alimentación de rumiantes, se evaluó en cuatro localidades representativas de las regiones Central Oriental, Pacífico Central, Huetar Norte y Huetar Caribe, el potencial de uso de variedades costarricenses de maíz (EJN2, Los Diamantes 8843, JSáenz y UPIAV-G6) para ser utilizadas y conservadas mediante la técnica del ensilaje. Los sitios estuvieron ubicados entre los 10 y 1000 metros de altitud; por otro lado, los rendimientos encontrados oscilaron entre 14 y 17 t/ha de MS, con promedios de 28,5; 8,5 y 54% de MS (materia seca), PC (proteína cruda) y FND (fuente neutra detergente), respectivamente. Estas variedades del INTA presentan gran potencial para ensilar, ya que alcanzaron valores de pH inferiores a 4, bajos contenidos de N-amoniacal (1,7 a 2%) y altas concentraciones de ácido láctico (4 a 9%). Con los resultados obtenidos, se logró determinar que con una hectárea de maíz para forraje puede suplementarse a 50 vacas en ordeño o novillos de engorde durante un periodo de 90 días, suministrando a cada animal 8 kg de ensilado/día, a un costo de ¢ 19/kg de ensilaje equivalente a ¢ 68/kg de MS (figura 51).

Figura 51. Maíz forrajero para ensilaje.

Prácticas de ensilaje

Durante el 2001 al 2007 el INTA, se enfocó en evaluar diferentes materiales con potencial para ensilaje comercial, para determinar sus características en cuanto a manejo, procesamiento y utilización de ensilajes de pulpa de naranja, maíz, y mezclas con otras forrajeras y pastos de corte, utilizándose en vacas de cría, toretes en pastoreo, toretes estabulados, vacas de doble propósito y vacas especializadas de leche. Los resultados demostraron que con esta práctica y materiales se mejoran la producción y reproducción, se eleva la carga animal, se reduce el pisoteo de las pasturas en periodos de temporales, así como se reducen los costos de producción, se mejora el bienestar animal y la condición corporal. También se reduce la mano de obra y el esfuerzo y aumenta el tiempo disponible del productor.

Todo lo anterior se confirmó, demostró, capacitó y difundió la utilidad de estos ensilajes en los sistemas de producción bovina, no solo como alternativa alimenticia para épocas críticas por falta de alimentos, principalmente de escasez de forraje en las pasturas, como es el caso extremo de la época seca en el trópico seco, o excesos de lluvias y nubosidad en el trópico húmedo, sino que en tiempos supuestamente normales desde el punto de vista agro-climático, los animales mantienen sus requerimientos o los incrementan, mientras que la producción de materia seca y nutrientes en las pasturas es errática, generándose, deficiencias e ineficiencias, en la producción (figura 52). Los ensilajes complementan las pasturas en cantidad y calidad, mejorando la utilización de las pasturas y la respuesta animal.

Figura 52. Prácticas de ensilaje como alternativa para alimentación animal.

Producción de heno de alta calidad

Durante el periodo 1998-2007 se desarrolló tecnología para la producción de heno de calidad para condiciones de riego en el Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT), con base en pasto Transvala (*Digitaria erianthra*) solo y asociado con la leguminosa maní forrajero (INTA-Falconiana). En el año 2001 existía solo un productor con cuatro hectáreas con tecnología no probada. La nueva tecnología desarrollada en la EEEJN (1998-2001) se extendió del 2004 al 2010, a lo largo y ancho de los asentamientos campesinos ubicados en esta zona de riego, llegando a alcanzar cerca de 1000 hectáreas en el 2008, estabilizándose actualmente en aproximadamente 600 ha. La asociación de pasto transvala/mani forrajero llegó a alcanzar las 100 hectáreas en el 2007, pero por una situación de costos y no diferenciación de mercados, este tipo de heno, el cual era, de mucha más calidad, prácticamente desapareció. Sin embargo, se logró finalmente impactar la zona de producción y el consumo con un heno de calidad intermedia a base de pasto transvala puro, bajo riego, superior a la calidad del heno de transvala de secano en más de un 4% en promedio de proteína cruda, por un mejor control de la edad de rebrote.

Actualmente esta tecnología utilizada en el DRAT coloca en el mercado aproximadamente 600 mil pacas (18 kg promedio) anuales, equivalentes a 11 mil toneladas de heno y a cerca

del 20% de la producción nacional de este forraje, con un valor comercial aproximado a los ¢ 1 800 millones de colones (USA$ 3,0 millones anuales). Los principales beneficiarios de esta tecnología son productores del DRAT y productores principalmente de las zonas altas especializadas en leche. Aunque este forraje es de alto costo para la producción bovina, si representa una fibra de buena calidad para el desarrollo del rumen de terneras de reemplazo y para vacas en producción, en la tonificación y buen funcionamiento del rumen de animales con altos consumos de concentrado.

Mejorando la eficiencia de los sistemas de producción bovina, por medio de la capacitación de técnicos y productores

Entre 2009-2012 se realizaron 24 cursos sobre ganadería de leche, doble propósito y engorde en diferentes fincas y regiones del país, dirigidos principalmente a técnicos del área pecuaria de Costa Rica, tanto del sector público como privado. Sus dos objetivos principales fueron: a) homogenizar conceptos en el manejo integral y apropiado de estos sistemas de producción con el fin de mejorar la eficiencia de la producción y b) capacitar a técnicos como efecto multiplicador a nivel nacional. Cien personas entre técnicos y productores de avanzada en su conjunto, fueron capacitados. En total hubo 1000 participaciones, 144 charlas, 24 prácticas y 94 expositores (INTA, MAG, Dos Pinos, UCR, UNA, CORFOGA, CNPLeche; SENASA, COLONO, ITCR, Escuela de Ganadería, INA, CATIE, consultores privados, empresas comerciales, entre otros); 23 visitas a fincas y prácticas y 24 debates al final de cada curso.

Manejo de pasturas

Las pasturas, su establecimiento y manejo, en su conjunto es un componente clave en la ganadería bovina. Los resultados indican su importancia, pero también que no es suficiente, para alcanzar por sí solo, la productividad, eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de producción. Esta serie de trabajos de investigación, que se realizaron durante estos 20 años, evidencian la importancia de garantizar primero que nada el éxito en su establecimiento, producto de una buena preparación del suelo y cuidados en su siembra. Lo anterior debe acompañarse de una alta calidad de la semilla (figura 53).

Figura 53. Capacitación a productores y técnicos en manejo de pasturas.

Yucas amargas en alimentación animal

Las variedades de yucas amargas constituyen una alternativa en la alimentación animal, tanto de monogástricos como rumiantes, ya sea para la producción de harina a partir de la raíz como fuente energética en la sustitución del maíz amarillo para la formulación de dietas, o como fuente de proteína a partir del follaje.

Desde el año 2007 se dispuso de materiales de yuca procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia para uso en alimentación humana y animal. Con estos materiales se inició un proceso de evaluación y para el año 2011, se evaluaron tres variedades (CM 7951-5, CM 7514-8, SM 805-15) junto a la variedad colectada en Los Chiles de Alajuela denominada “Los Lirios”.

Los Lirios mostró el mayor volumen y peso de follaje en las localidades evaluadas, por lo que presenta un gran potencial para usarse como follaje verde fresco o en ensilaje; la variedad SM 805-15 mostró el mayor peso de raíces totales en la mayoría de localidades y un alto contenido de materia seca ideal para la producción de harina de yuca, siendo una segunda opción, la variedad CM 7514-8.

Dentro de estas actividades de evaluación y selección, realizadas en diferentes regiones del país, se identificaron cuatro variedades de yuca amarga (consumo animal), que se seleccionaron como promisorias desde el punto de vista agronómico y de producción/adaptación, resultando en producciones de raíz entre 40 a 80 toneladas por hectárea. Para el año 2013 se iniciaron los procesos y evaluaciones pertinentes para su procesamiento como harina para sustituir el maíz en concentrados o como ensilaje.

Por el gran potencial mostrado de producción de energía para los animales, con 40 mil hectáreas de yuca amarga se podría cubrir la totalidad de las 700 mil toneladas de maíz amarillo importado equivalente (en promedio 10 vs 6 toneladas de nutrientes digestibles totales por hectárea a favor de la yuca) y costos, es factible hacer uso de este cultivo de inmediato en la alimentación animal, en forma de ensilaje (figura 54).

El consumo de 5 kg de ensilaje de yuca amarga equivale a 2 kg de maíz amarillo ó 2,2 kg de concentrado, lo cual ahorraría a precios de hoy, entre ¢300 a ¢600 por animal por día. Es factible aumentar el consumo a más de 5 kg por día por animal con manejos recomendados, lo cual ampliaría aún más ese ahorro diario. Gracias a todos estos estudios realizados y sus resultados y mediante una alianza público-privada, se está haciendo un esfuerzo para poner en manos de muchos productores de bovinos y de cerdos, suficiente semilla para que en el mediano plazo el sector cuente con la suficiente área y producción de yuca amarga para la reducción significativa de costos de producción. Se espera alcanzar las 15 mil hectáreas de este cultivo en un plazo máximo de 10 años, con una producción equivalente al 40% del maíz importado hoy, lo cual ahorraría al país cerca de los $70 a $100 millones anuales, quedando en los bolsillos de los productores de leche, cerdos y engorde de ganado, por la sustitución del maíz.

Figura 54. Producción, ensilaje y suplementación con ensilaje de yuca amarga.

Sistemas Integrados Sostenibles

Plataforma Regional para la Innovación en Ganadería Sostenible. Fase I, 2013-2017. Fase II, 2018-2021.

La implementación y el seguimiento de sistemas intensivos sostenibles de ganadería de cría comercial, lechería tropical y engorde estabulado en seis fincas distribuidas en las zonas bajas del país, permitieron desarrollar junto a los productores y técnicos, a través de intercambios, días de campo y charlas, basados en esta experiencias, conocimiento e información socio-económica, técnica y ambiental, que indica que, estos sistemas pueden ser rentables, competitivos y sostenibles.

Los elementos tecnológicos claves para un manejo integral sostenible son: el manejo rotacional de las pasturas y la suplementación (proteico-energética-mineral) rutinaria con alimentos principalmente de la finca, permiten un estado nutricional de los animales deseable. La salud reproductiva de inmediato reacciona positivamente alcanzando tasas máximas de respuesta al agregársele el manejo estratégico basado en la atención veterinaria, inseminación artificial, cruzamientos terminales en caso de cría y de perfiles genéticos adecuados a las condiciones del trópico bajo, en el caso de doble propósito o lechería tropical. Adicionalmente, la atención en la genética hacia un perfil genético animal más definido y apropiado, son los factores claves a considerar para una finca guiada hacia la eficiencia productiva (figura 55).

Figura 55. Manejo integral sostenible de producción de ganado de cría comercial. Componentes claves e interacciones en el sistema de producción intensivo sostenible de bovinos de cría comercial. Liberia, Costa Rica. 2017. Fuente: Jorge Morales.

Hasta aquí tecnología y manejo, son fundamentales, pero no suficientes para la sostenibilidad social, económica y ambiental del productor y de la finca. Partiendo de que los precios de su producto son aceptables, el siguiente paso es la escala de producción. Los resultados indicaron que, contando con tecnología y manejo, una finca especializada de cría comercial debe producir anualmente, 150 o más terneros al destete con un peso mínimo de 200 kg. Una lechería de bajura debería producir 300 kg o más de leche diaria y un engorde estabulado o bajo pastoreo suplementado, sobre los 150 animales gordos anualmente. Por tanto, la especialización productiva requiere sobre las 10 hectáreas útiles, en lechería, sobre las 75 ha en cría y en engorde según sistema estabulado (más de 10 ha) o de pastoreo (más de 100 ha). Si no se dispone de suficiente área, una opción es alquilar, y la compra la indicará el éxito de la empresa en algún momento.

Fincas más pequeñas tienen opciones más sostenibles que las especializadas a través de la producción diversificada y a base, al menos inicialmente, de mano de obra familiar. (Agricultura Familiar). Toda esta información, así descrita, ha sido llevada a cientos de ganaderos y técnicos a través principalmente de más de 100 actividades de difusión con charlas,

talleres, intercambios y difusión radial, en los últimos tres años a partir de la comprensión, el conocimiento e información, generada por los Modelos Intensivos Sostenibles de Ganadería Bovina (MIS) (figura 56). El impacto de estos modelos y capacitaciones se han reflejado en las acciones del NAMA Ganadería, donde han adoptado este modelo integral sostenible.

Figura 56. Día de campo en sistemas intensivos de ganadería. Cariari, 2017.

El ganadero y el manejo que éste dé a estos componentes, tiene más impacto en la productividad, eficiencia, costos y sostenibilidad de los sistemas de producción que cualquier tecnología individual aplicada en forma aislada (figura 57). Estos resultados han sido utilizados en transferencia de tecnología durante estos 20 años y particularmente utilizados en capacitación a técnicos para mejorar la eficiencia de los sistemas de producción que ha demostrado que la ganadería de cría comercial y la lechería de las bajuras puede ser sostenible, rentable y competitiva (cuadro 5).

Figura 57. Genética hibrida utilizada Finca Cañas Dulces. 2019.

Cuadro 5. Cambio en los indicadores ante intervención de un sistema tradicional a un Manejo Integrado Sostenible para cría (2013-2019).

Año	Comp.	2013	2014	2015	2016	2017	2018*	2019**
Área ha	**Tamaño**	120	120	120	120	120	120	120
N°Apar.	**Alimen.**	8	46	46	46	46	46	46
Car. an.	**Manejo**	0.89	1,1	1,5	1,8	2,1	2,0	2,1
% Paric.	**Reprod.**	55	60	65	70	76	76	76
kg dest	**Genxrep**	154	165	175	200	225	225	225
N°vacas	**Escala**	90	110	140	160	190	170	190
N° crías	**Escala**	50	66	91	112	144	129	137
¢ bruto	**Rent.**	7	18	24	32,9	35	28,1	26,2

Servicios y Productos del INTA

Transferencia de tecnología

El INTA dispone de una estrategia clara de transferencia de tecnología basada en la gestión de conocimiento, desarrollo de competencias, uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), que se complementan con las publicaciones y la Plataforma PLATICAR, las cuales en su conjunto fomentan a la toma de decisiones informadas en los productores y con ello mejorar la calidad de vida de las familias rurales. La estrategia integra un conjunto de procesos y herramientas que promueven la comprensión de las opciones tecnológicas y con ello acortar los tiempos de adopción de las tecnologías.

El enfoque metodológico de la transferencia de tecnología se realizada por medio de la gestión de conocimiento, con procesos horizontales, participativos, aprender haciendo, dando énfasis al intercambio de conocimiento y comprensión de las tecnologías. Estos procesos de gestión de conocimiento, en conjunto con la Plataforma PLATICAR, promueven el aprendizaje y la comprensión de las tecnologías y la capacidad de los usuarios para la toma de decisiones informadas y el desarrollo de nuevas competencias en productores y técnicos del sector agropecuario (figura 58).

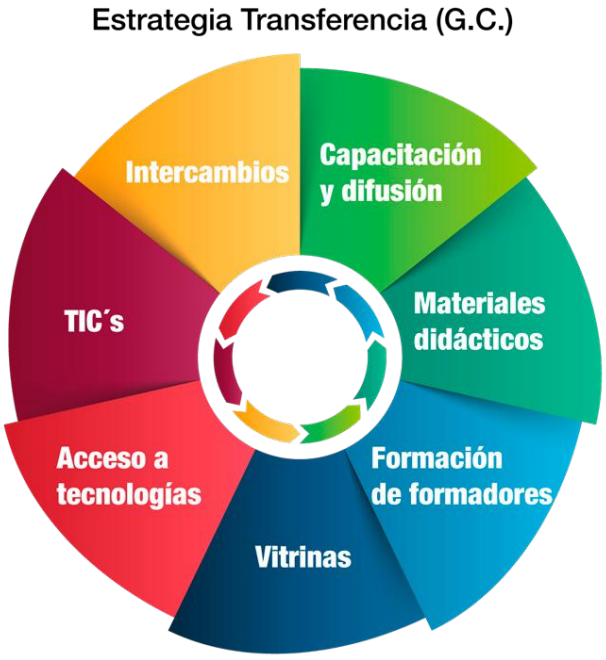

Figura 58. Estrategia de transferencia de tecnología del INTA.

Capacitación y difusión de la tecnología

En el marco de la estrategia de transferencia de tecnología se desarrollaron actividades de capacitación cuya finalidad fue desarrollar capacidades en técnicos y productores. Por su parte las actividades de difusión tuvieron como finalidad informar y sensibilizar sobre una determina práctica o tecnología. Los instructores de las actividades fueron en su mayoría funcionarios del INTA. También se articuló y trabajó con socios estratégicos quienes igualmente apoyaron estos procesos de capacitación y difusión.

Se dio respuesta a demandas concretas provenientes de las regiones del país y que se coordinaron con el Servicio de Extensión del Ministerio de Agricultura y Ganadería para su ejecución. Los principales beneficiarios fueron los pequeños y medianos productores, además de extensionistas y técnicos del sector público y privado. En términos generales un 30% correspondió a la participación de mujeres y un 70% a hombres. La relación entre productores y técnicos a su vez fue de 75% productores y 25% técnicos.

En el periodo comprendido entre 2002-2010, se transfirieron tecnologías a 31.763 personas para un promedio de 3000 personas participantes por año en actividades de capacitación y difusión. Por su parte durante el periodo 2011-2020 han participado un total de 35.363 personas, para un total de 67.126 personas capacitadas o informadas en tecnologías agropecuarias (figura 59).

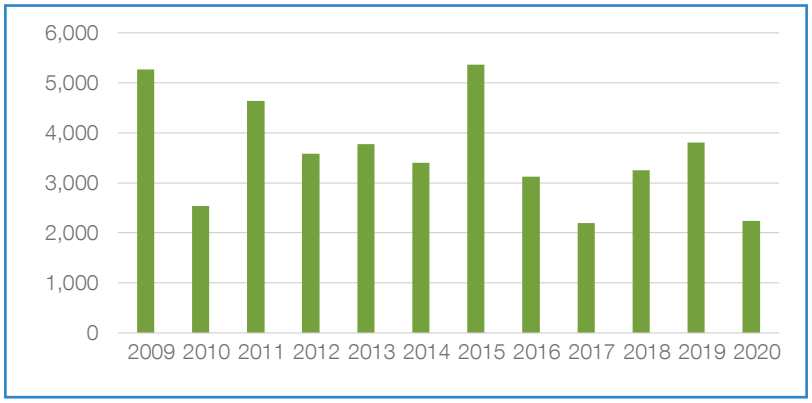

Figura 59. Número de participantes en actividades de transferencia realizadas por el INTA, en el periodo 2009-2020.

Como se observa en la figura 59, hay años que presentan una mayor participación (2009, 2011, 2015 y 2019), ello coincide con la ejecución de proyectos específicos de transferencia de tecnología para esos periodos. Las metodologías y herramientas se aplicaron de manera diferenciada de acuerdo a los objetivos que se buscaban abordar con las actividades de transferencia (figuras 60, 61 y 62).

Figura 60. Día de campo en el cultivo de papa. Estación Experimental Carlos Durán.

Figura 61. Intercambio entre técnicos y productores de Colombia, República Dominicana y Costa Rica. Estación Experimental Los Diamantes.

Figura 62. Día de campo en sistemas integrados sostenibles en ganadería de engorde. Región Brunca, Costa Rica.

Publicaciones

Uno de los mecanismos para sistematizar y difundir las opciones tecnologías generadas por el INTA es la elaboración y publicación de documentos científicos y técnicos en diferentes formatos. En el periodo comprendido entre los años 2009 al 2020, se lograron publicar 160 documentos, de los cuales 57 (36%) corresponden a publicaciones desarrolladas en el marco de proyectos.

El INTA dispone de una revista científica que tiene como nombre “Alcances Tecnológicos”, la cual inició su primera publicación en el año 2003 y fue hasta el año 2016 que logró su indexación en LATINDEX. Para el año 2019 se logró desarrollar en formato virtual en OJS.

La INFOTECA en la Plataforma PLATICAR (www.inta.go.cr) es el repositorio institucional donde, se pone a disposición de manera gratuita el acervo científico y técnico. Para el 2020 se contaba con 363 documentos de apoyo a la transferencia de tecnología (figura 63).

Figura 63. Acervo técnico del INTA en la Plataforma PLATICAR. 2019.

Para el año 2010 se lograron publicar nueve documentos, con una tendencia al incremento a través de los años, hasta llegar a publicar 16 nuevos documentos en el año 2015, que representó un incremento del 90 % (figura 64).

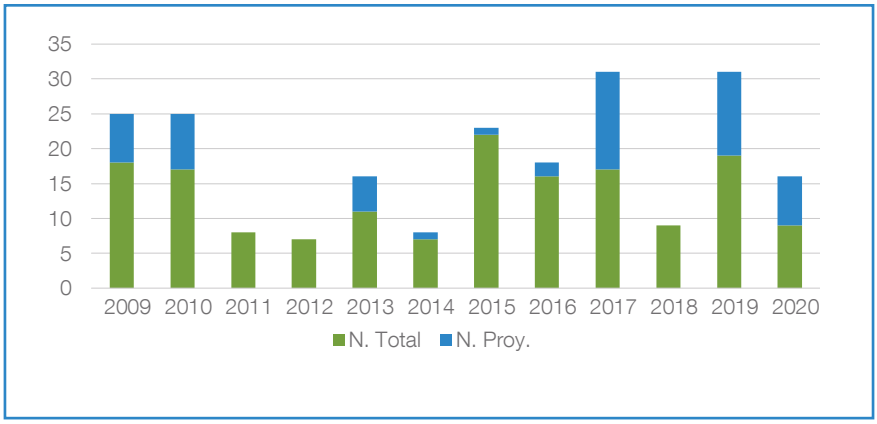

Figura 64. Comportamiento de las publicaciones del INTA en el periodo 2009-2020.

Los funcionarios del INTA realizaron esfuerzos para elaborar 24 Manuales de Recomendaciones Técnicas, de los cuales 19 documentos corresponden a temas agrícolas y cinco al área pecuaria (figura 65 y cuadro 6).

Figura 65. Manuales de Recomendaciones técnicas en granos básicos. 2009.

Cuadro 6. Manuales de Recomendaciones Técnicos publicados por el INTA en el periodo 2009-2020.

Rubro	Nombre del documento	Año
Maíz	Manual de recomendaciones técnicos Cultivo de Maíz	2009
Frijol	Manual de recomendaciones técnicos Cultivo de frijol	2009
Arroz	Manual de recomendaciones técnicos Cultivo de Arroz	2009
Maíz	Manual de Producción de semilla de maíz	2009

Rubro	Nombre del documento	Año
Tomate	Manual de recomendaciones técnicos Cultivo de Tomate	2016
Papa	Manual de recomendaciones técnicos Cultivo de Papa	2017
Yuca	Manual de recomendaciones técnicos Cultivo de Yuca	2017
Palmito	Manual de recomendaciones en cultivo de Palmito Pejibaye	2010
Chile Dulce	Manual de recomendaciones en el cultivo de chile	2010
Chile Dulce	Manual técnico basado en experiencias con el híbrido "Dulcitico" (*Capsicum annum*).	2018
Cebolla	Manual de recomendaciones para el cultivo de Cebolla	2012
Mango	Manual para el cultivo de mango en Costa Rica	2010
Aguacate	Memoria curso Manejo agronómico de Aguacate	2015
Piña	Manual de técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de la piña	2013
Ñame	Manual de recomendaciones cultivo de Ñame	2020
Mucuna y Carnavalia	Manual Uso y producción de Mucuna y Carnavalia en terrenos de descanso	2020
Ñame Blanco	Manual Producción de semilla entera de Ñame Blanco	2020
Camote	Manual de recomendaciones cultivo de Camote	2020
Aráceas	Manual de Aráceas	2020
Ganadería	Manual de manejo sistemas intensivos sostenibles de ganadería de cría-2017	2017
Ganadería	Manual de manejo sistemas intensivos sostenibles de ganadería leche-2017	2017
Ganadería	Manual de manejo sistemas intensivos sostenibles de ganadería engorde-2017	2017
Ganadería	Sistemas intensivos sostenibles de producción de carne como estrategia para enfrentar el cambio climático-2017	2017
Ganadería	La Caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) y su uso en ganadería	2011

Revista Alcances Tecnológicos

Del año 2003 al 2021, se han publicado quince ediciones de la revista del INTA “Alcances Tecnológicos”. Contando ésta con indexación de LATINDEX a partir del año 2016 y manteniéndose hasta la actualidad. Es importante mencionar que, desde enero 2019 a la fecha, la revista cuenta con **7606** usuarios que han consultado **26342** páginas y los países que acceden regularmente y en orden por cantidad de accesos, son los siguientes: Costa Rica, Estados Unidos, Colombia, México, Perú, Ecuador, Chile, Venezuela, Argentina, Alemania.

Uno de los requisitos para mantener la indexación con el sistema LATINDEX que se tiene desde el año 2016, era disponer de una interface en línea. Se procedió con la construcción de la interface electrónica de la revista, la cual fue desarrollada en Open Journal Systems (OJS) un software de código abierto, desarrollado para el proceso de gestión editorial de revistas científicas. La revista está en línea, de acceso libre y disponible en la web del INTA (figura 66).

Figura 66. *http://revista.inta.go.cr/index.php/alcances_tecnologicos/issue/view/15*

En la figura 67, se observa que a través de todo el período de publicación (2003 al 2021) ha habido participación de autores externos al INTA, sin embargo, esa participación es bastante baja en relación con la participación de autores INTA. La proporción promedio de participación por edición es de 2:1.

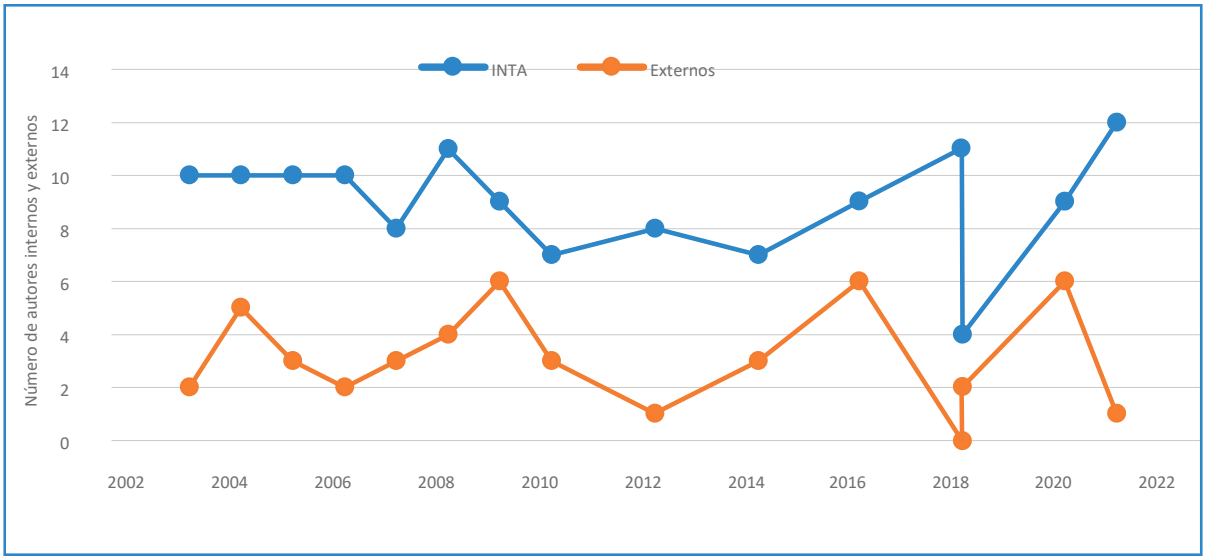

Figura 67. Autores INTA versus autores externos por cada edición publicada de la revista Alcances Tecnológicos. Periodo 2003-2021.

Del año 2003 al 2014, se dio un descenso generalizado en la elaboración de publicaciones. A partir del año 2016 en adelante, se observa un aumento en las publicaciones de la revista, que se favoreció con la indexación de la misma (2016), lo cual le dió un respaldo ante la comunidad científica (figura 68). Se resalta que para el año 2018 hubo dos publicaciones de la revista, ya que una de éstas correspondió a una edición especial de investigaciones del INTA en el tema de cambio climático.

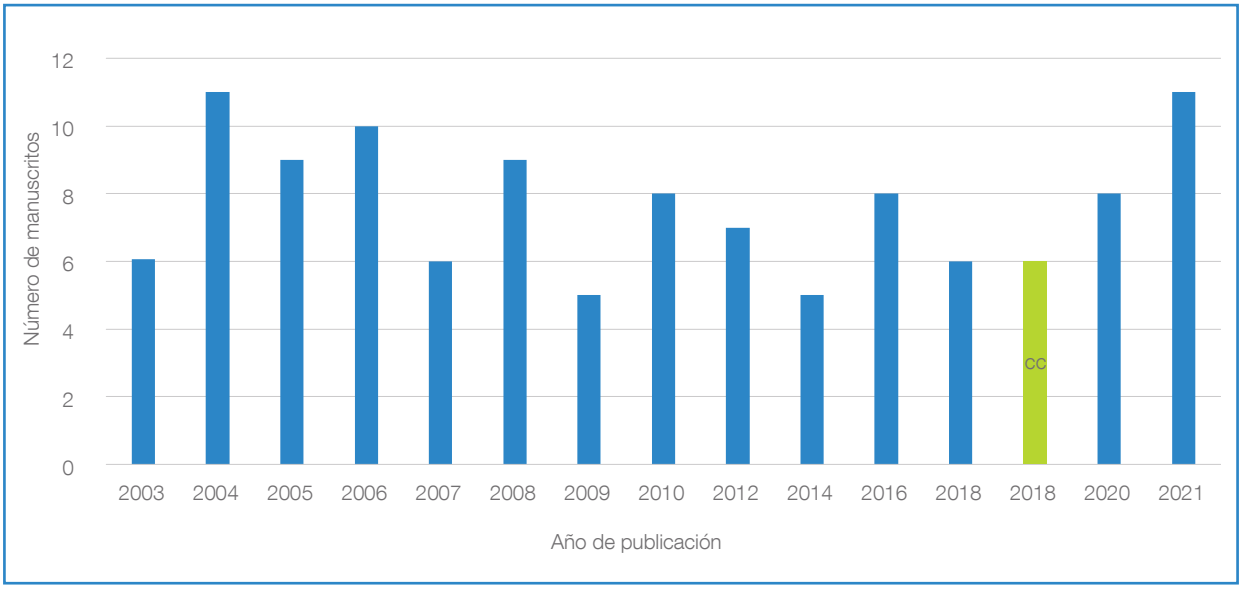

Figura 68. Número de manuscritos publicados por cada edición publicada de la revista Alcances Tecnológicos. Periodo 2003-2021.

Como se observa en la figura 69, existen una serie de temas en los cuales se han enfocado las publicaciones del INTA durante el periodo en mención (2003 – 2021). Temas de ganadería (pecuario con énfasis en cambio climático) y hortalizas han estado presentes en todas las ediciones de la revista desde sus inicios, seguido por frutales (11), biotecnología (8), granos básicos (7) y suelos (6) que también mantienen una constante de publicación. Otros temas están relacionados con la gestión del conocimiento y la propiedad intelectual.

Las publicaciones son productos de diseminación que promueven el acceso y disponibilidad de las tecnologías y con ello el intercambio y creación de conocimiento, tanto científico como de aplicación práctica para que productores, extensionistas e investigadores puedan tomar decisiones informadas.

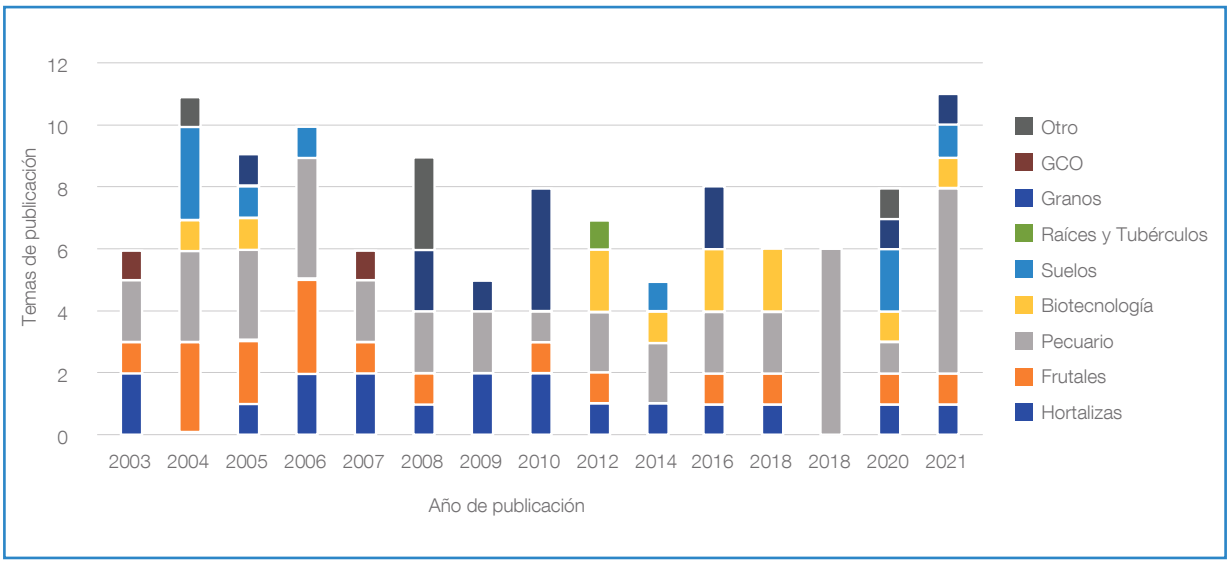

Figura 69. Temas de publicación por edición de la revisa Alcances Tecnológicos. Periodo 2003-2021.

Plataforma Platicar

PLATICAR es la plataforma de gestión de conocimiento para apoyar la transferencia de tecnología del INTA de Costa Rica. La Plataforma PLATICAR es un ecosistema de cocimiento desarrollado participativamente por productores, extensionistas e investigadores, basado en procesos de comunicación para el desarrollo y gestión de conocimiento, que ha logrado que los tiempos de adopción de las tecnologías disminuyan, trabajando con grupos de productores definidos.

PLATICAR se desarrolló en el año 2007 con apoyo de la Cooperación Técnica de la FAO y se consolidó en el año 2010 en el marco de la Cooperación Sur-Sur entre Costa Rica y Bhutan con fondos de los Países Bajos. Para el año 2010 se contaba con ocho servicios de información y comunicación y para el año 2021 hay más de 18 servicios en línea. Se dispone de 363 publicaciones en la INFOTECA, 9 Comunidades de Práctica, más de 25 videos en canal Youtube, 2 Cursos de autoaprendizaje, 56 mapas en Mapoteca, 65 Fichas Técnicas, entre otros. Se contabilizó una visitación inicial al portal web (www.platicar.go.cr) de 5000 personas en el año 2007, la cual ha sido superada de manera significativa para el 2021, con 69.336 usuarios. Mismo comportamiento ha tenido el repositorio INFOTECA con 100 documentos en el año 2010 y 363 publicaciones en el año 2021. PLATICAR ha recibido varios reconocimientos nacionales e internacionales y es un referente de gestión de conocimiento para la transferencia de tecnología.

El Portal Web de PLATICAR (www.platicar.go.cr) es uno de los componentes de la Plataforma y constituye un conjunto de servicios integrados en un sistema digital orientado a facilitar y promover la comunicación entre personas y el intercambio de información y conocimiento con el fin de solucionar problemas agropecuarios (figura 70). Los procesos de gestión de conocimiento deben considerar los saberes locales, la experiencia y las lecciones aprendidas que puedan conjugarse con el conocimiento científico y la innovación. La Plataforma PLATICAR es una poderosa herramienta de apoyo a los procesos de gestión de conocimiento, en donde, a través del intercambio y la creación de nuevo conocimiento es como los productores y técnicos pueden mejorar y acortar los procesos de adopción de las tecnologías, la toma de decisiones informadas, la autogestión y el empoderamiento por parte de los productores.

Figura 70. Portal web de la Plataforma PLATICAR (www.platicar.go.cr).

En el año 2013 la PLATAFORMA PLATICAR ganó el premio otorgado por la Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación (CAMTIC) en la Categoría "*Verde e Inteligente*" por su aporte en el uso de las TIC en pro de la protección del medio ambiente, la solución de problemas ecológicos, climatológicos y la promoción de la biodiversidad de Costa Rica. Este es un reconocimiento para el INTA por su colaboración en facilitar un mayor conocimiento y comprensión, por parte de técnicos y productores, de las tecnologías desarrolladas, de manera que lograran ser más autogestionarios y tomar decisiones informadas. El modelo horizontal, participativo y constructivista implementado por el INTA por medio de la Plataforma PLATICAR con el uso de las TIC y los procesos de gestión de conocimiento, mostró ser una herramienta viable y de impacto para la transferencia de la tecnología.

Para el año 2020, PLATICAR contaba con 18 servicios: Infoteca, Eventos, Noticias, Preguntas Frecuentes, Centros de Recursos de Información Especializada (CRIE), Canal de vídeos Platicando, Boletín electrónico INTA Informa, Curso e-learning, Directorio de Servicios, Enlaces Web, Artículos y Opinión, Comunidades de Práctica, Glosario, Galería de Tecnologías, Módulo de Fichas Técnicas, Mapoteca. Para el periodo 2020-2021, las estadísticas arrojaron la siguiente información: 363 documentos en la INFOTECA y 69.336 visitas en el sitio web (figura 71).

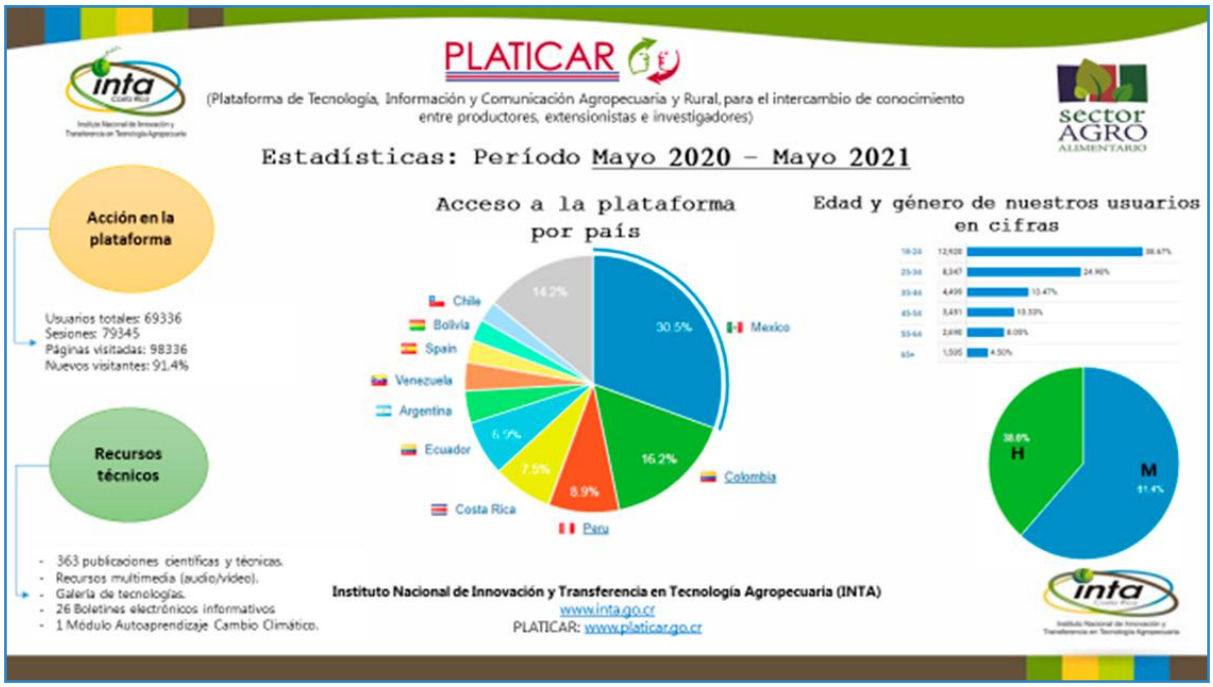

Figura 71. Estadísticas de la Plataforma PLATICAR 2020-2021.

Red Latinoamericana de Servicios de Extensión Rural -RELASER-

La Red Latinoamericana para Servicios de Extensión Rural (RELASER) promueve una visión sistémica del extensionista, alianzas público-privadas, la extensión y transferencia como facilitaras de los procesos de innovación, equidad de género y juventud rural, y el trabajo en equipos multidisciplinarios. Los Foros nacionales son espacios de articulación de proveedores de servicios de extensión público-privados. El Foro RELASER de Costa Rica se conformó en febrero del 2014, para dicho año se contaba con 9 organizaciones miembros, para el año 2018 eran 16 organizaciones y para el 2021 ya suman 25 organizaciones.

El Foro Costa Rica ha motivado la reflexión sobre las oportunidades que tiene el país para fortalecer los sistemas de extensión, en donde existe un interés a nivel nacional para reposicionar el papel y visibilizar la importancia de los servicios de extensión rural y la transferencia de tecnología. Es un espacio de construcción e intercambio, en donde convergen organizaciones público y privadas para articularse y coordinar acciones. Las actividades y productos generados por el Foro Costa Rica están disponibles en el sitio web de RELASER: www.relaser.org. Se logró intercambiar metodologías, experiencias, desarrollar capacidades en extensionistas y generar productos de conocimiento (figura 72). El Foro se ha logrado posicionar como un referente nacional en servicios de extensión y transferencia de tecnología en cuanto a enfoque, metodologías, herramientas y gestión de conocimiento (figura 73).

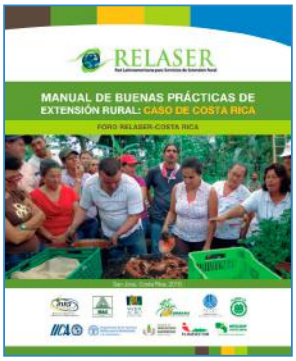

Figura 72. Publicación BPER, Foro RELASER. Costa Rica. 2016.

Figura 73. Foro RELASER, Costa Rica. 2019.

Estudios básicos de tierras

Organismo de Inspección (OI)

El OI se creó con el objetivo de ordenar todo lo referente al estudio técnico, tramitación, aprobación o rechazo, de diferentes tipos de informes edafológicos presentados por certificadores externos. La importancia del OI se basa en controlar todas las actividades de los profesionales autorizados del registro de certificadores de uso conforme del suelo, para cumplir con sus principios establecidos en la ley N. 7779. Además de velar por el cumplimiento en lo correspondiente al requisito solicitado en el reglamento de fraccionamiento y urbanizaciones del INVU del 2020, para fraccionamiento de parcelas con fines agrícolas, pecuarios, forestales o mixto. Para los últimos siete años, se dispone de trazabilidad y archivo físico y digital de toda la documentación.

Del año 2014 al 2021 (creación del OI), se registra un total de 27.132 revisiones (cuadro 7) de diferentes estudios de uso conforme del suelo (Capacidad de Uso de las Tierras), estudios detallados, semi-detallados, entre otros, teniendo gran impacto en el ordenamiento territorial, la Ley de Informaciones Posesorias, para que los productores tengan sus títulos de propiedad, ya sea por los Juzgados Agrarios o por la Ley del INDER.

Cuadro 7. Detalle de Revisiones por año realizadas por el OI-INTA

Rubro	Año							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Revisión de certificado 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 servicios 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

Zonificación agroecológica

A partir del año 2015, se logró canalizar recursos de la convención de cambio climático, para financiar un proyecto de zonificación, con un concepto más amplio que incorporó el factor agroecológico, y se establecieron parámetros de zonificación más holísticos. Es decir, se implementó una nueva forma de realizar la zonificación de cultivos (figura 74).

Los resultados impactaron al país mediante el desarrollo de capas de zonificación de cultivos y capas de fertilidad de sitios de estudio priorizados, que permiten: conocer las limitantes edafoclimáticas de los sistemas productivos y clasificar las tierras por nivel de aptitud para cada cultivo, lo cual contribuye a evitar la degradación de las tierras y al ordenamiento territorial del país, favoreciendo el desarrollo económico de las familias productoras.

Otros logros son que para el año 2021 se han publicado las capas y metadatos de valor pH en el suelo, carbono orgánico y acidez intercambiable para los cantones de Puriscal, Alvarado y zona de Los Santos. Actualmente, hay 36 capas publicadas en el visor cartográfico del SNIT con sus respectivos metadatos.

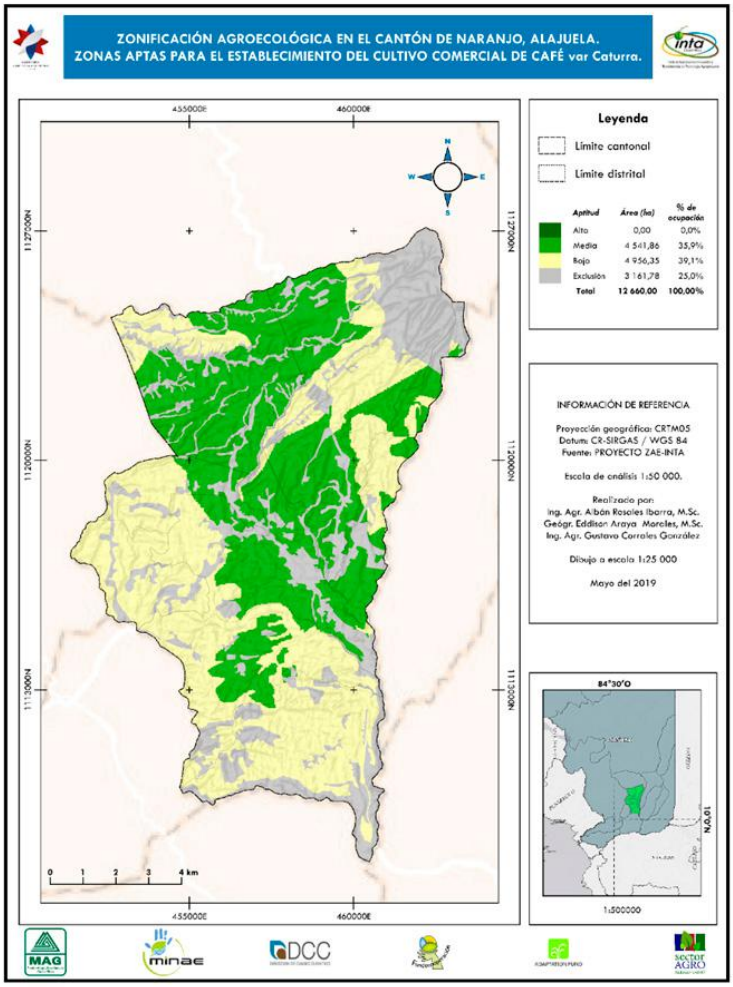

Figura 74. Mapa de zonificación de café en el cantón de Naranjo

Convención de las Naciones Unidas de Prevención de la Desertificación, la Degradación de Tierras y la Sequía

El INTA participa en la Comisión Asesora de Degradación de Tierras (CADETI) con el objetivo de apoyar el desarrollo de proyectos productivos que coadyuven con la planificación de grandes áreas (cuencas hidrográficas) para la prevención de los procesos erosivos del suelo. Dentro de los principales logros están: i) Sistematización de Metodología para la Determinación de la Erodabilidad de las Tierras de Costa Rica (MEDET-CR); ii) Desarrollo del mapa potencial de estado de la erosión del suelo de cuenca del río Barranca (CRB); iii) Gestionar la base de datos MEDET-CR de la CRB; iv) Mapa de carbono elaborado en el año 2018 por el INTA, el cual sirvió de base para la segunda versión construida por el proyecto FAO-RECSOIL-ACCS en el año 2020.

Proyecto Cartografía de Suelos

En el año 2015, se delegó al INTA la planificación y ejecución de un Proyecto de Cartografía de Suelos (PCS) a escala 1:50.000, tal y como lo ordenó la Contraloría General de la República en el informe DFOE-AE-IF-12-2014, con el objetivo de generar mapas que sirvan de línea de base para los Planes Reguladores de las Municipalidades, iniciando con los cantones costeros del país y con ello proveer mayor seguridad jurídica en aspectos atinentes al desarrollo en zonas costeras.

Entre los años 2017 y 2020 se realizó la recolección de datos de los distritos del cantón de Puntarenas: Paquera, Lepanto y Cóbano, así como los cantones Nandayure y Hojancha, correspondiente a 83.085 hectáreas (figura 75). En el año 2021, el trabajo en campo permitió finalizar los 3519 muestreos simples e iniciar los muestreos detallados (calicatas) programados del cantón de Nicoya y posteriormente para los cantones de Santa Cruz y Carrillo.

La información obtenida en campo y los resultados de los análisis del Laboratorio de Suelos, permiten la caracterización físico-química, morfológica y de capacidad de uso de las tierras con el fin de realizar mapas digitales de fertilidad, materia orgánica, capacidad de uso de las tierras y taxonomía de suelos (figura 76). Dichos productos cartográficos se encuentran disponibles en la página oficial del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) del IGN, desde donde pueden ser visualizados y descargados por el público en general (www.snitcr.go.cr).

El proceso de levantamiento de suelos y tierras ha permitido implementar un sistema de gestión, es decir, una base de datos espacial la cual se encuentra alojada en el Sistema Nacional de Información Científica del MICITT. Además, se desarrollaron interfaces gráficas y se aplicaron algoritmos de inteligencia artificial bajo los principios de independencia tecnológica, trazabilidad, disponibilidad e integridad de la información. Dicho sistema permite recibir, procesar, analizar, almacenar y poner a disposición del país los productos obtenidos mediante el SNIT. Otro logro fue la publicación del Mapa de Salinidad de los Suelos de Costa Rica y su metadato en la página oficial del SNIT-IGN, en el nodo del INTA (figura 77).

El sistema de gestión generado tiene un gran potencial para impulsar otras iniciativas que requiere el sector agropecuario, tales como: establecer una línea de base del carbono almacenado en el suelo, imprescindible para orientar el Plan Nacional de Descarbonización; desarrollar una zonificación agroecológica de cultivos para la 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. La implementación de dichas iniciativas estarían a cargo de las Agencias de Extensión Agropecuaria, los investigadores agropecuarios de entes públicos y privados, la academia, ONG y la cooperación internacional, los cuales encontrarían en el sistema de gestión generado, los criterios para orientar sus quehaceres, priorizar y optimizar el uso de los recursos.

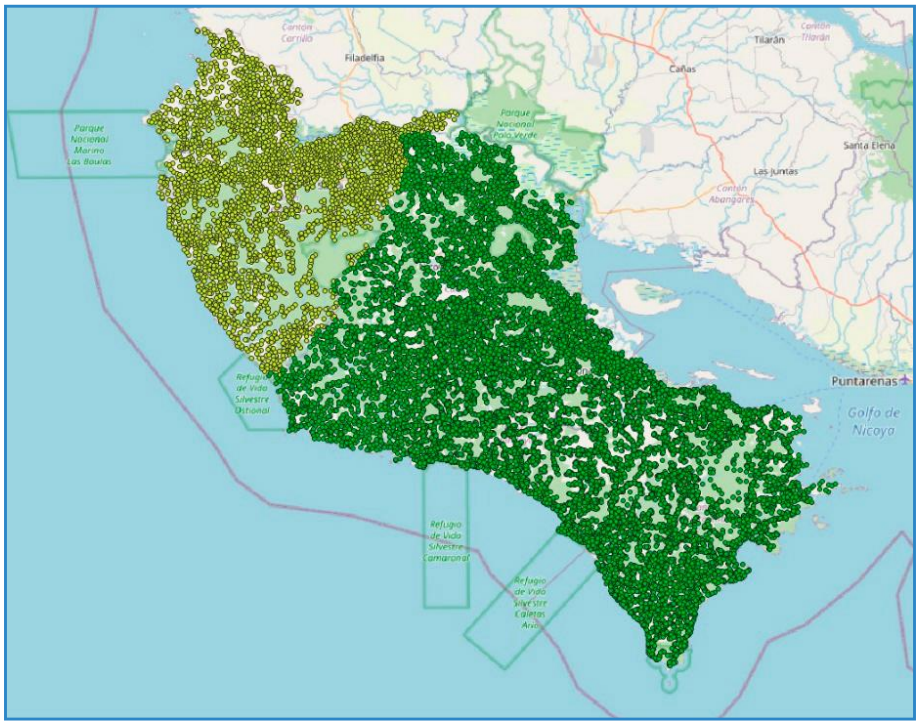

Figura 75. Capa de avance del Proyecto PCS, en amarillo los muestreos en desarrollo del cantón de Santa Cruz, correspondientes a 3.010 cateos y en verde los 11. 417 muestreos finalizados, correspondientes a los cantones de Puntarenas, Nandayure, Hojancha y Nicoya.

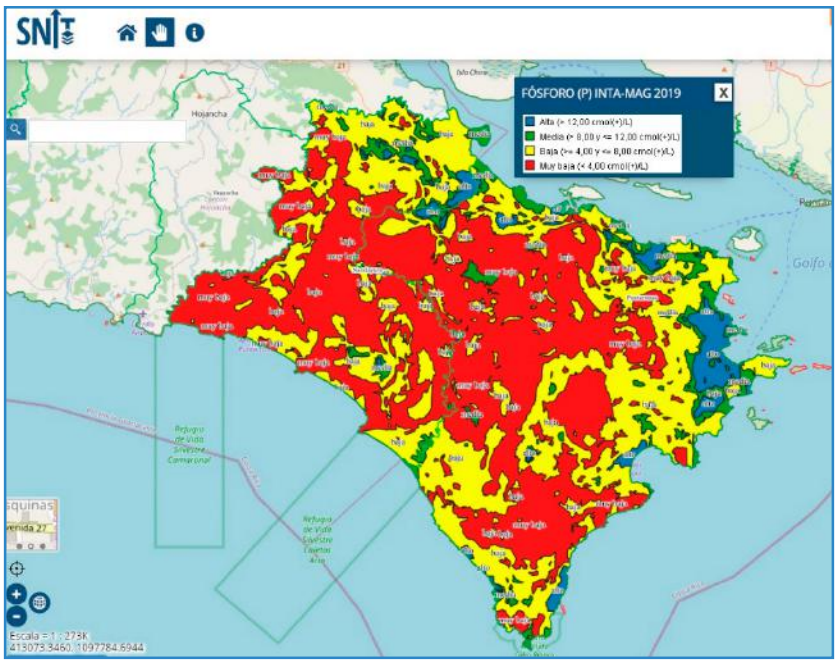

Figura 76. Capa de concentración de fósforo (cmol/L), cantón Nandayure y distritos Paquera, Lepanto, Cóbano. Disponible en https://www.snitcr.go.cr.

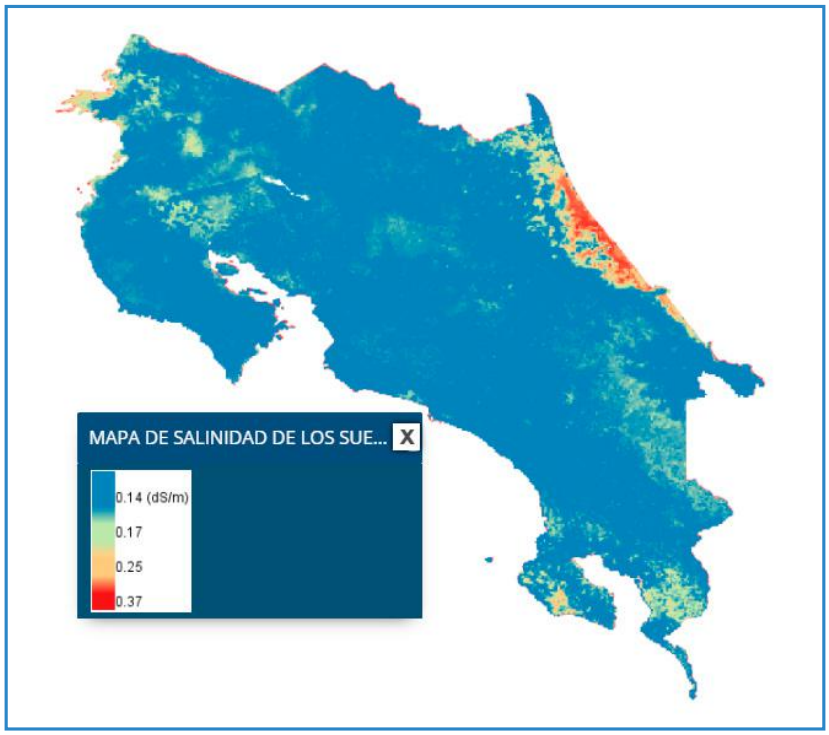

Figura 77. Capa de salinidad de los suelos de Costa Rica. Rosales, A. INTA, 2021.

Laboratorios del INTA

Los laboratorios son fundamentales como soporte a los procesos de investigación, servicios y productos para el sector agropecuario en general. A través de los años, se ha venido aumentando su capacidad en cuanto a tipos de análisis, cantidad de muestras, servicios y productos brindados. Lo anterior como un compromiso de parte de las autoridades, que se refleja en la modernización y actualización de los equipos de los laboratorios, así como de áreas de trabajo. Los laboratorios del INTA cubren diferentes áreas como: Fitoprotección, Suelos, Aguas y Plantas, Cultivo de tejidos, Biología molecular y Nutrición animal.

Laboratorio Fitoprotección

Durante los últimos 20 años, el Laboratorio de Fitoprotección realizó diferentes análisis para el sector agrícola del país en las disciplinas de fitopatología, entomología, nematología, microbiología de suelos, control de calidad de insumos biológicos y coliformes en agua. También brindó los servicios de Estudios de Eficacia Biológica *in vitro* / invernadero y campo, producción masiva de microorganismos, producción de matrices de hongos benéficos, revigorización de microorganismos benéficos y entrega de microorganismos (hongos y bacterias). Estos servicios van dirigidos al esfuerzo en investigación y transferencia que realiza el INTA y al apoyo de la labor que realizan los productores (figura 78).

Figura 78. Servicios brindados en el Laboratorio de Fitoprotección. INTA.

La naturaleza de los servicios que brinda este laboratorio dependen en gran medida de la demanda de los usuarios, sean estos investigadores del INTA o usuarios externos. Estos factores han sido determinantes en las fluctuaciones obtenidas a lo largo de los años. Cabe recalcar que uno de los análisis brindados (microbiología de suelos) ha sido de interés para los productores agrícolas del sector y ha presentado una relativa constancia, su promedio anual es de 216 muestras. Otro servicio con relativa constancia es el referido al diagnóstico de enfermedades (fitopatología vegetal), su promedio anual es de 222 muestras (cuadro 8 y 9).

Cuadro 8. Cantidad de análisis de muestras realizados en el Laboratorio de Fitoprotección durante el periodo 2010–2020.

Año	Análisis de muestras						Total
	Fitop. vegetal	Ento.	Nema.	Microb. suelos	Control calidad	Coliform.	
2010	258	36	281	167	9	16	767
2011	212	39	112	116	46	6	531
2012	205	27	325	222	26	19	824
2013	169	16	260	120	nd	nd	565
2014	173	15	112	166	20	10	496
2015	242	72	253	396	24	4	991
2016	217	40	172	423	34	4	890
2017	228	101	113	233	31	2	708
2018	253	75	263	246	35	3	875
2019	349	53	208	132	18	8	768
2020	132	38	149	155	17	11	502
Promedio	222	47	204	216	26	8	

nd=no disponible

Cuadro 9. Cantidad de servicios realizados en el Laboratorio de Fitoprotección, durante el periodo 2010 – 2020.

Año	Servicios					Total
	Eficacias biológicas	Microor-ganismo	Produc. masiva	Produc. matrices	Revigorización	
2010	6	9	133	20	8	176
2011	10	19	27	0	11	67
2012	18	7	2	0	0	27
2013	18	nd	nd	nd	nd	18
2014	15	46	0	0	0	61
2015	20	98	0	0	0	118
2016	11	143	2	0	5	161
2017	4	238	2	0	0	244
2018	4	156	59	1	0	220
2019	0	164	325	0	0	489
2020	3	247	0	0	0	250
Promedio	9,91	102,45	50,00	1,91	2,18	

nd=no disponible

Para el año 2020 se registró una disminución en los análisis, debido a la afectación por la pandemia sanitaria COVID-19, es así como para dicho año se registró un total 502 análisis (cuadro 8), contra periodos anteriores donde el número de muestras osciló entre 600 a 900 muestras. Es importante recalcar que los servicios nunca han dejado de brindarse al sector agropecuario.

Los servicios de eficacias biológicas, producción masiva de microorganismos, producción de matrices de hongos benéficos, revigorización de microorganismos benéficos y entrega de microorganismos (hongos y bacterias) han sido bastante fluctuantes durante este periodo. La entrega de microorganismos es uno de los servicios que ha tenido un repunte, muchos de ellos han sido para uso de investigación del INTA. Lo anterior ha sido posible debido al mantenimiento de un cepario o Banco de Microorganismos el cual se ha conservado en la medida de lo posible, tanto a bajas temperaturas como a temperatura ambiente para hongos y bacterias benéficas y patogénicas a los cultivos.

Laboratorio Nutrición Animal

Desde la creación del Laboratorio de Piensos y Forrajes en el año 1998 el objetivo general ha sido apoyar las investigaciones del INTA desde un punto de vista técnico, mediante los análisis bromatológicos, los cuales ayudan tanto a investigadores del INTA como a productores, para mejorar las dietas de animales a través de la caracterización de sus insumos alimentarios.

La principal actividad del laboratorio es la realización de análisis bromatológicos de muestras de forrajes y de materiales ensilados, empleados en nutrición animal principalmente. Otra línea de trabajo importante es el desarrollo y/o comparación de metodologías de análisis, en respuesta a necesidades de múltiples investigaciones realizadas por el INTA.

En apoyo a las líneas de investigación del INTA, se generó 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.

Desde el 2017 se han aumento los servicios de análisis, pasando de 8 a 16 tipos de análisis o determinaciones. Estos nuevos análisis principalmente son la determinación de: Capacidad buffer, pH, N-NH_3 (nitrógeno amoniacal), DIVMS (digestibilidad *in vitro* de la materia seca), DIVMS-FDN, PC Dumas (proteína cruda por dumas), Porcentaje de grasa, Determinación de Energía Bruta y HCN (ácido cianhídrico en yuca). Esto representa para el año 2021, un aumento del 100% en el tipo de servicios brindados por este laboratorio para beneficio de los investigadores y productores.

De acuerdo a datos históricos se ha aumentado el número de muestras anualmente ingresadas (cuadro 10). Para el año 2020, el comportamiento se relaciona con la pandemia sanitaria.

Cuadro 10. Cantidad de muestras analizadas para el periodo 2011-2020.

Año	Cantidad muestras
2011	392
2012	233
2018	890
2019	825
2020	590

Igualmente, a través de estos años, se ha logrado fortalecer la dotación de equipo y condiciones de trabajo, con el respectivo aumento en la eficiencia en los servicios brindados. Dentro de estas mejoras están la adquisición de: bomba calorimétrica, equipo para análisis de grasa, analizador de fibra, incubadora Daysi, pHmetro portátil, micro pipetas, procesador de alimentos (figuras 79, 80, 81, 82).

Figura 79. Bomba calorimétrica.

Figura 80. Extractor de grasa.

Figura 81. pHmetro portátil.

Figura 82. Incubadora Daysi II

Laboratorio de Cultivo de Tejidos, EE Los Diamantes

Para el año 2010 los ingresos por venta de plantas en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Estación Experimental Los Diamantes (LCT-EELD), fueron de ¢ 4.836.471,00 (colones), mientras que para el año 2020 los ingresos fueron de ¢ 4.093.329,00 (colones).

Se cuenta con información a partir del año 2007 en lo que respecta a ventas de vitroplantas por parte del laboratorio LCT-EELD. En la figura 83, se muestra el histórico de ingresos por ventas, para el año 2007 el ingreso fue de ¢4.787.047,66 con una tendencia a disminuir hasta el año 2015. Es a partir del año 2016 que se revierte la tendencia hacia un incremento, llegando al pico más alto en el año 2017 con un ingreso de ¢ 7.197. 000,00, manteniéndose los otros años sobre los seis millones. La leve disminución para el año 2020 se debe a las limitaciones presentadas por efectos de la pandemia sanitaria.

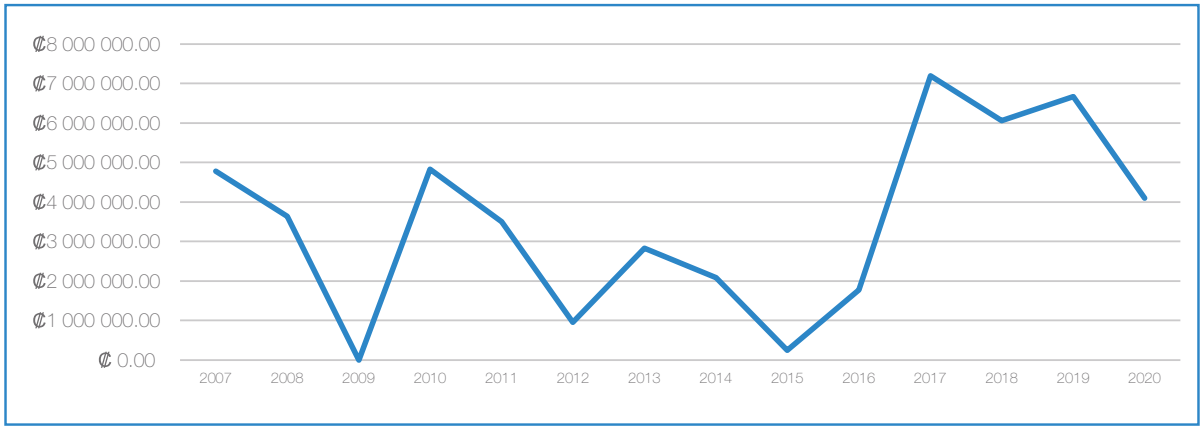

Figura 83. Ingresos generados por ventas de vitroplantas en el laboratorio de cultivo de tejidos de la EELD en el periodo 2007-2020.

Técnica SAH (Sistema Autotrófico Hidropónico) en yuca

Uno de los cultivos de interés que se trabaja en este laboratorio es la yuca. Sin embargo, en la etapa de aclimatación de las vitroplantas de este cultivo, se estaba obteniendo una sobrevivencia del 20% del total de plantas aclimatadas, lo que representaba grandes pérdidas para el laboratorio en cuanto a insumos, mano de obra y tiempo invertido. Para dar solución a esta limitante, se implementó la técnica SAH para aclimatar la yuca, con lo que se logró obtener una sobrevivencia del 90 a 95% del material aclimatado. Esto representó un gran logro para el INTA, pues los costos se ven reducidos considerablemente y es posible contar con mayor cantidad de material vegetal en menor tiempo, de una manera eficiente (figura 84).

Con el SAH implementado en yuca se ha podida dar respuesta a un pedido expreso de los productores; el contar con semilla asexual limpia y en cantidad, misma que en los últimos años se ha venido degenerando genéticamente y con una afectación seria por plagas y enfermedades, lo cual tiene serias implicaciones en los rendimientos del cultivo. Las plantas

producidas mediante SAH, se han sembrado en campo como parcelas de producción de semilla comercial en la EELD y esta se ha vendido en forma de estacas a agricultores de todo el país. Por medio de este sistema SAH, en el 2019 se produjeron más de 5000 plantas de yuca. Anteriormente, el cuello de botella para el desarrollo de las plántulas era la fase de endurecimiento, donde la pérdida alcanzaba valores del 90-95% de las plantas. Con el sistema SAH las pérdidas no superan el 10% de las plántulas.

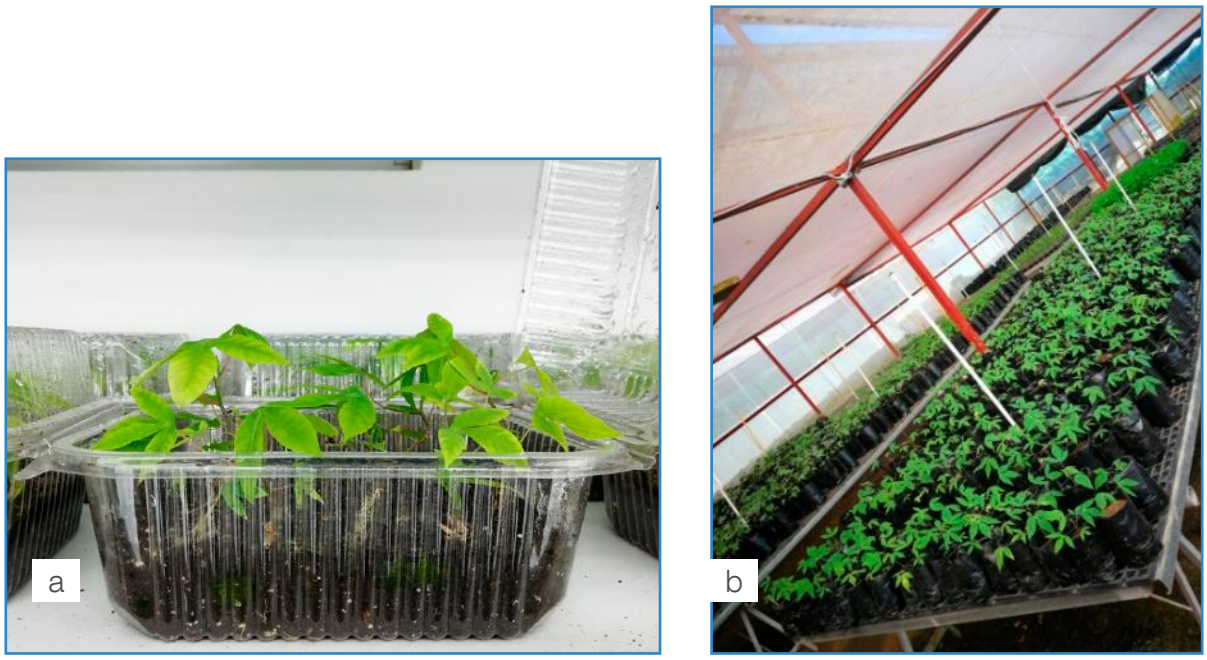

Figura 84. a) Cajas SAH con vitroplantas de yuca. b) Lote de plantas de yuca provenientes de técnica SAH. Estación Experimental Los Diamantes.

Los Servicios ofrecidos por el laboratorio incluyen la venta de vitroplantas de musáceas y de raíces tropicales, tales como: i) Plátano: Curraré enano, Curraré gigante, Planta Baja II, Doña María, Paredes, Cóbano, Maqueño; ii) Banano criollo enano y gigante; iii) Abacá; iv) Yuca Valencia y Señorita.

Estos servicios y productos se complementan con capacitaciones brindadas a profesores de CTP (Colegios Técnicos Agropecuarios), sobre selección de plantas madre, manejo de vitroplantas, generalidades del laboratorio y protocolos. Se les brinda material vegetal *in vitro* para que reactiven su producción a fin de beneficiar a su zona de influencia. El brindar la capacitación a los encargados de los laboratorios, ha permitido que los mismos empiecen a producir, a capacitar a los estudiantes de la modalidad Agropecuaria, a producir semilla sana para su zona de influencia y posiblemente generar emprendimientos entre los jóvenes rurales (semilleristas). El impacto es a nivel nacional, pues los laboratorios de los colegios están distribuidos estratégicamente en todo el país (figuras 85 y 86).

Figura 85. Capacitación a encargados de los laboratorios de CTP del país.

Figura 86. Entrega de material vegetal *in vitro* del INTA a los CTP.

En el laboratorio se reciben pasantes de Colegios Técnicos de la modalidad Agropecuaria, estudiantes universitarios que realizan práctica profesional, trabajo final de graduación o tesis. Además, se han brindado capacitaciones a profesores, técnicos, estudiantes y especialmente a productores, sobre los procesos de reproducción *in vitro,* las ventajas del uso de semilla sana producida mediante cultivo de tejidos, así como su manejo. En el cuadro 11 se presentan las cantidades de personas a las que se les ha brindado transferencia de tecnología.

Cuadro 11. Resumen de pasantes, así como personas capacitadas en el período comprendido del 2016 al 2021.

	Pasantías, prácticas supervisadas, tesis		**Capacitaciones**			
Año	Pasantes CTP	Pasantes universidades	Profesores	Técnicos	Estudiantes	Productores
2016	2	0	17	2	35	149
2017	4	0	45	0	43	40
2018	5	6	3	26	70	21
2019	5	3	10	8	95	7
2020	0	2	2	1	0	42
2021	2	3	1	0	0	18
Totales	18	14	78	37	243	277

Se han realizado mejoras en la infraestructura con la finalidad de brindar mayor número de servicios y mejorar la eficiencia en las muestras analizadas. Se compraron muebles de laboratorio aptos, con superficies resistentes a distintos reactivos, con mucho espacio de almacenamiento, lo que ha permitido mejorar el orden y limpieza en el laboratorio. Además, se cuenta con un área en el laboratorio exclusiva para la técnica SAH, también se cuenta con una nueva casa sombra de 900 m^2, con sistema de riego y estructura metálica (figuras 87 y 88).

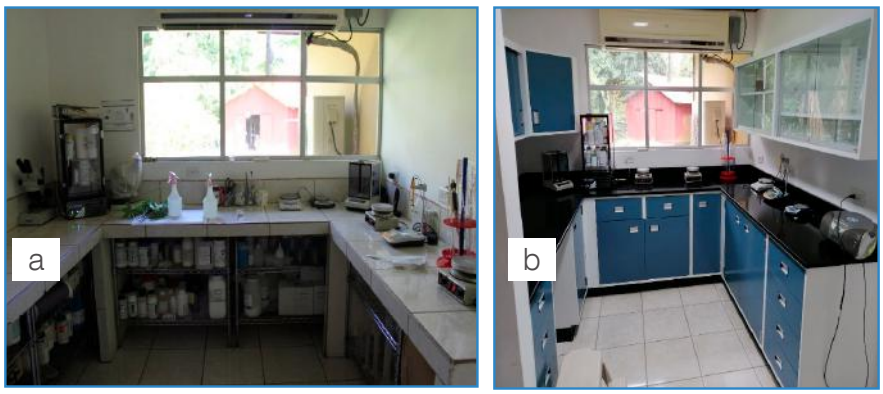

Figura 87. a) Área de preparación de medios de cultivo previo a las remodelaciones. b) Área de preparación después de las remodelaciones. LCT-EELD.

Figura 88. Nueva casa sombra del laboratorio Cultivo Tejidos, EELD.

Laboratorio de Cultivo de Tejidos. EE Dr. Carlos Durán

El Laboratorio de Cultivo de Tejidos (LCT-CD) se especializa en la producción de genotipos de papa. Cuenta con un banco de germoplasma, proveniente del Centro Internacional de la Papa, Perú. Cada material del banco de germoplasma, ha sido seleccionado por sus características de importancia para la producción del cultivo, entre ellas: resistencia a plagas y enfermedades, mejor rendimiento y adaptación al cambio climático. Se dispone de una capacidad de producción de 100 mil plantas anuales.

Los agricultores tienen a su disposición plantas y semilla de papa de alta calidad, que les permite mejorar el sistema de producción. Los procesos de establecimiento, micropropagación y aclimatización, provee un material más vigorizado, homogéneo e inocuo. El LCT, cuenta con dos procesos macro de importancia para la obtención de la semilla planta.

Cultivo de tejidos *in vitro*

En condiciones controladas de temperatura, humedad, fotoperiodo y nutrición, se obtienen plántulas de la mejor calidad para el segundo proceso de propagación masiva.

- La temperatura ideal para el crecimiento de las vitro plantas es de 17°C±2°C, en habitaciones selladas, con acceso restringido de flujo de aire externo.

- Dado que la temperatura es baja, la humedad relativa en los cuartos de crecimiento *in vitro,* promedia un valor de 60%, y en los frascos de crecimiento del 100%, ya que estos son sellados con tapa y plástico. Esta condición de alta humedad, impide la deshidratación de los explantes (sección vegetal que regenerará una nueva planta).
- Al tratarse de plantas que poseen una muy baja o nula actividad fotosintética, es fundamental proveer luz artificial que permita simular el fotoperiodo que las plantas obtendrían en el ambiente. Para ello, el LCT cuenta con un sistema de luz, bajo un fotoperiodo de 16h luz y 8h oscuridad. Actualmente el LCT cuenta con dos sistemas, uno que provee 4250 lúmenes y el más reciente (de última generación) que provee 6300 lúmenes.
- El cultivo *in vitro*, al ser un proceso controlado, se debe proporcionar toda la nutrición en medios de cultivo, que permita el establecimiento y crecimiento de las plantas. Esto permite incrementar la tasa de crecimiento y multiplicación de las plantas (figura 89).

Figura 89. Vitro plantas de papa. Laboratorio de Cultivo de Tejidos. EECD.

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, bajo las mismas condiciones de laboratorio (figura 90).

La diferencia de este sistema radica en:

- Uso de sustrato inerte, se emplea el uso de turba estéril, libre de patógenos. Este es el que sustituye al medio de cultivo *in vitro.* Mantiene la humedad y aireación necesaria para que el explante regenere su sistema radical e inicie la elongación de la nueva planta. A su vez, retiene los nutrientes que son provistos mediante soluciones nutritivas.
- El establecimiento de la nueva planta requiere de una incubación, de al menos ocho días, para garantizar una alta humedad relativa (95%) y así evitar la deshidratación de los explantes.

Figura 90. Plantas de papa en el sistema SAH. (A) Variedad Floresta. (B) Variedad Palmira. LCT-EECD.

Disponibilidad de materiales al público

Se proporciona materiales en bandeja de almácigo, cultivadas en laboratorio. Estos materiales provienen de la fase inicial de cultivo *in vitro* y de la segunda fase de multiplicación en el sistema SAH. Existe la posibilidad de entregar material en distintas presentaciones de bandeja, por ejemplo: 50, 72, 120, 200 plantas por bandeja, para ello se programa la modalidad de acuerdo a la demanda de los productores (figura 91).

Figura 91. Almácigos de plantas de papa. LCT-EECD.

Además de materiales de papa, se realizan procesos de multiplicación de camote, con distintas características de color de pulpa, de piel, forma, tipos de crecimiento vegetal y de alto rendimiento, tanto para consumo fresco, como para el proceso de industrialización (figura 92).

Figura 92. Plantas de camote en el sistema SAH. LCT-EECD.

La finalidad de obtener plantas de alta calidad, bajo sistemas de propagación vegetativa, en condiciones controladas de laboratorio, se basa en el objetivo de obtener semilla productiva sana (figura 93). Esto le permite al sector productivo mantener altos estándares de calidad en el producto cosechado. Una semilla sana, es el inicio de una gran cosecha. Por eso el LCT establece como principio "*El fruto de nuestros campos es el esfuerzo de nuestras manos*", esto implica una ardua labor, desde el laboratorio, los invernaderos y el campo, para garantizar que la población tenga acceso a producto de primera calidad.

Figura 93. Semilla de papa en invernadero, a partir de plantas de laboratorio. LCT-EECD.

Laboratorio de Biología Molecular

El Laboratorio de Biología Molecular (LBM) fue creado en el año 2014 con el propósito de colaborar con la investigación e innovación realizada en la institución mediante el uso de diferentes técnicas de biología molecular. Desde entonces, se ha involucrado en proyectos tales como el diagnóstico del fitoplasma de la yuca causante de la enfermedad Cuero de Sapo, la caracterización de microorganismos biocontroladores como *Bacillus thuringiensis*, *Trichoderma*, *Beauveria* y *Metarhizium* y en la implementación de métodos para sexado de plantas de papaya con la colaboración de la UCR y de la identificación de nemátodos con la colaboración del ITCR.

El LBM también ha participado en la identificación de mutaciones asociadas a la resistencia a insecticidas para monitorear su presencia en diferentes poblaciones de mosca del establo. Además, en colaboración con la Unidad de Biología Molecular de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional, el laboratorio realizó la caracterización molecular de materiales de aguacate y pronto iniciará un estudio similar en materiales de abacá bajo un convenio. Asimismo, coordina un proyecto de mejoramiento genético de la raza de ganado Brahman en colaboración con CORFOGA, Asocebú y la Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Por otro lado, bajo un proyecto regional financiado por el USAID y la Universidad de Cornell, el laboratorio participará en el mejoramiento genético de variedades de frijol y sorgo. En estos dos últimos proyectos, los servicios de secuenciación genómica son contratados en el exterior, pero las herramientas bioinformáticas aprendidas serán utilizadas por el personal del LBM-INTA para la selección de las características de interés, en estos y en futuros proyectos.

El laboratorio brinda servicios al público en general con el fin de apoyar el desarrollo del sector agropecuario. Los servicios que están actualmente disponibles son aquellos asociados con los proyectos de investigación antes mencionados, pero se espera, para el año 2022, iniciar la estandarización de metodologías para el diagnóstico molecular de patógenos como *Fusarium oxysporum* raza 4 tropical (Foc 4T), *Ralstonia solanacearum* y *Burkholderia glumae*, detección de virus por medio de ELISA e identificación de los nemátodos *Globodera pallida* y *G. rostochiensis*.

Desde su creación, las muestras analizadas han venido en aumento. Para el año 2017 las muestras totales analizadas fueron 426; para el año 2018 fueron 359; para el año 2019 fueron 579; para el año 2020 correspondió a 72 muestras y para el 2021 se han analizado 760 muestras. El INTA dispone de profesionales capacitados y se ha aumentado el uso de estas técnicas moleculares en procesos de investigación, con muy buenos resultados (figura 94).

Figura 94. Servicios brindados en el Laboratorio Biología Molecular. INTA.

Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas

A lo largo de los años el Laboratorio Suelos, Plantas y Aguas se ha constituido como un apoyo para los agricultores del país, para el MAG y el INTA, con la finalidad de ofrecer un servicio de alta calidad. Nuestro trabajo es la base fundamental en la implementación de prácticas agropecuarias que permiten una mayor rentabilidad para el productor agropecuario, así como servir de insumo para la creación de mapas de fertilidad, mapas de carbono, mapas taxonómicos y de capacidad de uso de las tierras, entre otros. En el cuadro 12, se resume la cantidad de muestras procesadas a lo largo de estos 20 años y los servicios ofrecidos en el mismo periodo. Se presenta una tendencia al incremento desde el año 2010 al 2020 (figura 95).

Cuadro 12. Cantidad de muestras procesadas y servicios brindados en el periodo 2001-2020. Laboratorio Suelos, Plantas y Aguas.

Año	Cantidad de muestras procesadas	Cantidad de servicios ofrecidos
2001	6000	10
2002	6000	10
2003	6000	10
2004	6000	10
2005	6000	10
2006	6000	10
2007	6000	10
2008	6000	10
2009	6000	10
2010	9000	10
2011	7080	10
2012	7812	10
2013	9777	11
2014	6433	10
2015	9289	11
2016	14392	11
2017	23278	11
2018	4619	11
2019	10962	12
2020	8471	14

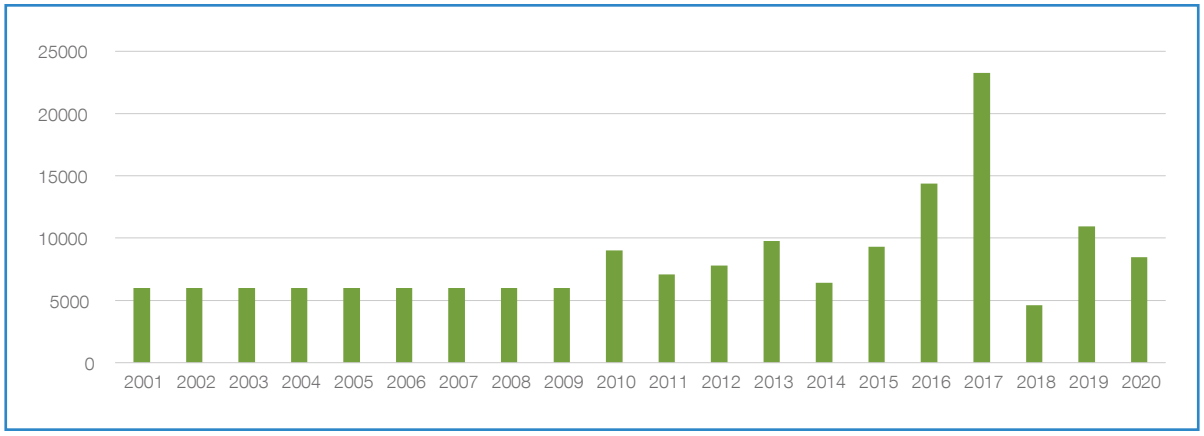

Figura 95. Cantidad de muestras procesadas entre los años 2001-2020. INTA.

Los servicios ofrecidos por este laboratorio son: Fertilidad de suelos; Taxonomía de suelos: Física de suelos; Tejidos vegetales; Abonos orgánicos; Análisis de Aguas. La demanda de los servicios ha presentado una evolución con el paso de los años, dando lugar a un mayor número de muestras analizadas, provenientes de: investigadores del INTA, agricultores de todo el país y certificadores de uso conforme. Para el 2020 un 85% de las muestras solicitadas correspondieron a investigadores del INTA y clientes externos (productores), lo que demuestra el impacto del laboratorio a nivel de investigación y para la producción agropecuaria nacional (figura 96).

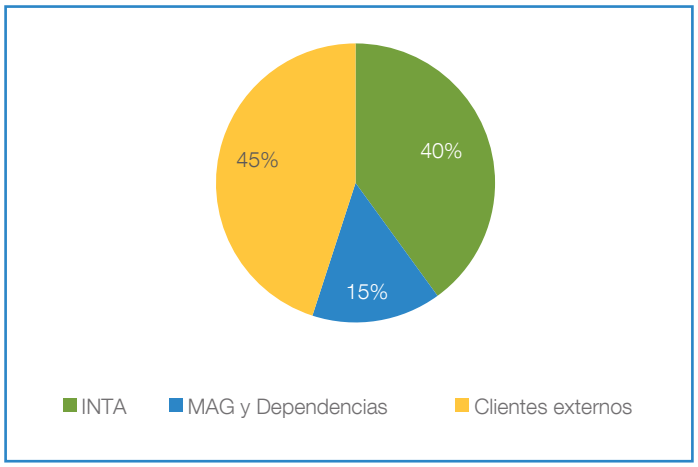

Figura 96. Distribución de la demanda por servicios del Laboratorio para el año 2020.

Desde el 2019 se iniciaron los trámites para adquirir nuevos equipos de alta tecnología, con el objetivo de mejorar la calidad analítica y aumentar volúmenes de análisis. Dentro de estas adquisiciones destacan el equipo A) ICP-OES (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Espectroscopy), el cual posee una alta sensibilidad para la determinación elemental en diferentes matrices y además permite trabajar volúmenes más grandes de muestras. B)

Autosampler del equipo Absorción Atómica, para análisis elemental por la técnica del horno de grafito, con el fin de determinar metales pesados a niveles de ppb (partes por billón) y colaborar en el desarrollo de los proyectos INTA que demandan estas determinaciones. C) Conductímetro, el cual permite realizar determinaciones de conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y porcentaje de salinidad (figura 97).

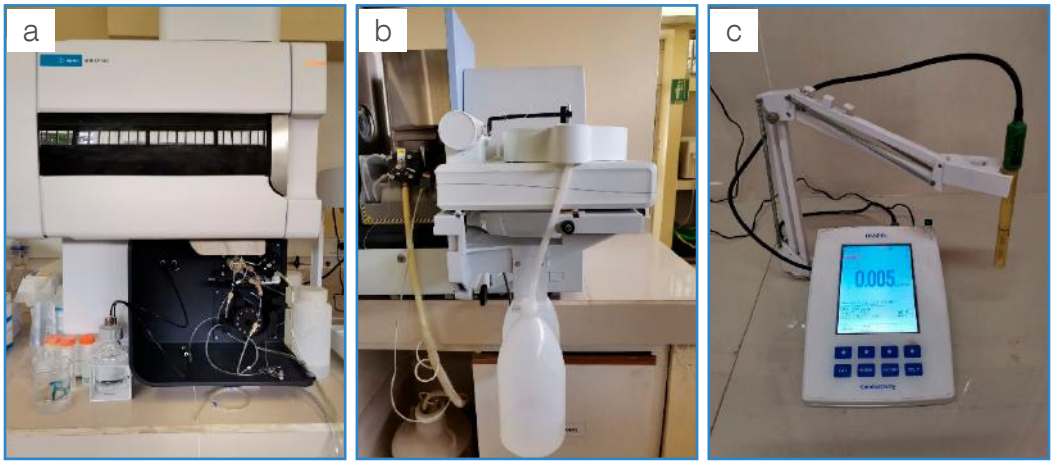

Figura 97. Equipos adquiridos por el INTA para modernizar el laboratorio. 2019.

Estaciones Experimentales

Estación Experimental Los Diamantes

La estación está ubicada en el trópico húmedo en la localidad de Guápiles de Pococí. Se resaltan las actividades de mejoramiento y producción de semilla, mejoramiento genético en cultivos aptos para la zona, manejo del hato y venta de animales, investigación en prácticas de mitigación y adaptación en cambio climático, así como en métrica de gases de efecto invernadero. En apoyo a las investigaciones se dispone de bancos de germoplasma para diferentes cultivos. Para el año 2020, se incursionó en investigación en hortalizas en ambientes protegidos. En la figura 98, se presenta una línea de tiempo con un recuento de tecnologías relevantes disponibles para los productores.

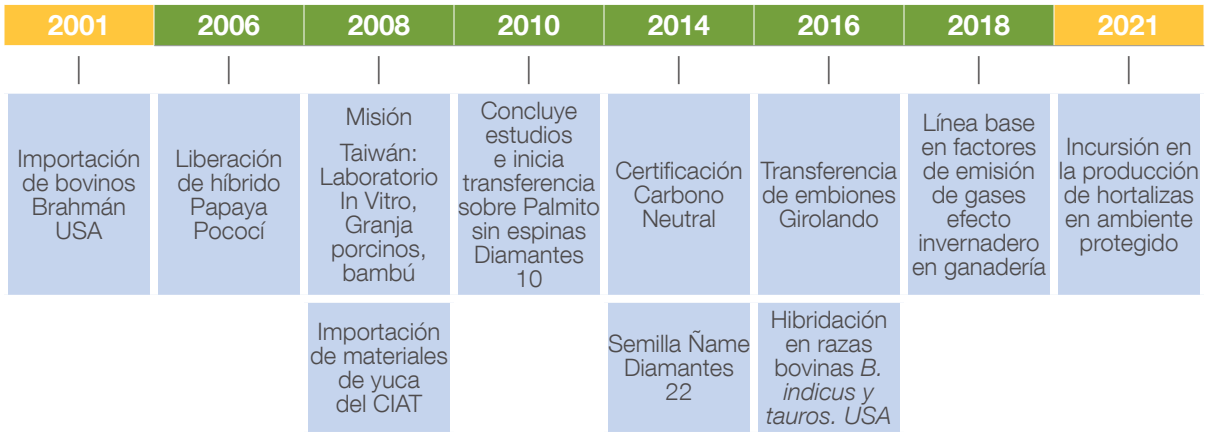

Figura 98. Tecnologías relevantes a lo largo de 20 años de labores en la Estación Experimental Los Diamantes.

- En el 2001 con la importación de bovinos Brahman, se dió inició al manejo de los hatos puros del INTA en sus Estaciones Experimentales.
- En el 2006 se liberó el primer híbrido de papaya disponible para los productores, como resultado del programa de mejoramiento de este cultivo.
- La Misión Taiwan fue de suma importancia para el desarrollo de material genético e instalaciones para la granja de porcinos. Además de iniciar la creación del laboratorio de cultivo de tejidos. Para el mismo año 2008 se inicia la evaluación de los materiales de yuca para consumo humano y animal, siendo los precursores del trabajo que se realiza actualmente con yucas amargas.

- A partir del 2010, se iniciaron los trabajos en palmito hasta concluir en la liberación de Diamantes 2010, que es un material sin espinas, impactando con ello, el manejo agronómico de este cultivo.
- En el 2014 se logró certificar esta estación como “carbono neutro”. Igualmente, para el mismo año se dispuso de la variedad de Ñame Diamantes 22, la cual cubre las necesidades de exportación del país en un 100%.
- En el 2016 se iniciaron trabajos en el mejoramiento de animales para carne y leche de bajura con apoyo de la Cámara de Ganaderos de Kansas.
- En el 2018 se iniciaron investigaciones para determinar la línea base de diferentes factores de emisión de gases de efecto invernadero en ganadería.
- Para el año 2021, se incursionó en la evaluación de materiales y estructuras para la producción de hortalizas bajo condiciones del Trópico Húmedo.
- Estas acciones se complementan con procesos de investigación, transferencia de tecnología y servicios.

Producción semilla de papaya

Desde el 2006, en condiciones de ambiente protegido, se produce semilla de papaya Híbrido Pococí. Desde su liberación, la producción ha venido en aumento y se benefician al menos 200 productores por año. En papaya, por cada productor, se generan en promedio dos empleos para el manejo del cultivo. Para el año 2006 se había producido 6,2 kg de semilla para la siembra de 77 ha, llegando a 1042 ha en el 2018 (83 kg de semilla vendida) y para el año 2020 a 977 ha (78,2 kg). Se requieren 80 gramos de semilla de papaya para sembrar una hectárea. Todo este trabajo se ha realizado en una alianza entre la Universidad de Costa Rica y el INTA. A nivel nacional el área sembrada actualmente de papaya es de 1200 ha, lo que indica que el híbrido Pococí tiene una cobertura de siembra de aproximadamente un 90% del área nacional (figura 99).

Figura 99. Semilla de papaya híbido Pococí.

Venta de Pie de Cría de cerdos

En relación a porcinos, se da la venta de pajillas, de pie de cría y se realizan eventos de capacitación. El servicio que se brinda ha sido de provecho para el pequeño productor, ya que las ventas se realizaron de manera directa. Además, de los beneficios en una reducción de costos por el uso de ampollas vendidas por el INTA, de igual forma por un menor precio del animal vendido y también una reducción de costos por ser más precoces estos animales para la monta (figura 100). Otro logro, fue el manejo de remanentes de la granja porcina en la elaboración de biogás y abono orgánico, utilizados en la misma estación, con una reducción en costos de producción y favoreciendo las prácticas amigables con el ambiente.

Figura 100. Pie de cría y venta de pajillas en la Estación Los Diamantes.

Producción de Parasitoides *Spalangia endius* como agente de control biológico de *Stomoxys calcitrans* (mosca del establo)

La incidencia de las poblaciones de la mosca del establo (*Stomoxys calcitrans*), es producto de las condiciones adecuadas para su reproducción en rastrojos de cultivos como: piña, cítricos, arroz, banano, palma aceitera y café. Debido a su comportamiento hematófago, hembras y machos se alimentan de la sangre del ganado vacuno, principalmente en las lecherías y ganaderías en las periferias de dichos cultivos en distintas zonas del país. La presencia de poblaciones elevadas de la mosca del establo pueden reducir el peso en el ganado vacuno y la producción de leche, con consecuencias económicas significativas para los productores.

Para su control, se evaluó el parasitoide *Spalangia endius*, que se caracterizó por lograr altos porcentajes de parasitismo, 70% a nivel de campo y más del 90% en condiciones de laboratorio. Actualmente, se producen y liberan aproximadamente tres millones de avispas por mes y se utilizan en campos de piña, cítricos, arroz y café. Esta producción se realiza bajo una alianza público-privada utilizando la figura de un convenio. Este control es una opción que permite enfrentar la resistencia que ha mostrado esta plaga a los insecticidas pertenecientes al grupo IGR.

En la actualidad se cubre un área de más de 40.000 hectáreas de piña en manos de más de 500 productores, ubicadas principalmente en la zona Huetar Atlántica como en la Huetar Norte. Por otra parte, el sector pecuario que consta aproximadamente de más de 10.000

productores es beneficiado por este manejo, ya que dicho control biológico colabora con el desarrollo bovino que merecen los animales sin la presencia de la mosca del establo.

El escalamiento comercial del parasitoide se logró mediante la instalación de la primera Biofábrica, ubicada en esta Estación, donde junto con esta tecnología y otras que se desarrollan, permiten apoyar esfuerzos en el campo académico facilitando la formación de estudiantes que optan por grados de licenciatura y maestría de las diferentes universidades (figura 101).

Figura 101. Biofábrica de parasitoides. EELD 2018.

Producción de semilla limpia de yuca

El cultivo de yuca ha venido cobrando mayor importancia tanto para el consumo humano como animal. Ante la presencia de plagas y enfermedades, el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Estación en coordinación con el programa de Raíces y Tubérculos, han colaborado en la limpieza de semilla de yuca y a la vez utilizado métodos de producción masiva como lo son: *in vitro* y sistema SAH, además de ajustar los procesos para la producción de esta semilla (figura 102). Aunado a ello se han capacitado a productores con el objetivo de que ellos mismos sean los encargados de proporcionar material limpio para los procesos productivos (figura 103).

Figura 102. Producción de semilla de yuca en coordinación entre el laboratorio e investigadores. EELD.

Figura 103. Producción de semilla limpia de yuca. EELD. 2020.

En el 2020 se entregaron aproximadamente 7500 estacas de semilla de yuca a los Colegios Técnicos Agropecuarios (CTP) de la región Huetar Caribe, con la finalidad de que éstos se conviertan en centros de producción y distribución de semilla limpia de yuca a los productores, generando emprendedurismo en los jóvenes rurales.

Manejo de sistemas sostenibles de ganadería

Siendo las estaciones espacios de apoyo para las investigaciones, es en estos terrenos donde se realizan las principales labores tales como: validación de manejo de pasturas y modelos de rotación, establecimiento de bancos forrajeros para alimentación animal, alternativas nutricionales en bovinos y cerdos, capacitación y días de campo para la transferencia de información técnica en bovinos y porcinos y la venta de productos y servicios como son: pie de cría y pajillas de semen de alta calidad (figura 104).

Figura 104. Hato Braham en la Estación Los Diamantes.

Estación Experimental Ing. Enrique Jiménez Núñez

La estación está ubicada en el trópico seco en la localidad de Cañas, Guanacaste. En el año 2015, esta estación cumplió 50 años de generar innovación e investigación para el desarrollo del sector agropecuario. Las principales actividades desarrolladas en este agroecosistema son: mejoramiento genético y producción de semilla de granos, manejo del hato y venta de animales, investigación en prácticas de mitigación y adaptación en cambio climático, evaluación de estructuras para ambientes protegidos y cultivos aptos bajo estos sistemas; así como métrica de gases de efecto invernadero y especialmente en el manejo eficiente del recurso hídrico. En la estación se dispone de bancos forrajeros en apoyo a las investigaciones y para poner a disposición de los productores semilla de alta calidad. Además, cuenta con una Planta para procesamiento y acondicionamiento de semilla y Cámaras de frío para la conservación de las mismas (figura 105).

Figura 105. Planta de procesamiento y acondicionamiento de semilla. EEEJN.

Para el año 2020, se incursionó en la investigación del cultivo del cáñamo, con el objetivo de disponer de información referente a sus cualidades y calidades para uso textil y medicinal. Para ello se trabajó en convenio bajo la figura de una alianza público-privada (figura 106). Este proceso de investigación igualmente se ejecutó en la Estación Los Diamantes, para disponer de información de esa otra región. Este trabajo mostró excelentes resultados tanto en rendimiento como en calidad de los materiales y en parte ha servido de base para facilitar el desarrollo de este cultivo a nivel nacional con la aprobación de una ley que regule su manejo.

Figura 106. Evaluación materiales de cáñamo. EEEJN.

Ambientes protegidos

El desarrollo de estos sistemas de producción ha permitido dinamizar el programa de hortalizas en la Región Chorotega y Pacifico Central, ocasionando un cambio cultural en los agricultores, al poner a su disposición cultivos con altos rendimientos bajo estos sistemas, entre los que destacan: túneles, casas malla, invernaderos con ambientes controlados, entre otros (figuras 107 y 108). Todo ello con el objetivo de contribuir a la seguridad alimentaria y empoderar a grupos de productores como proveedores para los encadenamientos de mercados locales y regionales.

Figura 107. Evaluación de túneles en la EEEJN. Región Chorotega.

Figura 108. Evaluación de Casas de Malla para promover la producción de hortalizas. EEEJN.

Manejo del Recurso Hídrico

El manejo del recurso hídrico ha sido una prioridad en esta estación, para lo cual se evalúan diferentes métodos en busca de la eficiencia en el uso de este recurso. Actualmente se utilizan metodologías para manejo de láminas de agua, profundidad de humedad, alternancia húmedo-seco para cultivos de granos básicos (arroz), también se ha mejorado el uso de riego por goteo, que incluye la aplicación de fertilizantes y enmiendas (fertirriego). Así como el uso de revestimientos y de tubos de polipropileno, para disminuir pérdidas de agua, la utilización de frecuencias de riego y la incorporación de sistemas presurizados de riego: goteo, aspersión y microaspersión (figura 109).

Figura 109. (a) Determinación en sitio de la capacidad de almacenamiento del agua en el perfil efectivo del suelo. (b) Capacitación práctica en riego para productores.

Granos básicos

En la estación se desarrolla investigación en granos básicos, especialmente en arroz, maíz y sorgo, así como el mantenimiento de materiales de estos cultivos, para la producción de semilla para investigación. Además, se produce semilla fundación tanto de las variedades del INTA como de las variedades que son demandadas por la empresa privada. Es importante señalar que toda la semilla de fundación de arroz a nivel nacional, es producida por el INTA (figura 110). Se resalta el trabajo que actualmente se realiza en el rescate de materiales nativos y limpieza de semilla tanto en: arroz, frijol y maíz, para mejorar la producción para la agricultura familiar, poniendo a disposición semilla limpia de materiales que contribuyen a duplicar los rendimientos.

Figura 110. Producción de semilla de arroz de calidad. EEEJN.

Ganadería

Por años el INTA ha dispuesto de material genético de calidad para los productores mediante la venta de pie de cría (figura 111), así como de semilla de bancos forrajeros para contribuir a la suplementación animal (figura 112). También este hato se utiliza para evaluación de modelos de producción, como los modelos intensivos sostenibles y agrosilvopastoriles. En relación a los bancos forrajeros, para el periodo 2016 al 2021, se distribuyeron los siguientes materiales: Yuca Amarga: 86.750 estacas; Botón de Oro: 91.520 estacas; Cuba OM 22: 11.450 kg; Caña Forrajera: 9.800 kg; Nacedero: 415 estacas. Estos materiales han tenido gran aceptación por parte de los productores, quienes a su vez han implementado bancos forrajeros en sus fincas con dichos materiales.

Figura 111. Mejoramiento genético del hato Brahman. EEEEJN.

Figura 112. Bancos forrajeros. EEEJN.

Estación Experimental Dr. Carlos Durán

La Estación Experimental Dr. Carlos Durán está ubicada en la Provincia de Cartago, Cantón de Oreamuno, Distrito Potrero Cerrado, próxima a la localidad de Tierra Blanca. El objetivo de esta estación es el de abastecer de semilla prebásica de papa de alta calidad genética de variedades comerciales a los productores nacionales, así como apoyar en los procesos de evaluación y selección genética de materiales de papa provenientes del CIP (Centro Internacional de la Papa).

Estas investigaciones implican seleccionar cultivares con características agronómicas que se adapten a las condiciones edafoclimáticas del país, en cuanto a rendimiento y comportamiento ante plagas y enfermedades y calidad del producto, ya sea para consumo en fresco o para la industria. En estos procesos participan los productores de manera activa.

Para abastecer la semilla de calidad se dispone de un Laboratorio de Cultivo de Tejidos, en los que se utilizan métodos: *in-vitro*; SAH (Sistema Autotrófico Hidropónico), bandejas de diferentes diámetros y otros, con el fin de masificar la producción de estos materiales.

Todas estas acciones se acompañan de procesos de capacitación y difusión de las tecnologías, para contribuir a la adopción de las mismas, con una alta participación de productores y técnicos del sector papero (figura 113).

Figura 113. Días de campo en manejo del cultivo de papa. EECD.

Es importante resaltar que, aunque en el 2020 se liberó la variedad Palmira, fue parte de un continuo de investigación, en donde en la actualidad se han identificado dos clones promisorios (389468.2; 398098.204) con características aptas para consumo fresco e industria con altas posibilidades de ser liberadas al menos una de ellas en el año 2022 (figura 114 y 115).

Figura 114. Cultivar promisorio 389468.3 en invernadero del Sr. Pedro Leitón, en Llano Grande de Cartago.

Figura 115. Cultivar promisorio 389468.3 en finca el Sr. Johnny Masis en el Volcán Turrialba. Cartago.

Para el año 2010 la producción de semilla fue de 20.000 microtubérculos y 75.000 semillas prebásicas, mientras que para el 2016 fue más de 300.000 semilla prebásica y 5.000 microtubérculos, de las cuales una tercera parte correspondió a un convenio con productores asociados (CoopeBrisas). Para el 2020 fue de 205.450 tubérculos de semilla prebásica, a pesar de las limitaciones inherentes a la emergencia sanitaria (Covid 19). Es importante reconocer que toda la semilla de calidad de papa que se utiliza a nivel nacional, proviene del programa de producción de semilla prebásica que realiza esta Estación Experimental Dr. Carlos Durán (figura 116).

Figura 116. Semilla prebásica de venta a productores. EECD.

Estación Experimental La Managua

La Estación La Managua está ubicada en Naranjito de Quepos, en el Pacífico Central. Con un área total de 13,5 ha, dedicadas a agricultura y bosque principalmente.

Se realizan investigaciones en cultivos como:

- Frijol: evaluaciones con materiales tolerantes a estrés hídrico y altas temperaturas. Esta estación es vital en el mejoramiento y selección de materiales de frijol (figura 117).
- Musáceas: evaluación de material genético con el objetivo de impulsar su cultivo en esta región (figura 118).
- Pejibaye: parcelas de investigación en fruta como en palmito.
- Yuca: multiplicación de materiales para observar comportamientos de yuca dulce y amarga, con la misma finalidad de impulsar este cultivo en la zona.
- Frutales: Papaya, Guayaba y Cacao: vitrinas tecnológicas con el objetivo de fomentar su cultivo.
- Casa Malla: validar el manejo de hortalizas bajo estas condiciones de ambientes protegidos.
- Bancos forrajeros: mantenimiento de áreas forrajeras para suministro de semilla de calidad a productores de la zona.

Figura 117. Ensayo en frijol para estrés hídrico.

Figura 118. Ensayo de plátano. EELM.

La estación se ha dado a conocer como proveedor de semilla de forrajeras de calidad para la alimentación animal. Desde el año 2016 hasta el 2021, se han entregado 630.720 estacas del Banco de forrajes beneficiando a 767 productores. Estos materiales forrajeros son importantes para proveer de energía (caña forrajera, cuba OM 22, maíz forrajero), así como proteína (botón de oro, nacedero, morera, cratylia), en programas de suplementación animal (figura 119).

Figura 119. Banco forrajero de botón de oro y maíz forrajero. EELM

Igualmente se realizan eventos de transferencia de tecnología, con la finalidad de acercar las tecnologías a los productores (figura 120). A partir del 2009 se inició con la transferencia de tecnología, llevándose a cabo hasta el 2021, 15 eventos (talleres, días de campo). Dos de esas actividades se realizaron en fincas de productores que habían sido beneficiarios con la semilla producida en la Estación.

Figura 120. Actividades de capacitación para productores. EELM.

Gestión operativa

Cooperación Técnica

La vinculación del INTA con entes cooperantes nacionales e internacionales ha sido una actividad fundamental desde su creación, la cual ha estado focalizada en tres grandes ámbitos:

- Obtener financiamiento complementario al presupuesto ordinario para la ejecución de proyectos en temas priorizados por la institución que permita encontrar soluciones a los problemas que enfrenta el sector agropecuario.
- Vinculación con organizaciones, empresas e instituciones nacionales e internacionales que agreguen alto valor estratégico a la acción del INTA.
- La interacción con equipos de investigación de diversos institutos para la actualización y profesionalización del capital humano.

Costa Rica ha sido catalogado como país de renta media, como tal, sigue enfrentando brechas de desarrollo, por lo que aún requiere de apoyo para superar limitantes estructurales específicas, por tal motivo, vinculado a su desarrollo, la cooperación sigue siendo relevante para atender los desafíos cada vez más complejos que enfrenta la agricultura y en general la sociedad, ante ello, en forma permanente la institución ha realizado esfuerzos en identificar fuentes de financiamiento para el desarrollo de la investigación y la transferencia de tecnología.

Producto de esta labor, en el periodo del 2002 al 2021 la Dirección Ejecutiva, inicialmente con el apoyo de la Dirección de Gestión de Proyectos y Recursos y posteriormente de la Unidad de Cooperación Técnica, así como de los investigadores, ha logrado el financiamiento de 170 proyectos (figura 121), lo cual en promedio representa la aprobación de nueve proyectos anuales.

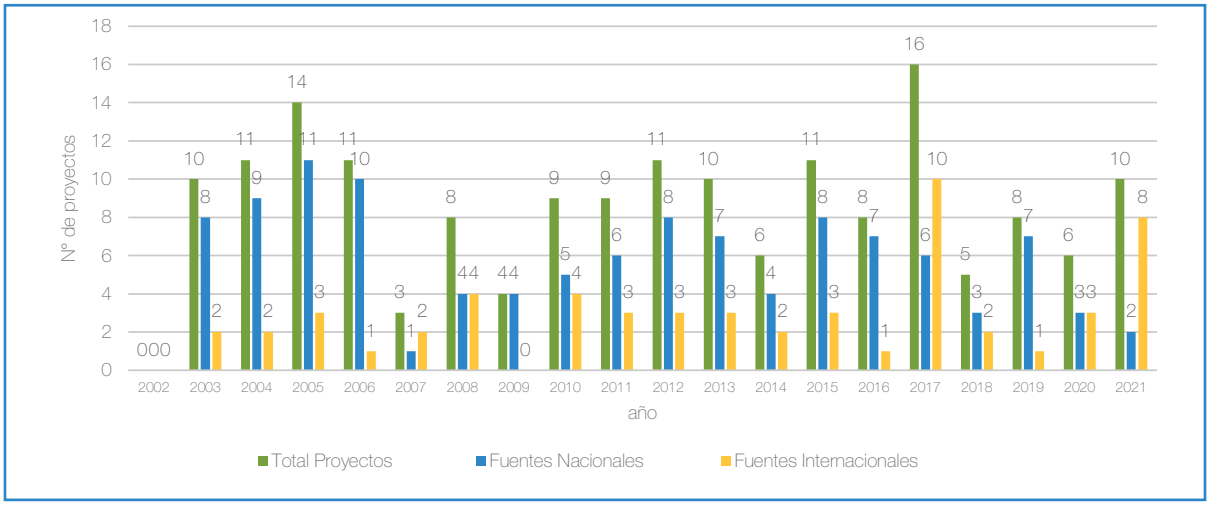

Figura 121. Proyectos del INTA con financiamiento de entes Cooperantes. Periodo 2002 – 2021.

De los 170 proyectos, 113 provienen de entes nacionales y 57 corresponden a entes de cooperación internacional como se muestra en la siguiente figura 122.

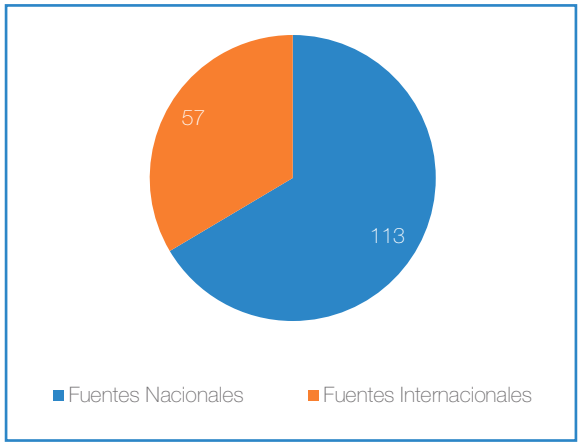

Figura 122. Proyectos del INTA según tipo de fuente cooperante. Periodo 2002 – 2021.

El relacionamiento del INTA con entes cooperantes ha permitido concretar apoyo técnico y financiero de 30 organismos y empresas (figura 123).

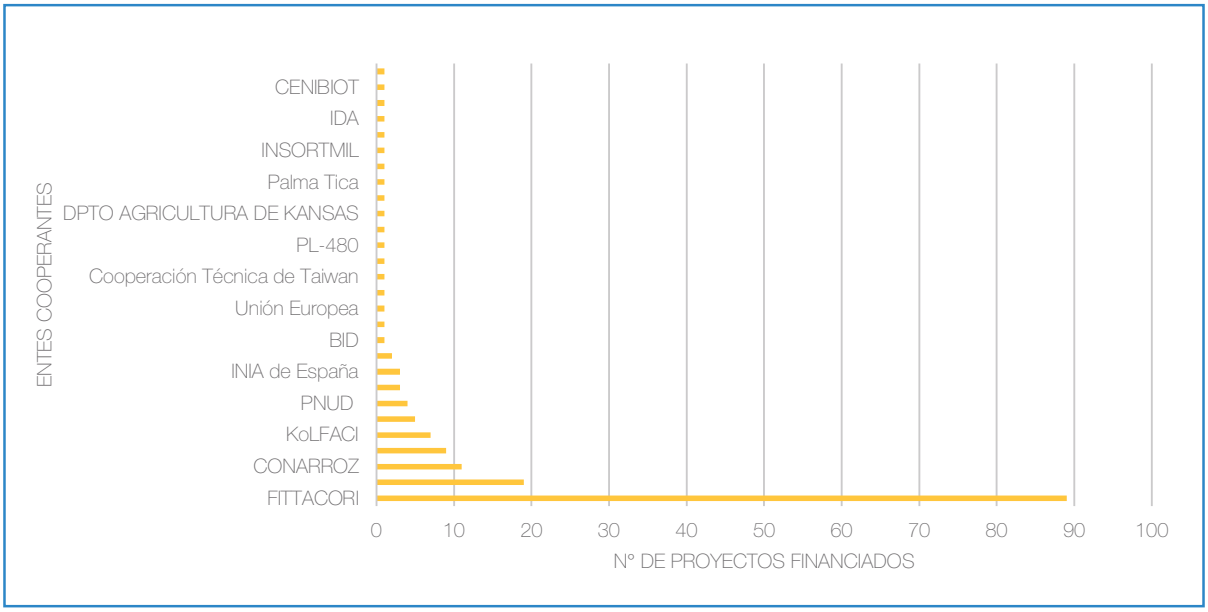

Figura 123. Entes cooperantes de proyectos del INTA. Periodo 2002 – 2021.

Entes cooperantes internacionales

- Agencia Brasileña de Cooperación (ABC)
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)
- Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI – actual AECID)
- Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA)
- Alianza Global para la Investigación (GRA)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Cooperación para la Alimentación y la Agricultura entre Corea y Latinoamérica (KolFACI)
- Cooperación Técnica de Taiwan
- Departamento de Agricultura de Kansas
- Unión Europea
- Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO)
- Instituto de Investigación de Sorgo y Millo (INTSORMIL)
- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria de España (INIA-ESPAÑA)
- Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO),
- Nippon Paper Papylia Co, Ltda
- Programa Ambiental Meso-américano
- Programa de Ayuda Directa de Australia (DAP)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- Roco Plants S.A.
- Unión Europea
- Universidad de Wagennigen

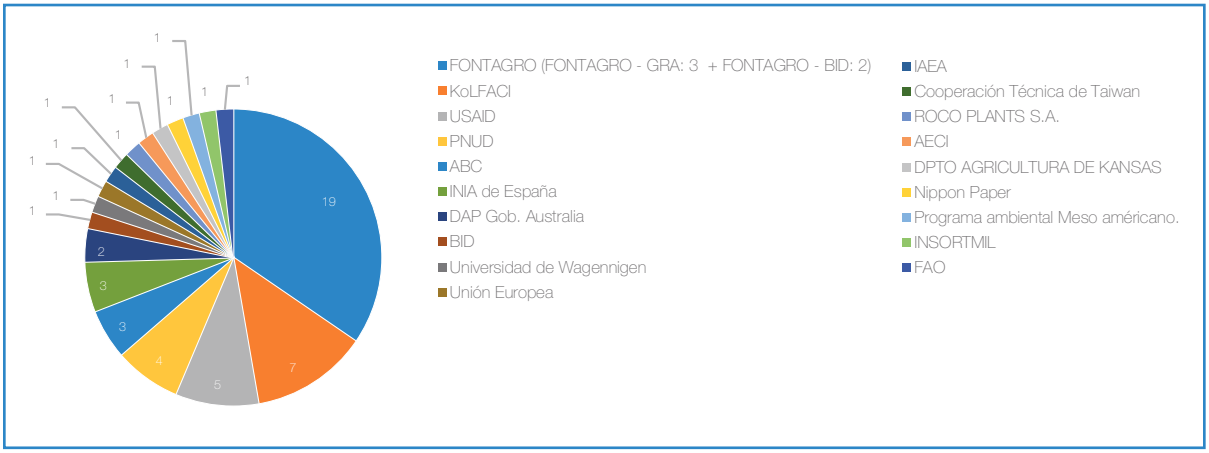

Figura 124. Proyectos del INTA con financiamiento de entes internacionales. Periodo 2002 - 2021

Entes cooperantes nacionales

- Centro Nacional de Innovación Biotecnológica (CENIBIOT)
- Cooperativa de Productores de Leche R.L. (Dos Pinos)
- Corporación Arrocera Nacional (CONNAROZ)
- Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA)
- Fundación para el Desarrollo Sostenible (FUNDECOOPERACION)
- Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITTACORI)
- Instituto de Desarrollo Agrario (IDA)
- Palma Tica S.A.
- Programa PL-480

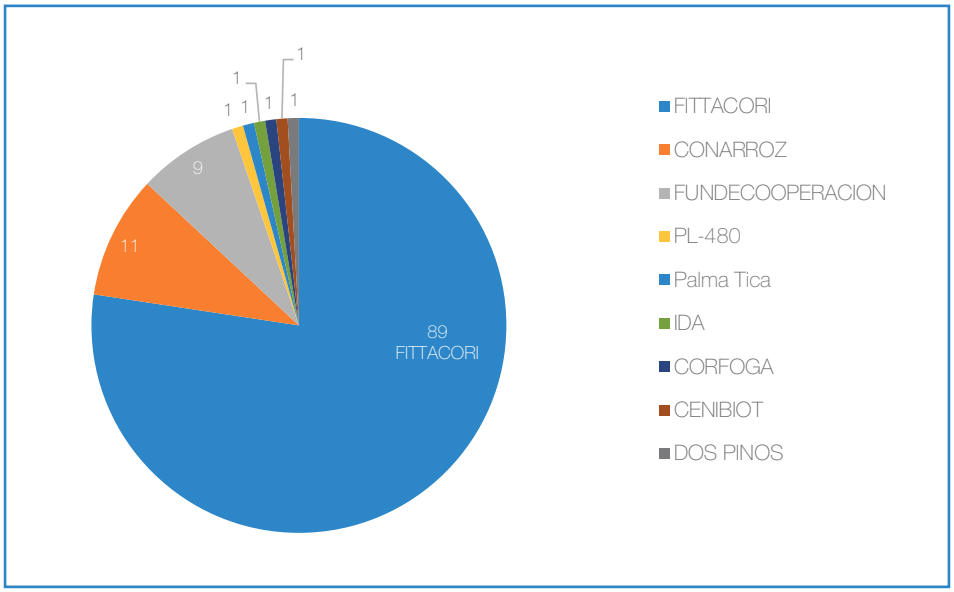

Figura 125. Proyectos del INTA con financiamiento de entes nacionales. Periodo 2002-2021.

Como principales cooperantes se encuentran la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITTACORI) quien ha financiado 89 proyectos en los 20 años de operación del INTA y el Fondo Latinoamericano de Investigación Agrícola (FONTAGRO) ha financiado 19 proyectos.

En conclusión, desde la creación de la institución la cooperación técnica y financiera ha tenido y continuará cumpliendo un papel importante en materia de mitigación a la variabilidad climática, el medioambiente y el desarrollo social mediante aportes significativos en líneas de investigación relevantes como son: a) cambio climático, b) ambientes protegidos, c) agricultura digital, d) sistemas ganaderos, e) sistemas agrícolas, f) mejores cultivares, g) uso eficiente del agua, h) plagas y enfermedades.

En forma complementaria, el INTA ha asumido una función, no solo como receptor de cooperación internacional, sino también como oferente de cooperación técnica de acuerdo con sus posibilidades, plasmado en tres temas específicos en el Catálogo Oferta de Cooperación Técnica 2021 – 2023 de MIDEPLAN:

- Métrica para la cuantificación de gases de efecto invernadero en actividades agropecuarias.
- Producción de vegetales en ambientes protegidos en zonas costeras del trópico.
- Manejo integrado de la mosca del establo (*Stomopsys calcitrans*).

Con relación al tema 1, recientemente se concretó un proyecto de cooperación para AGROSAVIA de Colombia en la "Transferencia de conocimiento de la estrategia de ganadería sostenible y medidas de mitigación nacionalmente apropiadas". En el tema de "Producción de vegetales en ambientes protegidos", se ha recibido una solicitud de apoyar la Cooperación Triangular para Guatemala, Honduras y El Salvador como parte de la Ayuda Oficial al Desarrollo de la República de Corea a estos países.

Administración del INTA

Análisis de Ingresos

El Instituto Nacional de Innovación y Trasferencia en Tecnología Agropecuaria, durante los últimos 20 años ha contado con ingresos provenientes de: canon arrocero, venta de productos y servicios, transferencias de gobierno y sumas provenientes de aplicación de 40% de superávit de instituciones del sector agropecuario, conforme a la Ley del INTA, principalmente provenientes del Servicio Fitosanitario del Estado, Servicio Nacional de Salud Animal, Instituto Costarricense de Pesca y Servicio Nacional de Riego y Avenamiento.

Los superávit registrados por el INTA en su mayor parte fueron provenientes de éstas transferencias efectuadas por las citadas instituciones descentralizadas (cuadro 13).

Otras fuentes de ingreso del INTA, se obtuvieron gracias a la cooperación técnica externa, proyectos con recursos internos y externos, entre los que se destaca actualmente FONTAGRO y KolFACI (figura 126).

Cuadro 13. Comparativo de presupuesto 2010-2020 (en miles de colones). INTA.

Comparativo de presupuesto 2010-2020 (En miles de colones)				
Partida / Subpartida	**Descripción**	**2010**	**2020**	**% variación**
1.0.0.0.00.00.0.0.000	Ingresos corrientes	1 439 187,08	1 260 925,03	-12,39
1.4.0.0.00.00.0.0.000	Transferencias corrientes	954 291,72	979 515,59	2,64
1.4.3.0.00.00.0.0.000	Transferencias corrientes del sector externo	5 387,25	0,00	-100,00
3.3.0.0.00.00.0.0.000	Recursos de vigencias anteriores	629 295,65	1 253 476,13	99,19
Total		**2 068 482,73**	**2 514 401,16**	**21,56**

Fuente: Área de Presupuesto Departamento de Administración de Recursos

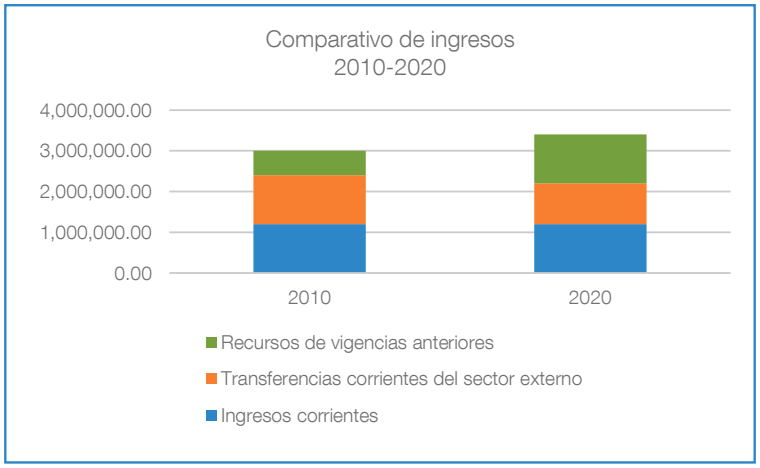

Figura 126. Comparativo de Ingresos 2010-2020. INTA.
Fuente: Área de Presupuesto Departamento de Administración de Recursos

Análisis de Egresos

Con respecto a los egresos del período comprendido entre los años 2010 y 2020, se puede observar en el siguiente cuadro 14, que los rubros que mayor crecimiento han tenido a lo largo del período son los de bienes duraderos (53,97%), que incluye el equipamiento y la infraestructura de la institución, así como el rubro de servicios con un crecimiento de un 82,06%.

Cuadro 14. Comparativo de Egresos Reales 2010-2020 (en miles de colones). INTA

Comparativo egresos reales 2010-2020 (En miles de colones)				
Partida / Subpartida	**Descripción**	**2010**	**2020**	**% variación**
0	Remuneraciones	176 112,19	182 178,96	3,44
1	Servicios	301 252,72	548 454,59	82,06
2	Materiales y suministros	367 985,74	175 415,40	52,33
3	Intereses y comisiones	22 257,82	-	100,00
5	Bienes duraderos	462 333,04	711,832,08	53,97
6	Transferencia corrientes	58 910,35	44 969,93	23,66
7	Transferencias de capital	180,26	-	100,00
Total		**1 389 032,12**	**1 662 850,96**	**19,71**

Fuente: Área de Presupuesto Departamento de Administración de Recursos

Obras de Infraestructura

A través de los años se han realizado las gestiones necesarias para la contratación administrativa, de los bienes, servicios y obras, requeridos en el cumplimiento de la programación de la institución, procurando con ello mejorar cada día el servicio brindado a los productores y a la población costarricense (cuadro 15).

Cuadro 15. Algunas de las principales obras de infraestructura contratadas a partir del 2016. INTA.

N°. de contratación	Objeto contractual	Lugar donde se realizó
2016LA-000004-0010500001 Monto del Contrato: ¢33.960.000	Mantenimiento de vías (caminos, alcantarillas y puentes).	Estación Experimental Los Diamantes – Guápiles
2016CD-000086-0010500001 Monto del contrato: ¢ 8.096.000	Construcción de Piso para Cámara Fría.	Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez
2018CD-000044-0010500001 Monto del contrato: ¢3.949.268,94	Construcción de invernaderos.	Estación Experimental Los Diamantes
2018LA-000003-0010500001 Monto contrato: ¢ 1.000.000 Monto de contrato: ¢22.685.255,37	Conexión eléctrica del tablero en EEJN y reparación del sistema eléctrico de Laboratorio de Cultivo de Tejidos, Los Diamantes.	Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez Estación Experimental Los Diamantes
2019LA-000005-0010500001 Monto del contrato: ¢92.900.283	Mejoras en infraestructura de las estaciones experimentales.	Estación Experimental Enrique Jiménez
2019LA-000006-0010500001 Monto del contrato: ¢ 67.866.771	Mejoramiento de caminos y puentes (EELD y EECD).	Estación Experimental Enrique Jiménez Estación Experimental Los Diamantes
2020LA-000004-0010500001 Monto de contrato: ¢142.926.920	Servicio de construcción y mantenimiento de invernaderos, casa sombra y casa malla	Estaciones Experimentales

Implementación de las Normas Internacionales de Contabilidad del Sector Público (NICSP)

Uno de los principales retos a los cuales se enfrenta la Administración es la implementación de las Normas Internacionales de Contabilidad, proceso a partir de octubre de 2007, año en el cual el Ministerio de Hacienda emitió el Decreto Ejecutivo No 34029-H, denominado "Adopción e Implementación de las Normas Internacionales de Contabilidad para el sector Público (NICSP) en el Ámbito Costarricense".

Para la atención de este reto, se conformó una comisión y se elaboraron las políticas contables de la Institución y un plan de acción aprobado por la Junta Directiva del INTA. El cual dio como resultado la atención de las recomendaciones de la CGR, producto de su intervención mediante una auditoría especial. Para el 2021 se está en el proceso de cerrar las brechas indicadas en dicha auditoría, en cuanto a la implementación de las NICSP.

En el proceso de implementación del INTA, el área administrativa ha sido de vital importancia al facilitar el marco operativo en cuanto a las funciones que compete a servicios generales, proveeduría, administración de recursos y coordinación para el manejo de recurso humano y mantenimiento de bienes inmuebles bajo su administración. Este apoyo ha sido significativo ya que ha permitido facilitar y atender cada día mejor, nuestra función sustantiva enmarcada en el mandato de Ley.

Conclusiones

Transcurridos 20 años de haberse creado el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), como institución pública especializada, por medio de la Ley N° 8149 del 22 de noviembre del 2001, es de gran satisfacción poder mostrar en esta oportunidad de manera sucinta, parte de la labor realizada por la institución en cumplimiento de su mandato de ley, cual es *"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".*

En la actualidad la agricultura y el sector agropecuario costarricense se encuentran sumidos en un activo proceso de reconversión productiva, que busca entre otras cosas 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 con amplio conocimiento y experiencia para implementar, guiar y orientar correctamente la gestión desarrollada hacia la consolidación de una agricultura sustentable, de acuerdo y en concordancia, con los objetivos requeridos por los actores sociales involucrados, en el sentido de que se deben abrir, desplegar y operar los espacios necesarios para su incorporación y participación activa en la definición y priorización de sus propias demandas y necesidades, cuantificación de las mismas, y con ello, poder plantear objetivos claros y realistas, con la finalidad de orientar, alinear, cuantificar y mejorar los procesos de investigación, ~~e~~ innovación y transferencia para facilitar la medición y valoración de los impactos generados.

Es definitivo e imperativo que el INTA oriente decididamente el esfuerzo realizado y los recursos disponibles a lograr una mayor competitividad y rentabilidad de los sistemas productivos, mediante la innovación tecnológica; siempre dentro de un marco de desarrollo sostenible, sustentado en el mejoramiento equilibrado del componente social, económico y ambiental. Para el productor, debe ser significativo el aumento logrado en rentabilidad para sustentar la inversión requerida y asumir el riesgo que conlleva adoptar el cambio propuesto u opción tecnológica, en su proceso de producción.

Los resultados, logros e impactos ~~a~~ que se ha hecho mención en el presente documento, poseen un importante grado de homogeneidad que los caracteriza y tipifica, la cual está dada por contar con condiciones tales como: integralidad e integración inclusiva en el abordaje del problema, equipo de recurso humano implicado mínimo necesario y capacitado, grupo meta plenamente identificado y participando activamente en el proceso de la generación de la tecnología demandada. También se cumple con el importante condicionante de contar con un alto grado de adopción en aquellos rubros y áreas de trabajo en los cuales se le dio solución a una demanda puntual bien identificada, tal y como se comprueba en algunos ejemplos expuestos en el documento.

Para que la importante y determinante fase de transferencia de una tecnología sea altamente eficiente y efectiva en sus efectos y consecuencias, es imperativo que previo al desarrollo de la misma, debe disponerse de estrategias y herramientas que permitan ejecutar los procesos de validación, capacitación y difusión de la tecnología generada de manera

fluída, expedita y comprensible. Complementario a éste importante requisito, es igualmente obligado disponer de los insumos y recursos materiales y logísticos que se requieran y faciliten estos procesos, tales como: semilla de calidad, productos, información, publicaciones, equipos, entre otros. 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. Todo este trabajo obliga al INTA a multiplicar los ingentes esfuerzos que realiza en materia de Transferencia de Tecnología, adiestramiento y capacitación, que faciliten el acceso a las nuevas opciones tecnológicas, información y promoción de nuevo conocimiento, orientado y destinado al mejoramiento de la competitividad del agricultor y agroempresario.

En el abordaje y atención correcta y oportuna de estos temas, es necesario contar con una valoración minuciosa y objetiva de las potencialidades reales que posee y dispone el INTA (recurso humano, financiero, infraestructura, equipamiento y logístico), para considerar y priorizar qué tópicos desarrollar y con qué profundidad y especificidad; especialmente en cuanto a disponer de una estrategia razonable y efectiva que permita la reposición inmediata de personal altamente calificado para evitar la creación de inconvenientes brechas de conocimiento y desmejoramiento de la calidad de la gestión técnico-profesional que se pueda ejecutar. La ruta crítica seguida en generación y transferencia de nuevas tecnologías debe prevalecer la calidad, la objetividad, la representatividad y la aplicabilidad de lo que se libera y recomienda para uso por parte del sector productivo.

A sus 20 años de haber sido creado y entrado en funciones, el instituto debe continuar visualizando aquellos temas estratégicos que requieren su atención inmediata y permanente, como son entre otros: la seguridad alimentaria y el ordenamiento territorial; además de otros que hoy en día han adquirido igual o mayor importancia virtud de su relevancia e impacto, como son: la gestión del recurso hídrico, la degradación de los suelos, la protección y recuperación de los ecosistemas, el mantenimiento de la biodiversidad, reducción de la contaminación, el uso óptimo de los recursos e insumos para la producción, el cambio climático, la mejora genética, la fitoprotección, incorporación de valor agregado, la reducción de la pobreza y el mejoramiento general e integral de la calidad de vida, entre otros.

En algunos de los logros y productos relevantes obtenidos en estos 20 años de gestión continua, queda demostrado que quienes impulsaron la creación del INTA fueron visionarios, de ahí la importancia de continuar fortaleciendo la institución, la cual debe innovarse y mejorarse permanentemente; no solo en el aspecto tecnológico, sino también institucional, organizacional y gerencial, especialmente en épocas de cambio. Para lograr lo anterior, el INTA debe contar necesaria e imperativamente con facultades apropiadas para la toma correcta y oportuna de decisiones, que le permitan actuar con mayor rapidez, eficiencia y flexibilidad, en apego estricto a sus procesos de priorización técnico-científico.

No cabe la menor duda que los logros alcanzados por el INTA en materia tecnológica y que han sido dispuestos de manera accesible para uso del sector agropecuario costarricense, han sido relevantes y de gran impacto; lo cual merece la atención y el apoyo de las instancias correspondientes de velar por su sostenibilidad, virtud de que el Instituto representa la institución pública especializada en esta materia, razón y motivo por el cual, debe ser fortalecida para mantener y mejorar su proyección en beneficio de los pequeños y medianos productores.

Anexo 1

Publicaciones del INTA 2009-2020

Documentos publicados en el año 2009
Manual de recomendaciones del cultivo de maíz
Manual de recomendaciones del cultivo de frijol
Manual de recomendaciones del cultivo de arroz
Manual de Producción de semilla de maíz
Boletín del cultivo de maíz
Boletín del cultivo de frijol
Boletín del cultivo de arroz
Boletín de Agricultura orgánica
Boletín de Buenas prácticas agrícolas
Folleto de Suplementación para ganado bovino
Hoja divulgativa de Lombricultura
Hoja divulgativa de Agricultura sostenible
Hoja divulgativa de Sistemas agropecuarios sostenibles
Hoja divulgativa de Ensilaje
Hoja divulgativa de Conservación de forrajes
Hoja divulgativa de Silo de montón
Hoja divulgativa de Establecimiento y manejo de *Cratylia*
Memoria INTA 2008

Documentos publicados en el año 2010
Manual de recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne
Manual de recomendaciones en el cultivo de chile, pimentón o ají (*Capsicum sp*)
Manual de recomendaciones técnicas en el cultivo de palmito de pejibaye (*Bactris gasipaes*)
Manual para el cultivo de mango (*Mangifera indica L.*) en Costa Rica
Hoja Divulgativa: residuos y contaminación
Hoja Divulgativa: Separación y manejo de residuos
Memoria INTA 2009
Revista Alcances Tecnológicos 2008
Revista Alcances Tecnológicos 2009

Folleto: Agricultura orgánica de bajo costo
Folleto: Producción de diferentes tipos de abonos, repelentes y fungicidas orgánicos, experiencias de productores en la zona sur de Costa Rica
Folleto: Alternativas productivas en cultivos hidropónicos
Folleto: Identificación Control de plagas y enfermedades en hortalizas con el uso de extractos naturales, hongos antagonistas y entomopatógenos
Folleto: Producción de energía en la finca: El biodigestor
Folleto: Conservación y producción de semillas comunitarias
Folleto: Alternativas productivas en cultivos hidropónicos
Manual: Manual para facilitadores

Documentos publicados en el año 2011
Manual: La caña de azúcar (*Sacharun officinarum*) y su uso en la ganadería
Manual: Muestreo y análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad
Memoria INTA 2010
Folleto: El cultivo de morera y su uso en la ganadería
Manual: “Impactos y Logros del INTA 2001-2011: Una década al servicio del sector agropecuario”
Boletín: Estación Experimental Los Diamantes
Boletín: Estación Experimental Ing. Enrique Jiménez Núñez
Boletín: Estación Experimental Dr. Carlos Durán

Documentos publicados en el año 2012
Revista Alcances Tecnológicos 2011
Memoria 2011
Manual para el cultivo de mango (*Mangifera indica L.*) en Costa Rica (reimpresión)
Manual: Muestreo y análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad (reimpresión)
Boletín La avena forrajera: una alternativa para suplementar sus vacas lecheras
Manual de Agricultura Sustentable y Seguridad Alimentaria
Boletín de arroz

Documentos publicados en el año 2013
Catálogo de fichas técnicas ACI: 18 fichas Agricultura Climáticamente Inteligente
Ficha técnica: TERRAPRETA
Ficha Técnica: Organoponía
Ficha técnica: Finca integral didáctica
Manual: Manual de Plantas medicinales para elaboración de productos de uso personal

Manual técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de la piña
Memoria INTA 2012
Revista INTA Alcances tecnológicos 2011-2012
Boletín variedad de arroz CR-1508
Boletín Técnico cultivo maíz
Manual la producción agropecuaria sustentable en la seguridad alimentaria (2da edición)

Documentos reimpresos en el año 2013
Manual hongos antagonistas y entomopatógenos
Manual el Biodigestor
Manual semillas comunitarias
Boletín abonos orgánicos
Manual de recomendaciones técnicas en el cultivo de palmito
Manual muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de la fertilidad
Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de maíz
Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de frijol
Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de arroz
Boletín de agricultura orgánica
Boletín nuevas variedades de papa
Boletín Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
Boletín Producción de hortalizas con coberturas pláticas de bajo costo
Boletín Programa de Mejoramiento Genético de Arroz
Boletín Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez
Boletín técnico del cultivo de maíz
Folleto Agricultura orgánica de bajo costo
Boletín Añublo bacterial en el cultivo de arroz
Boletín Variedad de arroz CR-1508

Documentos publicados en el año 2014
Manual: Técnicas Agroambientales para el Manejo del Cultivo de Piña (2 ed.)
Folleto: Variedades de sorgos bmr: una alternativa para producir forraje
Boletín Suelos de Costa Rica: Orden Ultisol
Reglamento Técnico para la Certificación de Semilla de Yuca
Memoria INTA 2013
Revista Alcances Tecnológicos 2014
El Cambio Climático y el Sector Agropecuario Costarricense: Contribuyendo con la Mitigación

Documentos publicados en el año 2015
Revista Alcances Tecnológicos 2012-2014
Boletín Cultivo de maíz (reimpresión)
Memoria Institucional INTA 2014
Boletín Producción de hortalizas con coberturas plásticas de bajo costo (reimpresión)
Boletín Suelos de Costa Rica - Orden Entisol
Boletín Suelos de Costa Rica - Orden Vertisol
Boletín Suelos de Costa Rica – Orden Histosol
Boletín Suelos de Costa Rica -Orden Inceptisol
Boletín Suelos de Costa Rica – Orden Molisol
Boletín Suelos de Costa Rica – Orden Alfisol
Boletín Suelos de Costa Rica – Orden Andisol
Boletín Suelos de Costa Rica – Orden Spodosol
Boletín Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Abonos Orgánicos
Boletín Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez
Manual Cuidados Básicos de los Árboles Frutales
Boletín Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (reimpresión)
Boletín Análisis Microbiológico de Suelos
Boletín Microorganismos Agrícolas
Boletín Cultivo de Chayote
Folleto Manejo de Semilla y de la Enfermedad de Cuero de Sapo en Yuca (reimpresión)
Folleto Guía de Muestreo de Nematodos
Memoria del Curso Manejo Agronómico del Aguacate

Documentos publicados en el año 2017
Boletín Proyecto ZAE
Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible
Manual Sistemas intensivos sostenibles de producción de carne como estrategia para enfrentar el cambio climático (2 edición)
Manual Agricultura orgánica de bajo costo y cambio climático (2 edición)
Folleto Técnicas para la producción sostenible de café frente al cambio climático
Manual Manejo sistemas intensivos sostenibles de ganadería de engorde
Manual Manejo sistemas intensivos sostenibles de ganadería de cría
Manual Manejo sistemas intensivos sostenibles de ganadería de leche
Folleto Guía práctica para la caracterización y delimitación de suelos hidromórficos
Manual técnico del cultivo de Tomate

Folleto Recetario de tomate
Manual del Cultivo de Yuca
Manual del Cultivo de Papa
Fichas técnicas: Caja de herramientas metodológicas para el sector agrícola. 35 fichas
Boletín Reproducción asexual de pejibaye por separación de rebrotes
Boletín Guía para la toma de muestras vegetales en el diagnóstico de enfermedades fungo-bacterianas
Boletín Variedad de maíz UPIAV-G6 (2 edición)
Boletín Variedad de maíz Proteinta (2 edición)
Boletín Variedad de maíz Nutrigrano (2 edición)
Boletín Variedad de maíz Los Diamantes 8843 (2 edición)
Boletín Red Sectorial de Género y Juventud Rural
Boletín institucional INTA (reimpresión)
Manual El suelo y los abonos orgánicos (reimpresión)
Boletín Cultivares promisorios de papa con aptitud industrial y variedades tradicionales en la zona norte de Cartago y Zarcero
Revista Alcances Tecnológicos 2017
Memoria INTA 2016

Documentos publicados en el año 2016
Revista Alcances Tecnológicos, 2016
Manual de Buenas Prácticas de Extensión Rural
Memoria Institucional 2015
Boletín de Ensilaje (2 edición)
Boletín Produzca semilla de avena en su finca (2 edición)
Boletín La avena forrajera: una alternativa para suplementar sus vacas lecheras (2 edición)
Folleto Experiencias con pastos y forrajes en la zona alta lechera de la microcuenca Plantón-Pacayas, Cartago (2 edición)
Boletín Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
Boletín Laboratorio de suelos, plantas, aguas y abonos orgánicos (Reimpresión)
Boletín Suelos de Costa Rica Orden Ultisol (Reimpresión)
Boletín Estación Experimental Ing. Enrique Jiménez Nuñez
Boletín Estación Experimental Los Diamantes
Boletín Estación Experimental Dr. Carlos Durán
Manual El suelo y los abonos orgánicos
Manual Guía para producción de tomate en agricultura familiar (PRIICA-INTA)
Manual Plan de manejo de trips en el cultivo de aguacate “Hass” (PRIICA-INTA)

Documentos publicados en el año 2018
Revista Alcances Tecnológicos. Edición 2018
Revista Alcances Tecnológicos. Edición Especial sobre Cambio Climático
Boletín Producción de almácigos para hortalizas
Boletín El saladero para el pastoreo racional intensivo
Boletín El abrevadero para el pastoreo racional intensivo
Guía práctica para el manejo integrado de El minador de la hoja del tomate (*Tuta absoluta*)
Boletín Guía para la toma de muestras que requieren análisis moleculares
Manual técnico basado en experiencias con el híbrido “Dulcitico” (*Capsicum annum*)
Memoria INTA 2017

Documentos publicados en el año 2019
Revista Alcances Tecnológicos. Edición 2020
Memoria INTA 2018
Boletín técnico: Mapeo de suelos (PCS)
Boletín Variedades e híbridos de maíz: características y recomendaciones para su manejo agronómico
Manual: Guía para la toma de muestras de suelo y tejidos foliares para el diagnóstico de la fertilidad (2 edición)
Guía técnica: Diseño y construcción de micro - túneles y túneles altos para la producción de hortalizas
Manual: Experiencia exitosa del servicio de extensión en la zona de Pejibaye, Pérez Zeledón, San José, Costa Rica
Memoria: Seminario de opciones tecnológicas para la adaptación al cambio climático
Memoria técnica: Zonificación agroecológica para el cantón de Alvarado de Cartago
Memoria técnica: Zonificación agroecológica para la región de Los Santos
Memoria técnica: Zonificación agroecológica para el cantón de Naranjo de Alajuela
Memoria técnica: Zonificación agroecológica para el sector norte del cantón de Puriscal
Ficha técnica: Medidas de adaptación al cambio climático: Tema: Ganadería
Ficha técnica: Medidas de adaptación al cambio climático: Tema: Papa
Ficha técnica: Medidas de adaptación al cambio climático: Tema: Aguacate
Ficha técnica: Medidas de adaptación al cambio climático: Tema: Café
Ficha técnica: Medidas de adaptación al cambio climático: Tema: Manejo y conservación de suelos
Ficha técnica: Medidas de adaptación al cambio climático: Tema: Hortalizas bajo ambientes protegidos
Manual: Sistematización de experiencias de agricultura sostenible de café y aguacate, con valor agregado y manejo de los residuos del micro beneficiado en la zona de Los Santos, Costa Rica

Documentos publicados en el año 2020
Revista Alcances Tecnológicos. Edición 2021
Memoria INTA 2019
Manual cultivo de Ñame
Manual Uso y producción de mucuna y canavalia en terrenos de descanso
Manual Producción de semilla entera de ñame blanco
Boletín Prácticas de control del nematodo *Globodera pallida*
Boletín técnico: Seguridad alimentaria en tiempos del Covid-19. Foro RELASER
Boletín Técnico: Tecnologías de información y comunicación (TIC) y agricultura en tiempos del Covid-19
Manual: Medidas de higiene a lo largo del sistema de abastecimiento y distribución de los alimentos en el marco de la pandemia por Covid-19
Manual de buenas prácticas para la integración efectiva de jóvenes en la agricultura familiar
Ficha técnica: Medidas de adaptación al cambio climático: Tema: Yuca (10 fichas)
Ficha técnica: Medidas de adaptación al cambio climático: Tema: Cacao (4 fichas)

Anexo 2

Listado de Convenios y Acuerdos del INTA. 2001-2021

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Convenio de cooperación.	MAG- Misión Técnica de la República de China UCR-Fundación de la UCR para la Investigación	Mixto	26/11/2001	26/11/2005
Convenio Marco de cooperación Interinstitucional.	INTA-TEC	Académico	12/12/2002	12/12/2006
Convenio marco de cooperación interinstitucional celebrado entre el ITCR y el INTA.	INTA-TEC	Académico	12/12/2002	01/12/2007
Convenio marco de cooperación entre el INTA y la Corporación Arrocera Nacional.	Corporación Arrocera Nacional-INTA	Privado	3/9/2003	1/10/2008
Convenio INTA-UCR. Inmuebles de Diamantes. Banco de germoplasma-pejibaye. Octubre del 2003.	UCR-INTA	Académico	15/9/2003	01/10/2008
Convenio Marco de Cooperación.	INTA y Corporación Arrocera Nacional	Privado	3/10/2003	3/10/2007
Acta constitutiva del sistema cooperativo INIAs-Iberoámerica.	INIAs-Iberoámerica-INTA	Internacional	2/12/2003	1/12/2006
Carta de Intención para establecer bases de colaboración para mejoramiento de sistemas agropecuarios con tecnologías amigables con el ambiente.	INTA- IINIA IBEROAMERICANOS	Internacional	2/12/2003	31/12/2006
Carta marco de entendimiento entre el INTA y la Corporación Hortícola Nacional, en su condición de representante de los pequeños y medianos productores de cebolla.	Corporación Hortícola Nacional- INTA	Privado	14/3/2004	1/3/2014
Convenio de cooperación entre el INTA y el SENARA.	SENARA -INTA	Público	7/5/2004	01/05/2008

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Convenio de préstamo de instalaciones entre el CNP y el INTA.	CNP-INTA.	Público	1/7/2004	01/07/2009
Carta de entendimiento entre ITCR y el INTA	ITCR-INTA	Académico	9/11/2004	01/11/2007
Convenio de cooperación para la construcción e instalación de un módulo (invernadero) para la producción agrícola bajo ambientes controlados celebrado entre la Misión Taiwán y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.	Taiwan -INTA	Internacional	21/1/2005	01/01/2006
Carta de entendimiento para la cooperación interinstitucional en apoyo al proyecto de mercados regionales	INTA - MAG - PIMA	Público	19/2/2005	19/2/2019
Convenio general de cooperación institucional entre el INTA y INBio.	INBio-INTA	Privado	28/3/2005	01/03/2010
Addendum al Convenio de cooperación entre la UCR y el INTA para el mejoramiento de variedades vegetales Sobre la transferencia del hibrido de papaya Pococí. Convenio original firmado en mayo del 2004.	UCR-INTA	Académico	18/4/2005	
Memorando de entendimiento entre EMBRAPA y el INTA para el perfeccionamiento de técnicas de producción de hortalizas bajo ambientes protegidos.	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria-INTA C.R.	Internacional	31/5/2005	31/5/2010
Memorando de entendimiento entre EMBRAPA y el INTA.	INTA y EMBRAPA	Internacional	31/5/2005	01/05/2010
Convenio marco de cooperación entre el INTA y CORFOGA.	CORFOGA -INTA	Privado	2/1/2006	01/01/2011
Convenio específico de cooperación entre le INTA y la UCR (Laboratorio de tecnología poscosecha).	UCR-INTA	Académico	21/4/2006	01/04/2011
Convenio mejoramiento poscosecha de productos perecederos.	INTA-UCR	Académico	21/4/2006	21/4/2010
Convenio marco de cooperación técnica e implementación de acciones normativas entre el INTA y el MAG.	MAG-INTA	Público	5/5/2006	01/05/2016

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Convenio Marco de Cooperación.	INTA -LAICA	Privado	15/8/2006	15/8/2010
Convenio marco de cooperación ente LAICA, INTA y MAG.	LAICA-MAG -INTA	Mixto	15/8/2006	01/08/2011
Convenio marco de cooperación entre el INTA y la UNA.	INTA y UNA	Académico	27/9/2006	01/09/2011
Convenio marco de investigación y desarrollo científico y tecnológico entre el INTA-Costa Rica y el CIAT-Colombia.	CIAT-Colombia -INTA	Internacional	6/5/2007	06/05/2012
Convenio Marco de Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico.	INTA- CIAT	Internacional	6/6/2007	6/6/2011
Convenio de cooperación entre el INTA y el Colegio Universitario para el Riego y el Desarrollo del Trópico Seco.	CURDTS-INTA	Académico	6/7/2007	01/07/2012
Contrato específico para el establecimiento de un vivero para producir plantas de palma aceitera, entre compañía Palma tica S.A e INTA.	Palma Tica -INTA	Público	7-ene-08	01/01/2012
Convenio marco de cooperación entre el INTA y Palma Tica S.A.	Palma Tica-INTA	Público	7/1/2008	1/1/2023
Convenio marco de cooperación interinstitucional entre UCR e INTA.	UCR-INTA	Académico	21/1/2008	01/01/2013
Convenio específico de cooperación interinstitucional celebrado entre el MAG y la UCR, al amparo del convenio de cooperación interinstitucional No.CV-005-2000, para efectos de préstamo de funcionario público para que se desempeñe en la EEFB.	UCR-INTA	Académico	1/4/2008	01/04/2012
Convenio de cooperación interinstitucional entre el INTA y el IDA.	INTA- IDA.	Privado	14/7/2008	01/07/2013
Contrato específico para capacitación y uso de terreno para siembra de arroz entre CURDTS e INTA.	CURDTS-INTA	Académico	23/7/2008	01/07/2013
Borrador de Convenio marco para la investigación y la formación.	INTA-UNED	Académico	6/8/2008	6/8/2012

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Acuerdo de cooperación entre el Ministerio de Agricultura de Buthan y el INTA.	Ministerio de Agricultura de Buthan-INTA.	Internacional	21/12/2008	01/11/2012
Convenio de cooperación institucional entre el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá y el INTA.	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá -INTA	Internacional	13/1/2009	01/01/2012
Contrato de arrendamiento entre el INTA y el Colegio Universitario para el Riego y el Desarrollo del Trópico Seco - CURDTS.	CURDTS-INTA	Académico	24/2/2009	01/02/2009
Convenio de cooperación técnica y administrativa para el fortalecimiento del sistema de integración centroamericano de tecnología agrícola, SICTA	Ministerio de Agricultura de Belice-INTA de Costa Rica-CENTA del Salvador-ICTA Guatemala-DICTA Honduras-INTA Nicaragua-Instituto de Investigación Agropecuarías de Panamá-IICA-CATIE	Mixto	12/3/2009	12/3/2012
Convenio específico para el establecimiento de parcela experimental con tres materiales genéticos de abaca en la EELD entre compañía Northern Force Enterprices S.A. e INTA.	Northern Force Enterprices S.A. e INTA.	Privado	31/3/2009	01/03/2014
Convenio CATIE- ICAFE-COOCAFE-FUNCAFOR-INTA.	ICAFE-CATIE-COOCAFE-FUNCAFOR-INTA	Mixto	25/5/2009	01/02/2010
Convenio para la caficultura sostenible.	CATIE-INTA-ICAFE	Mixto	25/5/2009	
Addendum al Convenio de préstamo de instalaciones entre el CNP y el INTA.	CNP-INTA.	Público	29/5/2009	01/05/2014
Addendum al convenio de cooperación interinstitucional.	MAG-SENASA	Público	25/11/2009	25/11/2029
Convenio de cooperación para la utilización de instalaciones y el análisis de muestras de suelo suscrito entre ICAFE-INTA-MAG.	ICAFE-INTA-MAG	Mixto	19/2/2010	01/12/2010
Convenio de cooperación.	INTA-MAG-MTSS	Mixto	16/4/2010	

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Convenio Marco de Cooperación interinstitucional.	Presidencia de la República, MAG, Banca para el desarrollo, Banco Crédito Agrícola de Cartago. Banco Nacional de Costa Rica ICAFE	Mixto	12/8/2010	12/8/2022
Convenio de cooperación entre la UCR y el INTA para el mejoramiento de variedades vegetales.	UCR-INTA	Académico	30/8/2010	01/08/2015
Convenio específico para el establecimiento de parcela experimental con trece materiales genéticos de palma aceitera con tolerancia al estrés en la EELD entre compañía Palma Tica S.A. e INTA.	Palma Tica - INTA	Privado	30/8/2010	31/12/2014
Convenio específico para la ejecución del proyecto Implementación de sistemas agrícolas sostenibles que contrarresten el efecto del cambio climático, fortalezcan la seguridad alimentaria de las mujeres rurales y el desarrollo de mercados de alimentos inocuos y nutritivos, en el marco del programa agroambiental Mesoamericano.	CATIE - INTA	Internacional	4/10/2010	31/12/2010
Addendum al Convenio de cooperación para la utilización de instalaciones y el análisis de muestras de suelo suscrito entre ICAFE-INTA-MAG.	ICAFE-INTA-MAG	Mixto	14/10/2010	01/03/2011
Addendum a carta de entendimiento entre el INTA y el ITCR.	ITCR -INTA	Académico	9/12/2010	01/12/2013
Addendum Carta de entendimiento entre ITCR y el INTA.	ITCR-INTA	Académico	9/12/2010	9/12/2013
Convenio específico de cooperación para el programa de desarrollo y distribución de aves ponedoras del cantón de Oréamuno.	MAG-ASOC. AGRICULTORES DE SAN PABLO DE OREAMUNO-CARTAGO	Público	23/2/2011	23/2/2012
Convenio marco de cooperación interinstitucional celebrado entre el INTA y FITTACORI.	FITTACORI-	Privado	22/3/2011	01/03/2016

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Convenio entre SENASA, INCOPESCA, SERVICIO FITOSANITARIO DEL ESTADO, MAG, ONS e INTA para consolidar políticas del sector en el incremento de la productividad y competitividad.	SENASA-INCOPESCA-SERVICIO FITOSANITARIO DEL ESTADO-MAG- ONS -INTA	Mixto	14/5/2011	01/06/2015
Convenio marco de cooperación entre el MAG y la UTN.	MAG-UTN	Mixto	28/5/2011	01/06/2015
Convenio marco de cooperación interinstitucional.	CONARROZ-INTA	Público	2/6/2011	2/6/2015
Convenio específico de cooperación interinstitucional en el marco del Convenio CV-06-2011.	INTA-SENASA	Público	14/6/2011	14/6/2014
Convenio Interinstitucional.	MAG-SFE-SENASA-INTA-ICOPESCA-Oficina Nacional de semillas	Mixto	14/6/2011	14/6/2014
Convenio de cooperación interinstitucional celebrado entre el MAG, el MINAE y el INTA para el préstamo en precario de parte de un inmueble.	MAG-MINAET -INTA	Mixto	8/8/2011	01/08/2036
Convenio de cooperación interinstitucional celebrado entre el MAG, INTA, AAC y UPANACIONAL, para el préstamo en precario de un bien inmueble.	MAG-AAC-UPANACIONAL -INTA	Mixto	11/10/2011	01/10/2014
Propuesta de Convenio de cooperación interinstitucional PC-005-2011 y CV-MAG 092-2009	INTA- Asociación de Agricultores Costarricenses y la UPANACIONAL	Mixto	11/10/2011	11/10/2013
Convenio de alianza estratégica y cooperación técnica financiera para la co-ejecución del Proyecto denominado “Diseño de sistemas silvopastoriles como estrategia para la adaptación y mitigación al cambio climático se sistemas ganaderos del trópico Centroamericano” celebrado entre el CATIE y el INTA, Costa Rica.	CATIE-INTA	Internacional	20/10/2011	01/10/2014
Convenio de Financiación Costa Rica-Unión Europea.	MICIT-INTA-Proyecto CENIBIOT	Mixto	16/11/2011	16/2/2012

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Memorando de entendimiento CENIBIOT-INTA para desarrollo de protocolos de escalamiento industrial de controladores biológico mediante la técnica de fermentación líquida.	CENIBIOT -INTA	Académico	16/11/2011	01/03/2013
Convenio específico de cooperación técnica para la ejecución del proyecto “Apoyo experimental y análisis de genotipos de tomate para el mejoramiento de rasgos de interés nacional”.	INTA, WUR, FITTACORI	Mixto	1/2/2012	01/02/2014
Convenio de cooperación entre la Asociación Coordinadora Indígena y campesina de Agroforesteria Comunitaria Centroamericana (ACICAFOC), el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), y Fundecooperacion para el Desarrollo Sostenible.	INTA ACICAFOC FUNDECOOPERACION	Mixto	12/3/2012	01/03/2013
Convenio tripartito entre el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITTACORI), y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) para la ejecución del proyecto innovaciones tecnológicas en el manejo integrado del cuero de sapo de la yuca (*Manihot esculenta crantz*): estrategias para reducir el impacto del cambio climático.	INTA CIAT FITTACORI	Mixto	23/7/2012	30/11/2014
Convenio Marco de Cooperación desarrollo del cultivo.	INTA-CANAPEP	Privado	14/11/2012	14/11/2016
Convenio de cooperación específico para la operación de la reproducción animal.	MAG-UCR-INTA	Mixto	7/12/2012	7/12/2037

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Convenio marco de cooperación técnica y científica entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA–ARGENTINA) Y EL Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA-COSTA RICA).	INTA CR – INTA ARGENTINA	Internacional	21/1/2013	20/01/2018
Acuerdo de Préstamo de uso precario de un área dentro de la estación experimental Los Diamantes.	LAICA-INTA	Privado	24/4/2013	
Convenio para estudio de indicadores de inversión en investigación agropecuaria en Costa Rica.	INTA IFPRI/ASTI	Internacional	26/5/2013	31/03/2014
Convenio de cooperación técnica entre el CORPOICA, INTA Y FITTACORI, para la ejecución del proyecto Plataforma regional de innovación para la ganadería sostenible RG-T2231.	CORPOICA-INTA-FITTACORI	Internacional	25/7/2013	1/1/2016
Convenio marco de cooperación interinstitucional entre la UCR y el INTA.	UCR-INTA	Académico	30/7/2013	30/7/2018
Convenio de préstamo de Inmueble MAG-SENARA.	MAG-SENARA	Público	8/8/2013	8/8/2018
Convenio CORFOGA.	CORFOGA INTA	Privado	12/8/2013	12/08/2018
Convenio específico de cooperación interinstitucional.	MAG-INEC	Público	26/8/2013	3/10/2015
Convenio marco.	INTA-FITTACORI	Privado	3/9/2013	31/03/2014
Convenio de cooperación Interinstitucional para la utilización del portal Web tesoro digital.	Ministerio de Hacienda (Tesorería Nacional)- INTA	Público	14/10/2013	14/10/2014
Convenio marco de cooperación entre el CIAT, MAG, INTA.	CIAT, MAG, e INTA	Internacional	19/10/2013	19/10/2016
Convenio de préstamo de maquinaria agrícola INTA-Argentina-INTA-Costa Rica.	INTA- Argentina-INTA-Costa Rica	Internacional	31/1/2014	31/8/2014

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Convenio de préstamo de tecnología de tratamiento de agua de energía no convencional.	INTA-ARGENTINA. INTA-COSTA RICA	Internacional	31/1/2014	31/8/2014
Convenio de Co-Ejecución del Proyecto “Plataforma para consolidar la apicultura como herramienta de desarrollo en América Latina y el Caribe”.	Fundación ARGENINTA INTA-FITTACORI	Mixto	15/5/2014	15/6/2017
Convenio específico de cooperación para el procesamiento de yuca en la planta procesadora ubicada en la EELD.	INTA- CAPORC	Público	4/12/2014	1/2/2015
Convenio de Cooperación Interinstitucional sobre Agrobiodiversidad.	INTA- MAG- BIOVERSITY	MIXTO	2015	2019
Memorando de entendimiento.	INTA-KDA-MDA-AICA	Mixto	28/1/2015	
Convenio Marco de cooperación.	INTA-FUNDECOOPERACIÓN	Privado	10/9/2015	10/9/2020
Convenio Específico para el “Desarrollo de Capacidades en Técnicos y Productores de la Región Central de Costa Rica”.	FUNDECOOPERACIÓN-INTA-FITTACORI	Privado	10/9/2015	31/12/2018
Convenio de Cooperación Interinstitucional Préstamo de Funcionario al IMN.	INTA - MINAE	Público	18/11/2015	18/11/2018
Convenio marco de cooperación interinstitucional.	INTA-FITTACORI	Privado	30/1/2017	30/1/2022
Addendum al Convenio de Co-Ejecución del Proyecto “Plataforma para consolidar la apicultura como herramienta de desarrollo en América Latina y el Caribe”.	Fundación ARGENINTA INTA-FITTACORI	Mixto	9/6/2017	31/12/2018
Convenio de investigación y validación en el campo agroforestal en la EELD.	INTA - ASIREA	Privado	28/6/2017	28/6/2022
Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional.	INTA - UNA	Académico	16/4/2018	16/04/2024
Convenio de Cooperación Interinstitucional.	INTA - UNIVERSIDAD VERITAS	Académico	17/7/2018	17/7/2023

Nombre del convenio o acuerdo	Instituciones firmantes	Tipo de organismo	Fecha de firma	Fecha de finalización
Convenio de cooperación para estudios comparativos de la genética lechera neozelandesa.	INTA - Cámara de Productores de Leche		27/7/2018	27/7/2023
Convenio de Cooperación Interinstitucional Préstamo de Funcionario al IMN.	INTA - MINAE	Público	22/1/2019	22/1/2019
Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional.	INTA - INDER	Público	18/11/2019	18/11/2024
Convenio Marco de colaboración y cooperación interinstitucional.	INTA - INCOPESCA	Público	9/7/2020	9/7/2025
Convenio Marco de cooperación interinstitucional.	INTA - UCR	Académico	1/3/2021	1/3/2026
Convenio Marco de cooperación técnica y transferencia de tecnología.	INTA - UPIAV	Privado	18/3/2021	18/3/2026
Convenio Marco de colaboración y cooperación interinstitucional.	INTA - IFAM		9/6/2021	9/6/2023
Addendum al convenio de investigación y validación en el campo agroforestal en la EELD.	INTA - ASIREA	Privado	1/7/2021	28/6/2022
Convenio específico de cooperación técnica para la investigación y la optimización del ambiente en sistemas de agricultura protegida.	INTA - IGC	Privado	10/9/2021	10/9/2022

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
Telefax: (506) 2296-2495 / Correo electrónico: transferencia@inta.go.cr
Página web INTA: www.inta.go.cr
Plataforma Gestión Conocimiento: www.platicar.go.cr