



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

# INFORME DE LABORES 2018

**CIGRAS** Investigaciones en  
Granos y Semillas



**ÍNDICE**  
**Informe de Labores 2018**

INTRODUCCIÓN .....	5
PRINCIPALES LOGROS .....	11
PERSONAL .....	18
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN .....	27
PUBLICACIONES .....	33
PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS Y SIMPOSIOS .....	37
DOCENCIA .....	41
ACCIÓN SOCIAL Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA .....	49
SISTEMA DE GESTIÓN .....	60
SERVICIOS BRINDADOS AL SECTOR AGROPECUARIO .....	64
AGRADECIMIENTOS .....	69





# INTRODUCCIÓN

**CIGRAS** Investigaciones en  
Granos y Semillas



## Bienvenidos al CIGRAS

El CIGRAS, desde su fundación en el año 1971, se ha dedicado al desarrollo científico y tecnológico en las áreas de semillas, granos, mejoramiento genético, biotecnología, micotoxinas y análisis de calidad de granos y semillas.

Durante el año 2018, continuamos con nuestras investigaciones, las cuales buscan la excelencia académica y contribuir con el progreso del país y el mundo. Buscamos que nuestros trabajos tengan un impacto por medio de transferencia de conocimiento directamente a los productores, o por medio de la publicación de nuestros trabajos en revistas de alto prestigio y con alcance internacional.

En cuanto a Docencia, el CIGRAS participó activamente no solamente en los cursos ofrecidos en la Escuela de Agronomía y en el Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, sino también en cursos ofrecidos en otras escuelas de la UCR y a través de una serie de talleres/simposios organizados por el CIGRAS con expertos de otros países.

Para este año continuamos con ensayos acreditados por la norma INTEC-ISO/IEC 17025:2005, lo cual indica nuestro compromiso por brindar un servicio de excelencia al sector agropecuario.

*Somos el CIGRAS, somos la UCR.*

*Gracias y bienvenidos.*

Dr. Luis Barboza  
Director, CIGRAS





## Nuestra misión, visión y valores

### Misión

Generar y transmitir conocimiento en las áreas de granos, semillas y mejoramiento genético, para promover el desarrollo científico y tecnológico de los sectores agrícola y agroindustrial.

### Visión

Ser un centro de investigación de referencia nacional e internacional en las áreas de granos, semillas y mejoramiento genético de los cultivos.

### Nuestros valores

Compromiso, cooperación, solidaridad, eficiencia, excelencia, liderazgo, disciplina, confiabilidad, honestidad, respeto, responsabilidad.





# PRINCIPALES LOGROS



## Principales logros

### Laboratorio oficial de análisis de calidad de semillas

1. Resolución de problemas relacionados con ajustes metodológicos en distintos ensayos de calidad de semillas, en conjunto con la Oficina Nacional de Semillas y las empresas privadas afectadas. Se evidencia la apertura del Laboratorio y sus procesos de análisis de calidad de semillas con el sector semillerista.
2. Caracterización de los costos asociados al análisis de calidad de semilla de arroz. Se realizó dentro del marco de un taller brindado por el CIEDA (Economía Agrícola). El modelo de costos permitirá una mejor gestión de los recursos y un posible ajuste tarifario de los análisis que se brindan.
3. Caracterización de tiempos de ejecución de procesos en los distintos análisis de calidad de semillas brindados. Se realizó una recolección de datos de tiempos de ejecución con el personal de laboratorio durante sus labores de rutina. Los datos serán de importancia para mejorar la eficiencia en la entrega de resultados a los clientes.
4. Realización de ensayo interlaboratorial de germinación y pureza de arroz (acreditado) con el ISTA. Esto es parte del aseguramiento de la calidad de los resultados que se brindan.

### Laboratorio de análisis de calidad de granos

1. Ensayos: de enero de 2018 a diciembre de 2018 se realizaron 2211 ensayos a 368 muestras. Principalmente se ensayaron muestras de arroz pilado y frijol. El laboratorio tiene un gran impacto en la determinación de la calidad comercial de los granos, lo que significa que tanto el industrial, como el productor y el consumidor cuentan con referentes confiables para conocer la calidad de los granos. Relacionado con acreditación en los ensayos de granos, se participó en una ronda interlaboratorial organizada por LATU (Uruguay) para el ensayo de grano yesoso, con resultados satisfactorios.

2. El LG es un laboratorio de tercera parte, de manera que actúa como “juez” cuando hay controversia entre un cliente y un laboratorio, o un cliente y la industria. Periódicamente el MEIC realiza muestreos de diferentes marcas de arroz pilado que se expenden en los puntos de venta a nivel nacional y las muestras son analizadas en el CIGRAS; cualquier diferencia encontrada es notificada por el MEIC a la industria y el CIGRAS vuelve a realizar el ensayo en presencia de ambas partes (MEIC e industria). Los resultados de los análisis realizados por el CIGRAS se consideran definitivos.

3. Se colaboró en distintas actividades de fortalecimiento de capacidades como los siguientes: colaborar con el desarrollo de trabajos de graduación con temas en secado de café, de granos de cacao y en semillas de papaya; desarrollar un Curso Libre abierto a la comunidad con el tema de torrefacción de café; proyecto de graduación en la adaptación de un tostador de café para el tostado de cacao; y realización de proyectos con estudiantes avanzados para la participación en el Congreso de Ing. Agrícola Latinoamericano 2018.

### **Laboratorio de análisis de Micotoxinas**

1. Diagnóstico del nivel de contaminación con micotoxinas en granos producidos en Costa Rica: se realizó un muestreo en las principales zonas productoras de granos del país y se determinó el grado de contaminación por micotoxinas que presentan los principales granos de consumo a nivel nacional (maíz, frijol, maní y arroz). Un estudio de diagnóstico como este permitirá conocer el nivel de exposición de la población costarricense a las micotoxinas y a partir de aquí tomar medidas para reducir esa exposición. Este proyecto será la base también para futuros proyectos relacionados con este tema.

2. Búsqueda y selección de aislamientos atoxigénicos de *Aspergillus* con potencial para el manejo del nivel de aflatoxinas en granos: se realizaron aislamientos de *Aspergillus* a partir de granos de maíz y frijol. Se obtuvieron 6 posibles aislamientos no toxigénicos que deberán ser verificados a nivel molecular. El uso de estas cepas atoxigénicas de *Aspergillus* será una herramienta útil para la reducción de la contaminación de granos con aflatoxinas en la etapa precosecha.

3. Apoyo al Ministerio de Agricultura por medio del Servicio Fitosanitario del Estado y empresas particulares en la determinación del nivel de contaminación con micotoxinas en granos. Como medida de control para productos de importación, exportación y control de calidad interno en industria: se analizaron 710 muestras de granos, de las cuáles 42 % fue arroz, un 22 % fue maní, un 16 % fue maíz, un 5 % fue frijol, otro 5 % fue trigo y un 10 % fueron otras muestras como almendra, marañón, macadamia, garbanzos, lentejas, entre otros. 8,4 % de las muestras de arroz corresponden a determinación del contenido de amilosa. Este apoyo nos permite tener un impacto positivo a nivel nacional contribuyendo de manera activa con las medidas de control que ejerce el Ministerio de Salud sobre productos importados y la calidad del arroz de producción nacional.

4. Aislamiento e identificación de especies toxigénicas de *Fusarium* en frijol nacional: se aislaron 15 cepas de *Fusarium*, se realizó la caracterización taxonómica y molecular. Esto permitirá saber cuáles son las especies toxigénicas de *Fusarium* en frijol para posteriormente realizar una caracterización de la capacidad toxigénica de cada una.

### **Laboratorio de Biotecnología**

1. Desarrollo de metodologías para la determinación y cuantificación de hormonas vegetales por medio de HPLC/MS. Impacto: Seríamos los primeros en el país que podríamos hacer eso.

2. Divulgación de metodología para la propagación clonal de papaya híbrida por medio de embriogénesis somática. Impacto: Publicación en una revista científica internacional con alto impacto.

3. Organización de actividades académicas nacionales e internacionales con la participación de pares académicos y estudiantes de países asiáticos, africanos, alemanes y latinoamericanos. Impacto: Aumenta visibilidad internacional del CIGRAS y la UCR.

## Laboratorio de mejoramiento de cultivos

1. Implementación de tecnologías para selección eficiente de materiales. Por ejemplo se ha optimizado un protocolo para el sexado de plantas de papaya mediante PCR en tiempo real, el cual reduce el tiempo y costos para el análisis molecular de las plantas. También se desarrolló un marcador molecular (HRM-high resolution melting) para la característica de tamaño de fruto en papaya. Se logró la identificación del SNP encontrado mediante tGBS (“tunable genotyping by sequencing”), lo cual permitiría la selección de plantas con características deseadas de forma más eficiente.
2. Colaboraciones y actividades conjuntas con INTA, CORBANA, ICAFE, DOLE, COOPROARROSUR R.L. y Productores independientes de ornamentales tropicales. De esta colaboración se han realizado investigaciones conjuntas, capacitaciones, prácticas profesionales y reuniones, relativas a manejo agronómico y mejoramiento, a productores de estos sectores.
3. Se tiene en campo (en observación), líneas avanzadas de arroz, soya y ornamentales con potencial comercial desarrollados en CIGRAS.
4. Colaboración para el desarrollo del primer Plan estratégico PITTA ARROZ 2018 - 2024. La invitación al CIGRAS, para la elaboración del plan, demuestra el liderazgo que tiene el Centro en temas de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología agropecuaria relativos a granos y semillas. Se indica que el primer proyecto a ejecutar, con fondos del programa, fue planteado y es liderado por el CIGRAS. Tiene como nombre: “Evaluación de materiales de arroz en la zona Brunca del país”. Se realiza en coordinación con la Cooperativa Agroindustrial y de Servicios Múltiples de Productores de Arroz de la Zona Sur (Cooproarrosur R.L.). Se estima en más de 70 productores beneficiados.





# PERSONAL DEL CIGRAS



## Personal del CIGRAS

### Dirección

- Dr. Luis Barboza Barquero, Director.
- Dr. Víctor Jiménez, Subdirector.

### Área Administrativa

- Lic. Mauricio Solano, Jefe Administrativo.
- María Isabel Sanabria, Asistente Jefatura Administrativa.
- Rosa Mora Umaña, Recepción.
- Lic. Melissa Barquero Madrigal, Recepción de Muestras.
- Lic. Erika Villalobos Chaves, Unidad de Gestión de la Calidad.
- Erick Rodríguez Fernández, Mensajería.
- Nancy Leiva, RID.

### Laboratorio de Biotecnología

- Dr. Víctor M. Jiménez, Coordinador/Director del Instituto de Investigaciones Agrícolas.
- Dr. Eric Guevara, Docente-Investigador/Director de la Escuela de Agronomía/Director del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales.
- M.Sc. Ester Vargas, Técnica.
- Lic. Paúl Solórzano, Docente-Investigador.
- B.Sc. Catalina Acuña, Técnica.

### Laboratorio de Análisis de Calidad de Granos

- Lic. Victoria García León, Coordinadora/Docente-Investigadora.
- M.Sc. Guillermo Vargas, Docente-Investigador.
- Lic. Stefanny Campos Boza, Docente-Investigador.
- Lic. Erika Villalobos Chaves, Responsable Técnica.
- Guido Pérez Rodríguez, Técnico.
- Eduardo Fernández, Técnico.

### **Laboratorio de Fitomejoramiento**

- Dr. Luis Barboza Barquero, Docente-Investigador.
- M.Sc. Álvaro Azofeifa Delgado, Docente-Investigador.
- M.Sc. Andrea Holst San Juan, Docente-Investigador.
- Lic. Ovidio Valerio Cubillo, Docente-Investigador.

### **Laboratorio de Análisis de Micotoxinas**

- Dra. María Viñas Meneses, Coordinadora/Docente-Investigadora.
- B.Q. Danilo Alvarado, Responsable Técnico.
- Ing. Diego Bogantes, Profesional A.
- Lic. Viviana Madrigal, Docente-Investigadora.

### **Laboratorio Oficial de Análisis de Calidad de Semillas**

- M.Sc. Andrés Hernández Pridybailo, Coordinadora/Docente-Investigadora.
- Lic. Verónica Campos Sánchez, Responsable Técnica.
- Guillermo Solano Quesada, Técnico.

### **Personal realizando posgrados en el exterior**

- M.Sc. Andrés Monge.
- M.Sc. Catalina Acuña Gutiérrez.

### **Estudiantes Asistentes de Investigación**

- B.Sc. Paula Carvajal.
- B.Sc. Marcelo Murillo.
- B.Sc. Miguel Benavides.
- B.Sc. Adonay Zúñiga.
- B.Sc. Valeri Webb.
- B.Sc. Gabriel Rojas.
- Lic. Lester Núñez.
- Lic. Jannette Wu.
- Priscilla Murillo.

- Génesis Gurdián.
- Marcos Quesada.
- Andrés Araya Adonay Zúñiga.
- María Fernanda Gutiérrez.
- Gabriel Bogantes.
- Miguel Benavidez.
- Iván Gómez Bolaños.
- Jimena Martínez.
- Angélica Castillo.
- Gabriel Salas.
- Andrés Araya.
- Ana Zulay Guido Mora.
- Emmanuel Hidalgo Quesada.
- Joan Mora Chavarría.
- Jessica Hidalgo Garro.
- Ronald Peralta Azofeifa.
- Gabriel Rojas Meléndez.
- Josué Hidalgo Valverde.
- Yuliana Torres.
- Allen Cantillano.
- Jennifer Acuña Ruiz.
- Angélica Castillo.
- Linda Araúz Madrid.
- María Monge Ureña.
- Iván Gómez Bolaños.
- Natalia Sánchez Salmerón.
- Jose María Gómez Mora.
- Rebeca Vargas.
- Daniel Murillo Jiménez.

### **Estudiantes de Licenciatura (nombre, título de tesis)**

- Jennifer Acuña Ruiz. “Identificación, caracterización y determinación de la frecuencia de plantas variantes de arroz M1 y M2 tratadas con agente mutagénico”. En curso.

- Miguel Benavides: Patrones de cantidad y distribución de cristales de oxalato de calcio en el tallo de *Hylocereus* spp. en respuesta a condiciones lumínicas en Liberia, Guanacaste, Costa Rica. En curso.
- Gabriel Bogantes: Genética de características morfológicas y germinación de semillas en una población segregante de papaya (*Carica papaya* L.). En curso.
- Iván Gómez Bolaños: Elaboración de un prototipo para la toma y análisis automático de imágenes para evaluar el proceso de germinación en semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Concluido.
- Carolina Guadamuz Mayorga Estudio los principales propiedades físico-químicos, de textura instrumental y sensoriales que influyen sobre la calidad del grano cocido de diferentes variedades de arroz (*Oryza sativa*) utilizando un método de cocción determinado. En curso.
- Josué Hidalgo Valverde. Evaluación en campo del control de arvenses por aplicación de Atrazina y Diuron en parcelas de líneas avanzadas de arroz con tolerancia a dichos herbicidas. En curso.
- Fanny Masis Torres. Diagnóstico de enfermedades bióticas en el cultivo de piña variedad MD2 en la finca Agroexport Piña E y R. S.A, Pital, San Carlos". En curso.
- Marcelo Murillo: Efecto de cultivo in vitro sobre el establecimiento de explantes de tacaco [*Sechium tacaco* (Pittier) C. Jeffrey syn. *Frantzia tacaco*]. En curso.
- Ronald Peralta Azofeifa Análisis de crecimiento y de la absorción de nutrientes de dos cultivares de arroz (*Oryza sativa*) en la región Pacífico sur de Costa Rica. En curso.
- Gabriel Rojas Meléndez. Desarrollo de protocolos para el establecimiento in-vitro de plantas de orquídeas a partir del uso de escapes florales como explante inicial. En curso.

- Natalia Sánchez Salmerón: Optimización de la cinética de secado en semillas de papaya. Concluido.
- Kimberly Ureña Ureña. Determinación de la RC50 en una población de plántulas M1 de *Coffea arabica* (var. Venecia). En curso.
- Víctor Villavicencio - Efecto del uso de poliaminas sobre el estrés oxidativo y la producción de fenoles en el establecimiento in vitro de aguacate (*Persea americana*) de raza mexicana. Concluido.
- B.Sc. Edgar Vindas Quesada – Determinación de calidad fisiológica de semillas de zanahoria (*Daucus carota* L.) mediante pruebas de vigor. Concluido.

### **Estudiantes de Maestría (nombre, título de tesis)**

- Catalina Acuña, “Hibridación somática de pitahaya *Hylocereus costaricensis* y *Selenicereus megalanthus* (Cactaceae) mediante fusión de protoplastos”. Concluido.
- Miguel Benavides, Caracterización genética, genómica e histológica de una mutación sexual en *Carica papaya* (Caricaceae). En curso.
- Saby Cruz Maldonado, “Propagación in vitro de *Acanthocereus tegragnus* (L) Hummelinck (Cactaceae)”. En curso.
- Paula Carvajal, “Hibridación somática de *Carica papaya* var. Pococí y *Vasconcellea* sp. (Brassicales: Caricaceae) mediante electrofusión de protoplastos”. En curso.
- Andrés Hernández, “Evaluación de variación somaclonal de plantas de pitahaya (*Hylocereus costaricensis*) regeneradas *in vitro*”. Concluido.
- Paúl Solórzano, “Estudio de genes relacionados con el proceso de floración en plantas de pitahaya (*Hylocereus* sp.)”. Concluido.

### **Estudiantes de Doctorado (nombre, título de tesis)**

- Jorge Warner, “Aislamiento, cultivo y fusión de protoplastos de dos especies de orquídeas nativas de Costa Rica”. En curso.

### **Pasantes (nombre, procedencia, título de proyecto)**

- Richard Andrés Álvarez Chávez (ESPE, Ecuador) – Evaluación del funcionamiento de imprimadores de genes involucrados en la producción de cristales de oxalato en pitahaya (*Hylocereus costaricensis*).

- Julia Berning (Hohenheim, Alemania). “Assessment of nutritional potential and bioactive compounds of wild *Bactris* sp. from Costa Rica”.

- Sofía Vargas Salazar. “Optimización de la digestión enzimática y la purificación en el aislamiento de protoplastos a partir de callo de *Vasconcellea* sp. y hojas de *Carica papaya*”, trabajo final de graduación.

- Andrey Zamora Hernández. “Optimización de la digestión enzimática para el aislamiento de protoplastos de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y su efecto sobre la regeneración de la pared celular”, trabajo final de graduación. Instituto Tecnológico de Costa Rica.





# PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



## Proyectos de investigación

### Proyectos de Investigación (código, título, participantes)

- B7-077, Aplicación del cultivo *in vitro* para la propagación y conservación de especies nativas de bambú en peligro de extinción. Participantes: Dr. Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara, M.Sc. Andrés Hernández y M.Sc. Paúl Solórzano.
- B7-074, Estudio de la acumulación de cristales de oxalato de calcio y de la expresión de genes relacionados con su síntesis en pitahaya (*Hylocereus costaricensis*). Participantes: Dr. Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara, M.Sc. Andrés Hernández y M.Sc. Paúl Solórzano.
- B7-054, Propagación clonal de accesiones de pejibaye disponibles en los bancos de germoplasma de Costa Rica. Participantes: Dr. Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara, M.Sc. Andrés Hernández y M.Sc. Paúl Solórzano.
- B5-066, Mejoramiento genético de pitahaya y papaya mediante hibridación somática. Participantes: Dr. Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara, Dra. María Viñas, y M.Sc. Paúl Solórzano.
- B3-107, Usos de la biotecnología para la caracterización de genotipos y de procesos fisiológicos en pitahaya (*Hylocereus* spp.). Participantes: Dr. Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara, M.Sc. Andrés Hernández y M.Sc. Paúl Solórzano.
- B3-106, Usos de la biotecnología para la propagación clonal de plantas hermafroditas de papaya (*Carica papaya* L.) y la caracterización del proceso de maduración. Participantes: Dr. Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara, y M.Sc. Paúl Solórzano.
- B3-105, Caracterización de la absorción de nutrientes de plantas mantenidas en cultivo *in vitro*. Participantes: Dr. Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara, Dra. María Viñas, M.Sc. Andrés Hernández y M.Sc. Paúl Solórzano.

- B2-063, Propagación clonal in vitro de patrones comerciales de aguacate. Participantes: Dr. Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara, M.Sc. Andrés Hernández y M.Sc. Paúl Solórzano.
- B1-013, Establecimiento, multiplicación y regeneración *in vitro* de guayaba (*Psidium guajava* L.) a partir de yemas obtenidas de plantas adultas. Participantes: Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara, y M.Sc. Paúl Solórzano.
- B7-076, Mejoramiento genético en tacaco: ii etapa. Participantes: Lic. Andrés Hernández y Dr. Víctor Jiménez.
- B5-A86, Optimización del proceso de torrefacción del café en tostador convencional. Participantes: M.Sc. Guillermo Vargas Elías y Lic. Victoria García León.
- B3-239, Diagnóstico del nivel de contaminación con micotoxinas de granos de Costa Rica. Participantes: Dra. María Viñas, Lic. Viviana Madrigal y Lic. Victoria García.
- B6-A29, Búsqueda de aislamientos atoxigénicos de *Aspergillus* con potencial para el manejo del nivel de aflatoxinas en granos. Participantes: Dra. María Viñas y Lic. Viviana Madrigal.
- B2-060, Desarrollo de nuevas variedades de arroz con potencial comercial. Participantes: M.Sc. Álvaro Alonso Azofeifa Delgado.
- B2-073, Desarrollo de variantes de soya (*Glycine max*) mediante inducción de mutaciones con agentes químicos. Participantes: M.Sc. Álvaro Alonso Azofeifa Delgado.
- B1-014, Desarrollo de variantes de heliconia mediante inducción de mutaciones con agentes químicos. Participantes: M.Sc. Álvaro Alonso Azofeifa Delgado.

- B2-074, Establecimiento *in vitro* y desarrollo de variantes de cala (*Zantedeschia* spp.) mediante inducción de mutaciones con agentes químicos. Participantes: M.Sc. Álvaro Alonso Azofeifa Delgado.
- B6-269, Mapeo de loci que controlan caracteres cuantitativos en *Carica papaya*. Participantes: Dr. Luis Barboza, Dr. Víctor Jiménez, M.Sc. Andrea Holst, y Lic. Ovidio Valerio.
- B4-229, I-tskir: prototipo de alto rendimiento para cuantificar germinación de semillas. Participantes: Dr. Luis Barboza, M.Sc. Andrea Holst, M.Sc. Andrés Hernández, y Lic. Ovidio Valerio.
- 99807, Venta de servicios CIGRAS.

### **Proyectos de Investigación con financiamiento externo (fuente de fondos, título, participantes)**

- Ministerio Federal Alemán para la Cooperación Económica y el Desarrollo (BMZ), Desarrollo de la seguridad alimentaria en Latinoamérica mediante la excelencia académica a través de cooperación internacional. Dr. Víctor Jiménez y Dr. Eric Guevara B.
- Fundación FITTACORI. Desarrollo de nuevas variedades de arroz con potencial comercial. M.Sc. Álvaro Alonso Azofeifa Delgado (CIGRAS) y Cooproarrosur R.L. (Productores).





# PUBLICACIONES



## Publicaciones

- Solórzano-Cascante P, Sánchez-Chiang N, Jiménez VM (2018) Explant type, culture system, 6-benzyladenine, meta-topolin and encapsulation affect indirect somatic embryogenesis and regeneration in *Carica papaya* L. *Frontiers in Plant Science* 9: 1769.
- Irías-Mata A, Jiménez VM, Steingass CB, Schweiggert RM, Carle R, Esquivel P (2018) Carotenoids and xanthophyll esters of yellow and red nance fruits (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) from Costa Rica. *Food Research International* 111: 708-714
- Sandhu M, Wani SH, Jiménez VM (2018) In vitro propagation of bamboo species through axillary shoot proliferation: a review. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 132: 27-53
- Schex R, Lieb VM, Jiménez VM, Esquivel P, Schweiggert RM, Carle R, Steingass CB (2018) HPLC-DAD-APCI/ESI-MSn analysis of carotenoids and  $\alpha$ -tocopherol in Costa Rican *Acrocomia aculeata* fruits of varying maturity stages. *Food Research International* 105: 645-653

### Capítulos de libros (autores, año, título, páginas, editores, título de libro, casa editorial y lugar)

- Barboza-Barquero L, Esker P, Alcázar R (2018) Genome-wide association mapping analyses applied to polyamines. In Alcázar R., Tiburcio A. (eds) *Polyamines. Methods in Molecular Biology*, vol 1694. Humana Press, New York, NY. pp. 427-432. doi: 10.1007/978-1-4939-7398-9\_35.





# PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS Y SIMPOSIOS



## Participación en congresos y simposios

- Del 5 al 6 de noviembre. Congress FOOD 2030: Towards sustainable agri-food systems. Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania. Participación activa (poster). Factor influencing pitaya (*Hylocereus* spp.) seed germination assessed with conventional and image analysis approaches. Participante: Andrés Hernández P.
- Del 1 al 2 de noviembre. Primer Simposio Nacional de Pitahaya. Universidad EARTH, Liberia, Costa Rica. Participación activa (presentación oral). Propagación en pitahaya. Participantes: Andrés Hernández P., Paúl Solórzano C., Luis Barboza, Víctor Jiménez.
- Junio a agosto. Taller Aprendiendo a Costear. Universidad de Costa Rica, organizado por el Centro de Investigación en Economía Agrícola y Desarrollo Agroempresarial (CIEDA), San José, CR. Participación pasiva. Participante: Andrés Hernández P.
- Del 30 de julio al 2 de agosto 2018. OTS t.School workshop. Realizado en el Parque Nacional Kruger, Sudáfrica. Participación activa de Víctor Jiménez en el diseño del nuevo currículo para la Escuela del Trópico.
- Del 5 al 7 de noviembre. Segundo Foro Institucional de la UCR. Participación activa de Víctor Jiménez como comentarista del Primer Panel de la Primera Sesión “Investigación, innovación y gestión integrada para el desarrollo y modernización del sector agropecuario” y del Dr. Luis Barboza como conferencista con la charla “Aportes del Centro para Investigaciones en Granos y Semillas en el desarrollo e innovación del sector agropecuario”.
- Del 8 al 11 de julio 4th NDSU Annual Conference on Food for Health. Realizado en Fargo, Dakota del Norte. Participación activa de Paúl Solórzano con la charla “Insights into flower development in *Hylocereus* sp. from an anatomical and molecular perspective”.
- Conferencias: Semana Nacional de la Inocuidad de Alimentos. CODEX. Lugar: IICA, Coronado. Participación pasiva. Victoria García León.





# DOCENCIA



## Docencia

### Cursos (co) impartidos (Sigla, curso, docente)

#### Escuela de Agronomía

- SR-0007, Seminario de Realidad Nacional 1: Agroalimentarias, Lic. Victoria García, Lic. Viviana Madrigal.
- SR-0077, Seminario de Realidad Nacional 2, Dr. Guillermo Vargas.
- AF-0106, Práctica Agrícola I, Dr. Guillermo Vargas.
- AF-0107, Fitogenética: M.Sc. Álvaro Azofeifa, M.Sc. Andrea Holst, Dr. Luis Barboza.
- AF-0137, Tecnología Agrícola, M.Sc. Álvaro Azofeifa, M.Sc. Andrea Holst.
- AF-0105, Fisiología Vegetal, Dr. Eric Guevara, Dr. Víctor Jiménez, M.Sc. Paúl Solórzano, M.Sc. Andrés Hernández.
- AF-0212, Diseño de Experimentos I, M.Sc. Andrea Holst.
- AF-0221, Taller de Investigación I, M.Sc. Andrés Hernández.
- AF-0222, Taller de Investigación II, M.Sc. Paúl Solórzano.
- AF-3597, Fitomejoramiento, Dr. Luis Barboza.
- AF-4315, Ingeniería Rural, Dr. Guillermo Vargas.
- AF-4406, Producción más Limpia y Eco-competitividad, Dr. Guillermo Vargas.

- AF-5417, Tecnología de Semillas, M.Sc. Andrés Hernández.
- AF-5418, Manejo Poscosecha de Granos Básicos, Lic. Victoria García, Dr. Guillermo Vargas, Lic. Viviana Madrigal.
- AF-0123, Temas Especiales en Producción de Cultivos II (Fisiología Vegetal Práctica).
- Estudio Independiente en Agronomía I (AF-0128), M.Sc. Andrés Hernández.

### **Sistema de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales**

- SP-2517, Seminario de Tesis, Dr. Luis Barboza.
- SP-2571, Metabolismo de Plantas, Dr. Luis Barboza, Dr. Víctor Jiménez, Dra. María Viñas, M.Sc. Andrés Hernández, M.Sc. Paúl Solórzano.
- SP-5616, Aspectos Interdisciplinarios de las Ciencias Agrícolas (Doctorado): Dr. Víctor Jiménez, Dra. María Viñas, Dr. Luis Barboza.
- SP-6349, Regeneración y multiplicación in vitro de plantas: Dr. Eric Guevara y Dr. Víctor Jiménez.

### **Lecciones y charlas impartidas en otras Escuelas**

#### **Escuela de Biología**

- B-0741. Seminario de Botánica 2, “Cuantificación de la germinación”, Dr. Luis Barboza.

#### **Escuela de Ingeniería Agrícola y de Biosistemas**

- IB-0001, Introducción a la Ingeniería Agrícola y de Biosistemas, Dr. Guillermo Vargas

- IB-0030, Sistemas de Procesamiento de Granos, Semillas y Derivados, Dr. Guillermo Vargas, Danilo Alvarado

### **Escuela de Ingeniería de Alimentos**

- TA-0122, Aspectos Microbiológicos del Proceso de Alimentos II, Danilo Alvarado.

### **Escuela de Zootecnia**

- AZ-4109, Producción y uso de plantas forrajeras, participación con Charla de mejora genética, Dr. Luis Barboza.
- AZ-4109 Producción y uso de plantas forrajeras, participación con Charla de Análisis de calidad de semillas, M.Sc. Andrés Hernández.

### **Escuela de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales**

- AT-1020 Tendencias de la Antropología XIX: Arqueobotánica, participación con charla de Fundamentos de Biología de Semillas, aspectos fisiológicos y analíticos, M.Sc. Andrés Hernández.

### **Cursos cortos y talleres (co) organizados por el CIGRAS**

- International Training Workshop on Demonstration and Promotion for the Latin American Countries. Realizado en la Universidad de Costa Rica, del 12 al 23 de marzo 2018, en colaboración con la Universidad Agrícola de Anhui y Anhui Jianghuai Horticulture Seeds Co., China. 22 participantes + 5 profesores UCR + 5 profesores Universidad Agrícola de Anhui.
- Taller: Micotoxinas en granos e identificación de hongos, Laboratorio de Micotoxinas, 6 participantes.
- Taller y capacitación: Principales plagas insectiles en granos almacenados, Laboratorio de Granos, 6 participantes.

- Taller: Contenido de humedad, importancia y métodos para su determinación, Laboratorio de Granos, 6 participantes.
- Taller: Calidad comercial, secado y almacenamiento de frijol, Laboratorio de Granos, 8 participantes.
- Curso corto: “Sustainable Use of Resources in the Tropics”. Realizado en la Universidad de Costa Rica, del 17 al 21 de setiembre 2018, en colaboración con el Food Security Center de la Universidad de Hohenheim, Alemania. 19 participantes + profesor de Alemania.
- Curso corto: “Manejo de sistemas sostenibles de producción de alimentos”. Realizado en la Universidad de Costa Rica, del 24 al 28 de setiembre 2018, en colaboración con el Food Security Center de la Universidad de Hohenheim, Alemania. 17 participantes + profesor de México.
- Seminario Regional Latinoamericano en Alimentos Promisorios de Origen Andino, Amazónico y Mesoamericano. Realizado en la Universidad Católica de Santa María, en Arequipa, Perú, del 3 al 5 de octubre 2018, en colaboración con el Food Security Center de la Universidad de Hohenheim, Alemania. 180 participantes + 12 expositores invitados de varios países del continente americano.
- Primer Simposio Nacional de Pitahaya. Realizado en la Universidad EARTH, Liberia, del 1 al 2 de noviembre 2018, en colaboración con INTA, INDER, COOPEPITAHAYA, MAG, SFE, IICA. 100 participantes.
- Curso corto: “Tecnologías innovadoras para el procesamiento de alimentos”. Realizado en la Universidad de Costa Rica, del 5 al 9 de noviembre 2018, en colaboración con el Food Security Center de la Universidad de Hohenheim, Alemania. 6 participantes + profesora de Alemania.

- Academia de verano: “Food and Nutrition Security from the planetary to the household level”. Realizado en la Universidad de Costa Rica, del 12 al 30 de noviembre 2018, en colaboración con el Food Security Center de la Universidad de Hohenheim, Alemania. 15 participantes + profesores de Alemania, Brasil y Costa Rica.
- Curso corto: “Neglected and Underutilised Food Tree Species: Identification, Preservation and Promotion”. Realizado en la Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, del 19 al 23 de noviembre 2018, en colaboración con el Food Security Center de la Universidad de Hohenheim, Alemania y la Universidad Abomey-Calavi, Benin. 13 participantes + profesores de Benín y de Brasil.





# ACCIÓN SOCIAL Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA



## Acción Social y Extensión Agrícola

### Entrevistas

- Entrevistas en Radio UCR en el programa “Saber Vivir” sobre los avances de investigación de los proyectos.
- Entrevista en Radio UCR en el programa “Semillas y Saberes”. Participaron el Dr. Luis Barboza y el Ing. Walter Quirós para hablar del tema de la Política Nacional de Semillas.
- Caracterización de cristales de oxalato de calcio en la pitahaya. Dra. María Viñas. Unidad de Promoción, Vicerrectoría de Investigación Universidad de Costa Rica. Disponible en: <https://vinv.ucr.ac.cr/en/node/7245>
- Participación del CIGRAS en programa Giros Repretel: Disponible en (minuto 4:30): ([https://www.youtube.com/watch?v=6QqQaTxbE\\_o&t=441s](https://www.youtube.com/watch?v=6QqQaTxbE_o&t=441s)).

### Capacitaciones

- Colaboración a productores de café de la Escuela de Agronomía.
- Determinación del contenido de humedad por métodos directos, Laboratorio de Granos, 4 participantes.

### Charlas

- 23/04/18. Se brindó una charla sobre protoplastos en plantas y práctica de laboratorio para 7 estudiantes del curso B-0358 y SP-0922 Cultivo in vitro de tejidos vegetales.

. 3/4/18. Participación con una charla y una práctica de laboratorio del curso AZ-4109 Producción y uso de plantas forrajeras (Escuela de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Prof. Luis Villalobos) con el título: Análisis de calidad de semillas.

• 4/05/18. Participación con una charla en curso AT-1020 Tendencias de la Antropología XIX: Arqueobotánica (Escuela de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Prof. María López Rojas) titulada: Fundamentos de Biología de Semillas, aspectos fisiológicos y analíticos.

• 19/12/18. Participación en Reunión de Exbecarios UCR 2018 Conexión 5.0 CICA. El Dr. Luis Barboza dio una charla titulada "Balance".

### **Consultas y asesorías**

• Capacitación a personal de la Corporación Arrocera Costa Rica S.A. (CACSA) en el análisis de calidad germinativa de semillas de arroz.

• Pruebas para el ajuste metodológico del ensayo de germinación de semillas incrustadas de pastos en conjunto con la Oficina Nacional de Semilla (ONS) y la empresa Grupo Papalotla.

• Acompañamiento técnico (reuniones, visitas y análisis de laboratorio) a la empresa Lindavista S.R.L. en cuanto a viabilidad de semillas de *Angelonia* spp. y *Vinca* spp. con problemas de germinación.

• Pruebas para el ajuste metodológico del ensayo de germinación de semillas de zanahoria y perejil, en conjunto con ONS y la empresa Eurosemillas.

• Se favoreció un acercamiento entre el señor Gabriel Bravo de la Finca El Tablazo, como representante de un grupo de productores de semilla de polinización abierta (para el mercado doméstico) con el Ing. Walter Quirós, Director Ejecutivo de la ONS, para aclarar temas legales de la comercialización de este tipo de semilla. El CIGRAS fungió como facilitador y mediador en dicho acercamiento.

- KANI MIL NOVECIENTOS UNO y Cámara Nacional de Industriales de Granos (CANINGRA): Propuesta para determinar el tiempo de cocción de frijol durante el almacenamiento.
- DEMASA: Condiciones de almacenamiento de frijol y tiempo de cocción.
- Alimentos JACK'S: Identificación de insectos en polenta.
- Café del Valle: Ocratoxinas en café, efectos en la salud, prevención, niveles máximos.
- BIOCONTROL: Apoyo para análisis de datos de pruebas de productos naturales para el control de insectos.
- Visita de Miembros del Centro Agrícola Cantonal de Siquirres para conocer sobre trabajos en pejibaye.
- Visita de Carlos Colombo y Brenda Díaz de la Universidad de Campinas, Brasil, así como de Anna Neubauer y Julian Burlage de Green Integrated Energies, Costa Rica, para conocer sobre nuestro trabajo con Acrocomia (coyol).
- Visitas de estudiantes del curso HC-0036 Técnicas histológicas I de la Escuela de Tecnologías en Salud. Además realizaron una pequeña práctica de técnicas histoquímicas topográficas de luz visible y fluorescencia.

## **Exposiciones**

- Día de puertas abiertas del Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA). Universidad de Costa Rica. Participación activa con stand.

## Reuniones de expertos / Talleres

- Reunión de cooperación en proyectos de epigenética de plantas con el Dr. Uwe Ludewig, director del Departamento de Nutrición de los Cultivos de la Universidad de Hohenheim. Stuttgart, Alemania. Participación activa. Participante: Andrés Hernández P.
- Taller: Acceso de productos costarricenses al mercado canadiense. Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), Procomer, IICA. Lugar: IICA, Coronado. Participación pasiva. Victoria García León
- Seminario: Beneficios del consumo habitual de frijoles y tendencias de los productos derivados del frijol. U.S. Dry Bean Council. San José, Costa Rica. Participación pasiva. Victoria García León.
- Conferencias: Semana Nacional de la Inocuidad de Alimentos. CODEX. Lugar: IICA, Coronado. Participación pasiva. Victoria García León.
- Participación pasiva en el curso “Introducción a la edición de genomas mediante CRISPR/Cas9” organizado por La Escuela de Biología-UCR, La Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, La Red de Ingeniería Genética Aplicada al Mejoramiento de Cultivos Tropicales (RIGATrop) y el programa Biotecnología para todos. Con la participación del Dr. Orlando Argüello Miranda (Department of Cell Biology, UT Southwestern Medical Center). Del 11 al 13 de julio, duración 12 horas.
- Participación pasiva en el curso “Análisis de SNPs usando PCR en tiempo real y High Resolution Melting” brindado por el Instituto de Genética Barbara McClintock (IGBM) en Lima, Perú (en línea). Realizado del 20 al 26 de agosto.
- I Taller Buenas Prácticas de Escritura Científica. Realizado en la UCR, el 26 de octubre 2018. Participación activa de Víctor Jiménez con la charla “Experiencias en publicación y el papel de un revisor”.

## Visitas recibidas

- Estudiantes de la Sede de Guanacaste, 25 estudiantes.
- Estudiantes de la Sede de Turrialba, 11 estudiantes.
- Estudiantes del curso de Histología, 24 estudiantes.
- Visitas del Señor Vicerrector de Investigación al CIGRAS (30 de octubre).

## Participación en comisiones

- Comisión de Acreditación y Mejoramiento Continuo de la carrera de Agronomía. Dr. Eric Guevara.
- Comisión para el desarrollo de un Sistema Institucional Integrado para la Acreditación y Gestión de Carreras (SIAGC). Dr. Eric Guevara.
- Comisión de la Vicerrectoría de Docencia para la evaluación del sistema de cargas. Dr. Eric Guevara.
- Comisión del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Dr. Víctor Jiménez, Dr. Eric Guevara.
- Comisión del Consejo Universitario sobre interinazgo. Dr. Eric Guevara.
- Consejo Asesor de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. Dr. Víctor M. Jiménez, Dr. Eric Guevara.
- Consejo de Área de Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. Dr. Víctor M. Jiménez, Dr. Eric Guevara.
- Consejo Asesor del Instituto de Investigaciones Agrícolas, Universidad de Costa Rica. Dr. Víctor M. Jiménez, Dr. Eric Guevara. Dr. Luis Barboza.

- Comisión Institucional de Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Universidad de Costa Rica. Miembros. Dr. Víctor M. Jiménez y M.Sc. Andrés Hernández Pridybailo.
- Consejo Científico del Jardín Botánico Lankester, Universidad de Costa Rica. Dr. Víctor M. Jiménez.
- Consejo de la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica. Dr. Víctor M. Jiménez.
- Consejo Técnico Asesor del Observatorio del Desarrollo, Universidad de Costa Rica. Dr. Víctor M. Jiménez.
- Consejo Editorial de la Revista Lankesteriana, Universidad de Costa Rica. Dr. Víctor M. Jiménez.
- Comité Editorial de la Revista Biotecnología Vegetal, Cuba. Dr. Víctor M. Jiménez.
- Editorial Board – NFS Journal. Dr. Víctor M. Jiménez.
- Editorial Board – Tropical Plant Biology. Dr. Víctor M. Jiménez.
- Comité Interinstitucional sobre la pitahaya. MAG-PROCOMER-UCR-INTA-SFE-COOPEPITAHAYA-COMEX. Paúl Solórzano y Víctor Jiménez.
- Comisión de ingeniería agrícola del colegio de ingenieros electricistas, mecánicos e industriales (CIEMI) del CFIA. Dr. Guillermo Vargas.
- Comisión institucional de biodiversidad. Dr. Luis Barboza.
- Representante del CIGRAS en Junta directiva Oficina Nacional de Semillas. Dr. Luis Barboza.

- Comisión Seguimiento de Estudiantes de Primer Ingreso. Lic. Victoria García (coordinadora), M.Sc. Andrea Holst.
- Comisión de Orientación y Evaluación. Lic. Victoria García.
- Comisión Feria Vocacional. Lic. Victoria García.
- Subcomité de Contaminantes de CODEX, MEIC. Victoria García, representante de la UCR.
- Comisión Nacional de Frijol. Lic. Victoria García.
- Comisión de seguros de Cosecha. M.Sc. Alvaro Azofeifa.
- Comisión de evaluación varietal de arroz. M.Sc. Alvaro Azofeifa.
- Comisión de Docencia de la Escuela de Agronomía. M.Sc. Andrés Hernández P.

### **Visitantes internacionales (nombre, país, fecha de visita)**

- Dr. Ze Liu, China, 12-22 de marzo 2018.
- Dr. Jianghua Song, China, 12-16 de marzo 2018.
- Dr. Wei Li, China, 12-16 de marzo 2018.
- Dr. Maoye Li, China, 19-22 de marzo 2018.
- Prof. Dr. Joachim Müller, Alemania, 17-21 de setiembre 2018.
- Dr. Wilbert Trejo, México, 24-28 de setiembre 2018.

- Dra. Ana Lucía Vásquez-Caicedo, Alemania, 5-9 de noviembre 2018.
- Dra. Friederike Bellin-Sesay, Alemania, 19-23 de noviembre 2018.
- Dra. Muriel Cubert, Brasil, 26-30 de noviembre 2018.

### **Pasantías internacionales**

- Víctor Jiménez (pasantía en la Universidad de Hohenheim, Alemania), Junio – Julio 2018. Análisis de metabolitos secundarios en plantas tropicales poco conocidas.





# SISTEMA DE GESTIÓN



## Sistema de gestión

Durante el año 2018 el sistema de gestión tuvo los siguientes logros:

1. Se ha mantenido la continuidad del Sistema de Gestión de Calidad el cumplimiento con los requisitos de la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005. los requisitos del Ente Costarricense de Acreditación y nuestro propio Sistema de Gestión.
2. Participación satisfactoria en el Ensayo de Aptitud del factor de calidad Yesoso para arroz pilado, con el Laboratorio Tecnológico de Uruguay (LATU)
3. Inicio del proceso de transición a la nueva versión de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2017.
4. En el año 2018 se colaboró como parte de la Unidad de la Calidad de la Vicerrectoría de Investigación en las auditorías internas del:
  - a. Centro de Electroquímica y Energía Química (CELEQ).
  - b. Centro de Investigaciones en Ciencias Atómicas, Nucleares y Moleculares (CICANUM)
  - c. Instituto en Investigaciones en Salud (INISA).
5. Participación en la Evaluación por parte del Ente Costarricense de Acreditación (ECA) del Laboratorio de CONARROZ .
6. Participación en la evaluación para el Galardón Ambiental Universitario.





# SERVICIOS BRINDADOS AL SECTOR AGROPECUARIO

**CIGRAS** Investigaciones en  
Granos y Semillas



## Servicios brindados al sector agropecuario

El CIGRAS realiza diferentes ensayos para determinar la calidad comercial de los granos y la calidad fisiológica de las semillas. Cuenta con 31 ensayos acreditados a la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, cuyo alcance se puede consultar en la página [www.eca.or.cr](http://www.eca.or.cr). La acreditación de estos ensayos le da al CIGRAS una ventaja competitiva por tener reconocimiento internacional, además le brinda al cliente confianza de los resultados. El impacto que tiene la realización de los ensayos en los diferentes sectores se puede resumir a continuación:

### Laboratorio oficial de análisis de calidad de semillas

- Número de muestras: 381 muestras para ensayos acreditados (germinación y pureza en semillas de arroz) de un total de 1479 muestras totales de los demás ensayos que se brindan.
- Descripción breve del impacto del programa: El Laboratorio de Análisis de Calidad de Semillas tiene el estatus de Laboratorio Oficial en el país, según el artículo 12 de la Ley de la Oficina Nacional de Semillas -ONS- (No. 6289). El laboratorio funciona como la contraparte técnica que brinda el criterio de calidad de semillas, necesario para que la Oficina Nacional de Semillas apruebe la comercialización o no de semillas. Lo anterior ha generado una relación de colaboración entre el CIGRAS y la ONS desde la creación de la ley mencionada anteriormente.

### Laboratorio oficial de análisis de calidad de granos

- Número de muestras: se analizaron 368 muestras, para un total de 2211 ensayos. Las muestras fueron de arroz pilado, arroz en granza, frijol, maíz, soya, cáscara de café y garbanzo.

- Descripción breve del impacto del programa: La labor desarrollada por el LG tiene un gran impacto en la comercialización y consumo de los granos. Al contar con 28 ensayos acreditados a la norma ISO 17025 le permite tener reconocimiento internacional y la capacidad técnica para la emisión de resultados confiables. Además se ha ido ampliando las matrices sobre las cuales se hacen los ensayos, por ejemplo en este año ingresaron muestras de cáscara de café y de garbanzos.





# AGRADECIMIENTOS

**CIGRAS** Investigaciones en  
Granos y Semillas



## Agradecimientos

Universidad de Costa Rica (<http://www.ucr.ac.cr/>)

- . Rectoría
- . Vicerrectoría de Investigación
- . Vicerrectoría de Docencia
- . Vicerrectoría de Acción Social
- . Oficina de Asuntos Internacionales y Cooperación Externa

Food Security Center, Universität Hohenheim, Alemania (<https://fsc.uni-hohenheim.de/>)

Oficina nacional de semillas (<http://ofinase.go.cr/>)

CATIE (<https://www.catie.ac.cr/>)

INTA (<http://www.inta.go.cr/>)

Ministerio de Agricultura y Ganadería (<http://www.mag.go.cr/>)

FITTACORI ([www.fittacori.or.cr/](http://www.fittacori.or.cr/))

Universidad Agrícola de Anhui y Anhui Jianghuai Horticulture Seeds Co.,  
China





UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

CIGRAS Investigaciones en  
Granos y Semillas