



MINISTERIO DE
AGRICULTURA
Y GANADERÍA

GOBIERNO
DE COSTA RICA

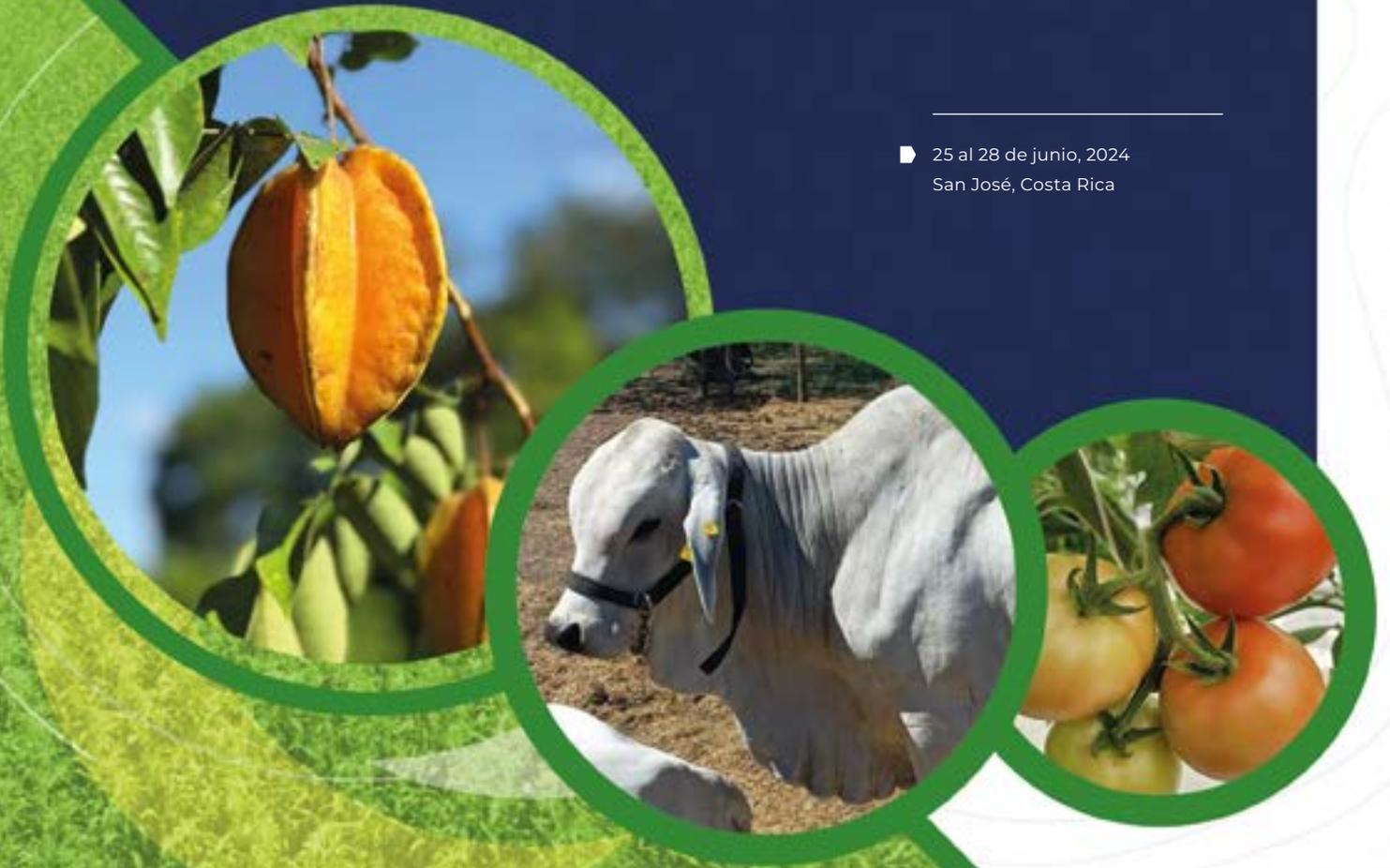
INSTITUTO NACIONAL DE
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA
EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

LXVI Reunión del Programa Cooperativo
Centroamericano para el Mejoramiento
de Cultivos y Animales 2024

MEMORIA TÉCNICA

Liderazgo y Sostenibilidad de los Sistemas de Investigación e
Innovación Agropecuaria en Centroamérica y El Caribe

25 al 28 de junio, 2024
San José, Costa Rica





PRESENTACIÓN

Costa Rica fue el anfitrión de la **LXVI Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales 2024**, conocido como PCCMCA, siendo el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) los responsables de tan importante evento.

El 25 al 28 de junio de 2024 en la ciudad de San José, Costa Rica, en el Hotel Crowne Plaza Corobicí, se realizó la LXVI Reunión del PCCMCA, con la asistencia general de trescientos cincuenta personas aproximadamente entre los miembros de la sociedad del PCCMCA, Directores de los INIAs de Centroamérica y República Dominicana, autoridades de ILCI-Universidad de Cornell, de la Cooperación Coreana, de FAO, IICA, Fundecooperación, SE-CAC, CATIE, FONTAGRO, INDER, CORBANA e investigadores de 15 países: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Colombia, Ecuador, Cuba, Estados Unidos, Puerto Rico, República Dominicana, Estados Unidos y Canadá.

La LXVI Reunión PCCMCA 2024 se enfocó en: “Liderazgo y Sostenibilidad de los Sistemas de Investigación e Innovación Agropecuaria en Centroamérica y el Caribe”, para poder enfrentar los desafíos de la agricultura en la región y el papel preponderante que tienen los sistemas de investigación para hacer más competitiva y sostenible la actividad.

En el evento fueron presentadas tres conferencias magistrales: “Visión actual y futura del desarrollo de los sistemas de investigación e innovación agropecuaria en Centroamérica y el Caribe” (Dr. Stephen Kresovich-Director Programa ILCI-Universidad de Cornell, USA); “Ciencia e innovación para el desarrollo de sistemas agrícolas resilientes” (Dr. Luis Pocasangre-Director General CATIE, Costa Rica); “La cooperación triangular en los proyectos de investigación: casos de éxito” (MSc. Roberto Ramírez, MSc. Sergio

Abarca, investigadores INTA, Costa Rica), y un conversatorio con el tema “Elementos para desarrollar una agenda regional de programas de investigación e innovación: retos y desafíos”, el cual fue moderado por la Dra. María Fernanda Alvarez, CIAT-Colombia.

Se desarrollaron siete mesas técnico-científicas: Mesa Leguminosas, Mesa Maíz, Mesa de Arroz y Sorgo, Mesa Hortalizas, Mesa Raíces y Tubérculos, Mesa Frutales, Mesa Pecuaria, en las cuales fueron presentados 173 trabajos en temas relacionados con: mejoramiento del cultivo, manejo agronómico, protección vegetal, socioeconomía, agroindustria, manejo poscosecha, biotecnología, plataformas digitales, fisiología vegetal, bioquímica, semillas, forrajes, nutrición animal, adaptación al cambio climático y mitigación de GEI, reproducción y salud animal, control biológico, genética animal, enfoque de sistemas, agricultura de precisión, transformación de remanentes y políticas públicas. En las mesas técnicas se presentaron 12 trabajos de maíz; 21 de arroz y sorgo; 19 de leguminosas; 19 de hortalizas; 23 de raíces y tubérculos; 26 de frutales; 28 en pecuario; y 25 pósteres. Además, se realizó una feria de stand con aliados del sector agropecuario público y privado.

También, se desarrollaron 10 Mini Cursos en los temas de: Estudios de huella genética (fingerprinting) en procesos de adopción de nuevas variedades; Estadística aplicada; Propiedad intelectual; Monitoreo, Registro y Verificación (MRV) en sistemas de ganadería; Situación actual de “*Megalurothrips usitatus*” en Centroamérica y el Caribe, conocimiento y manejo; Gestión eficiente recurso hídrico; Principios y aplicaciones de la trofobiosis como herramienta en el desarrollo de sistemas productivos sustentables; Planeamiento de experimentos en pasturas y nutrición de rumiantes; Implementación de la trazabilidad bovina en Costa Rica.

Durante el evento se presentaron logros y avances de proyectos exitosos de los países participantes. Es importante fortalecer las redes de investigación y el trabajo a nivel regional, como por ejemplo una Red de Mejoramiento Genético en cultivos como frijol, sorgo, raíces y tubérculos, cultivos que presentan un dinamismo económico. Es decir, retomar una agenda común sobre programas de investigación. El PCCMCA es un espacio para compartir conocimientos, experiencias exitosas y trabajos de investigación, para contribuir al fortalecimiento de los sistemas agropecuarios y redes de colaboración de Centroamérica y el Caribe.

PhD. Roberto Camacho Montero
Director Ejecutivo INTA, Costa Rica

COMITÉ ORGANIZADOR LXV REUNIÓN ANUAL DEL PCCMCA

Comisión general

Roberto Camacho Montero - **Coordinador**
Fabián Jiménez Morales
Laura Ramírez Cartín
Luis Alfonso Sánchez Chacón
Hugo Montero González
Ruth Castro Vásquez

Subcomisión científica y técnica

Nevio Bonilla Morales - Coordinador

Nevio Bonilla Morales-Presidente Mesa de Maíz
Hugo Montero González-Presidente
Mesa de Hortalizas
Antonio Bogantes Arias-
Presidente Mesa de Frutales
Juan Carlos Hernández Fonseca-
Presidente Mesa de Leguminosas
Josselyne Aguilar López-Presidenta
Mesa de Arroz y Sorgo
Rosmary Quesada Ugarte-Presidenta
Mesa de Raíces y Tubérculos
William Sánchez Ledezma-
Presidente Mesa Pecuaria
Stephanie Quirós Campos -
Coordinadora Sesión de Pósters
Kevin Carrillo Montoya-Colaborador
Melvin Madrigal Alfaro-Colaborador
José Pablo Jiménez Castro-Colaborador

Subcomisión de protocolo y logística

Laura Ramírez Cartín - Coordinadora

Katthy Lines Gutiérrez
Hugo Montero González
Ruth Castro Vásquez
Manrique Gómez Paniagua
José Luis Rivera Ramírez
Rolbin Castillo Matamoros

Subcomisión de Finanzas

Luis Alfonso Sánchez Chacón - **Coordinador**

Roberto Camacho Montero
Laura Ramírez Cartín

Unidad de Gestión de Conocimiento

Junio 2024

CONTENIDO

Presentación.....	iii
Comité Organizador LXV Reunión Anual del PCCMCA.....	v
Mesa Técnica de Maíz	1
Mesa Técnica de Leguminosas	23
Mesa Técnica de Arroz y Sorgo.....	51
Mesa Técnica de Hortalizas	77
Mesa Técnica de Raíces y Tubérculos	97
Mesa Técnica de Frutales	121
Mesa Técnica de Pecuario.....	149
Sesión de Posters.....	187
Memoria Gráfica	221

MESA TÉCNICA DE MAÍZ



RENDIMIENTO DE GRANO CON GENOTIPOS DE MAÍZ DEL INIFAP OAXACA-TABASCO-VERACRUZ, DURANTE EL FENÓMENO CLIMÁTICO “EL NIÑO” MÉXICO

Francisco J. Ugalde Acosta¹, Mauro Sierra-Macías¹, Sabel Barrón-Frayre¹, Ernesto Preciado-Ortíz¹, Arturo Guirít-Guzmán², Rosa Claudia Juárez-Lara², Simón Leyva-Vela¹, María de los Ángeles Acevedo-Cortés¹, Clara Ríos-Isidro¹, Oscar Maldonado-Guzmán³, Carlos Rivera-Andrade³, Joel Goxcon-Sixtega³, Cayetano Serapio-Arau⁴, Desiderio Ventura-Gabriel⁴, Gabino Delgado-Avenidaño⁴, Jesús Zamudio-Torres⁵, Jeremías Zamudio-García⁵, Félix Jiménez-Bautista⁶, Soledad Pedraza-Flores⁶, Celedonio Santos-Pérez⁷, Reyna Michelle-Fierro López⁸ y Ignacio Castañeda Alday⁹

Durante P-V de temporal 2023 y O-I de humedad residual el 2023/24, la entrada del fenómeno climático del “El Niño”, generó periodos de sequía intra-estival y terminal en ambos, en las regiones tropicales de Oaxaca, Tabasco y Veracruz, México, ocasionado en ambos ciclos baja productividad de grano en simbras de maíz comercial. Ante el panorama crítico de sequía, el Campo Experimental Cotaxtla vigente en el desarrollo de genotipos mejorados ha desarrollado desde hace 20 años, maíces con tolerancia a periodos de sequía y recientemente con la generación de híbridos varietales y variedades mejoradas depuradas presentan características similares. Para conocer esta respuesta a diferentes agroecosistemas, se establecieron módulos de validación con cinco genotipos promisorios con la colaboración de productores y profesionistas en los estados de Veracruz, Oaxaca y Tabasco. En todos los casos el manejo agronómico se realizó de acuerdo con las recomendaciones del INIFAP con una población de 65 mil plantas por hectárea a la siembra y una dosis de fertilización 146-46-30 NPK. Para determinar el rendimiento de grano de maíz, se realizaron cuatro muestreos por genotipo por módulo y por ciclo, transformando a kilogramos por hectárea. El rango de rendimiento promedio en ambos ciclos es de 5535 a 6599 kilogramos por hectárea. El híbrido varietal más productivo fue el VC X VS con 7210 kilogramos por hectárea en temporal y de humedad residual fue 6446 kilogramos por hectárea. En cuanto a sanidad de planta de los genotipos no se presentaron enfermedades que afectaran follaje o grano, tolero los vientos superiores a los 90 km por hora y sequías superiores a los 35 días. Los registros de rendimiento de los genotipos evaluados durante el fenómeno de “El Niño”, generaron información tecnológica que se sumara a las evaluaciones futuras en condiciones climáticas favorables de humedad, que serán de vital importancia para el dominio de recomendación.

Palabras clave: productividad, estiaje, sustentabilidad.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campos Experimentales de Cotaxtla- Veracruz, Huimanguillo-Tabasco y Celaya-Guanajuato agrotecna7@yahoo.com.mx

² Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 84 Carlos A. Carrillo, Ver.

³ Técnicos Municipales de San Andrés Tuxtla, Ver. 2022-2025

⁴ Técnicos Municipales de Ixmiquilpan, Ver. 2022-2025

⁵ Técnicos Municipales de Chacaltianguis, Ver. 2022-2025

⁶ Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 16 San Bartolo, Tuxtepec, Oax.

⁷ Prestador de Servicios Profesionales Valle Nacional, Ver.

⁸ Estudiante-tesista del Campo Experimental Cotaxtla

⁹ Director Agrícola de GRUMA

¿LOS PRODUCTORES CON MAYOR ACTITUD HACIA EL RIESGO O CON MAYORES ASPIRACIONES ADOPTAN MÁS PRÁCTICAS ORIENTADAS A LA RESILIENCIA CLIMÁTICA? EVIDENCIA DE PRODUCTORES DE GRANOS BÁSICOS EN GUATEMALA

Diana Carolina Lopera¹, Juan Camilo Ordoñez, Diana Katherine Quintero, Byron Reyes

Guatemala se sitúa entre los países más vulnerables al cambio climático en la región Centroamericana, principalmente debido a su marcada dependencia económica de la producción agrícola (aproximadamente el 24 % PIB). La subsistencia y seguridad alimentaria de las familias guatemaltecas, cuya dieta se basa en gran medida en el maíz y frijol, se ven amenazadas por los efectos climáticos. A pesar de la importancia de adaptarse a las condiciones climáticas adversas, la adopción de prácticas resilientes sigue siendo baja y variable. Además de explorar el efecto de factores externos, este estudio examina cómo las actitudes hacia el riesgo y las aspiraciones influyen en la adopción de prácticas específicas de resiliencia climática entre los pequeños productores de maíz y frijol de Guatemala. Asimismo, se investiga la vinculación entre el uso de estas prácticas y los desafíos socioeconómicos y migratorios. Se encuestó una muestra de 1008 hogares representativa de zonas productoras de granos básicos en los departamentos de Huehuetenango, Quetzaltenango, Totonicapán, Zacapa y Chiquimula. Resultados preliminares revelan que el 70 % de los productores enfrentaron eventos climáticos adversos en 2023. Las prácticas más comunes adoptadas incluyen el uso de mulch (83.1 %), coberturas verdes (45.4 %), abonos orgánicos (30.4 %), rotación de cultivos (30.4 %) y labranza mínima (19.2 %). Sin embargo, la adopción de prácticas más avanzadas como semillas mejoradas, reservorios de agua, o técnicas de cosecha de agua es baja (<10 %). Respecto a la actitud hacia el riesgo, el 59.2 % tiene una actitud positiva al riesgo. Los hogares declaran aspiraciones de ingresos de alrededor de 433 dólares en promedio siendo significativamente más bajas en el oriente del país. Estimaciones iniciales sugieren una relación moderada entre la adopción de prácticas climáticamente inteligentes y una actitud positiva hacia el riesgo. Por ejemplo, los productores que implementan ciertas prácticas, como terrazas continuas, zanjas de contorno y el uso de semillas resistentes, tienden a tener una actitud más arriesgada. Sin embargo, no hay suficiente evidencia para decir que mayores aspiraciones se relacionen con más prácticas implementadas. Nuestros resultados resaltan la necesidad de políticas y programas que aborden estas disparidades y que promuevan la adaptación climática en la agricultura guatemalteca.

Palabras clave: granos básicos, Guatemala, CSA, adopción, cambio climático.

¹ d.c.lopera@cgiar.org

ESTÁNDAR REGIONAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE RESTAURACIÓN DE PAISAJES Y ECOSISTEMAS CON UN ENFOQUE DE DERECHOS, SENSIBLE AL GÉNERO E INCLUYENTE PARA LOS PAÍSES DEL SICA

Ana María Páez Valencia¹

Muchos de los procesos de restauración de paisajes han sido abordados con una mirada principalmente biofísica y aunque existen varios ejemplos de procesos de restauración participativos, la ambición de hacer restauración “a escala” corre el riesgo de que predominen enfoques estandarizados e impuestos de arriba hacia abajo que ignoren factores clave como la inseguridad en la tenencia de tierra; la exclusión de grupos de población importantes de los procesos de toma de decisiones y mecanismos de distribución de beneficios sesgados. Existe además creciente evidencia de que los esfuerzos de restauración que no tienen en cuenta consideraciones de género e inclusión social pueden reforzar o incluso exacerbar las desigualdades existentes, al tiempo que ponen en riesgo la sostenibilidad de los resultados ambientales. Este documento propone ocho estándares o lineamientos para orientar el diseño, planificación, implementación, monitoreo y evaluación de proyectos e iniciativas de restauración de paisajes y ecosistemas con un enfoque de derechos, sensible al género e incluyente, basados en experiencias de la región de Centroamérica y República Dominicana. El documento incluye también un Listado de criterios de verificación que busca facilitar a equipos técnicos y tomadores de decisión la implementación de los estándares en forma de preguntas clave que pueden ser aplicadas como herramientas en el proceso de diseño, planificación, implementación, monitoreo como criterios de aprobación o evaluación de proyectos de restauración.

¹ a.paez-valencia@cgiar.org, *Biodiversity-CIAT Gender and Social Impact Project Leader Country Representative - Costa Rica*

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍCES FORRAJEROS EN GUATEMALA

Nestor C. Herrera¹, René Velásquez

En Guatemala, el uso del maíz tanto para grano como forraje es esencial en la alimentación de ganado, siendo crucial en áreas donde la agricultura y ganadería son pilares de la economía. Ante la demanda de eficiencia en la producción de estos dos componentes, es vital identificar y desarrollar híbridos de maíz que optimicen la producción de biomasa y calidad nutricional. Este estudio evalúa el potencial forrajero de híbridos de maíz en dos localidades específicas: una de clima cálido y otra subtropical. La metodología incluyó la siembra y evaluación de híbridos bajo diversas condiciones climáticas y edáficas, realizando análisis fenotípicos y químicos para determinar características agronómicas clave y rendimiento de biomasa. Los híbridos fueron seleccionados basándose en su capacidad de producir tanto grano como forraje de calidad. Los resultados revelaron que ciertos híbridos presentan características fenotípicas superiores, con alta producción de biomasa y buen contenido proteico, adecuados para su uso como forraje. Se concluye que es esencial enfocar la investigación en híbridos de doble propósito que maximicen tanto el rendimiento de grano como el potencial forrajero. La importancia de los análisis químicos fue destacada, subrayando su rol en la determinación de la calidad del forraje y la sostenibilidad de las prácticas de alimentación del ganado. Este estudio proporciona información valiosa para futuras investigaciones que busquen mejorar genéticamente el maíz forrajero en Guatemala, con un enfoque en la optimización del uso de recursos y la maximización de los beneficios económicos y ambientales.

Palabras claves: Maíz, Forraje, Análisis Proximal.

¹ agror.2020@gmail.com, *Compañía Internacional de Semillas (CIDS)*

EVALUACION DE OCHO VARIEDADES SINTETICAS DE MAIZ DE GRANO BLANCO, NORMAL, QPM Y ALTO EN ZINC, EN LA REGION DE CHOLUTECA Y COMAYAGUA, HONDURAS, 2024

Oscar Cruz Núñez¹

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar ocho variedades de maíz de grano blanco, QPM, alto en Zn y Normal. El ensayo se instaló en la localidad de Choluteca y Comayagua, en los meses de junio a octubre del 2019. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones y ocho tratamientos. Las variables evaluadas fueron: días a floración masculina y femenina, sincronización (ASI), altura de planta y mazorca, acame de raíz y tallo, peso de mazorca, número de mazorcas totales y podridas, número de hileras, granos por hilera de mazorca, longitud de mazorca, cobertura de mazorca índice de desgrane y rendimiento. Se realizó un análisis de varianza a los datos al 5 % de significancia. Los resultados determinaron que, si hubo diferencias significativas entre las variedades para rendimiento, la prueba de medias identificó que el mayor rendimiento les corresponde a las variedades S16LTWNHGAB04 (5) y S16LTWNQHZNHGAB01 (7) con 6.7 y 6.7 T/Ha, superando al testigo con 5.6T/Ha, hasta en un 20 %. El análisis estadístico no encontró diferencia significativa para días a floración masculina, altura de planta, acame de raíz y tallo, mazorca podridas y cobertura de mazorca con un promedio de 57 días, 198 cm, 1.5, 3.6, 6.0 y 6.6 % respectivamente. Liberándose estos dos materiales en el 2021 y 2024 con el nombre de Dicta Honduras B04 y Nutri Dicta B01.

Palabras claves: maíz, variedades biofortificadas, localidades

¹ Ing. Agrónomo, jefe de la Unidad de Granos Básicos, Tegucigalpa, Francisco Morazán, 2024. oscarf.nunez23@gmail.com

EVALUACIÓN FITOSANITARIA DE GENOTIPOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ EN REGIÓN TROPICAL DE OAXACA, MÉXICO

María de los Ángeles Acevedo-Cortés¹, Francisco Javier Ugalde-Acosta¹, Jorge Gustavo Rodríguez-Escobar¹, Mauro Sierra Macías¹, Félix Jiménez-Bautista², Soledad Pedraza-Flores², Celedonio Santos-Pérez³ y Simón Leyva Vela¹

El cultivo de maíz en México es uno de los más importantes por lo que se siembra 6.9 millones de hectáreas, con rendimiento promedio de 3.9 t. ha⁻¹. Oaxaca destina 519, 271.8 hectáreas, con rendimiento de 1.4 t. ha⁻¹. El cambio climático y el fenómeno del niño ocasionan incremento de temperatura, evapotranspiración, fuertes vientos, así como mayor presencia de enfermedades. El objetivo de esta investigación fue identificar presencia de enfermedades en cinco genotipos experimentales de maíz. El establecimiento del cultivo se realizó en Tuxtepec y Valle Nacional, Oaxaca, en condiciones de humedad residual, durante el ciclo otoño-invierno 2023/2024. Durante este ciclo las condiciones ambientales favorecen la presencia de enfermedades en maíz, de ahí la importancia de monitorear el germoplasma de cinco genotipos experimentales. El manejo agronómico fue de acuerdo con recomendaciones del INIFAP. La evaluación fitosanitaria se efectuó en etapa de llenado de grano; se realizaron cinco muestreos al azar en cada genotipo y se colectó material vegetativo de plantas con síntomas de enfermedad; las muestras fueron llevadas al laboratorio del Campo Experimental Cotaxtla. Se usó el método de cámara húmeda para el desarrollo del patógeno. Trascorrido 24 horas se identificó el agente causal, utilizando un microscopio compuesto marca ZEISS ®. Los resultados encontrados en la localidad de Tuxtepec en los genotipos 1, 2 y 3 indican presencia de *Fusarium* spp., mientras que en el genotipo 4 se encontró *Curvularia* spp. y *Fusarium* spp., en el genotipo 5 se identificó *Curvularia* spp. En la localidad de Valle Nacional, el genotipo 1 mostró presencia de *Aspergillus* spp. y *Helminthosporium* spp., los genotipos 2 y 3 *Helminthosporium* spp., el genotipo 4 *Fusarium* spp. y el genotipo 5 *Helminthosporium* spp. y *Fusarium* spp. La etapa fenológica en la que se presentaron las enfermedades en ambas localidades no afectó el rendimiento de grano.

Palabras clave: Fitosanidad, cambio climático y fenómeno del niño.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Cotaxtla. Km.34.5 Carretera Federal, Veracruz-Córdoba. La Esmeralda, Municipio Medellín de Bravo Veracruz. C.P. 94270. (acevedoangeles85@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0861-1239>)

² Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 16 San Bartolo, Tuxtepec, Oax.

³ Prestador de Servicios Profesionales Valle Nacional, Ver.

ESTUDIO DE CAMELLONES PREHISPÁNICOS Y LABRANZA CONVENCIONAL EN DOS SISTEMAS PRECOLOMBINOS DE ASOCIO DE MAÍZ Y FRIJOL

Moisés A Blanco Navarro¹, Bryan Mendieta², Lester Rocha³

Dos ensayos fueron conducidos (2017 y 2018), en la finca El Madroño, de COOPAD. Diriamba, Nicaragua. Comparando dos sistemas de asocio de cultivos: maíz y frijol con maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y tres hermanas maíz, frijol y ayote (*Cucurbita angyrosperma* L.). Establecidos en dos métodos de labranza: Camellones prehispánicos y Labranza convencional, para comparar el efecto de los métodos de labranza en el crecimiento y rendimiento de estos cultivos. Se encontraron diferencia estadística significativa, para el maíz, las variables: Altura de planta sistema Tres hermanas 89.1 cm y en Maíz-frijol 120.6 cm; Diámetro del tallo, para Labranza convencional 1.98 cm y Camellones prehispánicos 2.68 cm; Numero de hojas, Labranza convencional 11.91 y Camellones prehispánicos 12.09. Para el frijol, las variables: Altura de planta sistema Tres hermanas 23.8 cm y en Maíz-frijol 27.0 cm, para métodos de Labranza convencional 21.40 cm y Camellones prehispánicos 29.34 cm; Ancho de hoja, para Labranza convencional 4.26 cm y Camellones prehispánicos 5.18 cm; Rendimiento sistema Maíz-frijol 1 180 kg ha⁻¹ y para Tres hermanas 2 137 kg ha⁻¹. Las demás variables (crecimiento y rendimiento), no presentaron diferencias estadísticas significativas sin embargo en maíz se obtuvo 879 kg ha⁻¹ y en frijol 111 kg ha⁻¹ más en Camellones prehispánicos que en Labranza convencional. Queda demostrado que los camellones prehispánicos favorecen al pequeño productor.

Palabras clave: agricultura indígena, conocimiento ancestral, cultivos relegados.

¹ Prof. Dr. (c) Coordinador Centro de Extensión UNA Pacífico Sur. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. moises.blanco.navarro@gmail.com

² Dr. Decano. Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria. Nicaragua

³ Dr. Docente. Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria. Nicaragua

CONSIDERACIÓN DE LAS FASES LUNARES EN PRÁCTICAS AGROPECUARIAS TRADICIONALES EN COSTA RICA

Oswaldo Páez Aponte¹

La agricultura tradicional emplea técnicas ancestrales transmitidas a lo largo de generaciones, las cuales están íntimamente ligadas a la cosmovisión de las culturas que las practican. Entre los fenómenos atmosféricos y cósmicos, los períodos de lluvia, la trayectoria solar y las fases de la luna son quizás los elementos naturales que más influyen en las prácticas agronómicas tradicionales. El objetivo del estudio fue determinar cómo los agricultores en Costa Rica consideran las fases lunares para sus actividades agropecuarias. Durante el 2020, mediante llamadas telefónicas, se entrevistaron a 41 agricultores de 22 distritos, pertenecientes a siete cantones. El rango de edad fue de 30 a 70 años; el 15 % fueron mujeres y el 85 % hombres. La mayoría (80 %) fueron pequeños productores, con terrenos menor a 5 ha. Sólo un 10 % de los agricultores tenía actividad comercial, el resto era para autoconsumo, comercio de excedentes o mantenimiento de sus propiedades. Las prácticas frecuentes que realizaban en cultivos como árboles maderables y frutales, arroz, ayote, plátano, banano, guineo, café, caña de azúcar, frijoles, hortalizas, maíz, ornamentales, medicinales, pastos, piña, sandía, tomate, papa china y yuca, de acuerdo con las fases de la luna fueron: siembra de semilla sexual y asexual como estacas e hijos, tala, aserrado, cosecha, deshija y podas. En animales como cerdos, bovinos y caballos, fueron la castración, corte de pesuñas y descorne. En el 88 % de las prácticas agropecuarias señaladas, la mengua, período desde un día después de luna llena hasta un día antes de luna nueva, fue el período lunar más tomado en cuenta para las labores. El 95 % de las personas agricultoras estuvieron convencidas de que realizar ciertas labores agropecuarias en un período específico de la luna mejora la respuesta de las prácticas.

Palabras clave: menguante, técnicas ancestrales, cosmovisión, conocimiento tradicional.

¹ Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. oswaldo.paez.aponte@una.cr (<https://orcid.org/0009-0002-4382-3827>), oswaldo.paezaponte@gmail.com

RENDIMIENTO Y RESISTENCIA AL COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ QPM & ZN, EN EL TRÓPICO DE GUATEMALA

Eddy Rodolfo Ixcotoyac Cabrera¹, Edin Saúl Pérez Batz², Jaime Josué Perdomo Esquivel³, Edilzar Rudecindo Mazariegos Hernández⁴, Eliseo Baldemar Chun Batzín⁵, Juan Carlos Sis Pérez⁶, Marco Antonio Colacho González⁷, Adán Estuardo Rodas Echeverría⁸, Heidy Victoriana Jacobed Yac Sacalxot⁹, José Luis Sagüil Barrera¹⁰, José Hiram Cuá¹¹, Sergio Gonzalo Hidalgo Villatoro¹²

En Guatemala, el cultivo de maíz es un pilar fuerte en la dieta alimenticia de la población y contribuye en gran medida a la seguridad alimentaria de familias de escasos recursos del área rural. En esta región casi la mitad (49.8 %) de los niños tienen retardo de crecimiento debido a la desnutrición crónica que padecen. Una alternativa a esta situación es la biofortificación de maíz que lo hace más nutritivo para el consumidor, actualmente, el ICTA liberó el híbrido de grano blanco ICTA HB-18^{ACP+Zn} que es una opción para contribuir a la nutrición de las familias guatemaltecas, sin embargo, este cultivar no tiene resistencia al CMA. Durante el 2023 el PVTT evaluó la resistencia de 7 híbridos biofortificados en el trópico bajo de Guatemala. Los resultados obtenidos indican que los mejores tratamientos fueron el 3 con 5,016 kg/ha, el 4 con 4,969 kg/ha, 7 con 4813 kg/ha y el tratamiento 2 con 4,750 kg/ha respectivamente. Para las variables porcentaje de mazorcas podridas todos los tratamientos presentaron valores abajo del 10 % y entre 3 % y 5 % de mala cobertura de mazorca. Con respecto al CMA para las localidades donde se presentó la enfermedad los tratamientos 3, 4, 7 y 2 presentaron valores de entre 2 y 3 en la escala CIMMYT. Para las enfermedades roya y achaparramiento los porcentajes fueron inferiores al 10 %. Al finalizar el estudio se concluyó que los tratamientos 3 y 2 pasaran a parcelas de prueba por su potencial de rendimiento, facilidad de producción de semilla y el plus de ser biofortificados.

Palabras clave: Biofortificación, Seguridad alimentaria, Desnutrición.

¹ Coordinador PVTT-ICTA-CEPALC e.cabrera@icta.gob.gt

² Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPSUR s.perez@icta.gob.gt

³ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPSUR j.perdomo@icta.gob.gt

⁴ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPSUR cepsur.cuyuto@icta.gob.gt

⁵ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPNOR e.chun@icta.gob.gt

⁶ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPNOR cepnor.fray@icta.gob.gt

⁷ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPNOR m.colacho@icta.gob.gt

⁸ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPNOR e.rodas@icta.gob.gt

⁹ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPOR h.yac@icta.gob.gt

¹⁰ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPOR jlsaguil@icta.gob.gt

¹¹ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPOR cepor.jutiapa@icta.gob.gt

¹² Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPALO s.hidalgo@icta.gob.gt

ENSAYO MULTIAMBIENTAL DE RENDIMIENTO Y RESISTENCIA A ENFERMEDADES DE LINEAS AVANZADAS DE TRIGO EN ZONAS PRODUCTURAS DE GUATEMALA

Eddy Rodolfo Ixcotoyac Cabrera¹, Byron de la Rosa Mendoza², Karen Agreda Hernández³, Eduardo Fuentes Navarro⁴, Leonel Esteban Monterroso⁵, Oscar Xutuc Castillo⁶, José Hiram Cuá⁷

En Guatemala desde los años 80's se redujo considerablemente las áreas de producción de trigo, concentrándose su producción en el altiplano occidental. En esta investigación se evaluaron líneas avanzadas de trigo en el altiplano de Guatemala con la finalidad de encontrar alguna línea con alto potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y con estabilidad ambiental. Se establecieron 8 ensayos en los departamentos de San Marcos, Quetzaltenango, Huehuetenango y Chimaltenango. Se utilizó un diseño experimental de BCA con tres repeticiones y 10 tratamientos. Los datos se analizaron en el programa Infostat®, mediante un ANDEVA para las pruebas de hipótesis, se usó DGC para la separación de medias y un nivel de significancia del 5 %. Además, se realizó el análisis de estabilidad mediante el modelo AMMI. Las líneas y las localidades tuvieron un efecto significativo en el variable rendimiento ($p < 0.05$). Mientras que los variables peso hectolítrico, altura de planta y peso de mil granos fueron afectadas significativamente por la línea, localidad e interacción (GXE) ($p < 0.05$). Los factores evaluados no tuvieron efecto sobre las variables acame, días a floración y días a madurez fisiológica. Las líneas 1, 9, 6, 3, 2 tuvieron los mejores rendimientos oscilando entre 3.18–3.66 t/ha, superando en un 20 % al rendimiento de los testigos y en un 38 % al rendimiento promedio nacional. El peso hectolítrico estuvo en un rango de 70–73.5, la altura de planta de las líneas estuvo entre 75–79 cm y el peso de mil granos entre 39.6–48.1 g. Los valores de severidad de Fusarium y Roya menores al 15 %. En base a las características observadas se toma la decisión de pasar a validación con los agricultores la línea 1 y 9 por presentar buen rendimiento, resistencia a enfermedades, y buena estabilidad ambiental.

Palabras clave: trigo, AMMI, fusarium, roya.

¹ Coordinador Programa de Validación y Transferencia de Tecnología PVTT-ICTA-CEPALC e.cabrera@icta.gob.gt

² Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPALC byronmendoza@icta.gob.gt

³ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPALO k.agreda@icta.gob.gt

⁴ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPALO e.fuentes@icta.gob.gt

⁵ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPALO lesteban@icta.gob.gt

⁶ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPALO o.xutuc@icta.gob.gt

⁷ Investigador Especializado PVTT-ICTA-CEPOR cepor.jutiapa@icta.gob.gt

RENDIMIENTO Y RESISTENCIA AL COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO DE SIETE HÍBRIDOS DE MAÍZ QPM&ZN EN EL TRÓPICO BAJO DE GUATEMALA

Orsy F. Chávez¹, Marcelino C. Choc², César G. Torres³

En Guatemala, casi la mitad de niños menores de cinco años (49.8 %) padecen desnutrición crónica, una alternativa viable son los cultivos biofortificados. Otro problema es la enfermedad del Complejo Mancha de Asfalto (CMA), que ha causado pérdidas considerables en la producción de maíz (hasta 80 %). El objetivo fue seleccionar híbridos biofortificados con alto potencial de rendimiento y resistencia al CMA. En 2023, se evaluaron en cinco estaciones experimentales del trópico bajo, siete híbridos de grano blanco. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con diez tratamientos, incluyendo un testigo susceptible al CMA (ICTA HB-83), un testigo resistente al CMA (ICTA HB-17^{RMa}) y el testigo comercial biofortificado (ICTA HB-18^{ACP+Zn}). El tamaño de la unidad experimental fue de 16.64 m² y las variables de respuesta fueron: rendimiento de grano en kg/ha y resistencia al CMA (escala de 1-9 del CIMMYT). El resultado del análisis estadístico indicó que no existió diferencia significativa para la interacción genotipo-ambiente, pero sí, para genotipo y ambiente. Los tratamientos 9 (ICTA HB-17^{RMa}), 2, 7, 3 y 6 quedaron en el primer grupo estadístico, con rendimientos de 4,961 a 5,355 kg/ha y calificación de CMA de 2 a 4 (alta resistencia). El testigo comercial quedó en el segundo grupo estadístico con rendimiento de 4,438 kg/ha y una calificación de CMA de 7 (susceptible), el testigo susceptible quedó en el tercer grupo estadístico con rendimiento de 3,611 kg/ha y una calificación de CMA de 8 (susceptible). El laboratorio del CENTA reportó que los nuevos híbridos tienen de 30 a 33 ppm de zinc y 0.08 a 0.09 % de triptófano. Los híbridos fueron enviados a la siguiente fase de validación en ensayos de finca de agricultores.

Palabras clave: desnutrición, biofortificado, susceptible, híbrido triple.

¹ Coordinador del Programa de Maíz/Ajonjolí, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Chimaltenango, Chimaltenango, Guatemala, o.chavez@icta.gob.gt

² Investigador asistente del Programa de Maíz, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala, maiz.cinor@icta.gob.gt

³ Jefe de Centro, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, San José La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala, cepsur.lamaquina@icta.gob.gt

RUTA METODOLÓGICA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LAS CAPACIDADES DE LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS LOCALES

Maruchi Alonso Esquivel¹, Juliette Valdés Infante Herrero¹, Aymara Hernández Morales¹, Yadira Méndez Gallo¹

La transformación de los Sistemas Alimentarios Locales (SAL) en Cuba debe comenzar por un diagnóstico multidimensional que incorpore la dimensión nutricional a partir de las capacidades que tienen los territorios para satisfacer de forma sostenible y soberana las recomendaciones nutricionales de los grupos de edades que conforman la población del territorio, identificar problemáticas y potencialidades y establecer metas a corto, mediano y largo plazo. Para llevar a cabo ese diagnóstico hay que transitar por una ruta metodológica que garantice el abordaje de las dimensiones que conforman el enfoque de Sistemas Alimentarios Sostenibles, Resilientes y con Equidad para el Autoabastecimiento Alimentario Municipal. Se presenta la metodología para diagnosticar la situación de los sistemas alimentarios desde un enfoque nutricional y establecer pautas estratégicas para desarrollar cadenas alimentarias locales relevantes para la soberanía, seguridad y sostenibilidad alimentaria y nutricional de cada municipio. Sus contenidos se basan en el trabajo realizado por el proyecto de cooperación internacional Autoabastecimiento Local para una Alimentación Sostenible y Sana (ALASS), implementado por el Ministerio de la Agricultura (MINAG) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con financiamiento de la Unión Europea (UE). Esta ruta permitirá contar con una visión sistémica, donde la nutrición se convierte en el eje esencial del análisis, de las proyecciones de cambio y se valoran aspectos del entorno interno y externo de esos SAL que pueden favorecer o limitar los cambios que quieren alcanzarse. Gracias a ese trabajo se pudo pasar de una perspectiva de volúmenes de producción a una perspectiva de aportes nutricionales, que requirió cambios de mentalidad, búsqueda y procesamiento de informaciones no tradicionales e identificación de nuevas problemáticas y posibles acciones para atender la seguridad alimentaria y nutricional de los municipios, apuntando hacia su autoabastecimiento. Esta ruta metodológica ofrece el camino transitado por los seis municipios de ALASS para desarrollar SAL soberanos y constituye una contribución para la replicación que desde finales del 2022 se hace en todos los municipios de Cuba, como parte de la implementación de la Ley SSAN.

Palabras clave: enfoque nutricional, soberanía alimentaria, autosuficiencia alimentaria.

¹ Proyecto de Cooperación Internacional Autoabastecimiento Local para una Alimentación Sostenible y Sana (ALASS), implementado por el Ministerio de la Agricultura (MINAG) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

CURVA DE ABSORCIÓN DE ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ, PARA LAS VARIEDADES EJN2 Y DIAMANTES 8843

Noé Salazar Medina¹

El cultivo del maíz tiene una importancia especial ya que constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos, La variedad de maíz EJN2 es un material genéticamente desarrollado durante los años 80, presenta características de amplia adaptación a altas temperaturas y humedad, por otro lado, la variedad Diamantes 8843 posee características: el grano es de color blanco, es de madurez tardía (120-135 días), la polinización de la variedad es libre. Se busca generar información valiosa para al sector productor de maíz, además es una información que ayuda a fortalecer el vínculo y contar con una herramienta que ayuda a la nutrición de un cultivo tan importante para la región. Determinar la curva de absorción de nutrientes para las variedades de maíz EJN-2, Diamantes 8843 en cada una de sus fases fenológicas. La investigación fue ejecutada en Centro de Innovación Enrique Jimenes Núñez en la provincia de Guanacaste, cantón de Cañas. Se deberá de hacer un muestreo de suelos para tener en cuenta la fertilidad del suelo en el cual se tomarán de forma aleatoria a partir de 20 submuestras de 0-20 cm de profundidad, Se estableció realizar la curva de absorción de nutrientes de los (macro y microelementos esenciales), cabe destacar que hubo 7 muestreos a lo largo del ciclo del cultivo. Parte de este es importante realizar trabajos de validación con los datos obtenidos de las curvas de absorción con diferentes dosis de fertilizantes para establecer la mejor dosis para las variedades, buscando rentabilidad económica y reducción en la carga química de los suelos. Según datos obtenidos es importante mencionar que la fase del cultivo donde existió mayor absorción de nutrientes en el ciclo fue la etapa de desarrollo vegetativo, esta información se valida en la curva de absorción de nutrientes.

Palabras clave: sostenibilidad, carga química, validación, rentabilidad.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, CIA-EJN. nsalazar@inta.go.cr

VALIDACIÓN DE DOS TECNOLOGÍAS DE COSECHA DE AGUA DE LLUVIA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DEL MAÍZ EN ÁREAS CON SISTEMA MILPA, EN LA REGIÓN CHORTÍ DEL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

Reynelio Donel Villela Jiménez¹, Eduardo René Solís Fong², Danny Alexis Valdés Guerra³

El maíz (*Zea mays*) es el grano básico más consumido en el país. En la región Ch'orti' del departamento de Chiquimula, ubicada en el corredor seco del país, el maíz es considerado un cultivo de gran importancia para la alimentación familiar. Sin embargo, en los últimos años, la producción de maíz ha sufrido vulnerabilidades debido al limitado acceso a la tecnología, áreas degradadas con bajos niveles de fertilidad y fuertes pendientes, así como áreas con escasa humedad en el suelo debido a la falta de precipitación. Estos factores han afectado el potencial de rendimiento del cultivo. Para la investigación, se emplearon dos tecnologías para la cosecha de agua en el suelo. Se establecieron parcelas de validación de estas tecnologías en las localidades de San Juan Ermita, Jocotán y Camotán, abarcando un total de 20 comunidades distribuidas en estas tres áreas, con el objetivo de determinar el incremento en el rendimiento del maíz. El propósito de este proyecto de validación es identificar una tecnología de cosecha de agua in-situ, específicamente zanjas de infiltración y barreras vivas (utilizando sorgo), que mejore la humedad del suelo y contribuya al rendimiento del cultivo de maíz. Ambas tecnologías fueron validadas en las parcelas de los agricultores que practican el sistema milpa, asignando una tarea a cada una de ellas. Para la variable de rendimiento, se registró el rendimiento en grano en cada unidad experimental, y se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos mediante la prueba T. Se encontró que el tratamiento 3, "Zanjas de Infiltración", presentó un rendimiento de 2,826.32 kg/Ha, superando a las barreras vivas y al sistema milpa tradicional, que tuvieron rendimientos de 2,351.03 kg/Ha y 2,218.99 kg/Ha, respectivamente. Los resultados del análisis estadístico indican que las zanjas de infiltración muestran una significancia superior a las barreras vivas y el sistema convencional del agricultor en cuanto al rendimiento. Además, se determinaron otros beneficios con el uso de zanjas de infiltración, tales como retención de suelo provocado por la erosión, formación de terrazas individuales, retención de nutrientes y materia orgánica, recuperación del caudal del agua de las cuencas, así como el alto nivel de satisfacción y aceptabilidad manifestado por los productores locales que apoyaron el proyecto. Por lo tanto, piensan seguir utilizando y recomendar la tecnología promovida por el Programa IICA-CRIA en la región oriente, con fondo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA.

Palabras claves: maíz, zanja de infiltración, corredor seco, humedad, Ch'orti'

¹ Investigador, reyneliovilla@hotmail.com

² Doctor en Investigación en Educación, Docente investigador Carrera de Agronomía. Centro Universitario de Oriente de la USAC (CUNORI-USAC), con apoyo del IICA/Proyecto CRIA, solis.rene@cunori.edu.gt. Profesor afiliado CUNORI-USAC,

³ Estudiante tesista, dannyvg_2007@hotmail.com

LÍNEAS DE MAÍZ DE GRANO AMARILLO PARA CONDICIONES DE TRÓPICO BAJO PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE

Nevio Bonilla-Morales¹, César Pizarro Téllez², Geovanny Chávez Alvarado³, Valerie Salazar Castillo⁴

Los logros de los programas de maíz se fundamentan principalmente en el desarrollo de germoplasma que adopten los agricultores adopten para uso en sus fincas y la disponibilidad de semillas de alta calidad. El objetivo de este trabajo fue validar dos líneas de maíz de grano amarillo para condiciones de trópico bajo en las principales regiones productoras de Costa Rica. Se contará con dos líneas experimentales provenientes del CIMMYT evaluadas por INTA y EJN2 como testigo de grano amarillo, ya que presenta características de uso para grano y forraje, en parcelas de 500 m² cada una. Se establecieron 10 parcelas de validación en las zonas y regiones de mayor importancia económica y productiva de Costa Rica. Las líneas experimentales fueron AB01(S07TLYNHGAB01) AF13A-466-6 y AB02(S11TLYNHGAB02) AF13A-466-2 siendo ambas evaluadas en experimentos de 2014 a 2020. La EJM2 es una variedad comercial liberada por INTA-Costa Rica y que tiene uso como doble propósito (grano y forraje) para los agricultores. Se determinaron variables agronómicas, de rendimiento y bromatológicas tales como pH de forraje, materia seca (%), proteína cruda (%), cenizas (%), fibra neutro detergente, fibra ácido detergente (%), digestibilidad in vitro de la MS (%). Se realizó un análisis de comparación de medias utilizando la prueba t de Student y el coeficiente de correlación para determinar las diferencias entre tratamientos. El rendimiento de biomasa de las líneas AB01(S07TLYNHGAB01) AF13A-466-6 y AB02(S11TLYNHGAB02) AF13A-466-2 fue de 10,5 y 8,7 t/ha respectivamente, siendo el testigo EJM2 la de menor rendimiento (8,3 t/ha). La línea AB01 obtuvo 13,4, la línea AB02 12,0 y la variedad testigo EJM2 8,4 t/ha de grano respectivamente en 5 localidades. El promedio de rendimiento de las 10 localidades fue de AB01 (8,1 t/ha), AB02 (7,0 t/ha) y EJM2 (7,3 t/ha).

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-INTA, San José, Costa Rica. nbonilla@inta.go.cr

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-INTA, Estación Experimental EJM cpizarro@inta.go.cr

³ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-INTA, Estación Experimental EJM gchavez@inta.go.cr

⁴ Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Extensión Agropecuaria. vsalazarc@mag.go.cr

VARIEDADES E HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA USO EN FORRAJE Y GRANO

Nevio Bonilla-Morales¹, César Pizarro Téllez², Geovanny Chávez Alvarado³, Valerie Salazar Castillo⁴

El cultivo de maíz (*Zea mays*) es ampliamente utilizado en la producción de grano para la industria de harinas, consumo fresco como elote, así como en la alimentación animal, tanto el grano, como forraje verde o ensilaje. El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar variedades e híbridos de maíz que se adaptan a las condiciones agroecológicas de las regiones productoras de maíz para grano y alimentación animal. Se utilizó un diseño de alfa látice con dos repeticiones. Se utilizaron dos testigos locales, Los Diamantes 8843 y UPIAV G-6 en el caso de los experimentos de grano blanco. En el caso de las variedades amarillas serán EJM2 y Nutrigrano. Los híbridos se utilizaron HR 960 y Advanta 9293 de grano amarillo, así como HR 245 y DK390 de grano blanco. Se evaluaron variables agronómicas, de rendimiento y bromatológicas tales como pH de forraje, materia seca (%), proteína cruda (%), cenizas (%), fibra neutro detergente, fibra ácido detergente (%), digestibilidad in vitro de la MS (%). Para el análisis de variancia se utilizaron modelos lineales mixtos, utilizando la prueba de rango múltiple DSG al 0.05 de probabilidad, además, se efectuó un análisis combinado y AMMI de todos los ensayos, incluyendo aquellas localidades que muestren homogeneidad en las variancias. Las variedades con mayores rendimientos fueron SLTHW18233 (13,2 t/ha), SLTHWZN17120 (12,8 t/ha), SLTHW17207 (11,9 t/ha), SLTHW14003 (11,0 t/ha), SLTHY18218 (9,8 t/ha), y los híbridos que mostraron los mayores rendimientos fueron CLTHW18233 (13,4 t/ha) y el menor CLTHWZN16051(10,1 t/ha). En cuanto a las características bromatológicas se determinaron los genotipos más promisorios, ya que mostraron los valores más altos de materia seca, SLTHW18233 (33,6 %), SLTHWZN17120 (32,2 %), SLTHW17207 (29,9 %).

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-INTA, San José, Costa Rica. nbonilla@inta.go.cr

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-INTA, CIA -Estación Experimental EJM cpizarro@inta.go.cr

³ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-INTA, CIA- Estación Experimental EJM gchavez@inta.go.cr

⁴ Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Extensión Agropecuaria. vsalazarc@mag.go.cr

RENDIMIENTO DE GRANO CON GENOTIPOS DE MAÍZ DEL INIFAP OAXACA-TABASCO-VERACRUZ, DURANTE EL FENÓMENO CLIMÁTICO “EL NIÑO” MÉXICO

Francisco J. Ugalde Acosta¹, Mauro Sierra-Macias¹, Sabel Barrón-Frayre¹, Ernesto Preciado-Ortiz¹, Arturo Guirít-Guzmán², Rosa Claudia Juárez-Lara², Simón Leyva-Vela¹, María de los Ángeles Acevedo-Cortés¹, Clara Ríos-Isidro¹, Oscar Maldonado-Guzmán³, Carlos Rivera-Andrade³, Joel Goxcon-Sixtega³, Cayetano Serapio-Araú⁴, Desiderio Ventura-Gabriel⁴, Gabino Delgado-Avenidaño⁴, Jesús Zamudio-Torres⁵, Jeremías Zamudio-García⁵, Félix Jiménez-Bautista⁶, Soledad Pedraza-Flores⁶, Celedonio Santos-Pérez⁷, Reyna Michelle-Fierro López⁸ y Ignacio Castañeda Alday⁹

Durante P-V de temporal 2023 y O-I de humedad residual el 2023/24, la entrada del fenómeno climático del “El Niño”, generó periodos de sequía intra-estival y terminal en ambos, en las regiones tropicales de Oaxaca, Tabasco y Veracruz, México, ocasionado en ambos ciclos baja productividad de grano en simbras de maíz comercial. Ante el panorama crítico de sequía, el Campo Experimental Cotaxtla vigente en el desarrollo de genotipos mejorados ha desarrollado desde hace 20 años, maíces con tolerancia a periodos de sequía y recientemente con la generación de híbridos varietales y variedades mejoradas depuradas presentan características similares. Para conocer esta respuesta a diferentes agroecosistemas, se establecieron módulos de validación con cinco genotipos promisorios con la colaboración de productores y profesionistas en los estados de Veracruz, Oaxaca y Tabasco. En todos los casos el manejo agronómico se realizó de acuerdo con las recomendaciones del INIFAP con una población de 65 mil plantas por hectárea a la siembra y una dosis de fertilización 146-46-30 NPK. Para determinar el rendimiento de grano de maíz, se realizaron cuatro muestreos por genotipo por módulo y por ciclo, transformando a kilogramos por hectárea. El rango de rendimiento promedio en ambos ciclos es de 5535 a 6599 kilogramos por hectárea. El híbrido varietal más productivo fue el VC X VS con 7210 kilogramos por hectárea en temporal y de humedad residual fue 6446 kilogramos por hectárea. En cuanto a sanidad de planta de los genotipos no se presentaron enfermedades que afectaran follaje o grano, tolero los vientos superiores a los 90 km por hora y sequías superiores a los 35 días. Los registros de rendimiento de los genotipos evaluados durante el fenómeno de “El Niño”, generaron información tecnológica que se sumara a las evaluaciones futuras en condiciones climáticas favorables de humedad, que serán de vital importancia para el dominio de recomendación.

Palabras clave: productividad, estiaje, sustentabilidad.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campos Experimentales de Cotaxtla- Veracruz, Huimanguillo-Tabasco y Celaya-Guanajuato agrotecnia7@yahoo.com.mx

² Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 84 Carlos A. Carrillo, Ver.

³ Técnicos Municipales de San Andrés Tuxtla, Ver. 2022-2025

⁴ Técnicos Municipales de Ixmiquilpan, Ver. 2022-2025

⁵ Técnicos Municipales de Chacaltianguis, Ver. 2022-2025

⁶ Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 16 San Bartolo, Tuxtepec, Oax.

⁷ Prestador de Servicios Profesionales Valle Nacional, Ver.

⁸ Estudiante- tesista del Campo Experimental Cotaxtla

⁹ Director Agrícola de GRUMA

DESARROLLO DE UNA VARIEDAD DE POLINIZACIÓN LIBRE PARA EL ALTIPLANO DE GUATEMALA

Moises Orlando Pacheco Son¹, Orsy Franklin Chavez Martínez²

En el año 2015, luego de evaluaciones preliminares se incorporó al programa de mejoramiento del ICTA, una variedad nativa de grano blanco con el objetivo de generar y desarrollar una nueva variedad de polinización libre para la zona del Altiplano guatemalteco. En el periodo 2016 – 2021, la variedad fue sometida a tres ciclos de mejoramiento por medio del método de selección recurrente fenotípica de medios hermanos en los centros de producción del ICTA, la Alameda, Chimaltenango y Olinitepeque, Quetzaltenango, Guatemala, y dos ciclos de mejoramiento por “selección masal estratificada” en cuatro localidades del altiplano de Guatemala con la finalidad de potenciar su nivel de adaptación a altitudes desde 1600 hasta los 3000 m. snm, finalizado el proceso de mejoramiento, en el año 2022 se establecieron 21 ensayos experimentales con diseño BCA en finca de agricultores. Los resultados según ANDEVA por modelos lineales generales y mixtos indicaron superioridad de la variedad mejorada a los genotipos evaluados con rendimientos de 4000 a 5500 kg/ha además de presentar buena estabilidad a través de los ambientes según análisis por modelos AMMI. En el año 2023, siguiendo el sistema tecnológico del ICTA la variedad se evaluó en 60 parcelas en finca de agricultores de distintas localidades presentando excelentes resultados ratificando los rendimientos y estabilidad ambiental ya indicado, por lo tanto, el programa de maíz propuso liberar la variedad bajo el nombre “ICTA Altiplano”, por lo tanto, luego de varios años se tiene disponible una nueva variedad de grano blanco para los agricultores del Altiplano guatemalteco.

Palabras clave: variedad de polinización libre, agricultores, seguridad alimentaria.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA- +502 66701500. m.pacheco@icta.gob.gt

² Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA- +502 66701500. o.chavez@icta.gob.gt

SENSIBILIZACIÓN DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS POLINIZADORES

MSc. Ana Cubero Murillo¹, MSc. Catalina Ruiz Campos²

En Costa Rica, del 2020 hasta la fecha, los medios de comunicación dieron a conocer situaciones de muertes masivas de abejas que alertaron a las diferentes comunidades. Esta problemática creció con el incremento de los cultivos intensivos y el desconocimiento de los productores sobre el manejo adecuado de los agroquímicos. La muerte de las abejas melíferas demostró la inadecuada aplicación de las Buenas Prácticas Agropecuarias y afectó a todos aquellos polinizadores silvestres que mueren sin ser percibidos por los seres humanos, pero sí por las especies vegetales que dependen de estos polinizadores para su supervivencia. Se hizo necesario informar a los productores sobre diferentes técnicas de conservación de polinizadores, que fueran sencillas y capaces de atraer a los polinizadores mientras favorecían los cultivos, sin incrementar los costos de producción. Se impartieron 80 charlas en las Agencias de Extensión Agropecuaria del MAG en todo el país. Los productores asistentes tomaron conciencia de que, con pequeñas acciones, se mejora el entorno de las actividades agropecuarias, lo que repercute directamente en la calidad y cantidad de la producción. Se dieron a conocer los polinizadores correspondientes a los cultivos predominantes de cada zona, y se explicó cómo implementar técnicas de atracción y conservar las zonas de anidación. En las charlas, se incluyó no solo a los productores y productoras agropecuarias, sino también a niños, adolescentes, amas de casa y al público en general, destacando que las acciones de conservación son responsabilidad de todos.

Palabras clave: Polinizadores, Buenas Prácticas Agropecuarias.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. acubero@inta.go.cr (<https://orcid.org/0000-0002-8828-7100>)

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. cruizc@inta.go.cr (<https://orcid.org/0000-0002-4285-697x>)

MODELOS PREDICTIVOS DE PROPIEDADES DE SUELOS CON ESPECTROS DE REGIONES VISIBLE E INFRARROJO CERCANO.

*Alejandro Bermúdez Salguero¹, José Carlos Lacayo Vega², José Luis Dittel Tortós³,
Juan Pablo Campos Morales⁴, Alejandra Rojas González⁵*

Los inventarios de recursos naturales son un instrumento para la toma de decisiones que permite el manejo, uso y conservación de los mismo. En este caso, el levantamiento cartográfico de suelos es una responsabilidad del Ministerio Agricultura y Ganadería, dicha actividad representa un esfuerzo económico alto. Por lo tanto, la espectroscopia de suelos surge como alternativa para reducir los costos, al disminuir la cantidad muestras enviadas al laboratorio para análisis. Debido a lo anterior, el propósito de investigación fue calibrar modelos predictivos de variables de fertilidad química y taxonomía de muestras de suelo de la Península de Nicoya, en Costa Rica. Se generaron modelos de muestras de observaciones simples de la concentración de fósforo (P_d); potasio disponible (K_{dy}); magnesio disponible (Mg_d) y calcio disponible (Ca_d), capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), potencial de hidrógeno (pH), materia orgánica y acidez. Por su parte, para muestras de observaciones detalladas, se generaron modelos: contenido porcentual de arena, limo y arcilla; materia orgánica; capacidad de intercambio catiónico (CIC) y concentraciones de calcio (Ca_e), magnesio (Mg_e) y potasio (K_e) extractable. Los espectros se recopilaron mediante dos equipos, uno marca FOSS (850-2500 nm), modelo NIR DS3 y otra marca ASD modelo FieldSpec 4 (350-2500 nm). El ajuste de modelos globales se hizo en la plataforma para análisis quimiométrico Chemflow[®], mientras los modelos locales con software R[®]. Los modelos se interpretaron mediante la ratio de desempeño de predicción (RPD). Se obtuvieron modelos de alto desempeño para la CIC, CICE y Ca con un RPD entre 2.0 y 2.2, seguidos por los modelos de desempeño aceptable, arcilla, Mg, pH, arena y materia orgánica con RPD que oscilaron entre 1,6 y 1,9. Por último, las variables K, P, acidez y limo tuvieron modelos con un bajo desempeño con valores de RPD entre 1,06 y 1,3.

Palabras clave: espectroscopia, ratio de desempeño de predicción.

¹ Alejandro Bermúdez Salguero, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, +506 8937 9217, abermudez@inta.go.cr

² José Carlos Lacayo Vega, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, +506 8612 1737, jlacayo@inta.go.cr

³ Juan Pablo Campos Morales, Ministerio de Agricultura y Ganadería, +506 8632 4591, jpcampos@mag.go.cr

⁴ Jose Dittel Tortós, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, +506 8915 0717, ldittel@inta.go.cr

⁵ Alejandra Rojas González, Universidad de Costa Rica, +506 8887 7230, alejandra.rojasgonzalez@ucr.ac.cr

VALIDACIÓN DE GENOTIPOS DE MAÍZ EN TEMPORAL RESTRINGIDO REGIÓN ACULTZINGO, VERACRUZ, MÉXICO

Francisco Javier Ugalde-Acosta¹, Mauro Sierra-Macías¹, Noé Becerra-Leor¹, Emilio Jesús Rodríguez-Escalante², Marco Antonio Morales-Varela², María Del Consuelo López Ramírez², Simón Leyva-Vela¹, Flavio Antonio Rodríguez-Montalvo¹, José Guadalupe Daniel Nieves-Pozos³, Orlando Nieves-Pozos³ y Margarita Romero-Castillo⁴

En las Altas Montañas de Veracruz, México, se ubica Acultzingo en una región de transición climática por su altitud variable de 1320 a los 3100 m. snm, temperatura media de 16 a 20° C y una precipitación errática de 1500 a 2000 mm. La superficie de maíz es de 1700 hectáreas con un rendimiento de 2 ton ha⁻¹. La baja productividad se vincula a la falta de mejoramiento genético de los maíces criollos susceptibles a las enfermedades "mancha de asfalto", tizón de la hoja y de mazorca y a los factores abióticos sequía y vientos, que ocasionan pérdidas de producción familiar y comercial. Para contribuir con una alternativa de seguridad alimentaria-productiva, como una estrategia de "escape" a los factores ambientales, que no compitan por su preferencia al consumo local y arraigo cultural o afecte la diversidad del maíz nativo, el Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP, estableció en el ciclo P-V 2023 en la comunidad "El Potrero" a 2013 m. snm, un módulo de validación con seis genotipos de INIFAP, dos de clima tropical y cuatro de clima templado de grano blanco. La siembra fue en mayo, cada genotipo ocupó una superficie de 400 m², con 57 mil plantas/ha a la cosecha, la fertilización fue limitada 50-25-0 NPK. Se determinó sanidad de planta y mazorca. La cosecha fue a los 150 dds. Se cosechó todo el lote de cada genotipo y se transformó a toneladas por hectárea. El genotipo H-377 tuvo un rendimiento de 5.25 t ha⁻¹, seguido de la variedad tropical VS-536 blanco con 3.1 t ha⁻¹. La sanidad de planta y mazorca se calificó con 1.5 respectivamente. Resalta la tolerancia de los genotipos a la falta de humedad en la formación de elote y grano. Se recomienda evaluar los genotipos al menos dos ciclos más en sitios diferentes que comprendan alturas de 1600 y 2600 de altitud y con la nutrición correcta.

Palabras Claves: Transición climática, plasticidad



MESA TÉCNICA DE LEGUMINOSAS

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. C. E. Cotaxtla agrotecnia7@yahoo.com.mx

² Acultzingo del Distrito de Desarrollo Rural 171 Fortín-SADER Veracruz, México.

³ Empresa semillera El Trebol

⁴ Productora cooperante del municipio de Acultzingo, Veracruz, México.

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) PARA TOLERANCIA A ESTRÉS ABIÓTICO, BIÓTICO Y ONTENIDO NUTRICIONAL

Luis A. Valderrama¹, Christian Cadena¹, Stephen E. Beebe², Jennifer Wilker²

En el presente estudio se evaluaron 350 líneas avanzadas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en 3 ambientes diferentes en inmediaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT. Las líneas fueron evaluadas a partir de un diseño en bloques incompletos al azar de tipo alfa lattice (35 bloques, 10 genotipos por bloque, 2 o 3 repeticiones) bajo condiciones de riego y sequía en Palmira, Valle del Cauca, Colombia en suelos básicos (Molisoles, pH 8.1) y en condiciones de baja fertilidad en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia, en suelos ácidos (Oxisoles, pH 4.5). Adicionalmente se desarrolló un ensayo en las instalaciones del CENTA en El Salvador para obtener datos fenotípicos de reacción a la infección natural por virus del mosaico dorado amarillo del frijol (BGYMV). Se obtuvo información de rendimiento, peso de 100 semillas e índice de cosecha de vainas, adicionalmente se obtuvo datos de reacción a mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*). Se encontró una amplia interacción entre el genotipo y el ambiente para el rendimiento, con una media de 2.5 Ton/Ha en condiciones de riego en Palmira, 1.2 ton/Ha en condiciones de sequía en Palmira y de 0.97 ton/Ha en condiciones de suelos pobres en Santander de Quilichao, adicionalmente se observó un promedio de contenido de hierro en semilla de 81 ppm, lo que sugiere una amplia prevalencia de materiales biofortificados. De los 350 genotipos al menos 120 expresaron un grado parcial o completo de resistencia a BGYMV y unos 128 expresaron resistencia a los diferentes aislamientos de mancha angular.

Palabras clave: Frijol Común, Genotipo, Ambiente, Mancha Angular, BGYMV.

¹ Asociado de Investigación, Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT | lvalderrama@cgiar.org
² Fitomejorador, Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT

ADOPCIÓN Y EFECTO ECONÓMICO DE SEMILLAS DE ALTO VALOR EN LA PRODUCCIÓN DE FRIJOLES DE COSTA RICA

Marcello Pérez¹, Víctor Rodríguez², Manuel Santos³, Luis Sánchez⁴, Luis Losilla⁵

Dada la concentración de personas de bajos recursos en el mundo en las zonas rurales, las mejoras en la productividad agrícola son fundamentales para el desarrollo económico y la reducción de la pobreza. Esto se vuelve más apremiante en el contexto del cambio climático, que según las proyecciones afectará fuertemente a la producción agrícola en el sur global (IPCC 2018). El objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de adopción y el impacto de las semillas de alto valor y las buenas prácticas agrícolas entre los productores de frijoles en Costa Rica. En el caso del nivel de adopción, en 2023 se realizó una encuesta a 140 productores y se encontró que el 33 % de los productores de frijoles negros y el 46 % de los productores de frijoles rojos usaban semillas de alto valor con más del 70 % de estos comprando semillas al menos una vez al año y reportando satisfacción con la calidad de las mismas. Esto a pesar de mostrar una disposición a pagar por debajo del precio de mercado de la semilla. Para determinar el impacto económico del uso de la semilla de alto valor y el rol de las buenas prácticas agrícolas, se realizaron ocho ensayos agronómicos en 2023. Los resultados mostraron que las semillas certificadas siempre fueron más productivas, pero la diferencia en productividad tenía una relación de U invertida con respecto a la "calidad del agricultor". Los ensayos agronómicos indicaron que la productividad aumentaba significativamente con el uso de semillas certificadas en comparación con la semilla de producción propia, variando entre un 19,67 % y un 64,09 %, dependiendo de la "calidad del agricultor". El análisis económico reveló que las ganancias por hectárea también eran mayores con el uso de semillas certificadas, con diferencias de entre \$190 y \$1.190 por hectárea comparado con las semillas de producción propia. Estas cifras resaltan el potencial económico de las semillas certificadas cuando se combinan con buenas prácticas agrícolas.

¹ Universidad de Groningen, Países Bajos. s.m.perez@rug.nl

² Universidad de Costa Rica, Departamento de Economía Agrícola y Agronegocios, Costa Rica. victorantonio.rodriguez@ucr.ac.cr
(<https://orcid.org/0000-0003-4987-1651>)

³ Universidad Libre de Berlín, Alemania. manuel.santos.silva@fu-berlin.de

⁴ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Costa Rica. lsanchez@inta.go.cr

⁵ Universidad de Costa Rica, Departamento de Economía Agrícola y Agronegocios, Costa Rica. luis.losillasolano@ucr.ac.cr
(<https://orcid.org/0000-0001-9765-6046>)

EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE VARIEDADES DE FRIJOL POROTO DE COLOR ROSADO EN PANAMÁ¹

Emigdio Rodríguez Q². Román Gordón M². Francisco González G². Maika Barriá C². Lilam Marquinez B². Ricardo Hernadez². Benito Franco².

En Panamá, el frijol de preferencia para los consumidores es el de color rosado, por lo que estas variedades son las predominantes en los sistemas de producción agrícola. La cadena agroalimentaria de este cultivo demanda la generación de variedades de grano de color rosado con buen rendimiento, buen color y tamaño del grano, buena arquitectura de planta y mayor contenido nutricional. El objetivo de este trabajo es seleccionar nuevas variedades de frijol poroto con alto potencial de rendimiento, buen color, tamaño y brillo del grano. El experimento consistió en evaluar la prueba regional de frijol, establecida en siete localidades del país. Se realizaron VALIDACIONES por dos años consecutivos, con siete líneas y una validación con las dos mejores líneas seleccionadas por los agricultores. Se hizo un estudio descriptivo transversal que incluyó la caracterización culinaria de tres muestras y su prueba de aceptabilidad sensorial. El análisis estadístico para la prueba regional mostró diferencias altamente significativas para el rendimiento de las líneas evaluadas ($P \leq 0.01$), la línea PCS-2-2 mostró ser estadísticamente superior al resto de las líneas, mientras que un grupo de 16 líneas mostraron ser estadísticamente iguales al Rosado Criollo. Las VALIDACIONES mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para el rendimiento de las líneas siendo superiores las líneas PCS 3-16 y la PCS-2-2 con rendimientos de 2697 y 2116 kg por hectárea respectivamente. En el análisis sensorial el tiempo de cocción entre las tres muestras fue muy similar y osciló en promedio 98 minutos. En las pruebas de preferencia según el análisis de ordenamiento se observó que los rangos o diferencias fueron menores a 26 (valor crítico) definido según el número de juicios emitidos ($n=61$) por panelistas; es decir que no hubo diferencias en cuanto a la preferencia, al comparar las tres muestras evaluadas, ($p=0.05$). Con la información obtenida se recomendó la liberación de dos nuevas variedades IDIAP PCS-3-16 e IDIAP PCS-2-2 por tener altos rendimientos, las características que busca el consumidor como color brillo y tamaño del grano, además de contar con la aceptación culinaria por parte de los consumidores.

Palabras clave: color rosado, demandas tecnológicas, análisis sensorial.

¹ Proyecto 501.B.2.29.

² Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. emigdiordríguezq@gmail.com

VALIDACIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS DE ALTO RENDIMIENTO DE FRIJOL COMÚN

Carlos Humberto Reyes-Castillo¹

Durante la época de siembra de agosto de 2023, fueron establecidas parcelas de validación en finca de productores, de las líneas promisorias de frijol común grano rojo MCN 1327-52 y SMR-72 (25 y 18 respectivamente) en zonas tradicionales para el cultivo en diferentes localidades de El Salvador. El objetivo del trabajo fue validar germoplasma de frijol común, con características de alto rendimiento, tolerante a plagas y enfermedades, y adaptabilidad a diferentes ambientes. El diseño experimental utilizado fue de parcelas apareadas, con un área de 500 m² cada una, utilizando como comparadores las variedades utilizadas por los productores; la variable en estudio fue el rendimiento (kg/ha) ajustado al 14 % de humedad. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente a través de la prueba de t y el análisis de estabilidad propuesto por Hildebrand y Russell, el análisis económico incluyó la tasa de retorno marginal (TRM) propuesta por CIMMYT, finalmente se realizaron pruebas de degustación para conocer la percepción de las propiedades organolépticas de ambas líneas por parte de los productores. Los resultados reflejan que existió diferencia estadística para la variable rendimiento en las parcelas donde se utilizó la línea MCN 1327-52, no así para la línea SMR-72, que resultó no significativa; los promedios de rendimiento fueron 1478.57 y 1781.90 kg/ha respectivamente, superando a los promedios de rendimiento de las variedades testigo. El análisis de correlación entre las variables rendimiento y media ambiental indicó valores positivos de $r = 0.82$ y 0.94 en cada una de las líneas en proceso de validación. Finalmente, el análisis económico reflejó valores de TRM de 417.6 y 608.4 % respectivamente.

Palabras clave: Adaptabilidad, germoplasma, rendimiento.

¹ Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), El Salvador, C.A. carlos.reyes@centa.gob.sv Teléfono: (503) 6424-1488

EFFECTO DEL ROL FEMENINO EN LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS Y RENDIMIENTOS DE FRIJOL

Andres D. Espada¹, Byron A. Reyes², Federico Ceballos³, Mirian E. Colindres⁴, Jenny Wiegel⁵

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye una valiosa fuente de proteína en la dieta hondureña. Aunque el involucramiento de las mujeres en procesos productivos y de comercialización ha aumentado por diversas razones, la literatura sobre este tema es escasa. Este estudio se enfoca en describir el rol de las mujeres en la toma de decisiones y su participación en actividades productivas y de postcosecha, con un enfoque de juventud; y su efecto en la adopción de prácticas y rendimientos de frijol. Encuestamos a 666 hogares (24 % mujeres) miembros de, o que son apoyados por asociaciones de productores, en 49 comunidades del oriente de Honduras. Los resultados señalan una brecha de género en la toma de decisiones en los hogares, con predominio masculino en asuntos agrícolas y femenino en decisiones alimentarias. En 35 % de los hogares, las mujeres se involucran en decidir qué cultivo sembrar para la venta. Esta brecha también es evidente en la participación en actividades productivas y de postcosecha, siendo menor el involucramiento de mujeres jóvenes. La participación de las mujeres en la decisión de qué cultivo sembrar para la venta está positivamente asociada con la adopción de prácticas agrícolas (mayor probabilidad de hacer pruebas de germinación a la semilla y limpiar el grano antes de la venta). Asimismo, entre más actividades productivas y de postcosecha participe la mujer, la probabilidad de hacer selección y limpieza del grano antes de la venta aumenta, y esta influencia positiva en la adopción de estas prácticas se debe principalmente a la participación de mujeres adultas. No obstante, el involucramiento de la mujer en la decisión de qué cultivo sembrar para vender afecta negativamente los rendimientos, indicando que, aunque su involucramiento en la toma de decisiones tiene un efecto positivo en la adopción de prácticas, esto no se traduce en mayores rendimientos.

Palabras clave: mujer, decisiones, jóvenes.

¹ Alianza Bioversity-CIAT, a.espada@cgiar.org (<https://orcid.org/0000-0002-2423-400x>)

² Alianza Bioversity-CIAT, b.reyes@cgiar.org (<https://orcid.org/0000-0003-2672-9636>)

³ Alianza Bioversity-CIAT, federico.ceballos@cgiar.org (<https://orcid.org/0000-0002-4262-2946>)

⁴ Alianza Bioversity-CIAT, m.colindres@cgiar.org (<https://orcid.org/0009-0009-3931-4342>)

⁵ Alianza Bioversity-CIAT, j.wiegel@cgiar.org (<https://orcid.org/0000-0002-6043-2185>)

GENÉTICA DE POBLACIONES DE *Megalurothrips usitatus*, TRIPS INVASOR QUE AMENZA LA PRODUCCIÓN DE LEGUMINOSAS EN EL SUR DE FLORIDA, CENTRO AMÉRICA Y EL CARIBE

Felipe Barreto Da Silva¹, Paul Rugman-Jones², Felipe Soto-Adames³, Astrid Racancoj⁴, Abiezer Gonzalez Velez⁵, Norman Danilo Escoto⁶, Ronaldo Calderón⁷, Hugh Smith¹

Megalurothrips usitatus (Bagnall) (Thysanoptera: Thripidae) es originario del trópico de Asia. En América, se reportó por primera vez en Florida en 2020, posterior se ha identificado en Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Puerto Rico. *M. usitatus* como trips invasor, es una amenaza para las Fabaceae; ya que ha generado pérdidas significativas en *Phaseolus vulgaris*, así como en otras leguminosas tanto en Florida, como en Centroamérica y el Caribe. Para comprender la distribución y la diversidad genética de poblaciones de *M. usitatus*, se realizaron colectas de especímenes en *P. vulgaris* y *Lablab purpureus* en el sur de Florida. Así mismo, se evaluaron especímenes de varias leguminosas de Guatemala, Honduras, Nicaragua y Puerto Rico; se evaluó la presencia y abundancia de *M. usitatus* en 20 muestras de flores, se contabilizó el número de trips (adultos y larvas), los trips adultos se identificaron morfológicamente. De cada localidad, se realizó una evaluación a nivel molecular de 20 especímenes, con los cebadores universales HCO2198/C1-J-1718 para el gen mitocondrial del citocromo oxidasa I (mtCOI). De todos los especímenes evaluados se realizaron montajes, y se está desarrollando una base de datos de acceso abierto, que incluye información molecular y morfológica, e imágenes detalladas de los especímenes, así como las secuencias de nucleótidos de mtCOI. El análisis de la genética de poblaciones demostró que los especímenes procedentes de Florida, Guatemala y Honduras forman poblaciones heterogéneas, en contraste a la población homogénea de Puerto Rico. Según el análisis de secuencia, los especímenes analizados están agrupados con los especímenes de Costa Rica y China. El comprender sobre la diversidad de *M. usitatus* será un recurso valioso para el manejo de trips en los países afectados. Este es un proyecto en curso; se aceptan muestras de *M. usitatus* de los países mencionados, así como de nuevas localidades.

Palabras clave: identificación molecular, población, análisis filogenético.

¹ University of Florida, Department of Entomology and Nematology, Gulf Coast Research and Education Center, Wimauma, FL, USA 33598, Phone: 813-804-0440, Autor para correspondencia: barretodasilva.f@ufl.edu

² University of California, Riverside, Department of Entomology, Riverside, CA.

³ Florida Department of Agriculture and Customer Services, Department of Plant Industry, Gainesville, FL.

⁴ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala.

⁵ University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico

⁶ Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Honduras

⁷ Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuario, Nicaragua

EVALUACIÓN DE LÍNEAS DE FRIJOL POR RESISTENCIA A SEQUÍA TERMINAL EN COSTA RICA

Juan Carlos Hernández Fonseca¹ Néstor Chaves Barrantes² Manuel Solano Sibaja³

La sequía terminal representa una amenaza para la producción de frijol en Centro América, pudiendo reducir drásticamente los rendimientos y la calidad del grano, factores que afectan significativamente a los productores, los cuales en su mayoría carece de acceso al agua para riego. El objetivo de esta investigación fue identificar líneas de frijol con resistencia a sequía y adaptación a las principales zonas de producción de este cultivo. La investigación se llevó a cabo entre los años 2020 y 2023, los experimentos se ubicaron en dos localidades, un ambiente con condiciones de estrés por sequía terminal en Sardinal de Carrillo, Guanacaste (47 m. snm) y otro sin estrés, con manejo agronómico de los agricultores y bajo una estrategia de fitomejoramiento participativo en Veracruz de Pejibaye (615 m. snm). Se evaluaron 58 materiales avanzados F9, más dos testigos (Amadeus 77 y Seda) del experimento denominado: Adaptación agronómica de líneas con tolerancia a sequía y baja fertilidad (SQF-F9), proveniente de El Zamorano. Los mejores materiales se clasificaron según su respuesta a la sequía terminal y su adaptación a las zonas productoras de frijol, ya que se considera que las mejores líneas deben de adaptarse y rendir tanto en condiciones con y sin estrés. En esta exposición se presentan los avances obtenidos hasta la fecha, incluyendo las líneas identificadas, las cuales superan en rendimiento la media para cada ambiente y al testigo, los mejores se evaluarán posteriormente en ensayos de adaptación a nivel nacional.

Palabras claves: Resistencia, sequía terminal, variaciones climáticas.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria jchernandez@inta.go.cr
² Universidad de Costa Rica (UCR), Estación Experimental Fabio Baudrit
³ Proyecto CACCIA (INTA-USAID-Cornell)

ESTANDARIZACIÓN DE UN GRÁFICO PRÁCTICO DE HAPLOTIPOS CON GENOMAS DE ORIGEN MESOAMERICANO Y ANDINO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

*Vanessa Mora¹, Ruth M. Castro², Brandon Monier², Bethany Econopoulyouly²,
Juan Carlos Hernández³, Néstor Chaves⁴, Roberto Camacho-Montero²*

El Gráfico Práctico de Haplotipos (PHG) es una plataforma que almacena y facilita la identificación de variantes genéticas y haplotipos de una especie específica, utilizando secuencias de baja cobertura o polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) comparados con datos almacenados. Se utilizó el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la aplicación PHG con el propósito de realizar el flujo de trabajo para la incorporación del cultivo en la base de datos de la plataforma. Se descargaron nueve genomas de bases de datos internacionales de los cuales seis incluían archivos de anotación para su uso como controles. Se realizó un análisis comparativo de estos seis genomas control con los nueve genomas totales para identificar el genoma más adecuado como referencia. Este análisis fue parte del flujo de trabajo desarrollado por el laboratorio Buckler de la Universidad de Cornell, creador de la plataforma. Los análisis iniciales destacaron el genoma de mayor integridad, PahVulg1 (G19833) de Argentina, seleccionado como referencia. Durante esta primera etapa, se prepararon las secuencias de los genomas, se delimitaron las regiones genómicas y sus anotaciones. También, se llevó a cabo el alineamiento de los ensamblajes y la preparación de datos para obtener métricas de control de calidad. Finalmente, se identificaron regiones con mayor similitud entre la referencia y el ensamblaje *P.vulgaris* 5-593 (ID3885). Próximamente las líneas parentales seleccionadas por los especialistas de frijol de Costa Rica serán secuenciadas y evaluadas en la plataforma. En conclusión, esta herramienta tecnológica optimizará el uso de recursos y la caracterización genómica de materiales a un bajo costo con el fin de impulsar el avance del fitomejoramiento en la región.

Palabras clave: Fitomejoramiento, genómica, SNPs.

¹ Proyecto Alianza Centroamericana y Caribeña para el Mejoramiento Genético de Cultivos (CACCIA)
² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)
³ Buckler Lab, Universidad de Cornell
⁴ Universidad de Costa Rica

GERMOPLASMA DE FRIJOL COMÚN DE MAYOR RENDIMIENTO CON TOLERANCIA A ENFERMEDADES

Aldemaro Clará-Melara¹

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas de grano más importante para el consumo humano. En El Salvador existen diferentes factores que limitan su producción, entre los que se destaca la enfermedad del mosaico amarillo dorado entre otras fungosas. Con el objetivo de evaluar líneas de frijol y seleccionar genotipos favorables a las condiciones edafoclimáticas de El Salvador con resistencia a mancha angular, mustia hilachosa y mosaico dorado amarillo con mayor potencial de rendimiento; se desarrollaron trabajos de mejoramiento en la Estación Experimental de San Andrés del CENTA municipio de Ciudad Arce a 450 m. snm, durante la época de mayo y agosto del 2023. Los viveros y ensayos fueron: VIDAC EL, VIEL, MD, CENTECAR ROJO, LUR ROJO y EPR ROJO. Fueron evaluadas las variables, días a flor, reacción a complejo de enfermedades, reacción a mosaico dorado amarillo, madurez fisiológica, rendimiento y color de grano. En el VIDAC EL fueron seleccionadas las líneas, CMC-SA1-5-21-26-503-6 y CMC-SA1-7-21-26-503-16 y CMC-SA1-5-22-30-503-7. En el VIEL la línea que alcanzo la mejor adaptación agronómica fue: SQF 1558-21. En el CENTECAR ROJO la línea con alto rendimientos fue: CMC-SA1-5-4-10-503-6; En el ensayo LUR ROJO la línea con alto rendimiento y buena reacción al complejo de enfermedades fue: CMC-SA1-6-11-503-1. En el EPR rojo la línea más sobresaliente fue: 15CF6-306. resaltando por su grano rojo brillante con aceptable valor comercial y resistencia a mosaico dorado amarillo. En el vivero MD se observaron fuetes de resistencia al virus negras y rojas como las líneas MBK00138CIC, MBK00140CIC (negras) y MDR00248CIC, MDR00292 (rojas) con más de 1,800.00 kg/ha.

Palabras clave: resistencia, mosaico dorado, complejo de enfermedades, reacción.

¹ Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Alvares Córdova (CENTA). Programa de Granos Básicos. aldemaro@centa.gub.ve

ESTUDIO DE CAMELLONES PREHISPÁNICOS Y LABRANZA CONVENCIONAL EN DOS SISTEMAS PRECOLOMBINOS DE ASOCIO DE MAÍZ Y FRIJOL

Moisés A Blanco Navarro¹, Bryan Mendieta², Lester Rocha³

Dos ensayos fueron conducidos (2017 y 2018), en la finca El Madroño, de COOPAD. Diriamba, Nicaragua. Comparando dos sistemas de asocio de cultivos: maíz y frijol con maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y tres hermanas maíz, frijol y ayote (*Cucúrbita angyrosperma* L.). Establecidos en dos métodos de labranza: Camellones prehispánicos y Labranza convencional, para comparar el efecto de los métodos de labranza en el crecimiento y rendimiento de estos cultivos. Se encontraron diferencia estadística significativa, para el maíz, las variables: Altura de planta sistema Tres hermanas 89.1 cm y en Maíz-frijol 120.6 cm; Diámetro del tallo, para Labranza convencional 1.98 cm y Camellones prehispánicos 2.68 cm; Numero de hojas, Labranza convencional 11.91 y Camellones prehispánicos 12.09. Para el frijol, las variables: Altura de planta sistema Tres hermanas 23.8 cm y en Maíz-frijol 27.0 cm, para métodos de Labranza convencional 21.40 cm y Camellones prehispánicos 29.34 cm; Ancho de hoja, para Labranza convencional 4.26 cm y Camellones prehispánicos 5.18 cm; Rendimiento sistema Maíz-frijol 1 180 kg ha⁻¹ y para Tres hermanas 2 137 kg ha⁻¹. Las demás variables (crecimiento y rendimiento), no presentaron diferencias estadísticas significativas sin embargo en maíz se obtuvo 879 kg ha⁻¹ y en frijol 111 kg ha⁻¹ más en Camellones prehispánicos que en Labranza convencional. Queda demostrado que los camellones prehispánicos favorecen al pequeño productor.

Palabras clave: agricultura indígena, conocimiento ancestral, cultivos relegados.

¹ Prof. Dr. (c) Coordinador Centro de Extensión UNA Pacífico Sur. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua moises.blanco.navarro@gmail.com

² Dr. Decano. Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria. Nicaragua

³ Dr. Docente. Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria. Nicaragua

IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS CON TOLERANCIA AL DAÑO OCASIONADO POR TRIPS ASIÁTICO (*Megalurothrips usitatus*) EN GUATEMALA

Angela Miranda¹, Edinson García, Marcelino Chub

En Guatemala en el año 2021, se reportó por primera vez la presencia de trips asiático (*Megalurothrips usitatus*) en plantaciones de frijol ejotero en el norte del país y para el 2022 la plaga se reportó en varios departamentos del oriente, norte y altiplano central de Guatemala, presentando pérdidas en la producción de hasta 95 %. Considerando que el trips asiático es una amenaza para la producción de frijol en Guatemala y que la alternativa más rentable para el manejo de cualquier plaga es el uso de variedades con resistencia genética, se realizó la evaluación de genotipos de frijol arbustivo provenientes de cruces interespecíficos con las accesiones G40001 y G40199 (son accesiones de frijol de la especie *Phaseolus acutifolius* proveniente de México, precoz con hábito de crecimiento trepador indeterminado), G40102 (es un frijol de la especie *Phaseolus parvifolius* domesticado proveniente de México, precoz con hábito de crecimiento trepador indeterminado), G40199 cruzados con la variedad ICA Pijao y 9 variedades comerciales de ICTA. Las evaluaciones se realizaron en la región norte en las localidades de San Jerónimo y Petén, con un diseño de bloques incompletos aleatorizados con cuatro repeticiones. Se tomaron datos de nivel poblacional (Número de trips por flor), nivel de daño (%) y rendimiento (kg/ha). Se presentaron niveles poblacionales altos (hasta 195 trips/flor en algunos genotipos) y los resultados muestran que existe un 47 % de heredabilidad para la variable nivel de daño y con un 45 % de presión de selección se identificaron 32 genotipos que presentaron daño menor al 20 % y rendimientos por encima de la media del vivero. Resaltando la línea avanzada ICTA Ixtepeque que posee genes de resistencia a BGYMV, BCMV, tolerancia a sequía y alto potencial de rendimiento, la cual será colocada en parcelas de observación en al menos 5 localidades para corroborar la tolerancia a daño por trips.

Palabras clave: frijol, trips, resistencia genética.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA, Programa de mejoramiento de frijol/trigo, km 21.5 carretera hacia Amatitlán, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. (+502)6670-1500, amiranda@icta.gob.gt

USO DE BIOCARBÓN EN LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris*) EN COSTA RICA

*Cristina Chinchilla-Soto^{1,2}, Allan Marín-Guzmán¹, Gabriela Soto-Muñoz^{1,2,3}, Melvin Alpízar-Marín¹, Katherine Chinchilla-Hidalgo⁴,
Josué Díaz-Pérez¹, Edwin Anchía-Sandi⁵, Karolina Villagra-Mendoza⁵, Juan Salvador Chin-Pampillo^{1,6}*

El biocarbón resulta de la descomposición térmica de la biomasa en un proceso realizado en condiciones de oxígeno limitado conocido como pirólisis. Su uso se ha popularizado como enmienda agrícola que influye en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, así como por su aporte potencial al secuestro de carbono. La calidad del biocarbón está fuertemente afectada por la materia prima (su contenido de lignina principalmente) y las condiciones de la temperatura de elaboración, mientras que en campo juegan un papel importante en su efectividad la dosis y la forma de aplicación entre otros factores. En este contexto se realizaron diferentes investigaciones evaluando dosis de aplicación (10 y 20 ton ha⁻¹), variados materiales (pinzote de palma aceitera, bambú) y formas de aplicación para la producción de frijol común en invernadero y en campo, en suelos alfisoles y andisoles en Costa Rica. Además, se realizó la caracterización química de dichos materiales. Resultados preliminares de los diversos ensayos no señalan ningún efecto positivo en el rendimiento, se observaron efectos sobre el ciclo del nitrógeno, particularmente aumento significativo de nitratos en la lixiviación (para dosis de 10 y 20 ton ha⁻¹ en invernadero) y cambios en las proporciones de nitrógeno disponible (amonio-nitrato) en campo que podrían inclusive afectar el rendimiento. No obstante, si se observaron efectos positivos en propiedades físicas relacionadas con el movimiento de agua en el suelo. Se plantea la necesidad de una exploración más profunda de las formas de aplicación en campo del biocarbón para fortalecer su uso como enmienda agrícola.

Palabras claves: Alfisol, nitrato, andisol, secuestro de carbono, economía circular.

¹ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica. cristina.chinchilla@ucr.ac.cr, 25118207

² Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica

³ Agencia de certificación Ecológica, gabisoto@eco-logica.com, 22352811

⁴ Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, katherine.chinchilla_h@ucr.ac.cr, 25117798

⁵ Escuela de Ingeniería Agrícola, Instituto Tecnológico de Costa Rica, kvillagra@itcr.ac.cr

⁶ Escuela de Ingeniería Agrícola y Biosistemas, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, juan.chin@ucr.ac.cr, 25118203

EFECTO DEL BIOCARBÓN SOBRE PROPIEDADES DEL SUELO Y RENDIMIENTO EN FRIJOL COMÚN

*Geovanny Josué Díaz Pérez¹, Melvin Alpizar-Marín², Karolina Villagra-Mendoza⁴, Juan Chin-Pampillo^{2,5},
Gabriela Soto-Muñoz^{2,3,6}, Katherine Chinchilla-Hidalgo⁷, Cristina Chinchilla-Soto^{3,8}*

El biocarbón se elabora a partir de materia vegetal con un alto porcentaje de lignina y es capaz de mejorar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo. En Pejibaye de Pérez Zeledón, Costa Rica, se siembran 3 300 ha de frijol común, en suelos que están altamente degradados a causa de una alta erosión, al abuso de agroquímicos y a la poca rotación de cultivos; lo cual podría interferir en el bajo rendimiento obtenido en la zona (0,65 t ha⁻¹) en comparación al rendimiento promedio nacional (0,79 t ha⁻¹). Por lo que, en el presente trabajo se planteó la aplicación de biocarbón elaborado con pinzote de palma aceitera y su inoculación con un consorcio microbiano nativo en las propiedades químicas, físicas y microbiológicas del suelo, para mejorar el rendimiento del cultivo de frijol. El experimento se sembró en mayo del 2023, en dos fincas ubicadas en Pejibaye de Pérez Zeledón, las cuales tenían propiedades químicas diferentes. La variedad utilizada fue Nambí. Se estableció un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial 2x2x2. Los tratamientos correspondieron a la aplicación de biocarbón, biocarbón + inóculo, inóculo y un control. Resultados preliminares sugieren que el biocarbón inoculado y sin inocular no tuvo un efecto significativo en el rendimiento. En las propiedades del suelo principalmente se vieron diferencias significativas sobre el nitrato y amonio, en los cuales se observó que el biocarbón inoculado (22,03 ppm) y el inóculo (24,22 ppm) aumentó la concentración de nitratos significativamente ($p > 0,05$) en el suelo en comparación con el biocarbón (12,47 ppm) y el biocarbón (11,00 ppm) aumentó el nitrógeno amoniacal significativamente ($p > 0,05$) en comparación al biocarbón inoculado (7,55 ppm). Se sugiere realizar ensayos en el ciclo del nitrógeno enfocados en la absorción, denitrificación, volatilización, lixiviación e inmovilización.

Palabras clave: nitrato, amonio, inóculo.

¹ Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica. geovanny.diaz@ucr.ac.cr
² Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica. melvin.alpizar@ucr.ac.cr, 25118207
³ Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica
⁴ Escuela de Ingeniería Agrícola, Instituto Tecnológico de Costa Rica, kvillagra@itcr.ac.cr
⁵ Escuela de Ingeniería Agrícola y Biosistemas, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, juan.chin@ucr.ac.cr, 25118203
⁶ Agencia de certificación Ecológica, gabisoto@eco-logica.com, 22352811
⁷ Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, katherine.chinchilla_h@ucr.ac.cr, 25117798
⁸ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, Costa Rica. cristina.chinchilla@ucr.ac.cr, 25118207

ANÁLISIS DE LOS RENDIMIENTOS DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL, EN UN ENSAYO MULTIFACTORIAL

Carlos Jara¹, Andrea Borrayo², Jesús Martínez², Deisy Martínez²

El cultivo de frijol en Guatemala es el segundo en importancia después del maíz. Sin embargo, los rendimientos están por debajo del potencial que ofrece la oferta de líneas mejoradas, las principales amenazas son la sequía, el costo de los fertilizantes y la forma de cultivar. Por lo anterior, es importante la generación de conocimiento local y fortalecimiento de capacidades de diversos actores de la cadena productiva del frijol, para reducir el impacto de las amenazas mencionadas. En el municipio de Olopa, (Chiquimula, Guatemala) se realizó un ensayo multifactorial de parcelas divididas, con 2 tratamientos (riego y sin riego) dos fuentes de fertilización, químico y orgánico, sembradas en la forma tradicional del agricultor de 30 cm entre posturas, tres granos por postura y 60 cm entre surcos versus la siembra recomendada a surco abierto colocando 14 semillas por metro lineal y 60 cm entre surcos, utilizando variedades de frijol con tolerancia a sequía como ICTA Chortí^{ACM}, SMN 97, ambas biofortificadas, las parcelas fueron de 4 surcos de tres metros en tres replicaciones. El análisis de varianza muestra una diferencia estadística significativa entre los rendimientos promedios de ambas variedades, los promedios de SMN97 fueron superiores a ICTA Chortí. No hubo diferencias significativas entre los promedios de rendimientos para los tratamientos fertilización química vs orgánica. Los mayores rendimientos lo obtuvieron SMN97 en el tratamiento con riego, fertilización orgánica y siembra recomendada con 2094 kg/ha, y con riego fertilización química siembra recomendada con 2055 kg/ha. El rendimiento más bajo se registró en la variedad Chortí sin riego con fertilización química en la siembra tradicional con 758 kg/ha.

Palabras clave: Fertilización orgánica, química, Siembra recomendada, tradicional. Riego.

¹ Consultor Alliance Bioversity & CIAT. cejara54@gmail.com
² Alliance Bioversity & CIAT

RESISTENCIA A SEQUÍA DE LÍNEAS DE FRIJOL DEL VIVERO VEF 2021 EN COSTA RICA

Juan Carlos Hernández Fonseca¹, Néstor Chaves Barrantes², Manuel Solano Sibaja³

Las condiciones de sequía prevalecientes en la región centroamericana han evidenciado la necesidad de generar nuevas variedades de frijol con resistencia a este estrés. El objetivo de esta investigación fue, identificar líneas con resistencia a la sequía terminal y con adaptación a las diferentes regiones productoras de frijol del país. La investigación se llevó a cabo en los años 2022 y 2023, la evaluación para sequía se realizó en la localidad de Sardinal, Carrillo, Guanacaste, donde los materiales se sembraron en dos bloques, utilizando sistema de riego por goteo, 35 días después de siembra se le suprimió el riego a uno de los bloques. La evaluación de adaptación se realizó bajo una estrategia de fitomejoramiento participativo en las principales zonas de producción de frijol de Costa Rica (Veracruz, Pérez Zeledón, San José; Guagará, Buenos Aires, Puntarenas; Santa Cecilia, La Cruz, Guanacaste). Se evaluaron 57 líneas avanzadas de frijol provenientes del Vivero Equipo de Frijol (VEF 2021), desarrolladas en el CIAT y con apoyo del proyecto KOLFACI, más tres testigos (Cabécar, Nambí y una accesión de *Phaseolus acutifolius*). Se logró identificar un grupo de materiales con resistencia a sequía, adaptación a las principales zonas productoras, valor comercial del grano y con rendimiento superior a los testigos, estos genotipos se evaluarán posteriormente en ensayos de adaptación a nivel nacional.

Palabras claves: Resistencia, sequía terminal, KOLFACI, CIAT.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria jchernandez@inta.go.cr

² Universidad de Costa Rica (UCR), Estación Experimental Fabio Baudrit

³ Proyecto CACCIA (INTA-USAID-Cornell)

SELECCIÓN DE LÍNEAS DE FRIJOL CON TOLERANCIA A CONDICIONES DE HUMEDAD LIMITADA

Aldemaro Clará-Melara¹

La identificación de variedades de frijol con buenos rendimientos, bajo condiciones de sequía, es todo un desafío. Por ello, el objetivo de este trabajo fue identificar características del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) adaptadas a las condiciones de humedad limitada, resistencia y/o tolerancia a enfermedades y buen potencial de rendimiento en el corredor seco de El Salvador. En la época de mayo del 2023, se establecieron tres experimentos en la estación experimental San Andrés de CENTA, con tres viveros VALTEN, CIAT-KOLFACI y MD en las condiciones climáticas de mayo, con alta virulencia de hongos y canículas con efecto invernadero, solamente el vivero MD fue sembrado en noviembre. Fueron registrados datos de las siguientes variables: días a floración, días a madurez fisiológica, reacción al virus del mosaico dorado amarillo, sequía (en canícula) y rendimiento de grano. Los genotipos mostraron diferentes características fenotípicas en respuesta a la canícula moderada presentada, entre ellas: Diferencial de rendimiento por genotipo y reacción a enfermedades. Los resultados del VALTEN en la época de mayo mostró que las líneas más tolerantes a condiciones de efecto invernadero para rendimiento fueron: SQF 1614-27 89 (1,750.00 kg/ha) y SQF 1613-19(1,690.00 kg/ha). En el caso del vivero CIAT-KOLFACI en la época de mayo las líneas más tolerantes a condiciones de canícula en rendimiento fueron: NFCD 19554-20 (1,550.00 kg/ha) y NFCD 19554-18 (1,462.00 kg/ha). En el vivero MD las mejores líneas en resistencia al virus del mosaico dorado y rendimiento fueron: MBK00092CIC y MRD00217CIC con 2,330.00 y 2,210.00 kg/ha respectivamente.

Palabras clave: corredor seco, condiciones climáticas, rendimiento, canículas.

¹ Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) Programa de Granos Básicos. aldemarocm@gmail.com

VALIDACIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS DE FRIJOL COMÚN ADAPTADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Carlos Humberto Reyes-Castillo¹

Durante la época de siembra de agosto de 2023, fueron establecidas 30 parcelas de validación en finca de productores, de las líneas promisorias de frijol común grano rojo BRT 103-182 y SC 16021-27-3 (13 y 11 respectivamente) en zonas del corredor seco de El Salvador. El objetivo del trabajo fue validar germoplasma de frijol común, con características de alto rendimiento, tolerante a plagas y enfermedades, y adaptabilidad a condiciones adversas del cambio climático. El diseño experimental utilizado fue de parcelas apareadas, con un área de 500 m² cada una, utilizando como comparadores las variedades utilizadas por los productores; la variable en estudio fue el rendimiento (kg/ha) ajustado al 14 % de humedad. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente a través de la prueba de t (IMS) y el análisis de estabilidad propuesto por Hildebrand y Russell, el análisis económico incluyó la tasa de retorno marginal (TRM) propuesta por CIMMYT, finalmente se realizaron pruebas de degustación para conocer la percepción de las propiedades organolépticas de ambas líneas por parte de los productores. Los resultados reflejan que existió diferencia estadística para la variable rendimiento en las parcelas donde se utilizó la línea BRT 103-182, no así para la línea SC 16021-27-3, que resultó no significativa; los promedios de rendimiento fueron 1,621.63 y 1649.35 kg/ha respectivamente, superando a los promedios de rendimiento de las variedades testigo. El análisis de correlación entre las variables rendimiento y media ambiental indicó valores positivos de $r = 0.97$ y 0.98 en cada una de las líneas en proceso de validación. Finalmente, el análisis económico reflejó valores de TRM de 8.09 y 3.75 respectivamente.

Palabras clave: Validación, frijol, adaptación.

¹ Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), El Salvador, C.A. carlos.reyes@centa.gob.sv Teléfono: (503) 6424-1488

“ROJO FORTIFICADO” UNA NUEVA ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL EN HONDURAS

Norman Danilo Escoto Gudiel¹, Juan Carlos Rosas²

La generación de nuevas variedades de frijol requiere de la mayor competencia de germoplasma que posea las mejores características de adaptación a la variación climática con la que recurrentemente tropieza la producción nacional; variaciones de exceso de agua o estrés por sequía, sensación térmica, plagas y enfermedades, requieren cada vez mayor atención. Con el apoyo del Centro Internacional de Agricultura Tropical, a través del Proyecto Agrosalud, se recibió en el país, en 2012 un juego de 178 líneas avanzadas con alto contenido de hierro y tolerancia a sequía, que pasaron a formar parte del proceso metodológico de generación de variedades, preliminarmente PIF Zamorano realizó los primeros tamices para caracteres como: sequía, altas temperaturas y otros, mostrando la línea SEF70 un rendimiento de 2,685 Kg/Ha, superando a los testigos Honduras Nutritivo y Amadeus 77 con 2,183 y 1,870 Kg/Ha respectivamente, ya para 2014 se conformó el Ensayo Regional de Agrosalud con 8 líneas (BFS10, BFS47, SEF70, BFS24, SMN26, SEN115, SMN39, SMN27, Hondura Nutritivo y Amadeus 77 como testigos comerciales). En la fase de evaluación en estaciones experimentales y finca de productores, se definió que la línea SEF70 presentaba las mejores características agronómicas (Tolerancia al VMDF, rendimiento, valor agronómico y comercial y alto contenido de hierro, similar a la variedad Honduras Nutritivo), en el 2023 se realizó un estudio de análisis sensorial de variedades bio-fortificadas de frijol por investigadores de la Alianza Bioersity/CIAT, con las variedades Honduras Nutritivo, SEF70 (Rojo Fortificado) y Amadeus 77, conducido con 180 participantes de tres regiones productoras de frijol, mostrando buenas características culinarias y organolépticas, atributos que contribuyeron para hacer la presentación oficial de la liberación ante el comité técnico, quienes después de analizar la información resolvieron a favor para ser inscrita oficialmente como la nueva variedad de frijol denominada “Rojo Fortificado”.

Palabras clave: Fortificación, variación climática.

¹ Norman Danilo Escoto Gudiel, Coordinador Programa Nacional de Frijol, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), nd_escoto@yahoo.com

² Juan Carlos Rosas, Profesor emérito de posgrado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, jcroas@zamorano.edu

VALIDACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LÍNEAS DE FRIJOL COMÚN A LOS DAÑOS CAUSADOS POR GORGOJOS DE ALMACÉN EN FINCAS DE AGRICULTORES DE HONDURAS

Edwin Palomino Velasque¹, Juan Carlos Rosas¹, Raúl Espinal¹, Iveth Y. Rodríguez² y James S. Beaver³

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas de grano de mayor importancia en la alimentación mundial. Las principales plagas que afectan durante el almacenamiento del grano son el gorgojo mexicano (*Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833) y el gorgojo común (*Acanthoscelides obtectus* Say, 1831), las cuales ocasionan pérdidas superiores al 20 %. El objetivo del presente estudio fue la validación de la resistencia de líneas de frijol a los daños causados por gorgojos de almacén en fincas de agricultores. Esta resistencia se basa en la presencia del *locus* arcelina-fitoheماغlutinina-inhibidor de alfa amilasa (APA, siglas en inglés). Se evaluaron seis líneas resistentes y dos variedades comerciales, usando un diseño completamente al azar en Zamorano y en fincas de agricultores. En Zamorano, usando la técnica de frascos, se registraron daños significativos en la variedad criolla Seda y Amadeus 77, y una alta resistencia en las líneas PR1429-4 y PR1303-129. A los tres meses bajo condiciones de almacenamiento en las fincas de los agricultores participantes, las variedades Seda y Amadeus 77 también presentaron los mayores daños en número de perforaciones, pérdida de peso y porcentaje de semilla dañada. En general, las líneas PR se comportaron de manera superior, destacando por su mayor resistencia las líneas PR1729-45, PR1743-44 y PR1303-129. Se comprobó la importancia de la resistencia genética conferida por el *locus* APA en condiciones de almacenamiento en el campo; y se recomienda la utilización de las líneas PR como progenitores en el desarrollo de variedades mejoradas resistentes a gorgojos de almacén en recombinación con otros caracteres agronómicos deseables por productores de la región.

Palabras clave: *Acanthoscelides obtectus*, líneas resistentes, locus APA, *Zabrotes subfasciatus*.

¹ Escuela Agrícola Panamericana/Universidad Zamorano, A. Postal 93, Tegucigalpa, Honduras, 2287-2000 (epalominov@est.zamorano.edu, jrosas@zamorano.edu, respinal@zamorano.edu).

² Estación Experimental de Agricultura Tropical (TARS), USDA-ARS, Mayagüez, Puerto Rico, 2200 P.A. Campus Ave. (yasmin_1191@hotmail.com).

³ Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, PR 00681-9000 (j_bever@hotmail.com).

COMPORTAMIENTO POBLACIONAL DE *Megalurothrips usitatus* Y SU EFECTO EN EL CULTIVO DE FRIJOL CON CRECIMIENTO TIPO ARBUSTIVO

Astrid J. Racancoj¹, Inelda Z. Tuj, Ángela N. Miranda

En los últimos cuatro años, países de América han reportado la presencia del trips de las flores de frijol (*Megalurothrips usitatus*), plaga caracterizada por su preferencia a las leguminosas. Para determinar su comportamiento en el frijol común, se realizó una investigación de tipo descriptivo, cuantitativo, con un diseño no experimental. En el segundo semestre del 2023, en el altiplano central de Guatemala, se estableció una parcela de estudio con dos variedades arbustivas (ICTA Súper Chiva e ICTA Altense). Durante la fase vegetativa y floración, se determinó el nivel poblacional de adultos y ninfas de *M. usitatus*; en madurez fisiológica, se evaluó la incidencia y el nivel del daño físico en las vainas. El comportamiento poblacional de *M. usitatus* en las dos variedades de estudio fue similar; la colonización inició a los 10 días después del establecimiento (DDE), presentando la mayor cantidad de ninfas a los 31 y 66 DDE. En floración, la mayor cantidad de adultos se cuantificó a los 74 DDE; se contabilizaron 27 y 20 insectos/ flor para ICTA Súper Chiva e ICTA Altense, respectivamente. La incidencia y el nivel del daño en las vainas, fue diferente según la variedad. La incidencia del daño en ICTA Súper Chiva alcanzó el 60 %, en donde el 45 % de las vainas estaban completamente dañadas; a diferencia de ICTA Altense que presentó una incidencia de daño del 35 %, pero la mayor cantidad de vainas (66 %) únicamente presentaron un 12 % de daño. La presencia de *M. usitatus* generó una reducción del 28 y 13 % en el rendimiento de ICTA Súper Chiva e ICTA Altense, respectivamente. Se confirma que esta plaga representa una amenaza para la producción de frijol común, por ello se deben adecuar estrategias de manejo considerando su comportamiento en el ciclo del cultivo.

Palabras clave: leguminosas, daño físico, ninfas.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), (502) 7839 -1811, autor para correspondencia: astrid.racancoj@icta.gob.gt

ASPIRACIONES Y RIESGO: ¿IMPULSAN LA RESILIENCIA CLIMÁTICA EN AGRICULTORES DE GRANOS BÁSICOS EN GUATEMALA?

Diana Carolina Lopera¹, Juan Camilo Ordoñez², Diana Katherine Quintero³, Byron Reyes⁴

Guatemala se encuentra entre los países más vulnerables al cambio climático en Centroamérica, debido a su marcada dependencia económica de la producción agrícola (24 % del PIB). La subsistencia y seguridad alimentaria de las familias guatemaltecas, cuya dieta se basa en maíz y frijol, se ven amenazadas por los efectos climáticos. Este estudio busca entender si las actitudes hacia el riesgo y las aspiraciones influyen en la adopción de prácticas de resiliencia climática entre pequeños productores de maíz y frijol en Guatemala. Asimismo, se investiga la vinculación entre el uso de estas prácticas y los desafíos socioeconómicos y migratorios. Se encuestó a 1008 productores de granos básicos en Huehuetenango, Quetzaltenango, Totonicapán, Zacapa y Chiquimula durante noviembre de 2023. Técnicas de análisis multivariado permitieron llegar a los siguientes resultados preliminares: el 70 % de los productores enfrentaron eventos climáticos adversos en 2023. Las prácticas más comunes adoptadas fueron el uso de mulch (83.1 %), coberturas verdes (45.4 %), abonos orgánicos (30.4 %), rotación de cultivos (30.4 %) y labranza mínima (19.2 %). La adopción de prácticas avanzadas como semillas mejoradas, reservorios de agua y técnicas de cosecha de agua fue baja (<10 %). El 59.2 % de los productores mostró una actitud positiva hacia el riesgo. Las aspiraciones de ingresos fueron de alrededor de 433 dólares en promedio, siendo más bajas en el oriente del país. Se encontró una relación moderada entre la adopción de prácticas climáticamente inteligentes y una actitud positiva hacia el riesgo. Los productores que implementaron terrazas continuas, zanjas de contorno y uso de semillas resistentes tendieron a tener una actitud más arriesgada. No hubo suficiente evidencia para afirmar que mayores aspiraciones se relacionen con más prácticas implementadas. Los resultados resaltan la necesidad de políticas y programas que aborden estas disparidades y promuevan la adaptación climática en la agricultura guatemalteca.

Palabras clave: adopción, cambio climático, prácticas agrícolas.

¹ MSc Economía, Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), The Americas Hub, Cali, Colombia. d.c.lopera@cgiar.org

² Estadístico, Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), The Americas Hub - KM 17 Recta Cali-Palmira, Cali, Colombia. j.c.ordonez@cgiar.org

³ Economista, Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), The Americas Hub, Cali, Colombia. d.quintero@cgiar.org

⁴ Ph.D. Economía Agrícola, Alliance of Bioversity International and the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), The Americas Hub, Tegucigalpa, Honduras. b.reyes@cgiar.org

VIVEROS Y ENSAYOS DE ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE FRIJOL DE GRANO ROJO Y NEGRO CONDUCIDOS EN 2022-23 EN CENTRO AMÉRICA Y EL CARIBE

Juan Carlos Rosas¹, José Vladimir Hernández¹, Deissy Juyó¹, Iveth Yassmin Rodríguez², James S. Beaver³ y Timothy G. Porch⁴

Un significativo número de líneas avanzadas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) son evaluadas anualmente por los programas nacionales miembros de la Red de Frijol de Centro América y El Caribe (CA/C), a través del Sistema de Viveros y Ensayos Regionales (SISTEVER). Las líneas avanzadas incluidas en el SISTEVER 2022-23 provienen de los programas de mejoramiento de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, el Centro Internacional de Agricultura Tropical, la Universidad de Puerto Rico y la Estación Experimental Agrícola Tropical/USDA-ARS de Puerto Rico. El mecanismo del SISTEVER ha facilitado por varias décadas la evaluación, validación y liberación de variedades que contribuyen al incremento y estabilidad de la producción de frijol en la región. Se presentan los resultados del Vivero de Adaptación Centroamericano (VIDAC) y Ensayo Centroamericano de Adaptación y Rendimiento (ECAR) de grano rojo y negro, conducidos en varias localidades y épocas de siembra del 2022-23 en CA/C, incluyendo las evaluaciones de rendimiento de grano, valor agronómico, valor comercial y resistencia a enfermedades de estos viveros y ensayos. Se identificaron líneas promisorias en los viveros VIDAC que serán incluidas en los ensayos ECAR distribuidos en el 2024, y líneas promisorias de los ECAR que se recomiendan para los procesos de validación en finca a ser conducidos por los programas nacionales durante el 2024-25. El SISTEVER continúa siendo un mecanismo efectivo para la evaluación y disseminación de germoplasma mejorado y las contribuciones de los programas involucrados a la seguridad alimentaria y nutricional en la región de CA/C.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., rendimiento de grano, resistencia a enfermedades, valor agronómico, valor comercial.

¹ Escuela Agrícola Panamericana/Universidad Zamorano, A. Postal 93, Tegucigalpa, Honduras, 2287-2000 Ext. 2314 (jrosas@zamorano.edu, jhernandez@zamorano.edu, djuyó@zamorano.edu).

² Estación Experimental de Agricultura Tropical (TARS), USDA-ARS, Mayagüez, Puerto Rico, 2200 P.A. Campus Ave. (yassmin_1191@hotmail.com).

³ Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, PR 00681-9000 (j_beaver@hotmail.com).

⁴ Estación Experimental de Agricultura Tropical (TARS)/USDA-ARS, Mayagüez, Puerto Rico, 2200 P.A. Campus Ave., Suite 201, Mayagüez, PR 00680 (timothy.porch@ars.usda.gov).

ANÁLISIS COSTO EFECTIVIDAD DEL FRIJOL BIOFORTIFICADO PARA PROVEER MÁS HIERRO Y ZINC A LAS FAMILIAS VULNERABLES EN EL CORREDOR SECO GUATEMALTECO

Salomón Pérez¹, Andrea Borrayo², Herlindo Morales³

Guatemala es el país del continente con la tasa de desnutrición crónica más alta entre niños menores de 5 años y está entre los tres primeros en cuanto a deficiencia de hierro y zinc. La biofortificación de cultivos básicos ha emergido como solución complementaria, en especial entre la población rural, quienes pueden producir sus propios micronutrientes a través de los frijoles que cultivan y que son, junto al maíz, la base de su dieta. Aunque la viabilidad técnica de la producción de los cultivos biofortificados ha sido evaluada, poco se ha evaluado sobre su viabilidad económica para proveer mayores nutrientes a la población vulnerable. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue evaluar la costo-efectividad de la biofortificación de frijol con hierro y zinc como alternativa para proveer estos micronutrientes esenciales a las familias rurales de infrasubsistencia en el corredor seco guatemalteco. Para esto se hicieron tres ensayos con dos variedades biofortificadas: ICTA Chorti (84 ppm de hierro y 33.9 ppm de zinc) y SMN97 (99.3 ppm de hierro y 39 ppm de zinc); y una no biofortificada: ICTA Patriarca (55 ppm de hierro y 27 ppm de zinc); usando tres tipos de fertilización: química, orgánica y sin fertilización. Como resultado, las variedades biofortificadas tienen mayores rendimientos, siendo significativas en los tratamientos orgánicos (15 vs 12 quintales/manzana) y sin fertilización (7 vs 4 quintales/manzana). En cuanto al costo de gramo de hierro y zinc, las biofortificadas son más costo efectivas en todos los tratamientos, en especial, con fertilización orgánica: US\$ 4.5 por gramo de hierro vs US\$8.93; y US\$23,8 por gramo de zinc vs US\$29.7. Por lo que la difusión de frijoles biofortificados, es una alternativa costo efectiva para proveer hierro y zinc entre familias de subsistencia e infrasubsistencia en el corredor seco guatemalteco.

Palabras claves: frijol, viabilidad económica, micronutrientes.

¹ Postdoctoral fellow, Alianza Bioersity -CIAT, Tel: +50250135252, email: s.p.suarez@cgiar.org

² Asociada de investigación, Alianza Bioersity -CIAT, Tel: +50550135252, email: a.borrayo@cgiar.org

³ Técnico, Alianza Bioersity-CIAT, Tel:+50257491577, email: moralesherlindo4@gmail.com

ASEGURANDO LA CALIDAD FITOSANITARIA DE LAS COLECCIONES DEL BANCO DE GERMOPLASMA “SEMILLAS DEL FUTURO”

J. Ramírez¹, D. Niño¹, C. Muñoz¹, L. González¹, F. Dorado¹, L. Muñoz¹, M. Cuervo¹.

El Programa de Recursos Genéticos (PRG) de la Alianza Bioersity-CIAT conserva la colección más grande en el mundo para fríjol (37.934 accesiones de *Phaseolus* spp.). La conservación de este germoplasma implica actividades como: la adquisición, distribución, regeneración, rejuvenecimiento, y almacenamiento. Uno de los objetivos del banco de germoplasma es la distribución de los materiales en custodia, sin embargo el movimiento de germoplasma incluye el riesgo de diseminar plagas de interés cuarentenario junto con el material vegetal, por esto es importante garantizar la calidad fitosanitaria, la cual se evidencia en los resultados de la inspección durante las actividades de regeneración y conservación de las semillas, además de los resultados obtenidos en los análisis fitosanitarios, realizados en la Unidad de Sanidad de Germoplasma (GHU). Para certificar los materiales fitosanitariamente se realiza la detección de hongos, virus y bacterias, mediante pruebas biológicas, serológicas y moleculares. Durante los últimos años el GHU ha trabajado arduamente para aumentar la calidad fitosanitaria de las accesiones conservadas, mediante el mejoramiento y ajuste de las practicas agronómicas, así como en la estandarización e implementación de metodologías de detección más eficientes y sensibles. En este estudio se presentan los datos de las evaluaciones fitosanitarias de los últimos 10 años, como resultado del proceso de mejorar la calidad fitosanitaria de la colección. Durante este periodo se evaluaron 21.764 accesiones de frijol, presentándose un porcentaje de rechazo del 84 % en el año 2013, en comparación con los resultados obtenidos durante el 2023, con un porcentaje de rechazo del 7 %; lo cual valida la importancia de establecer mecanismos que fortalezcan la vigilancia cuarentenaria. Estandarizar e implementar metodologías de diagnóstico altamente eficientes y el modificar las prácticas agrícolas durante los procesos de regeneración, minimizan los riesgos y el impacto negativo provocado por los agentes patógenos y garantizan una distribución segura del germoplasma.

Palabras clave: germoplasma, conservación, patógenos.

¹ Unidad de Sanidad de Germoplasma de la Alianza Bioersity Internacional y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira-Colombia. j.c.ramirez@cgiar.org; d.nino@cgiar.org; christian.munoz@cgiar.org; laura.gonzalez@cgiar.org; e.f.dorado@cgiar.org; l.m.mallarino@cgiar.org; m.cuervo@cgiar.org.

EFECTO DEL FENÓMENO “EL NIÑO” EN VARIEDADES DE FRIJOL EN LA REGIÓN GOLFO-CARIBE MEXICANO

Francisco J. Ugalde Acosta¹, Sabel Barrón-Frayre¹, Arturo Guirit-Guzmán², Rafael Contreras-Hinojosa¹, Roberto Canales-Cruz¹, Raymundo Javier Nava-Ramírez¹, Rosa Claudia Juárez-Lara², Simón Leyva-Vela¹, María de los Ángeles Acevedo-Cortés¹, Oscar Maldonado-Guzmán³, Carlos Rivera-Andrade³, Joel Goxcon-Sixtega³, Félix Jiménez-Bautista⁴, Soledad Pedraza-Flores⁴, Celedonio Santos-Pérez⁵ y Armando Domínguez- Castillo⁶

A partir de la mitad del 2023 el fenómeno climático del “El Niño” ingreso a México, ocasionado retrasos en las lluvias de verano, así como periodo de sequía intermitentes en el invierno hasta el primer cuatrimestre del 2024. En la mayoría de las comunidades dedicadas a la siembra de frijol en los estados de Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, la sequía provoco siniestros parciales y totales afectando el abastecimiento familiar y local, por ende, incremento en el costo del kilogramo de frijol (\$ 2.0 US) y la economía de consumidores. La alternativa resiliente para los productores y sus familias ante estos fenómenos son las variedades mejoradas con tolerancia a factores abióticos. El INIFAP a través de los Campos Experimentales distribuidos en el sureste tropical mexicano estableció siete módulos de validación con 16 variedades (incluidos dos testigos comerciales) que se sometieron a las condiciones ambientales en los ciclos de temporal y humedad residual y manejo agronómico por los productores y profesionistas cooperantes. Los módulos de validación fueron de 2000 m², para determinar el rendimiento se cosecho cada genotipo de forma total y se expresó por hectárea. El rango de productividad fue desde 979 kilogramos a 1442 kilogramos por hectárea. Un grupo de 11 variedades fueron superiores a una tonelada por hectárea, a pesar del factor sequía. La presencia del fenómeno del “El Niño” sometió a las variedades de frijol a condiciones desfavorables críticas, que demostraron su adaptación y selección natural.

Palabras clave: Resiliencia, productividad, desarrollo rural.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campos Experimentales de Cotaxtla- Veracruz, Huimanguillo-Tabasco, Valles Centrales- Oaxaca, Edzná-Campeche y Chetumal-Quintana Roo. México agrotecnia7@yahoo.com.mx

² Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 84 Carlos A. Carrillo, Ver.

³ Técnicos Municipales de San Andrés Tuxtla, Ver. 2022-2025

⁴ Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 16 San Bartolo, Tuxtepec, Oax.

⁵ Prestador de Servicios Profesionales Valle Nacional, Ver.

⁶ Productor cooperante

AUMENTO DE SEMILLAS DE *Phaseolus albicarminus* (Leguminosae, Phaseoleae), MEDIANTE TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN ASEJUAL

Ramiro A. Sabogal Carvajal^{1, 2}

Phaseolus albicarminus, pariente silvestre del frijol cultivado; es endémico de Costa Rica y está en peligro de extinción. El banco de germoplasma Semillas del Futuro (Palmira - Colombia), salvaguarda una sola accesión (G40901) de este frijol silvestre. La disponibilidad de semillas originales, la producción de semillas nuevas de *P. albicarminus* es limitada y escasa. Es susceptible al ataque de nemátodos y pudriciones radiculares, esto genera riesgo para la accesión. Esta investigación evaluó la propagación asexual, para identificar condiciones apropiadas para producir suficientes semillas de esta especie. Se realizaron dos experimentos bajo condiciones controladas: i. se comparó la propagación por acodos esquejes e injertos, para aumentar la cantidad plantas y semillas de *P. albicarminus*; ii. se evaluó la compatibilidad de 16 accesiones de frijol como portainjertos para propagar a *P. albicarminus*. Los resultados del primer experimento señalan que los injertos (75 % de prendimiento) son significativamente más efectivos para propagar a *P. albicarminus*, en comparación con los acodos (25 % de prendimiento) y los esquejes (16.6 % de prendimiento). En el segundo experimento se identificaron tres portainjertos (1 *P. coccineus*, 1 *P. dumosus*, 1 *P. vulgaris*) para la propagación exitosa de *P. albicarminus*. El uso de estos portainjertos contrarresta la susceptibilidad de *P. albicarminus* a problemas del suelo (hongos y nemátodos), también se logró acortar los días a floración. Mediante injertos se establecieron 53 plantas de *P. albicarminus* distribuidas en diferentes estaciones experimentales y a la fecha se han producido 7 semillas. Este método también ha permitido producir 673 semillas de *P. chiapasanus* (G40790) y 234 semillas de un híbrido de *P. vulgaris* x *P. dumosus* (G36387); demostrando que es una alternativa de regeneración en los bancos de germoplasma.

Palabras clave: Acodo, Esqueje, Injerto, Frijol Silvestre, Recursos Genéticos.

¹ Alianza de Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) – Banco de Germoplasma Semillas del Futuro. Palmira – Colombia. rsabogal@cgiar.org

² Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Tesis de Maestría en Ciencias agrarias.

RESPUESTA DEL *Phaseolus vulgaris* Y DEL *Phaseolus lunatus* EN PUERTO RICO AL MEGALUROTRIPS USITATUS

*Abiezer González*¹, *James Beaver*², *Ermita Hernández*³, *Timothy G. Porch*⁴

El trip asiático de las flores del frijol (*Megalurothrips usitatus* Bagnall) se informó por primera vez en Puerto Rico en 2023 y representa una grave amenaza para la producción de leguminosas de grano. La plaga se ha observado en Puerto Rico en las flores de frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*P. lunatus*), gandul (*Cajanus cajan*), soja (*Glycine max*), caupí (*Vigna unguiculata*) y tepari (*P. acutifolius*). Frijol sembrado en ensayos en enero de 2023 y 2024, durante períodos de condiciones climáticas más secas y frías, sufrieron graves infestaciones del trip asiático de la flor del frijol (TAFF), lo que provocó que casi todas las líneas de frijol produjeran poco o ningún rendimiento de semillas. Siembras asincrónicas permitieron que las poblaciones de TAFF aumentaran en siembras anteriores y causaran daños más graves en ensayos sembradas en fechas posteriores. La línea de frijol EMP 319 mostró niveles moderados de resistencia a TAFF ambos años. En 2023, se cruzó EMP 319 con los cultivares 'Bella', 'Beniquez' y la línea PR2302-25. Las líneas F₃ de estos cruces se sembraron en Isabela, Puerto Rico en marzo de 2023 y se evaluó su reacción al daño de TAFF durante la floración y la madurez de la cosecha. Se seleccionarán plantas individuales de las líneas que expresen niveles útiles de resistencia. Los ensayos de frijol sembrados en 2023 en Isabela durante los meses cálidos y húmedos de mayo a agosto sufrieron menos daño de TAFF. Haba sembrada en 2024 al mismo tiempo que los ensayos de frijol mostraron daños por TAFF y el rendimiento de semillas fue bajo. Sin embargo, las habas produjeron un segundo brote de flores y los rendimientos de semilla de la segunda cosecha fueron mucho mayores. No se realizaron aplicaciones de insecticida durante el segundo período de floración y llenado de semillas de las habas.

MESA TÉCNICA DE ARROZ Y SORGO



¹ Depto. Ciencias Agroambientales Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico 00681-9000; agonzalez111@gmail.com

² Depto. Ciencias Agroambientales Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico 00681-9000; james.beaver@upr.edu

³ Depto. Ciencias Agroambientales Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico 00681-900; ermita.hernandez@upr.edu

⁴ USDA-ARS Tropical Agriculture Research Station, Mayagüez, Puerto Rico 00680; timothy.porch@usda.gov

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA POR ATRASO DE COSECHA EN VARIEDADES DE ARROZ DEL IDIAP

Evelyn I. Quirós-McIntire¹, Jesús E. Gaona Navas², Héctor E. Vergara², Víctor M. Camargo García²

La tolerancia al atraso de cosecha es una característica fundamental de una variedad para lograr la aceptación de los productores. El objetivo fue estimar las pérdidas en rendimiento y calidad molinera ocasionadas por el atraso en la cosecha. El experimento se realizó entre agosto 2021 a enero 2022, en Penonomé, provincia de Coclé, Panamá. Se utilizaron tres variedades, en un diseño de bloques completamente al azar con 3 repeticiones y 5 tratamientos de 0,5,10,15 y 20 días de atraso de cosecha (DAC). Se registraron los rendimientos al 14 % de humedad, el índice de pilada y se estimaron las mermas de rendimiento. Se realizaron análisis de varianza simple, seguido de una prueba de comparación con DMS. Análisis de regresión para estimar la pérdida de rendimiento. Se encontró que los rendimientos disminuyen a medida que aumentan los DAC, alcanzando hasta 39 % de merma. Las variedades alcanzaron hasta un 34 % en IDIAP FL 72-17, 42 % en IDIAP FL Alanjeña-22, 47 % en IDIAP FL 069-18 y 33 % en IDIAP 52-05. La estimación de merma diaria, indica que la variedad IDIAP 52-05 puede mermar en 126 kg ha⁻¹, IDIAP FL 72-17 en 138 kg ha⁻¹, IDIAP FL Alanjeña 22 en 161 kg ha⁻¹ y IDIAP FL 069-18 en 194 kg ha⁻¹; ocasionando pérdidas de venta de 91.29, 100.02, 116.82 y 140.72 dólares por hectárea respectivamente. El rendimiento total y el porcentaje de grano entero no se afectó por los DAC y los mejores rendimientos de grano total y grano entero los registraron IDIAP FL 72-17 e IDIAP FL Alanjeña 22. Sin embargo, el porcentaje de granos quebrados, contenido de arrocillo y centro blanco aumentaron a medida que aumentaban los DAC. Con mayor afectación en IDIAP 52-05. Estos resultados enfatizan que los DAC para cualquier variedad afectan los rendimientos de campo y ocasionan pérdidas en la calidad molinera.

Palabras claves: Porcentaje de merma, rendimiento de campo, calidad molinera.

¹ Instituto De Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Centro de Innovación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG). evelynitzel26@gmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-9754-1393>).

² IDIAP. Centro de Innovación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG).

RESPUESTA DE VARIEDADES DE ARROZ DEL IDIAP ANTE LA COSECHA DE LA SOCA

Evelyn I. Quirós-McIntire¹, Houdinis Rodríguez Him², Víctor M. Camargo García³, Héctor E. Vergara Figueroa³

Una alternativa económica y viable para incrementar los rendimientos agrícolas del cultivo es la implementación del rebrote; que consiste en cortar los tallos de la planta de arroz después de la cosecha, mantener riego y fertilizaciones hasta la segunda cosecha. El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico y económico de tres variedades de arroz frente al manejo de soca, bajo condiciones de riego. El experimento se estableció en el Subcentro Pacífico Marciaga de Penonomé, provincia de Coclé en condiciones de riego, en el mes de julio del 2021. Las variedades utilizadas fueron IDIAP FL 069-18, IDIAP FL 72-17, IDIAP FL Alanjeña-22. El diseño experimental que se utilizó fue Bloques Completos al Azar, con 3 tratamientos y 4 repeticiones. La parcela efectiva fue de 10 m². Se registraron las variables agronómicas y la reacción a enfermedades con escala del IRR. Se estimó el rendimiento al 14 % de humedad. Los análisis indican que las variedades presentaron tolerancia a las enfermedades importantes del cultivo como *Piricularia oryzae*, *Rizoctonia solani*, *Helminthosporium oryzae* entre otras. Estadísticamente solo se registró diferencias en las evaluaciones del manchado del grano, pero con valores dentro del rango de tolerancia (1-3) dentro de la escala (1-9) en la variedad IDIAP FL Alanjeña-22. La media de los rendimientos registrados en la primera cosecha osciló en 7 tha⁻¹ y no se diferenciaron estadísticamente entre las variedades. La media de los rendimientos de la soca osciló en 1 tha⁻¹ y no se diferenciaron estadísticamente. La estimación del incremento en el rendimiento en porcentaje de la soca para IDIAP FL 069-18 fue de 16 %, IDIAP FL Alanjeña-22 de 14 % y para IDIAP FL 72-17 de 9 %. En base a estos resultados se podría recomendar el uso de las variedades IDIAP FL 069-18 e IDIAP FL Alanjeña-22 preferiblemente en la práctica de una segunda cosecha.

Palabras claves: enfermedades, rendimiento de primera cosecha, incremento de la cosecha.

¹ Instituto De Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Centro de Innovación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG). evelynitzel26@gmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-9754-1393>).

² IDIAP. Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD).

³ IDIAP. CIARG

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE SEIS VARIEDADES DE ARROZ UTILIZADAS EN AGRICULTURA FAMILIAR EN COSTA RICA

Melvin Madrigal Alfaro¹, Luis Carrera²

Materiales de arroz que anteriormente fueron colectados en fincas de productores de zonas rurales de nuestro país y que eran preferidos por su rusticidad y adaptabilidad, han sido incrementados, almacenados y caracterizados como parte del trabajo realizado en el Centro de Innovación Agropecuaria Enrique Jiménez Núñez (CIA-EJN). El objetivo de este trabajo fue determinar los principales descriptores morfológicos y agronómicos de seis variedades de arroz acriolladas utilizadas en agricultura familiar. El estudio fue desarrollado en el CIA-EJN durante el invierno del 2023. Fueron evaluadas 31 variables que incluyeron características cualitativas y cuantitativas a través del ciclo de desarrollo del cultivo. Los materiales *Blue Bonnet (BB)*, *Chin Chin (CC)*, *Nira Blanco (NB)*, *Nira Colorado (NC)*, *Texas (TX)* y *Rexoro (RX)*, fueron dispuestos al azar en franjas de aproximadamente 200 m² (25m x 8m) con un distanciamiento de 25 cm entre planta y 40 cm entre hileras y conservando medio metro como pasillos. Para cada tratamiento, fueron dispuestos diez puntos de muestreo fijos y de manera aleatorizada para la evaluación. La información fue tabulada y procesada en el programa estadístico *Infostat*. Los resultados muestran un ciclo de vida entre 115 y 125 días, siendo *BB* el que más extenso y *RX* el más corto. Sobresale la altura de los materiales *RX* (186 cm) y *TX* (170 cm) mientras que *CC* fue el material más bajo (122 cm). A excepción del *CC*, los materiales presentan panículas alargadas (33 cm) y con alrededor de 400 granos. El mayor rendimiento potencial fue obtenido por el *CC* con 786 g·m⁻² y en general fue de aproximadamente 500 g·m⁻². El rendimiento de entero fue de entre 63 % y 66 %. La cocción fue catalogada de buena a excelente, luego de 45 días de almacenamiento. Los materiales caracterizados presentan variables de importancia en los sistemas de producción de agricultura familiar.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria INTA, +506 2231-3991, mmadrigala@inta.go.cr, <http://www.inta.go.cr>

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria INTA, +506 2231-3991, lcarrera@inta.go.cr, <http://www.inta.go.cr>

INTEGRANDO LA GENÓMICA EN UN PROGRAMA DE FITOMEJORAMIENTO: DESBLOQUEANDO EL POTENCIAL DE LA MEJORA DE CULTIVOS

Clara M. Cruet-Burgos¹, Brian Rice², and Geoffrey Morris¹

La mejora de cultivos tiene un potencial significativo para desarrollar nuevas variedades resistentes al cambio climático; sin embargo, los métodos tradicionales de fitomejoramiento a menudo no logran entregar variedades mejoradas de manera oportuna debido a la complejidad de los rasgos de interés. La Genómica de Volante es un marco novedoso que integra el descubrimiento de rasgos y el mejoramiento para acelerar la mejora y distribución de cultivos. La Genómica de Volante aprovecha la genética de poblaciones presentes en una población de selección recurrente para identificar rasgos novedosos, definir haplotipos élite y proporcionar herramientas para rastrear ambos a lo largo de las generaciones. Este marco utiliza la recombinación producida por cruces para identificar rasgos segregantes dentro del programa de mejoramiento, reduciendo el tiempo requerido para introvertir rasgos deseables del germoplasma no élite mientras se evita la introducción de rasgos desfavorables. Al realizar el descubrimiento de rasgos dentro del programa de mejoramiento, también identifica alelos que impulsan la adaptación local, lo que podría no ser posible al examinar germoplasma externo. La Genómica de Volante puede mejorar un programa de mejoramiento al identificar los haplotipos que definen la élite de su germoplasma, asegurando que estos haplotipos se mantengan a lo largo de las generaciones. Al maximizar la recombinación genética, este marco puede liberar nueva diversidad, promoviendo la emergencia de alelos adaptados localmente y descubriendo rasgos con efectos condicionales. Además, la Genómica de Volante acelera la mejora de cultivos al proporcionar un marco para integrar germoplasma compatible e incompatible, empoderando así a las redes de mejoramiento. Este enfoque sistemático fomenta la colaboración dentro de una red global de programas de mejoramiento, agilizando el ciclo de descubrimiento de rasgos y acelerando el desarrollo y la difusión de variedades de cultivos mejoradas.

Palabras clave: Genómica, selección genómica, selección asistida por marcadores, recombinación.

¹ Departamento de Suelos y Ciencia de Cultivos, Universidad Estatal de Colorado; ² Departamento de Agronomía y Horticultura, Universidad de Nebraska.

CURVAS DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN NUEVAS VARIEDADES DE ARROZ BAJO SECANO EN PANAMÁ

Luis A. Barahona Amores¹, José E. Villarreal Núñez², Rubén D. Samaniego Sánchez³

Una curva de absorción es la representación gráfica de la extracción de un nutriente y muestra las cantidades requeridas por la planta durante su ciclo de vida. El objetivo fue determinar la extracción de macro y micronutrientes en dos variedades de arroz según etapa fenológica. El estudio se realizó en Tonosí, provincia de Los Santos, Panamá, durante los meses de agosto a diciembre en los ciclos agrícolas 2020 y 2021 bajo secano. Se utilizaron las variedades IDIAP FL 069-18 e IDIAP FL 148-18, con parcelas de 200 m² y una densidad de 120 kg semilla ha⁻¹. Se realizaron muestreos foliares cada 15 días a partir de la germinación; en cada muestreo se realizaron 4 réplicas utilizando un marco de 0.25 m x 0.25 m. Se determinó la extracción de nutrientes en follaje y granos. Se realizó un análisis de regresión para determinar la extracción de nutrientes por etapa de cultivo. Los resultados indican una producción de materia seca de 14.2 t·ha⁻¹ para IDIAP FL 069-18 y 14.7 t·ha⁻¹ para IDIAP FL 148-18, con un rendimiento de grano de 5.2 t·ha⁻¹ y 5.1 t·ha⁻¹ respectivamente; el análisis de regresión mostró que la ecuación cuadrática es la que mejor se ajusta a la tendencia de los datos, con coeficientes de determinación que van desde 0.72 hasta 0.96. La variedad IDIAP FL 148-18 requiere mayor cantidad de N, P, K y Mn que la IDIAP FL 069-18, mientras que para los demás nutrientes la absorción fue similar. El orden de importancia de los nutrientes basado en la cantidad total extraída fue K>N>Ca>P>Mg>Mn>Fe>Zn>Cu. Se concluye que la variedad IDIAP FL 148-18 es más exigente en nutrientes para producir una tonelada de grano que la IDIAP FL 069-18 y que estos requerimientos pueden ser integrados en los planes de fertilización de arroz del IDIAP.

Palabras claves: dinámica de nutrientes, fases fenológicas, fertilización.

¹ Instituto De Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Centro de Innovación Agropecuaria de Azuero (CIAAz). luis.barahona@idiap.gob.pa (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0001-5824-7688>).

² IDIAP. Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD).

³ IDIAP. CIAAz.

DEFINICIÓN DE PRIORIDADES EN EL CULTIVO DE SORGO, UNA EXPERIENCIA PARTICIPATIVA EN EL CORREDOR SECO DE COSTA RICA

Yoselyn Hernández Chaves¹, Luis Alfonso Sánchez Chacón²

El cultivo de sorgo se presenta como una alternativa de alimentación para los sistemas de producción pecuaria en zonas propensas a la sequía como el Corredor Seco Centroamericano. En Costa Rica, el sorgo es utilizado como alternativa forrajera para los sistemas de producción bovino, sin embargo, la poca disponibilidad de nuevas variedades ha limitado su uso. A raíz de la presión del cambio climático en la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina en el Corredor Seco de Costa Rica, se ha vuelto necesario la búsqueda de alternativas resilientes que garanticen el alimento. En el 2020 el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), retoma los esfuerzos para consolidar nuevamente un programa de mejoramiento genético en sorgo, con el objetivo de diagnosticar los sistemas de producción bovino y a partir de ello, generar perfiles de producto para justificar un programa de mejoramiento que pueda diseñar y transferir materiales de sorgo a los productores. La primera etapa en la implementación del programa consistió en la elaboración de un diagnóstico para identificar la demanda de los productores, para luego priorizarlas. Seguidamente, se elaboró una línea base en 177 fincas de productores bovinos en el Pacífico Seco de Costa Rica con el fin de identificar las preferencias que poseen los productores para elegir un forraje. Esta información, además, fue complementada con actividades de evaluación participativas de sorgo, con el fin de que los productores conocieran sobre el cultivo y priorizaran los atributos más atractivos para su actividad. Finalmente, en el 2024, se realizó una evaluación masiva de seis líneas promisorias de sorgo a través del Método de Comparación Triádica de Tecnologías (TRICOT) en 150 fincas de Corredor Seco de Costa Rica. A través del TRICOT, se buscó validar los materiales en condiciones de campo, y con ello tener un criterio objetivo para la liberación de una variedad. Los resultados mostraron que del total de fincas en estudio el 14 % ha cultivado sorgo en algún momento en su finca, y un 2 % todavía lo cultivaban. Por otra parte, los productores mencionaron que las características más importantes al elegir un forraje consisten en; una alta relación hoja-tallo, una alta producción en la biomasa y la resistencia a la sequía. Además, de una alta preferencia por las variedades Sureño, CENTA-CF y PCR 322.

Palabras claves: Forrajes, sistema bovino, características.

¹ Proyecto CACCIA-INTA

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria INTA, +506 2231-3991, lsanchez@inta.go.cr, <http://www.inta.go.cr>

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE GENOTIPOS DE ARROZ BAJO RIEGO EN COSTA RICA

Jennifer Acuña Ruiz¹, Greivin Olivier Chaves Cambronero², Randall Pereira Camacho³

El arroz en la economía y la seguridad alimentaria de Costa Rica juega un papel crucial, siendo el segundo país en Centroamérica con mayor consumo per cápita aproximadamente 48 kg/año. Por ello, la búsqueda de nuevas variedades que se adapten a las condiciones locales, que aumenten la productividad, presenten tolerancia a complejos patogénicos, asegurando la calidad molinera y culinaria, es una herramienta clave para la sostenibilidad a largo plazo del cultivo. El objetivo de nuestro trabajo fue identificar materiales de arroz productivos, con adecuada calidad molinera, tolerantes a enfermedades y plagas, adaptados a sistemas de riego, que pudieran ser liberados o incorporados en el proceso de mejora genética de la corporación. Los ensayos se realizaron durante la estación seca y lluviosa del 2022/2023 en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez del INTA, en Cañas, Guanacaste. Se evaluaron 16 materiales de arroz mediante ensayos bajo condiciones de riego utilizando el diseño de bloques al azar (DBA), con tres repeticiones y utilizando dos testigos comerciales. Los resultados preliminares destacaron al material CNC-632-18 el cual presentó rendimientos promedios de 8.6 T_{ha}⁻¹. Sin embargo, debido a su baja calidad molinera, fue seleccionado para el proceso mutagénico con el fin de observar posibles alternativas para recuperar ese carácter. Además, los genotipos como CNC-544-18 y CNC-192-18 muestran rendimientos promedios de 6.8 y 6.3 T_{ha}⁻¹ respectivamente, superando en 1 T_{ha}⁻¹ al material comercial utilizado como testigo, y con un porcentaje de grano entero superior al 80 %. Estos hallazgos indicaron una amplia variabilidad genética que permitió continuar investigando la interacción genotipo-ambiente (GxA), identificando así aquellos más adaptados a cada región del país. Además, se enriqueció el pool genético con materiales élites, esenciales para futuros procesos de mejoramiento.

Palabras clave: Genotipo, ambiente, variabilidad.

¹ Jennifer Acuña Ruiz. Corporación Arrocera Nacional. 2255-1313. jacuna@conarroz.com

² Greivin Olivier Chaves Cambronero. Corporación Arrocera Nacional. 2255-1313. gchaves@conarroz.com

³ Randall Pereira Camacho. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2105-6100 rpereira@mag.go.cr

RENDIMIENTOS Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE SORGOS FORRAJEROS EN COSTA RICA

José Roberto Camacho Montero¹, Nevio Aníbal Bonilla Morales², Josselyne Aguilar López⁴, Geovanny Chávez Alvarado⁵

La producción de alimentos forrajeros se inserta en la agricultura climáticamente inteligente, no solo para mejorar sistemas ganaderos y contar con seguridad alimentaria si no para incorporar la adaptación de las tecnologías mejorando la rentabilidad económica, es por ello por lo que se vuelve a retomar este cultivo como una alternativa más a los pequeños y medianos productores del país; El objetivo fue identificar materiales de sorgo con alta capacidad de producción de forraje e interpretar los análisis bromatológicos de cada material para ser liberados como variedades en Costa Rica. Se presentan los resultados de rendimiento, destacando el material CENTA CF con 60406 kg/ha, Sorgo Sureño 47578 kg/ha y como testigo Sorgo Negro con 47094 kg/ha. Los experimentos fueron conducidos por el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) en el marco de la Alianza Centro Americana y Caribeña para el Mejoramiento Genético de Cultivos (CACCIA) en diferentes áreas productoras de Costa Rica. Los ensayos estuvieron conformados por ocho materiales genéticos avanzados del año 2023 en la época lluviosa se contó con cinco localidades de prueba, todos los materiales adquiridos desarrollados por programas de mejoramiento genético de sorgo de Centroamérica y el Caribe. Estas fueron caracterizadas y seleccionadas por adaptación y rendimiento forrajero, principales características agronómicas y calidad bromatológica.

Palabras clave: Adaptación agronómica, materiales promisorios, sorgo forrajero, calidad bromatológica.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica. rcamachom@inta.go.cr (autor para correspondencia); <https://orcid.org/0000-0001-8810-5437>.

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica. nbonilla@inta.go.cr (<https://orcid.org/0000-0001-6664-8377>).

³ Consultora, Central American and Caribbean Crop Improvement Alliance (CACCIA), Costa Rica. jaguilarlopez20@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0003-0066-3787>).

⁴ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica. gchavez@inta.go.cr

FENOTIPADO DE ALTURA DE LA PLANTA DEL SORGO CON EL USO DE SENSORES REMOTOS

Kevin Carrillo-Montoya¹, Nevio Bonilla-Morales², Jorge Claudio Vargas-Rojas³, Roberto Camacho-Montero⁴

La altura de la planta es un atributo de gran importancia en el fenotipado de cultivos, ya que influye significativamente en el rendimiento y la adaptabilidad de las variedades. En la actualidad, aún se depende de mediciones manuales de esta variable que puede ser un reto logístico en costo y tiempo para los programas de mejora genética. El objetivo de este estudio fue determinar la eficacia de los datos multi-espectrales y fotogramétricos derivados de sensores acoplados en drones para la estimación de la altura de la planta del sorgo en la región Chorotega de Costa Rica. Se adquirieron imágenes multispectrales en tres etapas fenológicas del cultivo en los meses de noviembre de 2023 a abril de 2024, en un área experimental con seis materiales promisorios de sorgo; asimismo, se realizaron mediciones manuales de la altura de las plantas. Las imágenes se procesaron para generar índices de vegetación, además de un modelo digital de terreno (MDT) y modelos digitales de superficie (MDS). La altura de la planta de los modelos demostró una correlación alta y positiva con las mediciones manuales ($r > 0,86$, $p < 0,001$) en las distintas etapas fenológicas evaluadas. El modelo de predicción Random Forest que incluyó la altura del sensor e índices de vegetación en las bandas del Infrarrojo cercano, rojo y borde rojo, generó una robusta correlación ($r = 0,95$, RMSE= 15 cm). Este estudio demostró que el sistema de sensores remotos acoplados en drones es capaz de monitorear el estado de crecimiento de las plantas con errores aceptables, lo que permitirá generar alternativas de monitoreo para acelerar los procesos de mejora genética.

Palabras clave: fenotipado, fotogrametría, drones.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica, kcarrillo@inta.go.cr, (506) 89900496.

² Centro de Innovación Enrique Jiménez Núñez, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica, nbonilla@inta.go.cr

³ Universidad de Costa Rica, Sede Regional de Guanacaste. Liberia, Costa Rica, jorgeclaudio.vargas@ucr.ac.cr

⁴ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica, rcamachom@inta.go.cr

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE CULTIVOS RELEVANTES DE CENTROAMÉRICA, ESTE DE MÉXICO Y EL CARIBE

Carlos Navarro-Racines^{1,2}, Julián Ramírez-Villegas¹, Deissy Martínez-Barón, Anton Eitzinger^{1,2}

Este estudio analiza las implicaciones del cambio climático sobre sistemas agroalimentarios de importancia para la región de Centroamérica, el este de México y el Caribe. En primer lugar, se generaron escenarios de cambio climático para la región, proyectándose déficits de precipitación en la mayor parte del territorio de manera estacional y anual, e incrementos graduales de temperatura. Posteriormente, un análisis fue conducido para evaluar cómo diversos cultivos de importancia para la seguridad alimentaria (i.e., arroz, frijol, maíz, papa, yuca, chile, tomate) y cultivos comerciales (i.e., banano, plátano, cacao, café, caña de azúcar, aguacate y cítricos) serían afectados a corto, mediano y largo plazo por condiciones cambiantes de clima. La cuantificación de estos impactos, realizada a través del modelo EcoCrop, revela que los cambios en los patrones futuros de temperatura y precipitación a afectarán de manera positiva y negativa las actuales zonas de producción de diversos cultivos de la región. Para la mayoría de los cultivos, los déficits de lluvia sumados a los aumentos de temperatura tendrían un impacto directo a cultivos de secano. Si bien los cambios en la idoneidad de los cultivos para la región muestran una prevalencia de los impactos negativos sobre los positivos, los aumentos de temperatura o cambios en los regímenes de precipitación también podrían crear oportunidades en áreas que actualmente están limitadas por estos factores ambientales. Finalmente, este estudio discute ciertas áreas de investigación sobre adaptación dirigidas a reducir la vulnerabilidad de estos sistemas.

Palabras claves: cambio climático, idoneidad climática, modelos de cultivo, Centroamérica.

^{1,2} Alianza Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Hub para las Américas.

^{1,2} Paris Lodron University of Salzburg-UNIGIS América Latina.

* e-mail: c.navarro@cgiar.org, teléfono: +50241647394, OCRIID:0000-0002-8692-6431

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SEIS VARIEDADES DE SORGO BMR EN EL TRÓPICO SECO DE COSTA RICA

Josselyne Aguilar-López¹, José Roberto Camacho-Montero², Nevio Anibal Bonilla Morales³, José Pablo Jiménez Castro⁴

El sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) es una gramínea C4 altamente productiva y resistente a estrés hídrico y calórico, con importantes aportes a la nutrición humana y animal. Su grano se utiliza como alimento y en concentrados para animales, mientras que la planta completa sirve como forraje fresco y para ensilaje. Para mejorar la calidad nutricional del sorgo forrajero, se han identificado genes como Nervadura Central Café (BMR), que reducen el contenido de fibra y aumentan la digestibilidad. Con el fin de seleccionar materiales de sorgo BMR por su potencial productivo y calidad nutricional, se realizó una evaluación en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Cañas, Guanacaste, Costa Rica, durante la temporada lluviosa de 2020 y la seca de 2021, bajo riego en esta última. Los experimentos se diseñaron en Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones, utilizando líneas de sorgo BMR (0916, 0919, 0925, 0929 y 0936) provenientes de cruzamientos entre material exótico BMR de Texas, Estados Unidos, y variedades locales centroamericanas. El testigo fue Sorgo Negro Forrajero (*Sorghum almum*). Se evaluaron la altura, días a floración, rendimiento de biomasa de planta entera, calidad bromatológica del forraje fresco y ensilado, y variables para estimar el potencial de ensilabilidad. Los resultados mostraron un menor rendimiento productivo de las variedades BMR en comparación con el Sorgo Negro Forrajero y un ciclo de cultivo más corto. No obstante, la calidad nutricional de las variedades BMR fue superior en ambas épocas. En cuanto al material ensilado, las variedades BMR superaron al testigo, presentando pH inferiores a 4.2. Se concluye que, aunque todos los materiales mostraron buena adaptabilidad al sitio de estudio, el Sorgo Negro Forrajero superó a las variedades BMR en producción de biomasa, a pesar de su ventaja nutricional.

Palabras clave: Mejoramiento de cultivos, genética agrícola, adaptabilidad de variedades.

¹ Consultora, Central American and Caribbean Crop Improvement Alliance (CACCIA), Costa Rica. jaguilarlopez20@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0003-0066-3787>).

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. rcamachom@inta.go.cr (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0001-8810-5437>).

³ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. nbonilla@inta.go.cr (<https://orcid.org/0000-0001-6664-8377>).

⁴ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. jpjimenez@inta.go.cr (<https://orcid.org/0000-0002-2136-3076>).

INNOVACIÓN EN EL MEJORAMIENTO VEGETAL: EDICIÓN DE GENOMAS EN ARROZ EN COSTA RICA

Andrés Gatica Arias¹, Alejandro Hernández Soto², Griselda Arrieta Espinoza³, Alejandro Sebiani Calvo⁴

El arroz es un alimento básico para 3.500 millones de personas en todo el mundo, siendo esencial para la seguridad alimentaria de Costa Rica, con un consumo per cápita de 47 kg. Sin embargo, la producción de arroz enfrenta desafíos significativos debido a factores ambientales adversos como la salinidad, la sequía y las temperaturas extremas, que afectan la supervivencia, biomasa y rendimiento del cultivo. Para abordar estos desafíos, el proyecto propone la acumulación de trehalosa en las plantas de arroz mediante la edición genética del gen trehalasa. La trehalosa es un azúcar que protege a las proteínas y membranas celulares del estrés biótico, y su acumulación se ve impedida por la actividad de la enzima trehalasa. La estrategia incluye la sobreexpresión de los genes T6P y TPS y la inhibición de la trehalasa. Los estudios preliminares indican que el arroz genéticamente modificado muestra una mayor tolerancia a la salinidad, la sequía y las bajas temperaturas en comparación con las plantas no modificadas. En Costa Rica, el proyecto ha progresado utilizando técnicas de transformación genética como *Agrobacterium tumefaciens* y biobalística, logrando eficiencias de edición genética significativas. Además, se han realizado esfuerzos de sensibilización y educación a la población y a los tomadores de decisiones sobre los beneficios de la biotecnología y la edición de genomas. Estos esfuerzos incluyen la organización de foros y cursos sobre biotecnología y edición genética. Estos avances prometen mejorar la resistencia del arroz a condiciones adversas, contribuyendo a una producción sostenible y fortaleciendo la seguridad alimentaria en la región.

Palabras clave: edición genética, arroz, sequía, salinidad, biotecnología.

¹ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Escuela de Biología, correo: andres.gatica@ucr.ac.cr

EFFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO EN ETAPAS FENOLÓGICAS CRÍTICAS, SOBRE EL POTENCIAL PRODUCTIVO DEL ARROZ

Walker González¹, Luis A. Barahona, Evelyn I. Quirós Mcl, Jesús E. Gaona

El conocimiento de cómo se afecta un cultivar ante un evento de disponibilidad de agua en etapas críticas de su desarrollo, es de gran importancia, ya que de ello va a depender el desarrollo y manejo en campo de la planta de arroz. Este estudio tuvo como objetivo establecer el efecto del estrés hídrico en el suelo, en diferentes etapas fenológicas, sobre el potencial productivo del cultivo de arroz. La actividad se desarrolló en Subcentro de investigación Pacífico Marciaga M. en el corregimiento de El Coco, distrito de Penonomé, provincia de Coclé, República de Panamá; durante los meses de diciembre a abril de los ciclos agrícolas 2020 y 2021. Se evaluaron tres tratamientos de estrés hídrico en distintas etapas fenológicas y un testigo sin estrés en dos genotipos de arroz avanzados en época seca bajo riego. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones en arreglo de fajas. Se evaluó vigor, acame, número de hijos, altura de planta, días a floración y maduración, panículas por metro cuadrado, NDVI y rendimiento de grano. Se realizaron análisis de varianza y comparación de medias por Duncan. Se encontró diferencia estadística entre los estreses hídricos para las variables días a floración, maduración y rendimiento de grano para ambas líneas elites. El estrés en la etapa de macollamiento y máximo macollamiento ocasionaron una merma de hasta el 23 % en el rendimiento de cada material, mientras cuando el estrés se da en las etapas de Primordio o Floración, esto representa una merma de 16.3 % y 15.7 % respectivamente en el rendimiento de grano.

Palabras clave: humedad, NDVI, rendimiento.

¹ Investigador. Instituto De Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Panamá.

SORGO SUREÑO: EXPERIENCIA DE COSTOS DE ESTABLECIMIENTO EN FINCAS COMERCIALES

Esteban Jiménez-Alfaro¹, Yulissa León-Sánchez², Valeria Arguedas-Arce³, Valeri Cubero-Arias⁴, Andres Alpizar-Naranjo⁵

Sorgo Sureño: experiencia de costos de establecimiento en fincas comerciales. El objetivo del ensayo fue sembrar un material forrajero, para la generación del protocolo de manejo agronómico cocreados con los productores, la determinación del rendimiento y los costos de establecimiento del cultivo. Se desarrolló entre CoopeChorotega y la Escuela de Ciencias Agrarias de la UNA, durante los meses de agosto a diciembre de 2023 en San Pedro de Jicaral, Puntarenas (1 ha), con una clasificación agroclimática según Thornthwaite de clima cálido con moderada deficiencia de agua en verano e invierno (C1A'swa'), altitud de 17 m. snm, precipitación anual acumulada de 142,74 mm, temperatura media de 26,13 °C y humedad relativa media de 81,91 %; en Cartagena de Santa Cruz, Guanacaste (½ ha), con clima cálido con poco o ningún excedente de agua (C1A'dc'2), altitud de 65 m. snm, precipitación acumulada de 158,61 mm, temperatura media 26.63°C y humedad relativa media de 80.35 %. El terreno se preparó libre de arvenses con tres pases de rastra. Se utilizó semilla de Sorgo Sureño (EEJN-INTA, 2023) tratada con fungicida sistémico en polvo, con una germinación >90 % y densidad de 150 000 semillas/ha. La fertilización posterior a la siembra se realizó de 10-15 días (90 kg/ha 10-30-10), de 20-25 días (90 kg/ha Urea y 90 kg/ha 10-30-10) y antes de los 45 días (90 kg/ha Urea). Se aplicó Dinitroanilina con el suelo húmedo y Dicloruro de paraquat (1,5 a 3 l/ha), además de Deltametrina (75-100 ml/ha) para el control de insectos. La cosecha se realizó a los 80 días posteriores a la siembra. El rendimiento obtenido fue de 56,7 y 58,6 ton/ha, mientras que los costos de establecimiento representaron 556.477,6 CRC/ha y 578.477,6 CRC/ha para Cartagena y Jicaral, respectivamente. La eficiencia de inversión en ambos sitios fue similar mostrando una relación costo-rendimiento de 9.814,4 CRC/ton y para Jicaral 9.871,6 CRC/ton, equivalente a 9,8 CRC/kg de forraje producido.

Palabras clave: manejo agronómico, eficiencia económica, rendimiento del cultivo.

¹ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8522-9469, estebanj@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0001-9258-4119>

² Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 6322-6958, yulissa.leon.sanchez@est.una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0004-0954-1302>

³ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8640-6775, valeria.arguedas.arce@est.una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0006-4691-0474>

⁴ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8448-9321, valeri.cubero.arias@est.una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0009-1897-2960>

⁵ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8727-5240, andres.alpizar.naranjo@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-9612-4918>

EL RENDIMIENTO DEL ARROZ EN EL PACÍFICO CENTRAL DE COSTA RICA NO MEJORÓ CON EL USO DE UN INHIBIDOR DE LA UREASA

Weynner Giraldo-Sanclemente¹, Ana Gabriela Pérez-Castillo², Mayela Monge-Muñoz³, Melvin Alpizar Marín⁴, Cristina Chinchilla-Soto⁵, Mohammad Zaman⁶

La urea es ampliamente utilizada como fuente de nitrógeno (N) para la fertilización del arroz en Costa Rica, a pesar de su baja eficiencia relacionada con las pérdidas de amoníaco. Para evaluar las alternativas de manejo de la urea, se realizaron dos experimentos de campo en la región del Pacífico Central de Costa Rica para estudiar el efecto de la N-(n-butil) tiofosfórica triamida (NBPT) en el rendimiento del arroz y la eficiencia de uso del nitrógeno (NUE). En el Experimento 1 (Exp1) se evaluaron tres tratamientos de labranza (comercial-CT-, reducida-RT- y labranza reducida con subsolador previo-RTS-) con tres manejos de N: control (sin N), urea a 124 kg N ha⁻¹ con y sin NBPT. En el Experimento 2 (Exp2), se evaluó una tasa de 100 kg N ha⁻¹ (con y sin NPBT) junto con un control (sin N). La NUE se estimó utilizando la técnica de marcaje isotópico de urea 15N para ambos ensayos. En Exp1, se observó una diferencia significativa de 4.8 % en la EUN para grano entre urea con y sin NBPT, pero no se observó efecto de la labranza. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento entre los tratamientos de fertilización (Exp1: 3.56 ± 0.98 t ha⁻¹ para urea y 3.85 ± 0.85 t ha⁻¹ para urea con NBPT; Exp2: 3.38 ± 0.39 t ha⁻¹ para urea y 3.40 ± 0.58 t ha⁻¹ para urea con NBPT) o debido a diferentes prácticas de labranza (CT: 3.33 ± 0.79 t ha⁻¹, RT: 3.56 ± 0.74 t ha⁻¹ y RTS: 4.23 ± 0.98 t ha⁻¹). Aunque el NBPT es una opción viable para reducir las pérdidas de amoníaco, su adopción en condiciones tropicales podría verse restringida por el bajo impacto en el rendimiento.

¹ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. weynner.giraldo@ucr.ac.cr

² Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. ana.perezcastillo@ucr.ac.cr

³ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. mayela.monge@ucr.ac.cr

⁴ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. melvin.alpizar@ucr.ac.cr

⁵ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. cristina.chinchilla@ucr.ac.cr

⁶ Gestión del suelo y el agua y nutrición de los cultivos, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organismo Internacional de Energía Atómica, División de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura, Viena, Austria. m.zaman@iaea.org

LAS EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO Y METANO A ESCALA DE RENDIMIENTO EN UN SISTEMA DE TRASPLANTE DE ARROZ DE SECANO NO SE VIERON AFECTADAS CON UN INHIBIDOR DE LA UREASA

Weynner Giraldo-Sanclemente¹, Ana Gabriela Pérez-Castillo², Mayela Monge-Muñoz³, Melvin Alpizar Marín⁴, Cristina Chinchilla-Soto⁵, Mohammad Zaman⁶

La intensificación de la producción de arroz se ha convertido en una de las fuentes más importantes de gases de efecto invernadero. En la producción de arroz de secano, la urea es el fertilizante nitrogenado (N) más utilizado en Costa Rica. La urea tiene una baja eficiencia de uso en cultivos asociados con un alto riesgo de pérdidas de N gaseoso. El uso del inhibidor de la ureasa N-(n-Butil) tiofosfórico triamida (NBPT) se ha propuesto como una posible estrategia de mitigación de las pérdidas de N gaseoso en los campos de arroz fertilizados con urea. Se realizó un ensayo de trasplante de arroz de secano en un Inceptisol tropical en la región del Pacífico central de Costa Rica para cuantificar las emisiones de N₂O y CH₄. Las parcelas de 6m x 6m, con un diseño experimental de cinco bloques completamente al azar, se trataron con tres tratamientos de fertilización con N: urea (U; 144 kg N ha⁻¹), urea más NBPT (UI; 144 kg N ha⁻¹) y parcelas de control (sin N). El N total se dividió en dosis iguales para U y UI en cuatro tiempos de fertilización. Las emisiones acumuladas de N₂O y CH₄ no fueron significativamente diferentes (p > 0,05) en cada momento de fertilización y para todo el ciclo del arroz entre los tratamientos U y UI. No hubo diferencia en las emisiones de N₂O y CH₄ escaladas por rendimiento entre U y UI (0,00011 ± 0,00001 g N₂O-N kg⁻¹arroz) y UI (0,00012 ± 0,00003 g N₂O-N kg⁻¹arroz) y U (0,025 ± 0,011 ± 0,011 g CH₄-C kg⁻¹arroz) y UI (0,022 ± 0,010 ± 0,010 g CH₄-C kg⁻¹arroz) respectivamente.

¹ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. weynner.giraldo@ucr.ac.cr

² Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. ana.perezcastillo@ucr.ac.cr

³ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. mayela.monge@ucr.ac.cr

⁴ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. melvin.alpizar@ucr.ac.cr

⁵ Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, Universidad de Costa Rica. cristina.chinchilla@ucr.ac.cr

⁶ Gestión del suelo y el agua y nutrición de los cultivos, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organismo Internacional de Energía Atómica, División de Técnicas Nucleares en la Alimentación y la Agricultura, Viena, Austria. m.zaman@iaea.org

ELABORACIÓN DE MALTA DE SORGO (*SORGHUM BICOLOR*) PARA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

Tatiana Torres Palacios¹, Vilma Calderón de Zacatares², Zaira Marielos Vásquez³

La producción de cerveza representa un gran porcentaje del sector industrial de bebidas, el desabastecimiento y el aumento en los precios de la materia prima provoca la búsqueda de alternativas, principalmente en la malta de cebada. La abundancia y precio del grano del sorgo en territorio salvadoreño impulsa su uso en la industria alimentaria. El objetivo es elaborar malta a partir del grano de sorgo (*Sorghum bicolor*) para ser usado como materia prima en la producción de cerveza artesanal. Se utilizaron las variedades de grano Sorgo CENTA RCV y Sorgo CENTA Liberal. Los granos se sometieron a remojo en agua filtrada a temperaturas de 28°C a 30°C durante 48 horas para obtener una humedad final del grano entre 30 %-38 %. La etapa de germinado se realizó en bandejas de aluminio con camas de papel filtro humedecido con agua durante 48 horas; se identificaron los porcentajes de germinación de las variedades de Sorgo CENTA Liberal (80.87 %) y Sorgo CENTA RCV (87.72 %). Se procedió a secar el sorgo germinado en un deshidratador eléctrico a temperatura constante de 50°C hasta que se obtuvieron humedades de (4 % a 6 %) en grano. Los rendimientos en el proceso de malteado fueron de 60.03 % para Sorgo CENTA RCV y de 62.36 % para sorgo CENTA Liberal. La cerveza artesanal desarrollada a partir de malta de sorgo generó valores de 4 % en contenido de alcohol por lo que se considera un buen sustituto de materia prima en la producción de cerveza.

Palabras Claves: Liberal, RCV, Germinación.

¹ Centro de Educación e Investigación en Ciencias Aplicada, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, +503 2592-3062, tatiana.torres@mined.gob.sv
² Centro de Educación e Investigación en Ciencias Aplicada, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, +503 7115-7181, vilmaruth02@yahoo.com
³ Centro de Educación e Investigación en Ciencias Aplicada, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, +503 2592-3062, zaira.trejo@mined.gob.sv

VARIABLES AGRONÓMICAS DE VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE ARROZ (*ORYZA SATIVA L.*)¹ AGRONOMIC TRAITS OF RICE VARIETIES AND ADVANCED LINES (*ORYZA SATIVA L.*)

José Roberto Camacho Montero¹, Katherine Bonilla Mora², Luis Vargas Cartagena³, Daniel Vargas Valverde⁴

Introducción. El arroz (*Oryza sativa L.*) es uno de los alimentos básicos en Costa Rica. Los programas de mejoramiento genético tienen como reto la liberación de variedades con un rendimiento promedio alto, estabilidad en distintos ambientes, resistencia al estrés biótico y calidad de grano que se acople al mercado. Objetivo. Caracterizar variedades y líneas avanzadas de arroz en las principales zonas productoras de Costa Rica con base a descriptores morfoagronómicos. Materiales y métodos. Se realizó la evaluación de nueve descriptores agronómicos, seis cuantitativos y tres cualitativos. Se caracterizaron 44 líneas avanzadas de arroz y cinco variedades comerciales, bajo un diseño de bloques aumentados de Federer, en cuatro experimentos ubicados en Cañas y Upala, durante la época seca, y en Cañas y Parrita durante época lluviosa entre los años 2018 y 2019. Por localidad se conformaron 64 parcelas experimentales (una por línea avanzada y cinco por cada variedad) de 7,5 m². Adicionalmente, se realizó un experimento en Parrita de 12 líneas avanzadas y tres variedades comerciales para evaluar su respuesta a *M. oryzae*, *R. solani* y *B. glumae*. Resultados. Las variables de rendimiento de grano, grano pilado y grano entero permitieron discriminar entre genotipos y localidades. Se identificaron líneas con características agronómicas sobresalientes para las variables de rendimiento de grano (kg·ha⁻¹), de pilada (%) y de grano entero (%), y tolerancia a *M. oryzae*. Particularmente, la variedad A-1679 destacó por los resultados obtenidos en la evaluación de *B. glumae*. Conclusión. Seis de las líneas avanzadas se mostraron como promisorias de acuerdo con las variables evaluadas para su uso potencial como progenitores en programas de mejoramiento o para ámbito comercial.

Palabras claves: fitomejoramiento, fenotipo, descriptores.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), rcamachom@inta.go.cr
² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), kbonilla@inta.go.cr
³ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), lvcartagena@inta.go.cr
⁴ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), dvargas@inta.go.cr

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE SORGO, UNA ALTERNATIVA FACTIBLE PARA ALIMENTACIÓN BOVINA EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL CORREDOR SECO

Luis Sánchez¹, Daniel Zamora Mendieta²

Los costos de alimentación en sistemas de producción pecuarios pueden representar entre el 46 % y 80 % del total de los egresos en un sistema de producción de ganado bovino. El maíz como fuente de energía ha sido la suplementación nutricional energética más común en los sistemas de ganado bovino de Costa Rica, no obstante, a pesar de su eficiencia es riesgoso su uso debido a la volatilidad en el precio de esta materia prima. Por lo tanto, es clave identificar aquellos paquetes tecnológicos que ayuden a mejorar los rendimientos y disminuir los costos en finca. El objetivo de este trabajo fue determinar los costos directos de 3 materiales promisorios de sorgo, los cuales, se han venido evaluando en el programa de Mejoramiento Genético de Sorgo del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Los materiales evaluados fueron el sorgo CENTA CF, sorgo Sureño y sorgo PCR 322. El trabajo se realizó en la finca de 4 productores ubicados en Corredor Seco de Costa Rica, cada productor que participó en la investigación contó con un área de aproximadamente 900 m² para cultivar las tres variedades de sorgo mencionadas anteriormente (300 m² por cada variedad) por un período de 6 meses. Se realizaron visitas a campo para recolectar y validar la información relacionada con los costos directos de producción (requerimientos de mano de obra, insumos y tiempos) informados por el productor. La mediana del costo por kilo de la variedad PCR 322 en esta investigación fue de ₡ 80,67; para la variedad Sureño la mediana del costo fue de ₡ 58,30; mientras que para el CENTA CF, este presentó una mediana de ₡ 50,68. El precio promedio en el mercado para maíz amarillo ensilado al momento del estudio (mayo 2024) fue de ₡ 67,17 por kg. Por su lado, la variedad CENTA CF presentó un valor medio de producción de forraje cosechado de 42,34 t/ha, el PCR 322 de 25,85 t/ha y el Sureño 45,21 t/ha.

Palabras clave: productores, forraje, mano de obra.

¹ Investigador, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), +506 7108-6467, lsanchez@inta.go.cr

² Consultor, Central American and Caribbean Crop Improvement Alliance (CACCIA), +506 8969-9803, daniel.zamoramendieta@ucr.ac.cr

MUTANTES PROMISORIOS DE ARROZ OBTENIDOS MEDIANTE IRRADIACIÓN GAMMA CON TOLERANCIA A LA SEQUÍA

Rafael Orozco Rodríguez¹, Mairon Madriz Martínez², Silvia Hernández Villalobos³,
Orlando Varela Ramírez⁴, Jhonson Mora Mata⁵, Ariel Arroyo Chaves⁶, Frank Solano Campos⁷

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un cultivo de importancia en la seguridad y soberanía alimentaria de Costa Rica. La principal zona productora corresponde a la región Chorotega con 51 % de la producción nacional. En esta región se prevé un aumento de 1°C en la temperatura media y una disminución de 400-800 mm en la precipitación anual al 2050. Bajo este escenario es clara la necesidad de adaptación a las condiciones de sequía que se predicen. El objetivo fue generar mutantes promisorios de arroz tolerantes a sequía mediante inducción de mutaciones para la adaptación al cambio climático. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional (UNA) y la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (EEEJN-INTA), ubicada en Cañas, Guanacaste, Costa Rica del 2016 al 2024. El material inicial correspondió a una generación M3, variedad CR5272, previamente irradiada a una dosis de 300 Gy (2016). En el año 2019 se realizó sequía simulada en campo con doble testigo en agua y sequía, utilizando el porcentaje de esterilidad y peso de 100 granos llenos como criterios de selección. Estos materiales seleccionados se multiplicaron hasta obtener una generación M6 y posteriormente, en el año 2022 se realizó un ensayo en campo en condiciones de riego y sequía. En este periodo se seleccionaron cuatro materiales, los cuales presentaron los rendimientos más altos en condiciones de sequía ($p < 0.05$), para realizar análisis transcriptómicos en condiciones de estrés hídrico. Se lograron identificar dos materiales con perfiles de expresión distintos al control. En la actualidad se están regenerando estos genotipos seleccionados para obtener una generación M7 y continuar con los procesos de investigación. Se concluyó que la técnica de mejoramiento genético por inducción de mutaciones generó variabilidad entre los materiales y que los genotipos seleccionados son promisorios a condiciones de estrés hídrico y/o tolerancia a sequía moderada.

Palabras clave: mejoramiento genético, inducción de mutaciones, transcriptómica.

¹ Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 8368-3685, rafael.orozco.rodriguez@una.cr

² Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 8757-0153, mairon.madriz.martinez@una.cr

³ Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 8824-7173, silvia.hernandez.villalobos@una.cr

⁴ Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 8841-0863, orlando.varela.ramirez@una.cr

⁵ Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 8618-8111, jhonson.mora.mata@una.cr

⁶ Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 8824-2210 ariel.arroyo.chaves@est.una.ac.cr

⁷ Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, 2277-3318, frank.solano.campos@una.ac.cr

COMPORTAMIENTO DE LOS SORGOS HÍBRIDOS PARA GRANO EN EL ENSAYO DEL PCCMCA, 2023

René Clará Valencia¹, Luis A. Huinac Barrios², José R. Henríquez³, Alberto Morán⁴

Los ensayos de sorgo del PCCMCA, son el medio regionalizado para evaluar y seleccionar los mejores sorgos híbridos comerciales y pre-comerciales de las empresas productoras de semillas y programas nacionales de la región. Esta información ha sido importante para que los agricultores reciban las mejores semillas que les aseguren buena rentabilidad del cultivo. En la época de postrera (agosto-diciembre) del 2023 en localidades de El Salvador, Honduras y Guatemala, se estableció un ensayo conformado por 8 híbridos de la empresa Monsanto-Bayer, utilizando como testigo DK-67. El objetivo consistió en: Identificar los híbridos de grano de mejor potencial de rendimiento, estabilidad y calidad de grano, tolerantes a problemas bióticos, abióticos y de mejor adaptación al clima y suelo de la región. El diseño fue bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se realizó el análisis estadístico individual y combinado. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan ($p \leq 0.05$). El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SAS, versión 9.0. Se encontró diferencias altamente significativas para la fuente de variación híbrido, localidad y en la interacción híbrido x localidad al $\alpha=0.05$. El análisis combinado identificó al híbrido ISU550 con el mayor potencial de rendimiento de 7,208 kg.ha⁻¹, superando en 31 % al testigo común DK-67 el cual obtuvo un rendimiento de 5,504 kg.ha⁻¹. El segundo lugar en rendimiento lo presentó ISV463 con 6,208 kg.ha⁻¹, superando en 13 % al testigo común. Los híbridos ISU550, CROMO, ISV560, ISV559 e ISV463 fueron los más estables a través de las localidades de prueba, donde ISU550 combinó buen rendimiento y estabilidad ambiental. Ninguno de los híbridos en prueba presentó indicios de taninos en el grano.

Palabras claves: estabilidad ambiental, taninos.

¹ Coordinador ensayos de sorgo del PCCMCA, El Salvador. +503 7844 5626. Email: rcvalencia4@yahoo.com

² Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala.

³ Escuela Nacional de Agricultura (ENA), El Salvador.

⁴ Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), Honduras.

RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE UN VIVERO DE LÍNEAS DE ARROZ BIOFORTIFICADO, GUATEMALA 2023

Luis A. Huinac Barrios¹, Derian Mauricio Corado²

El arroz ocupa según su consumo el tercer lugar de la dieta básica del guatemalteco, después del maíz y del frijol. Guatemala es el país con mayor desnutrición crónica en Latinoamérica. El objetivo general del trabajo es desarrollar variedades de arroz biofortificado (alto contenido de zinc), que reúnan características apropiadas para su cultivo en diferentes ecosistemas del país. Se evaluaron 65 líneas más cuatro testigos fijos y un testigo local (ICTA Robusta). La evaluación se realizó en dos centros experimentales del ICTA, ubicados en la costa sur y en el nororiente del país, en época de invierno (julio a noviembre de 2023). Se utilizó un diseño alfa látice con arreglo 7x10, con dos repeticiones y 70 tratamientos. El tamaño de la parcela fue de 3 m². Los rendimientos experimentales de grano en granza de las líneas evaluadas estuvieron entre 1.91 a 7.19 t/ha. De acuerdo al análisis de la varianza combinado, se determinó una alta significancia entre las líneas y entre localidades, pero no hubo interacción genotipo*ambiente. La prueba de medias, separó los genotipos de arroz en tres grupos estadísticos, donde en el primer grupo se clasificaron los genotipos: 9, 16 y 67, siendo este último el testigo Federarroz BIOZn035, con rendimientos de 7.19, 6.88 y 6.66 t/ha respectivamente. En el segundo grupo, se clasificaron 53 genotipos, incluyendo a la variedad testigo nacional ICTA Robusta (5.06 t/ha). Más del 90 % de las líneas de arroz presentaron buenos niveles de resistencia a enfermedades, principalmente a piricularia, bajo las condiciones locales donde fueron evaluadas. Se determinó que hay líneas de arroz biofortificado con mayor potencial de rendimiento y buenas características agronómicas.

Palabras claves: biofortificación, zinc, rendimiento.

¹ Coordinador del programa de arroz/sorgo. ICTA-Guatemala. l.huinac@icta.gob.gt

² Investigador del programa de arroz/sorgo. ICTA-Cristina, Los Amates, Izabal.

IDENTIFICACIÓN DE GENES PI DE RESISTENCIA A *Magnaporthe oryzae* C. EN GENOTIPOS DE ARROZ ACRIOLLADO COSTARRICENSE

Jenifer L. Guillén¹, Griselda Arrieta-Espinoza²

Las variedades de arroz acriollado costarricense (*Oryza sativa* L.) son cultivadas en sistemas de autoconsumo debido a su adaptabilidad al entorno y resistencia a enfermedades. La resistencia a *Magnaporthe oryzae* Couch está asociada a la presencia de genes *Pi*; por lo tanto, esta investigación se enfocó en la detección de los genes *Pi1*, *Pi2*, *Pi5*, *Pi9*, *Pia*, *Pid2*, *Pid3*, *Pik*, *Pigm*, *Pish*, *Pita*, *Pita*² y *Pizt* en genotipos de arroz acriollado por medio de 13 marcadores moleculares. Se utilizaron tres variedades de arroz acriollado conocidas como Chin-Chin, Nira-Colorado y Rosita; 12 variedades diferenciales internacionales que contienen genes *Pi*: Azucena, IRBLa-A, IRBL1-CL, IRBL5-M, IRBL9-W, IRBLk-Ka, IRBLsh-S, IRBLta-CP1, IRBLta2-Pi, IRBLzt-T, Oryzica Llanos 5 y Raminad STR3, junto con las subespecies de arroz *japonica* e *indica* Nipponbare y CR5272. Se estandarizaron las condiciones de PCR. Además, se implementó el uso de la técnica Touch Down-PCR. Los productos de amplificación se enviaron a Macrogen Inc para secuenciación. El análisis bioinformático incluyó el alineamiento de las secuencias y la construcción de árboles filogenéticos. Las mejores condiciones de amplificación se encontraron utilizando 50 ng/μL de ADN, 12 μL de volumen final de reacción y la técnica Touch Down PCR. Se identificó la presencia de los genes *Pi1*, *Pi2*, *Pi9*, *Pia*, *Pid2*, *Pid3*, *Pish*, *Pizt* y *Pita*² en las tres variedades criollas evaluadas. Se destaca la presencia del gen *Pita* en dos de las variedades acriolladas y del gen *Pi5* solamente en la variedad Rosita. Finalmente, el análisis de los resultados de secuenciación confirmó que las secuencias de los fragmentos de los genes *Pi* en las variedades acriolladas coincidían con lo reportado en las bases de datos internacionales.

Palabras clave: estandarización de PCR, Touch Down-PCR, arroz criollo.

¹ Estudiante, Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM), Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica (UCR), jenifer.guillen@ucr.ac.cr

² Investigadora principal, Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM), Universidad de Costa Rica (UCR), griselda.arrieta@ucr.ac.cr
Proyecto de investigación C1091: Implementación de sistemas en cultivo in vitro para el arroz acriollado costarricense como una alternativa para su ulterior mejoramiento biotecnológico. Vicerrectoría de investigación, Universidad de Costa Rica.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y OTRAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LÍNEAS F₈ DE ARROZ EN PANAMÁ

Luis A. Barahona Amores¹, Eric Quirós Rodríguez², Evelyn I. Quirós McIntire³,
Víctor M. Camargo García³, José A. Quintero Samudio⁴

El mejoramiento genético de arroz es un proceso dinámico que se desarrolla en varias etapas que involucran desde la hibridación, continúa con el manejo de poblaciones segregantes F₂ hasta F₈, cuando suelen producirse las primeras líneas con algunas características estabilizadas y luego se conforman los viveros para selección. El objetivo de este estudio fue evaluar y seleccionar líneas sobresalientes por su valor agronómico y tolerancia a enfermedades, para ser incluidas en ensayos avanzados del programa de mejoramiento genético. El experimento se estableció de agosto a diciembre de 2022 en 5 localidades de las zonas arroceras de Panamá, bajo el sistema de secano, evaluando 176 genotipos y 2 testigos comerciales; cada genotipo se estableció en una parcela de 5 hileras de 5 m de largo separadas a 0.2 m entre ellas (5 m²). El diseño experimental fue bloques agrandados de Federer donde los genotipos F₈ no se repetían, intercalando testigos en cada bloque. Se realizó un análisis utilizando el Índice de selección con una meta de +3 y una intensidad de 10 para rendimiento y una meta de -3 y una intensidad de 6 para acame, piricularia, rizoctonia, manchado de grano y bacteriosis. Se obtuvo un porcentaje de selección distinto en cada localidad, con 10.2 % en El Coco, 12.5 % en Tonosi, 23,3 % en Alanje, 24.4 % en Guarumal y un 47.7 % en Remedios. En el análisis combinado se seleccionaron 27 genotipos (13.8 %), los cuales presentaron una ganancia genética de 19 % en rendimiento, una disminución de -29 % en Manchado de grano, -21 % en bacteriosis, -17 % en Piricularia y -7 % en acame, todo con respecto a la media poblacional. Se concluye que con el índice de selección se lograron identificar 27 genotipos con mejores características que los testigos comerciales, los cuales serán incluidos en los ensayos avanzados de mejoramiento del IDIAP en Panamá.

Palabras claves: ganancia genética, genotipo, intensidad, meta.

¹ Instituto De Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Centro de Innovación Agropecuaria de Azuero (CIAAz). luis.barahona@idiap.gob.pa (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0001-5824-7688>).

² IDIAP. Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa (CIAD).

³ IDIAP. Centro de Innovación Agropecuaria de Recursos Genéticos (CIARG).

⁴ IDIAP. Centro de Innovación Agropecuaria de Chiriquí (CICh).

MESA TÉCNICA DE HORTALIZAS



EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES GENERADAS EN TRES DISEÑOS DE AMBIENTE PROTEGIDO SOBRE LA ADAPTABILIDAD DE CUATRO CULTIVARES DE CHILE DULCE TIPO BELL

Roberto Ramírez Matarrita¹

Se evaluaron cuatro cultivares de chile dulce tipo Bell (*Capsicum annum*), en cuatro sistemas productivos, en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, ubicada en Cañas, Guanacaste, durante los meses de diciembre del 2019 a mayo del 2020. El objetivo de la investigación fue analizar la interacción entre el ambiente y el rendimiento productivo de los cultivares de chile. Los tratamientos fueron dispuestos en un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas divididas (DPD) con tres repeticiones. Los sistemas productivos en ambiente protegido obtuvieron en la unidad de muestreo de 6 plantas, el mayor número de frutos comerciales con un rango entre 65,92 a 78,58 unidades, el mejor peso de frutos con un valor entre 122,69 a 135,41 g, el mayor rendimiento con una producción entre 6102,29 a 7639,17 g y la mejor calidad de frutos que cumplen con las dimensiones de exportación. En estos mismos sistemas se alcanzó el más notable aumento de biomasa, con la mayor altura de planta y el mejor desarrollo del índice de área foliar (IAF), con un nivel máximo de 3,41 a los 75 DDT. El clima espontáneo fue muy similar en cuanto a temperatura y humedad relativa, pero varió en los niveles de radiación entre los tratamientos de ambiente protegido y campo abierto. La casa de malla de 3 m de altura fue el sistema productivo más rentable utilizando los cultivares Canzion y Rojo Americano, por presentar los menores costos de inversión en estructura y la mayor relación beneficio costo.

Palabras clave: Sistema productivo, cultivares, rendimiento, rentabilidad.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica, Sabana Sur, Apdo. N° 382 Centro Colón. rramirez@into.go.cr (orcid.org/0000-0001-9843-8999)

EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS ORGANOCORADOS, ORGANOFOSFORADOS EN AGUA UTILIZADA PARA PRODUCCIÓN DE HIDROPÓNICOS

Anner Amilcar Toj Juárez¹

En Guatemala la producción de alimentos aplicando el método hidropónico; produciendo frutas, verduras y hojas de corte fresco considerados como los productos más importantes en la producción hidropónica, y esta oscila entre 100 y 150 hectáreas. El objetivo fue evaluar la contaminación por pesticidas organoclorados y organofosforados en el agua que se utiliza para la producción de productos hidropónicos. El estudio realizado tiene un enfoque cuantitativo y descriptivo, evaluando las concentraciones de residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados. El diseño de la investigación se realizó bajo el método experimental, porque se obtuvieron dos muestras de agua, una de la fuente principal y al final de las tuberías para ejecutar un análisis químico de agua a nivel laboratorio. Para el análisis de la investigación se utilizaron los resultados del informe final del análisis de agua realizada a las dos muestras extraídas en producción de cultivos hidropónicos, comparando los límites máximos residuales (LMR) según a la Organización Mundial de la Salud y las concentraciones detectadas por el laboratorio para residuos de pesticidas organoclorados y organofosforados. En la investigación se evaluó la contaminación por pesticidas organoclorados y organofosforados a través de análisis químico de agua a nivel de laboratorio aplicando cromatografía; líquida acoplada a espectrómetro de doble masas y de gases con detectores selectivos para identificar los residuos presentes y estos compararlas con los LMR establecidos por la OMS. Según los informes de laboratorio indican que al menos la finca productora de fresas cumple con las BPA para el uso y manejo de pesticidas debido a que los resultados indican que las concentraciones son no detectables comparados con un LD de 0.01 µg/L, garantizando que la inocuidad de los productos de origen hidropónico es aceptable, aumentando la rentabilidad de las PRODUCCIONES y aceptación de los productos en el mercado.

Palabras clave: Inocuidad, análisis de seguridad, calidad del agua.

¹ Investigador: MA. Ing. Agr. Anner Amilcar Toj Juárez. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Teléfono: +502 55545114. Correo electrónico annerfausac@gmail.com

POTENCIAL USO DE MICROORGANISMOS ANTAGONISTAS DE FITOPATÓGENOS QUE AFECTAN EL CULTIVO DE TOMATE Y PAPA

María Cristina Vargas¹

El objetivo fue evaluar la potencial eficacia biológica de bacterias endofíticas y rizosféricas, sobre patógenos de plantas solanáceas. Se aislaron los fitopatógenos *Ralstonia solanacearum*, *Pectobacterium carotovorum*, *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*, de plantas con síntomas de enfermedad. Se evaluó la inhibición del crecimiento de estos fitopátogenos con 61 aislamientos de bacterias del género *Bacillus* spp., aisladas de las raíces y tallos de solanáceas y la bacteria INTA-B37 de la colección del INTA, la cual en estudios anteriores demostró la eficacia biológica con fitopatógenos. Se determinó el halo de inhibición en mm en las evaluaciones con las bacterias fitopatógenas y el porcentaje de inhibición en caso de los hongos. Se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos $p < 0.01$. La mayor inhibición de la bacteria *R. solanacearum* la ejerció el aislamiento BP31 y *P. carotovorum* fue significativamente inhibida por los aislamientos BP8 e INTA-B37. El tratamiento con INTA-B37 fue el que mayor porcentaje de inhibición logró contra *F. oxysporum* y *Rhizoctonia solani*, 60,5 % y 69 % respectivamente. El tratamiento con BP16, fue el que obtuvo la mayor reducción en la producción de estructuras de resistencia de *R. solani* (45 %), con relación al testigo y un porcentaje de inhibición del crecimiento del hongo en un 45.73 %. Tanto la bacteria BP16 e INTA-B37 demostraron un efecto inhibitorio en el crecimiento de los cuatro fitopatógenos evaluados. Se evidencia que existen alternativas biológicas, que pueden valorarse en campo, para ser incorporadas en el manejo integrado de las enfermedades causadas por los fitopatógenos estudiados.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Correo electrónico: mvasgasch@inta.go.cr

EVALUACIÓN IN VITRO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO DEL CHILE DULCE *Anthonomus eugenii* CANO

María Cristina Vargas¹

El objetivo fue evaluar la eficacia biológica de hongos entomopatógenos a fin de que sean utilizados en el manejo integrado de la plaga. Un total de 14 hongos de los géneros *Beauveria*, *Metarhizium* y *Paecilomyces*, preparados en una suspensión acuosa a la máxima concentración de conidias que se pudo obtener de cada uno, oscilando entre 1×10^8 a 1×10^9 conidias/mL. Se utilizaron adultos de *A. eugenii* de dos días de emergidos del fruto. Se empleó un diseño irrestricto al azar con 16 tratamientos, cinco repeticiones con cinco insectos cada una. Los insectos se colocaron individualmente en viales de vidrio y se observaron diariamente hasta su muerte y la aparición de micelio sobre el cuerpo. Se obtuvieron diferencias significativas en los porcentajes de mortalidad entre los tratamientos y el testigo. Los mejores resultados se lograron con cepas del género *Beauveria* sp. Las cepas de *Beauveria bassiana*, INTA-H-49 e INTA-H-168 lograron una mortalidad del 100 % después de seis días de haber sido aplicados, pero no se evidenció la emergencia de micelio del cuerpo del insecto, lo que no favorece la diseminación del hongo en el medio ambiente ni la posibilidad de eliminar otros individuos. Las cepas de *Beauveria* sp. INTA-H-140 e INTA-H-181 lograron una mortalidad del 100 % a los 8 días posteriores a la aplicación del tratamiento y produjeron micelio que cubrió el cuerpo del insecto con una abundante formación de conidias, lo cual favorece la diseminación del hongo. Este nivel de parasitismo los constituye en las cepas más promisorias para seguir siendo estudiadas.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Correo electrónico: mvasgasch@inta.go.cr

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DEL MEJORAMIENTO DE HORTALIZAS BIANUALES: EXPERIENCIAS DEL CARROT AND BEET LAB

Andrey Vega¹, Irwin Goldman²

El Carrot and Beet Lab de la Universidad de Wisconsin, Madison, se centra en el desarrollo de líneas y poblaciones de zanahorias para procesamiento resistentes a enfermedades, de alta calidad, así como de remolachas de proceso, para consumo fresco y cebollas de día largo. Nuestro programa apoya a la industria de procesamiento y amplía las clases de mercado mediante la introducción de sabores, colores, formas y resistencia a enfermedades mejoradas en poblaciones y líneas genéticas estables. Los esfuerzos iniciales de mejoramiento incluyeron la creación de líneas híbridas y la implementación de esterilidad masculina en zanahorias y remolachas. En 2023, la memoria del taller “Prioridades de Mejoramiento Genético para la Región Centroamericana y El Caribe” identificaron cinco prioridades clave: 1) cambio climático y mejoramiento para estrés abiótico, 2) cambio climático y resistencia a plagas y enfermedades, 3) mejora del rendimiento y mejora de la cadena de valor, 4) investigación, desarrollo y adopción de tecnología en programas de mejoramiento, y 5) relevo generacional y diversidad e inclusión en programas de mejoramiento e investigación. Encontramos que nuestros desafíos y oportunidades se alinean estrechamente con estas prioridades. Nuestro objetivo es compartir nuestras experiencias abordando las prioridades 3 y 4, especialmente cómo la investigación y mejoramiento de nuestro laboratorio respalda tanto los mercados de hortalizas de procesamiento hortaliza de comercialización en fresco y amplía las categorías de mercados de nicho para vegetales de raíz como zanahorias y remolachas. Además, nos gustaría demostrar técnicas que nos ayuden a acortar el largo ciclo de mejoramiento de raíces bienales. Nuestro trabajo muestra que los programas de mejora en muchas partes del mundo enfrentan desafíos similares, abriendo oportunidades de colaboración internacional.

Palabras clave: mejoramiento genético de hortalizas, valor agregado, hortalizas de raíz.

¹ Investigador Asociado

² Profesor catedrático, Departamento de Ciencias de Plantas y Agroecosistemas Universidad de Wisconsin-Madison, 1575 Linden Dr., Madison, WI 53706. Autor para correspondencia 1vegaalfaro@wisc.edu

EVALUACIÓN DE 18 LÍNEAS EXPERIMENTALES DE CHILE CAHABONERO (*Capsicum annum L*)

Nery G. Barrios Fernández¹, Carlos R. Maldonado Mota¹

En Guatemala el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, es el ente rector de la investigación agrícola, un campo muy amplio en los distintos cultivos, uno de ellos es el Chile Cahabonero que de la mano del IICA-CRIA ha fortalecido a la agrocadena de chile cahabonero anteriormente se sembraban con chile cahabonero 292 hectáreas que produjeron 454.5 TM; Mayormente en Santa María Cahabón, Alta Verapaz; generó empleo, 120-150 jornales/ha; dicho cultivo se comercializa localmente los años 2015 el precio fue de \$ 3.82/kg; en 2017 disminuyó a \$ 1.64/kg, con rendimientos locales bajos (700 kg/ha) en comparación a regiones aledañas con manejo tecnificado (1,400 kg/ha). Generándose así 2 materiales ICTA CHC-8 e ICTA-CHC18 los cuales mostraron respuesta con rendimientos de (1700 y 1800 kg/ha) sin embargo cuando se extrajeron los materiales del piso altitudinal para ser sembrado en otros estratos existió variabilidad dentro de los mismos materiales identificando selecciones individuales identificando 24 materiales distintos en cuanto a forma, tamaño y rendimiento, en tal sentido se realizó una nueva evaluación de materiales de chile cahabonero descendientes de los materiales originales CHC-8 y CHC-18 los cuales fueron sometidos bajo condiciones controladas un total de 16 materiales y 2 testigos encontrando un incremento en el rendimiento de 2500 kg/ha del material experimental T4 y T6 1817 kg/ha representado 78 % y 30 % más rendimiento que los materiales de los agricultores.

Palabras clave: Chile, rendimiento, variedades, agricultor, gourmet.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala

POTENCIAL BIOLÓGICO DE *Beauveria* SPP. PARA EL CONTROL DE *Anthonomus eugenii* EN CHILE DULCE

*Stephanie Quirós-Campos*¹, *Valerie Salazar-Castillo*², *Alejandro Vargas*³

El insecto *Anthonomus eugenii* Cano provoca considerables pérdidas económicas en el cultivo de chile dulce. El control químico es poco efectivo, por lo tanto, es indispensable explorar otras alternativas para su manejo. Determinar el potencial de cepas de *Beauveria* spp. para el control biológico de *Anthonomus eugenii* en chile dulce en invernadero. La investigación se ejecutó entre mayo y agosto del 2023 en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno en Alajuela, Costa Rica, en un invernadero multicapilla de 96 m². Los tratamientos evaluados fueron INTA H-140, INTA H-149, INTA H-168 e INTA H-181 y un testigo absoluto, mediante un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres repeticiones. Se cuantificó el número de adultos vivos y chiles infestados semanalmente. Se realizó un análisis de correlación de Pearson y un análisis de varianza con medidas repetidas en el tiempo para las variables evaluadas. Hubo interacción entre los tratamientos y la fecha de evaluación para la cantidad de adultos ($p < 0,05$). La cepa INTA H-168 redujo significativamente la población de *A. eugenii* en la primera y segunda evaluación, con diferencias de 22,96 y 47,15 adultos respectivamente. Para la variable de número de chiles infestados solamente hubo efecto individual por fecha ($p < 0,05$). Además, se encontró una correlación positiva entre la cantidad de chiles infestados y el número de adultos vivos para la segunda y tercera fecha de evaluación ($p < 0,05$). La reducción significativa de adultos en las dos primeras evaluaciones de la cepa INTA H-168 y su parasitismo evidencia un potencial biológico para el control de *A. eugenii*.

Palabras clave: entomopatógeno, biopesticida, parasitismo, biocontrolador.

* Esta investigación formó parte del Proyecto: Estrategias de control biológico de *Anthonomus eugenii* y *Neosilba batesi* en el cultivo de chile dulce en la Región Central Occidental, financiado por INTA.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Departamento de Investigación e Innovación. San José, Costa Rica. mquiros@inta.go.cr (autor para correspondencia, <https://orcid.org/0000-0003-4146-914x>).

² Agencia de Extensión Agropecuaria Aserri, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Departamento de Investigación e Innovación. San José, Costa Rica. vsalazarc@mag.go.cr (<https://orcid.org/0009-0005-6883-8840>).

³ Universidad Nacional (UNA). Escuela de Ciencias Agrarias. Heredia, Costa Rica. alejandro.vargas.martinez@una.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0001-8039-8984>).

GERMOPLASMA MEJORADO EN UNA POBLACIÓN DE CHALOTE (*Allium cepa* var. *aggregatum*) PARA LA REGIÓN ANDINA- ECUADOR

*Mario Caviedes*¹, *Stefania Guayta*², *José Ordoñez*² y *Carlos Ruales*¹

El chalote también llamado cebolla ascalonia, cebolla multiplicadora, o "Shalott", cuya especie más conocida y cosechada mundialmente es la cebolla común (*Allium cepa*). A diferencia de esta, el chalote produce numerosos bulbos laterales a partir de un solo disco basal, y posee un mayor contenido de sólidos totales, que aumentan su valor gastronómico y nutracéutico. El objetivo de la investigación fue la de generar genotipos de chalote de buenas características agronómicas, y de alto valor alimenticio; la misma se ejecutó en el período 2011-2023. La población original se colectó en un mercado local, ubicado en la región norte de la sierra ecuatoriana, la cual se seleccionó por varias generaciones utilizando selección masal por descarte negativo, y selección fenotípica de los mejores individuos para estudiar su progeie o descendencia de cada planta seleccionada, a la que se la denominó "familia". Se seleccionaron las 10 mejores familias, que dieron origen a seis clones con características agronómicas sobresalientes, los cuales fueron sometidos a varias generaciones de selección fenotípica, vernalización, propagación clonal y producción de semilla en dos ambientes de la sierra ecuatoriana. Durante el proceso de mejoramiento, las familias y los clones fueron evaluados en experimentos de campo, utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro bloques; y se registraron siete características agronómicas. Considerando el rendimiento como el principal componente de la producción, la familia 10S07 y el clon CLVA, fueron los de mayor productividad con un rendimiento estimado de 5.22 t/ha⁻¹ y 8.51 t/ha⁻¹ respectivamente. Estos resultados, permitieron ofertar al mercado local, nuevas alternativas de producción agrícola para la región andina del Ecuador.

Palabras clave: chalote, clones, selección fenotípica.

^{1,2} Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador, Diego de Robles/ Vía Interoceánica, 02-5061700. (autor por correspondencia; mcaviedes@usfq.edu.ec (<https://orcid.org/0000-0002-0450-4017>)).

PULGÓN DE LA CEBOLLA, *Neotoxoptera formosana* TAKAHASHI, 1921 (HEMIPTERA: APHIDIDAE), EN CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ

*Rubén D. Collantes G.*¹

La cebolla (*Allium cepa* L.), es una de las principales hortalizas cultivadas en las Tierras Altas de Chiriquí; área responsable del abastecimiento de estos rubros en más del 80 % en Panamá. Si bien entre las plagas insectiles conocidas que afectan el cultivo de la cebolla, se tienen el gusano cortador *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) (Lepidoptera: Noctuidae), la mosca minadora *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromycidae) y los trips (Thysanoptera: Thripidae); también los áfidos o pulgones (Hemiptera: Aphididae), ocasionan daños directos e indirectos al servir como vectores de virus. Recientemente se encontró en bulbos almacenados en Cerro Punta, una alta infestación de un pulgón oscuro, por lo que el propósito del presente trabajo fue identificar dicha especie. Para ello, se colectaron muestras para su análisis en el laboratorio y se consultó literatura especializada. De acuerdo con los resultados, la especie corresponde a *Neotoxoptera formosana* Takahashi, 1921 (Hemiptera: Aphididae), conocida comúnmente como el pulgón de la cebolla. Esta especie puede afectar tanto plantas en campo como bulbos almacenados y también puede comprometer otros cultivos de la familia Alliaceae, como el ajo (*Allium sativum* L.), el puerro (*Allium ampeloprasum* L.) y la cebollina (*Allium schoenoprasum* L.). El insecto es de origen asiático y fue reportado en Panamá hace más de 15 años. Adicional a la identificación, se brindan algunos detalles sobre su biología, así como recomendaciones de manejo integrado de la plaga, que contemplan el control cultural, biológico, etológico y químico. Se espera a futuro continuar investigando sobre esta y otras plagas de importancia para el cultivo de cebolla.

Palabras clave: *Allium cepa*, Aphididae, plaga.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, Estación Experimental de Cerro Punta – Chiriquí, Panamá. rdcg31@hotmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>).

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN AGROECOSISTEMAS HORTÍCOLAS EN CERRO PUNTA, CHIRIQUÍ, PANAMÁ

Rubén D. Collantes¹, Rito Herrera², Martín A. Caballero¹, Javier E. Pittí¹

Cerro Punta es una de las principales zonas productoras de hortalizas frescas en Panamá; responsable del abastecimiento de más del 80 % de estos rubros en el país. Recientemente, se realizó una caracterización de dichos sistemas productivos, la cual reflejó que la actividad agrícola es la principal fuente de ingresos de la comunidad, pero dependen en gran medida del uso de plaguicidas síntesis. El objetivo del presente estudio fue evaluar la sostenibilidad de los agroecosistemas hortícolas en Cerro Punta, Chiriquí, Panamá. Para ello, se realizó de manera preliminar, un análisis de conglomerado de K medias, en el cual se tomó en consideración el área cultivada (ha) y el costo productivo (USD por ha). Seguidamente, se seleccionó al azar una finca por conglomerado y se definieron, en una escala de 1-5, diez indicadores de sostenibilidad, correspondientes a las dimensiones social (2), económica (4) y técnico-ambiental (4); siendo requerido para que una finca se considere sostenible lograr como mínimo un promedio de 3 por dimensión y que el índice de sostenibilidad general (ISG), sea igual o mayor que 3. De acuerdo con los resultados, solamente el conglomerado 4 resultó ser sostenible, con ISG de 3.9. Sin embargo, los cinco tipos de finca resultaron ser sostenibles en la dimensión social, gracias a la satisfacción de servicios básicos. Se requieren mejoras en cuanto al rendimiento, la diversificación de cultivos y otras actividades económicas; además de fomentar el manejo integrado de plagas. En conclusión, los agroecosistemas hortícolas en Cerro Punta podrían ser sostenibles.

Palabras clave: Análisis de conglomerado, dimensiones, índices.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta – Chiriquí, Panamá. rdcg31@hotmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>).

² IDIAP, Centro de Innovación Agropecuaria en Recursos Genéticos, Río Hato – Coclé, Panamá.

ALTERNATIVAS EFICIENTES PARA EL MANEJO DE MALEZAS DE CEBOLLA EN TIERRAS ALTAS

Javier Pitti¹, Rubén Collantes², Michael Mora², Jorge Muñoz²

Las prácticas convencionales para el control de malezas, como el uso de herbicidas sintéticos, persisten en la mayoría de campos con hortalizas en Tierras Altas, principal zona productora de estos rubros en el país. El objetivo fue evaluar las alternativas disponibles para el control de malezas en el cultivo de cebolla en Tierras Altas. Se realizaron cuatro ensayos en campo en la Estación Experimental del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) en Cerro Punta. Se identificaron las principales especies de malezas que afectan el cultivo de cebolla en el área de estudio. El diseño experimental fue bloques completos al azar (DBCA), con seis (6) tratamientos y cuatro repeticiones (Nitrofenyl eter oxifluorfen; Dinitroanilina pendimethalin; Benzothiadiazinone bentazone; Linuron) deshierbe manual y el uso de acolchado plástico. Se midió el calibre comercial para calcular el peso total de los bulbos. Después, se registró el peso de los bulbos por categoría en kilogramos por parcela efectiva. Entre las especies de malezas comúnmente encontradas en Tierras Altas: *Sinapis arvensis* L. (Brassicales: Brassicaceae), *Cyperus rotundus* L. (Cyperales: Cyperaceae), *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. (Caryophyllales: Amaranthaceae). En cuanto al rendimiento de los bulbos, el análisis demostró diferencias significativas ($p < 0,05$), destacando el tratamiento de acolchado con un rendimiento comercial promedio estimado de 39 t/ha con bulbos que superaron los 8 cm de diámetro, ubicados en las categorías mediana, grande y jumbo. Esto representó un incremento potencial de hasta un 48 % respecto al promedio nacional (26 t/ha). Además, se observó en campo que este tratamiento demostró una mínima cobertura de malezas durante el periodo vegetativo del cultivo, cerca del 5 % (las cuales fueron removidas manualmente para cuidar el plástico). En conclusión, mediante el uso del acolchado plástico se pueden manejar eficientemente las malezas, reflejándose ello en una mejora del rendimiento y calidad de los bulbos cosechados.

Palabras clave: Acolchado, herbicida, rendimiento, SAN, Tierras Altas.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta – Chiriquí, Panamá. pittjavier28@hotmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0003-0776-8795>).

BIOCONTROL DE PLAGAS INSECTILES EN HORTALIZAS MEDIANTE UNA FORMULACIÓN MICROENCAPSULADA DE NEMÁTODOS ENTOMOPATÓGENOS

Javier Pitti Caballero¹, Renato Grillo², Rubén Collantes¹, Jorge Muñoz¹, Jahzeel Samaniego¹

En Panamá, estudios previos han permitido la bioprospección de microorganismos con potencial para el control de plagas. El objetivo principal del trabajo de investigación fue el de desarrollar una formulación innovadora de encapsulación de nemátodos entomopatógenos (*Heterorhabditis* sp.), utilizando el quitosano, un biopolímero natural, como una alternativa biológica para el control de plagas. Primeramente, se optimizaron esferas poliméricas antes de la asociación con nemátodos mediante el método de gelificación iónica. Se realizó una caracterización fisicoquímica de las esferas mediante las técnicas de Calorimetría diferencial de barrido (DSC), espectroscopia infrarroja por transformada de fourier (FTIR) y Microscopía electrónica de barrido (SEM). Se realizó la aplicación de microperlas con nemátodos en ensayos de campo con lechuga. El diseño experimental fue bloques completos al azar (DBCA), con seis (6) tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento; los cuales incluyeron el testigo y la observación del efecto de degradación de estas partículas. En los resultados de DSC se observó un evento endotérmico a 190 °C correspondiente al proceso de descomposición del quitosano. Espectros FTIR revelaron bandas de grupos funcionales específicos que se refieren a la interacción entre el TPP y las moléculas de quitosano (p.ej., 1095 cm^{-1}) de acuerdo con la incidencia de radiación infrarroja. El análisis SEM mostró una morfología esférica, superficie rugosa y un tamaño promedio de 1,5 y 2 mm de diámetro de las esferas. Los resultados del análisis de varianza en campo indicaron que el tratamiento utilizando nemátodos entomopatógenos en esferas cubiertas de quitosano muestran una liberación controlada de los microorganismos en el suelo, aumentando su efectividad.

Palabras clave: Cambio climático, control biológico, nemátodo entomopatógeno, productividad, protección vegetal.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta – Chiriquí, Panamá. pittjavier28@hotmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0003-0776-8795>).

² Universidad Estatal de São Paulo (UNESP).

EVALUACIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE TOMATE PARA PROMOVER LA DIVERSIDAD DE VEGETALES Y DIETAS SALUDABLES EN LA REGIÓN DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Carlos Raúl Maldonado¹, Nery Guillermo Barrios y María, Mérida Guzmán

Actualmente en Guatemala se estima que se cultivan aproximadamente 7,000 hectáreas de tomate, y se cultivan en varios departamentos como Jutiapa, Baja Verapaz, Chiquimula, Guatemala, Zacapa, Chimaltenango, Alta Verapaz y otros. Desde 2021, el proyecto "Promoción de la diversidad de vegetales para medios de vida más resilientes y dietas más saludables en la región de América Latina y el Caribe" realizado en Guatemala por World Veg e ICTA, han evaluado líneas avanzadas de tomate en estaciones experimentales. El presente ensayo de tomate ha sido evaluado en la estación Chimaltenango del ICTA. Los resultados del tomate demostraron que tres líneas avanzadas AVTO 2138, AVTO 1915, AVTO 1954 son similares en comparación con un testigo local híbrido (Tyrál). El siguiente paso para las variedades redonda y oblonga alargada será compararlas con el testigo local en diferentes localidades con los productores, para que comprueben el rendimiento y la calidad. Además, ICTA está utilizando las líneas World Veg para desarrollar viveros de tomate para desarrollar nuevas variedades en el futuro.

Palabras clave: Solanum lycopersicum, ensayo, AVTO, Tyrál.

¹ Coordinador de Hortalizas, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala c.maldonado@icta.gob.gt Tel: +502 56355690

MUCUNA PRURIENS PELETIZADA Y TRICHODERMA HARZIANUM APLICADOS EN TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM L.) Y CAFÉ (COFFEA ARABICA L.) COMO ENMIENDA Y BIOCONTROLADOR

Arnaldo Martínez Alfaro¹ y Andrés Zuñiga²

Los abonos verdes y biocontroladores son métodos de fertilización y control de plagas respectivamente, la aplicación independiente de dichos insumos incrementa los costos de producción. Es por lo anterior que, se diseñó una presentación peletizada para aplicar ambos insumos de forma conjunta y se validó en dos cultivos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de *M. pruriens* peletizada e inoculada con *T. harzianum* Rifai en el aporte nutricional, crecimiento, rendimiento y control sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici en tomate (*S. lycopersicum*) y café (*C. arabica*). Los experimentos se ejecutaron en El Guarco, Cartago y Tarrazú, San José en el año 2022 y 2023 respectivamente. En tomate se aplicó cada 15 días para un total de 8 aplicaciones y se evaluó a los 4 mds; por su parte, en café se aplicó cada mes para un total de 4 aplicaciones y se evaluó a los 6 mds. Tanto en café como en tomate se midieron los contenidos nutricionales foliares y se tomaron variables biométricas, no obstante, solo en tomate se contabilizó el rendimiento y se midió el control sobre *F. oxysporum* (inoculación con 100 mL/planta con 1×10^3 UFC), mientras en café, se evaluó la respiración microbiana (ppm CO₂). En tomate se aplicaron dos formulaciones de biopellet que incluyeron el uso de zeolita en tres dosis (15, 30, 50 g/planta). En café la formulación de biopellet estuvo constituida por una combinación de *M. pruriens* + MAP y organominerales de broza de café. En ambos experimentos la adición de *T. harzianum* se efectuó a razón de 5 g/kg de pellet. En cuanto a resultados en tomate, se encontró que, con la aplicación del pellet no se alcanzó un rendimiento superior al testigo comercial debido a la formulación, pero en cuanto al contenido de nutrimentos foliares fue igual al testigo comercial hasta el día 60 dds, así mismo se alcanzó un control de *F. oxysporum* de 97,6 % y aumentó los niveles de C, N y M.O en el suelo. El experimento con tomate fue tomado como base para mejorar la formulación en el pellet aplicado en café y debido a ello la formulación de 60 % *M. pruriens* + 20 % organominerales + 20 % MAP en dosis de 100 y 150 g/planta, mostraron mejoría en el crecimiento vegetal, contenidos nutricionales foliares y en la actividad microbiana del suelo. Se produjo un posible bloqueo de K y algunos microelementos por alto contenido de Ca y Mg. En conclusión, el biopellet realiza aportes químicos y orgánicos al suelo, y, es una alternativa compatible con *T. harzianum* para controlar *F. oxysporum*. En tomate se debe mejorar la composición de la formulación y evaluar frecuencia de aplicación, así mismo, debe valorarse el costo de producción del biopellet.

Palabras clave: abonos verdes, suelo, materia orgánica, rendimiento, respiración microbiana, pellet.

¹ Estudiante. Carrera de Ing. Agronómica. Universidad Estatal a Distancia (UNED). Cartago, Costa Rica. milenioagrocr@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0003-0883-5574>)

² Académico. Carrera de Ing. Agronómica. Universidad Estatal a Distancia (UNED). Cartago, Costa Rica. azunigao@uned.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0001-8214-4435>) Autor para correspondencia: azunigao@uned.ac.cr

EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DE CULTIVARES DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) EN GUÁPILES, COSTA RICA, 2022

*Javier Madriz Arrieta*¹

En Costa Rica, Limón representa el 9 % de la población, tiene un decrecimiento anual del 2,2 %, un índice de competitividad cantonal bajo, su participación en ambientes protegidos ronda el 3,1 %, mayormente en ornamentales y requiere una diversificación del sector agro productivo. El objetivo fue evaluar la adaptabilidad y rentabilidad de cultivares de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo sistema hidropónico en invernadero en las condiciones agroclimáticas de Guápiles, Limón. La investigación se realizó del 10 de noviembre al 15 de diciembre del 2022 en invernadero multicapilla, con cenital, techo plástico y cerrado con malla antiáfidos y utilizando arena roja volcánica como sustrato, sistema de riego automatizado y solución nutritiva completa. Se estableció un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones para 6 cultivares de lechuga, se realizó un análisis de varianza y se aplicó prueba de separación de medias DGC con significancia del 95 %. Se tomaron datos de, temperatura, humedad relativa interna y externa, peso por unidad, presencia de látex y mortalidad y con el cultivar con mejor comportamiento se realizó un análisis estimado de relación costo-beneficio. La temperatura (°C) promedio, máxima y mínima externa fue, (23,75), (28,95) y (20,25) e interna de, (25,80), (39,09) y (20,19) respectivamente. La humedad relativa (%) promedio, máxima y mínima, externa fue, (85,92), (92,72) y (68,81) e interna, (81,88), (95,26) y (43,30) respectivamente. El mayor peso lo obtuvo el cultivar Sargasso con 267,34 g seguido por Bergam ´ s Green con 249,92 g, la mortalidad no fue significativa y la presencia de látex fue 0 % en Sargasso pero si fue 100 % en Bergam ´ s Green con diferencias estadísticas ($p < 0,05$). La relación costo-beneficio fue de 1,59. Se concluyó que bajo las condiciones de esta investigación la producción de lechuga en hidroponía y en invernadero es una opción viable, productiva y rentable para productores del Caribe, Costa Rica.

Palabras clave: fertirriego, hidroponía, ambiente protegido.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica, Centro Colón, 382-1007. jmadriz@inta.go.cr. (<https://orcid.org/0009-0003-9256-5745>)

DESARROLLO Y USO DE BIOINSUMOS EN AMÉRICA LATINA: RETOS Y OPORTUNIDADES

*Hugo Montero González*¹

Los bioinsumos son derivados de organismos vivos utilizados en la agricultura para mejorar el crecimiento de las plantas y controlar plagas y enfermedades. Estos representan una alternativa creciente en el manejo de cultivos, reducen el impacto ambiental y apoyan la sostenibilidad socioeconómica de los sistemas productivos. A nivel mundial este mercado crece a una tasa del 17 % anual, superando a la agricultura tradicional, del cual América Latina lidera con un 29 % del mercado, impulsada principalmente por el alza de los precios de los fertilizantes químicos y la búsqueda de la reducción de la carga química. A pesar de este éxito, persisten desafíos para una adopción más amplia. El I Foro Panamericano de Bioinsumos realizado en el 2023 en Panamá, fue clave para identificar estos retos, donde importantes actores técnico-científicos determinaron los principales desafíos y oportunidades para los bioinsumos en América Latina mediante el análisis de diversas encuestas aplicadas en la región. Se concluyó que es necesario mejorar los costos de producción, garantizar la calidad, proporcionar respaldo técnico-científico y ofrecer capacitación en el uso de bioinsumos dentro de una estrategia de manejo integrado de cultivos. Existe una oportunidad significativa para colaborar en iniciativas de investigación para el desarrollo de bioinsumos, donde se integren avances de otros países. Esto puede reducir la curva de aprendizaje y acelerar la implementación de alternativas biológicas en América Latina. Actualmente se están impulsando proyectos de investigación y de capacitación para articular esfuerzos con objetivos comunes para la ampliación en el desarrollo y uso de bioinsumos, y que esto permita reducir costos de producción, generar empleo y abrir nuevos mercados de productos sostenibles. Además, disminuir la contaminación, preservar la biodiversidad y mejorar la calidad del suelo y el agua. Por ello, es crucial seguir articulando esfuerzos para expandir el uso de bioinsumos en América Latina.

Palabras clave: sostenibilidad, impacto ambiental, investigación.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica, Centro Colón, 382-1007. hmontero@inta.go.cr

EVALUACIÓN AGROCLIMÁTICA DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) EN SISTEMA DE NEBULIZACIÓN EN INVERNADERO, GUANACASTE, 2023

*Javier Madriz Arrieta*¹

En Guanacaste, se han instalado invernaderos y otros módulos de ambiente protegido para cultivar hortalizas adaptados al clima tropical seco que son de mínima tecnología y dependientes de condiciones externas como, radiación solar, temperatura, humedad relativa y ventilación natural. Debido a estas limitaciones, se investiga para optimizar las condiciones internas mediante un sistema de nebulización que permita aumentar la productividad y rentabilidad del sistema. El objetivo fue evaluar el efecto de humidificación por medio de un sistema de nebulización sobre el rendimiento en la producción del cultivo de lechuga de un invernadero en la región de Guanacaste. Durante 1 mes (septiembre, 2023) se instaló un sistema de nebulización presurizado y automatizado, en uno de dos invernaderos muticapilla, de 7 metros de ancho por 14 metros de largo, con cenital, techo plástico y cerrado con malla antiáfidos. En ambos se utilizó el suelo cubierto con plástico negro plata, sistema de riego automatizado y solución nutritiva completa. Se confeccionaron 4 camas por invernadero y se sembraron 111 plantas por cama. Se instalaron registradores de humedad relativa y temperatura a diferentes alturas. La cosecha se realizó a los 27 días después de trasplante. Se tomaron datos de incidencia de plagas y enfermedades, peso y mortalidad. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y se estimó el déficit de presión de vapor (DPV) con las variables climáticas. El promedio de peso fue de 170 gramos por planta, con una mortalidad del 3 % y DPV de 2,86 a las 11:00 AM para el tratamiento con nebulización y de 91,37 gramos por planta, mortalidad de 17 % y DPV de 2,00 a las 11:00 AM. La productividad fue mayor en invernadero con nebulización. Es necesario estimar costos y medir rentabilidad en este cultivo o buscar cultivos más rentables y/o la utilización de otros sistemas de menor costo.

Palabras clave: fertirriego, hidroponía, ambiente protegido.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica, Centro Colón, 382-1007. jmadriz@inta.go.cr. (<https://orcid.org/0009-0003-9256-5745>)

ALIANZA SIDALC Y AGRIPERFILES: PLATAFORMAS HEMISFÉRICAS QUE PROMUEVEN EL ACCESO ABIERTO A INFORMACIÓN AGROPECUARIA DE LAS AMÉRICAS

*Manuel Hidalgo Oconitrillo*¹

SIDALC, la Alianza de Servicios de Información Agropecuaria, es una alianza internacional de servicios de información agrícola, pecuaria, forestal y ambiental que comparten información y servicios como una gran red. Liderada por el IICA desde 1999, hoy es una de las ventanas del conocimiento más importantes de América Latina y el Caribe (ALC). El objetivo de SIDALC es hacer disponible desde un solo punto la información técnica y científica generada en la región, brindar soporte a las instituciones del sector agropecuario, promover la capacitación, concientizar a los países sobre el uso responsable de la información y el conocimiento validado, y contribuir al crecimiento económico y social. Desde sus inicios, SIDALC ha motivado el compartir el conocimiento que se encuentra en las instituciones agropecuarias. Actualmente, cuenta con la integración de importantes bases de datos con millones de recursos de información divididos en grandes bloques de recursos de conocimiento, como recursos bibliográficos, artículos de revistas, datos de investigación, cursos y perfiles profesionales, donde destaca que el 95 % son recursos digitales de libre acceso. La Alianza SIDALC ha promovido el uso de protocolos y estándares internacionales que fomentan el intercambio de información y la digitalización de los recursos documentales. La propuesta para formar un Descubridor Agropecuario para el hemisferio se basa en los servicios que brindan los colaboradores día a día a los participantes en la Alianza SIDALC, estructura clave de una red dinámica en la que se comparte con la comunidad de usuarios para recibir mucho más. Agriperfiles, como parte de esta alianza, es una plataforma que permite la visibilidad y el intercambio de perfiles de expertos en el sector agropecuario. A través de Agriperfiles, los usuarios pueden acceder a una red de profesionales, investigadores y técnicos especializados, facilitando la colaboración y el intercambio de conocimientos en la región. Esta herramienta complementa los servicios de SIDALC al ofrecer un espacio para la conexión entre individuos y la creación de redes profesionales, potenciando el impacto del conocimiento y las prácticas agropecuarias.

Palabras clave: Gestión del conocimiento, sistemas de información, herramientas de descubrimiento.

¹ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), San José, Costa Rica. 88402414, manuel.hidalgo@iica.int. (<https://agriperfiles.agri-d.net/display/n6159>)

EVALUACIÓN DE TRES SOLUCIONES MINERALES Y DOS PRODUCTOS BOTÁNICOS, PARA EL CONTROL DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* (MONT. DE BARY) EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L) VARIEDAD MONTELMIMAR, EN TRES LOCALIDADES DE SAN MARCOS

Luis Fernando Velásquez Tiney¹, Eduardo Alejandro Díaz De León², Fredy Roberto Pérez Monzón³

Las soluciones minerales y productos botánicos de acuerdo a su formulación, promueven un control de la enfermedad provocada por el oomiceto *phytophthora infestans*, la cual afecta el cultivo de tomate, por lo anterior descrito, se ejecutó la evaluación de tres soluciones minerales y dos productos botánicos, para el control del tizón tardío en tomate, variedad Montelimar, la investigación se realizó bajo condiciones de invernadero, mediante la metodología de análisis estadístico de bloques completamente al azar, las variables de respuesta que se tomaron en cuenta fueron: Incidencia, Severidad, Rendimiento y Rentabilidad, las unidades experimentales se establecieron en aldea Las Barrancas del municipio de San Antonio Sacatepéquez, caserío Llano Grande del municipio de San Pedro Sacatepéquez y aldea La Esmeralda del municipio de Esquipulas Palo Gordo. La evaluación determinó que el tratamiento que presentó el porcentaje de incidencia de tizón tardío más bajo, fue el de la solución mineral tipo Viagra, demostrando tener un 14.40 % (15.12 plantas) de infección por cada 105 plantas de tomate variedad Montelimar, obteniendo también el rendimiento más alto de todos los tratamientos evaluados en la investigación con 4076.42 kg/h de tomate. La rentabilidad determinada por los costos y gastos económicos demostraron que la solución mineral tipo Viagra y la solución base de Ceniza, generaron las ganancias más altas, obteniendo por cada Q. 01.00 invertido, para la solución mineral tipo Viagra Q. 01.82, un quetzal con 82 centavos y para la solución base de Ceniza Q. 01.77 un quetzal con setenta y siete centavos.

MESA TÉCNICA DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS



¹ Investigador Principal, ICTA Guatemala

² Investigador Asociado

³ Coordinador cadena de tomate región occidente e investigador asociado

INNOVACIÓN EN EL CULTIVO DE LA YUCA: USOS DEL ALMIDÓN Y LA HARINA

Maria A. Ospina¹, Luis F. Londoño¹, Thierry Tran^{1,2}

La yuca es un cultivo de gran importancia para Centroamérica y el Caribe, contribuyendo significativamente a la seguridad alimentaria. No obstante, su potencial en términos de innovación, en el uso del almidón y la harina de yuca en productos alimenticios, aún no ha sido plenamente aprovechado. El almidón de yuca, apreciado por su versatilidad en la industria, se utiliza en una variedad de productos, desde jamones hasta compotas y salsas. Por otro lado, la harina de yuca, considerada una alternativa sin gluten, se utiliza en productos de panificación. Este estudio se centró en la evaluación de la calidad del almidón y la harina de yuca, su aceptación en el mercado y las preferencias de los consumidores. El objetivo principal fue evaluar parámetros poscosecha y de calidad comercial en 100 genotipos de yuca del banco de germoplasma del CIAT sembrados en Colombia (3° 30' 17" N, 76° 21' 24" W) en bloques completos al azar durante 3 ciclos de cultivo entre 2021 y 2023. A partir de estos datos, se establecieron criterios de selección y se determinó el uso potencial en tres mercados: consumo en fresco, producción de almidón y de harina. El análisis estadístico se realizó con el software JMP 14.1. Se consideró la probabilidad del 5 % indicaba significación estadística. Cada parámetro se analizó mediante ANOVA. Las medias de los pares se compararon mediante la prueba de Tukey-Kramer y mediante correlación de Pearson. Se encontró que el contenido de amilosa osciló entre 16 % y 25 %, la viscosidad máxima entre 486.65 cP y 1068.79 cP, y la claridad de los geles de almidón entre 44.55 % y 69.05 %. Además, se realizó análisis de farinograma y alveograma en la harina de yuca para determinar su idoneidad en productos de panificación. También, se encontró diferencias significativas en el contenido de materia seca (25 %-43 %), contenido de cianuro (15ppm-600ppm) y tiempo óptimo de cocción (12 min- 60 min). Con este estudio, fue posible identificar 5 genotipos de yuca como líneas parentales prometedoras (CR63, PER183, COL2019, IND135, CHN2) para el mejoramiento dirigido a los tres mercados evaluados.

Palabras claves: Calidad poscosecha, Fitomejoramiento, Preferencias de los consumidores.

¹ Alliance of Bioversity and CIAT, Programa de yuca, 763022, Cali, Colombia. m.a.ospina@cgiar.org (Autor de correspondencia; <https://orcid.org/0000-0001-9833-8592>), l.londono@cgiar.org (<https://orcid.org/0000-0003-0384-605>).

² Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), UMR QualiSud, F-34398, Montpellier, France. thierry.tran@cgiar.org (<https://orcid.org/0000-0002-9557-3340>).

DETERMINACIÓN DE HIERRO Y ZINC EN GENOTIPOS BIOFORTIFICADOS DE CAMOTE (*IPOMOEA BATATAS*) EN GUATEMALA

*Nery G. Barrios¹, Osman E. Cifuentes¹, Carlos Maldonado¹, Oscar Barrios¹,
César G. Torres¹, Mynor E. Lopez¹, Nelida L. Eriksson², Federico Diaz³*

En Guatemala el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, es el ente rector de la investigación agrícola, un campo muy amplio en los distintos cultivos, en el desarrollo nacional la seguridad alimentaria y nutricional es un eje transversal por la plataforma BioFort que desde el año 2015, se han liberado variedades de camote biofortificados en betacarotenos. Sin embargo, según la encuesta de nutrientes del ministerio de salud de Guatemala señala mayor problema en hierro 27 % y zinc 32 % de deficiencias de estos micronutrientes. El presente trabajo trata la recopilación de información del contenido nutricional del hierro y zinc de cuatro genotipos de camote durante dos años, donde se midió el rendimiento, contenido de hierro y zinc en suelo, raíz y hoja (4 localidades de diferente rango altitudinal y características contrastantes), donde se utilizaron diferentes técnicas de análisis estadístico utilizando, Modelos mixtos, análisis de estabilidad ambiental para cada variable, curvas de Eberhat y Russell; análisis multivariados Componentes principales, conglomerados y correlaciones de Pearson. Identificando al ICTA-Dorado como el Material de los cuatro evaluados que es estable en rendimiento y hierro, encontrando que el zinc como objeto de estudio no presenta diferencia significativa, uno de los impactos de mayor importancia de estos datos es los primeros datos medibles de la capacidad que tienen los materiales de camote de almacenar hierro y zinc, traslucimiento en las raíces reservante y como resultado la contribución a la seguridad alimentaria y nutricional de las personas guatemaltecas a través del consumo de camote específicamente ICTA-Dorado.

Palabras clave: betacarotenos, micronutrientes, variedades, multiambiental, multivariado.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala.

² Universidad de Lund, Suecia.

³ Centro Internacional de la papa (CIP), Perú.

EVALUACIÓN FERMENTADO DE GALLINAZA EN PAPA (*Solanum Tuberosum* L.), VARIEDAD LOMAN, SAN MARTÍN SACATEPÉQUEZ

Otoniel García Cifuentes¹, Mygdalia Mérida López² y Eliseo Juárez Cabrera³

En Guatemala como alternativa para disminuir los costos en fertilizantes, los productores de papa han empleado la gallinaza cruda como fuente de nutrientes; sin embargo, su uso sin tratamiento previo puede llegar a provocar alta toxicidad, acidez y daños a la microbiota del suelo. Con el objetivo de obtener una fuente de nutrición más amigable con el medio ambiente, y el productor, se sometió la gallinaza cruda a un proceso de fermentación, preparando dos formulaciones de fermentado de gallinaza líquida para demostrar sus beneficios como abono orgánico, comprobar la calidad nutricional e inocuidad de ambas formulaciones, evaluar el efecto en el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa y conocer su rentabilidad. Se evaluaron siete tratamientos; vía foliar, vía radicular, combinación radicular y foliar y el testigo del productor, los ensayos se establecieron en dos localidades con un diseño experimental de bloques completos al Azar, como variables de respuesta se analizó el contenido químico, biológico, físico de los bioles, altura de la planta, grosor de tallo, coloración de las hojas, número de tubérculo, rendimiento, diámetro ecuatorial y polar de tubérculos, rentabilidad neta y precio de equilibrio. En los resultados se observó cambios en la composición fisicoquímica, beneficios en la parte aérea de la planta, lo que permitió concluir que la segunda formulación es la más beneficiosa para el agricultor; la cual puede prepararse con materiales locales y además; a un menor costo de producción. Por lo anterior se recomienda la validación del tratamiento cinco, para replicarse en otras zonas de producción aplicado vía radicular; así también, evaluarla como fuente principal de nutrición.

Palabras clave: Desarrollo, inocuo, nutrición.

¹ Investigador Principal, Ingeniero Agrónomo, profesor investigador, Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala, otoneilgarcia@cunoc.edu.gt, 502-55768816

² Investigador Asociado, Ingeniera Agronomía, profesor investigador, Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala, mygdaliamerida@cunoc.edu.gt

³ Investigador Auxiliar, Estudiante carrera Ingeniero Agrónomo, Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala, eliseojuarez201530332@cunoc.edu.gt, 502-59585836

EVALUACIÓN DE LÁMINAS DE RIEGO EN EL CICLO DE PAPA EN DOS LOCALIDADES, GUATEMALA

Ph D. Willian Erik de León Cifuentes¹, Ing. Agr. Odilia Deyanira Champet Herrera², Br. Jansson Swesley Argueta Escobar³

La investigación se llevó a cabo durante los meses de julio del año 2022 al mes de febrero del año 2023, establecida en dos localidades. Aldea el Edén del Municipio de Palestina de los Altos y Aldea Tuichim 1, del Municipio de San Martín Sacatepéquez, pertenecientes al departamento de Quetzaltenango. El Diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con arreglo en franjas, distribuido en 4 tratamientos con 4 repeticiones de manera correspondiente, la unidad experimental estuvo constituida por 16 surcos, cada surco poseía 40 plantas. Los tratamientos utilizados fueron: uno (lámina de riego con 60 % de irrigación) teniendo un total de 151.68 mm. El tratamiento dos (Lámina de riego con 80 % de irrigación) un total de 202.08 mm, Tratamiento tres "Lámina calculada" (Lámina de riego con 100 % de irrigación) con un total de 252.48 mm y el tratamiento cuatro (Lámina de riego con 120 % de irrigación) teniendo un total de 302.88 mm. Con base a ello se desarrolló un calendario de riego con un intervalo de aplicación de tres días, se evaluaron los efectos sobre los rendimientos de papa (variedad Loman), los resultados demostraron en la localidad Palestina de los Altos que el tratamiento tres de (100 % de irrigación) presentó un mejor rendimiento de 15.88 t/ha y en el caso de San Martín Sacatepéquez se obtuvo que el tratamiento dos (80 % de irrigación) presentó un mejor rendimiento de 10.91 t/ha, por los rendimientos obtenidos, se generó ganancia al comercializar.

Palabras clave: Lámina de riego, cultivo de papa, rendimiento, rentabilidad.

¹ Universidad de San Carlos de Guatemala, CUNOC, División de Ciencia y Tecnología, Calle Rodolfo Robles 29-99 zona 1, Quetzaltenango. 09001 78730000. williandeleon@cunoc.edu.gt, (502) 30252945

² Universidad de San Carlos de Guatemala, CUNOC, deyanirachampet@hotmail.com, (502) 46819183

³ Universidad de San Carlos de Guatemala, CUNOC, janssonargueta201831336@cunoc.edu.gt (502) 42064309

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE CAMOTE (*Ipomoea batata*) EN EL TRÓPICO HUMEDO DE COSTA RICA

Arturo Solórzano Arroyo¹, Hazel Mena Venegas¹, Maria José Elizondo¹

En la estación experimental INTA Los Diamantes, Guápiles de Limón se realizó una evaluación de 21 materiales de camote (*Ipomoea batata*) sobre variables de producción y comportamiento agronómico en la región caribe del país. La investigación se realizó durante la época seca y lluviosa. El germoplasma evaluado es local e importado del CIP Perú. Como semilla se emplearon esquejes con cuatro o cinco nudos de plantas productivas de camote, se empleó un diseño BCA con tres repeticiones y una densidad de siembra de 33,000 plantas/ha. El control de malezas fue manual y no se requirió aplicación de fungicidas. Dos aplicaciones de insecticidas fueron requeridas para el control de insectos chupadores. El comportamiento agronómico contempló el registro enfermedades, virus, plagas, cobertura y desarrollo de las plantas, así como la predilección de consumo de tallos frescos por venados. El rendimiento se registró a los cinco meses y se midió la biomasa fresca y seca de raíces y tallos para su potencial uso para pienso animal. Los materiales Diamantes Blanco, El Zota e Iztarú presentaron los mayores rendimientos p 0,0001 con 55, 48 y 39 Ton/ha de raíces frescas. La incidencia de plagas fue similar entre todos los materiales y 18 de los materiales evaluados no presentaron valores de enfermedad p 0,0033 mayor a 1 en una escala de 1 a 5. Dos materiales CIP 440031 y Utopía mostraron virus p 0,0012 desde la primera evaluación con afectación en casi todas las plantas, mientras que 12 materiales no fueron afectados. Varios materiales mostraron buena cobertura p 0,0052, superior al 80 % a los 45 dds mientras que otros materiales como Charly, CIP 440031, Beauregard y Koki Gigante mostraron un poco desarrollo. El porcentaje de materia seca osciló entre 19 y 35 % con aportes entre 18 y 14 toneladas de materia seca/ha.

Palabras clave: raíces, alimentación animal, harinas.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica, Sabana Sur. Tel. (506) 2100-6105
www.inta.go.cr. asolorzanoa@inta.go.cr (<https://orcid.org/0009-0009-2246-335x>).

EVALUACIÓN DE MATERIALES DE CAMOTE (*Ipomoea batata*) EN LA REGIÓN CHOROTEGA DE COSTA RICA

Arturo Solórzano Arroyo¹, Hazel Mena Venegas¹, Carlos Salazar Villafuerte¹

En la Estación experimental INTA (EJN), Cañas, Guanacaste de Costa Rica se realizó una evaluación de 20 materiales de camote (*Ipomoea batata*) sobre su adaptabilidad y producción en el trópico seco. El estudio se realizó entre la época seca y lluviosa de la zona, en un suelo Vertisol con riego por gravedad. Los materiales evaluados provienen del banco de germoplasma del INTA. Como semilla se usaron esquejes con cuatro nudos. El experimento uso un diseño BCA con tres repeticiones y 20 tratamiento a una densidad de siembra de 33,000 plantas/ha. El control de malezas fue manual y con motowadaña. Tres aplicaciones de insecticidas fueron necesarias para el control de insectos y no se requirió aplicación de fungicidas. La siembra y cosecha fue semi-mecanizada. Las variables evaluadas fueron enfermedades, virus, plagas y cobertura. Algunos materiales mostraron estrés por las altas temperaturas. El rendimiento se registró a los cinco meses. Los materiales Diamantes Blanco, Iztarú, El Zota, Dayana, ITCR 01 y Koki 1 fueron los más productivos, p 0,0001 con 69, 67, 57, 56, 50, 42 y 36 T/ha de raíces frescas, superando a los demás tratamientos que oscilaron entre 26 y menos de 1 T/ha. La presencia de virus se registró p 0,0001 en los materiales 440031 y Utopía con incidencias entre 50 y 80 %. La incidencia de plagas fue mayor p 0,0027 en los materiales Dayana, La Pulga, ITCR1, 440004, Iztarú y Koki 2 p 0,0027 con valores de incidencia entre 40 y 50 %. La afectación por enfermedades fue similar con valores entre 0 y 1. El grado de cobertura alcanzó el 100 % p 0,0001 a excepción de Sin ID, Utopía, Charly, 440132 y Beauregard que su desarrollo fue limitado con valores entre 20 y 40 %. El aporte de materia seca calculada osciló entre 23 y 22 T/ha.

Palabras clave: germoplasma-raíces, alimentación animal, harinas, trópico seco.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica, Sabana Sur. Tel. (506) 2100-6105
www.inta.go.cr. asolorzanoa@inta.go.cr (<https://orcid.org/0009-0009-2246-335x>).

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTÁNDAR PARA EVALUACIONES MORFO-AGRONÓMICAS EN ENSAYOS DE YUCA - ALIANZA BIOVERSITY-CIAT

*Sandra M. Salazar, Nelson Morante, Jorge Ivan Lenis, Hernan Camilo Vargas, Luis Londoño,
Maria Alejandra Ospina, Luis Fernando Delgado y Sean Fenstemaker¹*

El programa de mejoramiento genético de yuca de la Alianza Bioversity-CIAT anualmente genera por retrocruzamiento 5.000 nuevos clones o semillas F1 con altos contenidos de Betacaroteno. Los tallos seleccionados y cosechados de F1 fueron enviados a evaluación a la costa caribe colombiana para ser evaluados en diferentes ciclos de evaluación: (i) Evaluación de Surco Sencillo, (ii) Ensayos Preliminares de Rendimiento, (iii) Ensayos Avanzados de Rendimiento, (iv) Pruebas Regionales, (v) pruebas de evaluación agronómica y (vi) pruebas semicomerciales. Dependiendo del ciclo de evaluación, se siembran un número de plantas, repeticiones y localidades específicos; las cuales se van incrementando a medida que avanza la evaluación y va disminuyendo el número de genotipos seleccionados. Para lograr una buena selección de genotipos, ciclo a ciclo, se tiene un rigor científico en la colecta de datos, para ello, el programa de yuca implementó un procedimiento de operación estándar (SOP) con las características morfo-agronómicas donde se indicó la definición, los parámetros de la característica y la época de evaluación, esto con el fin que el equipo de campo en cada una de las zonas de evaluación realice la adecuada colecta de datos. Para este ejercicio, se tomaron los resultados de los análisis estadísticos de dos años de evaluación y se analizó la heredabilidad de las principales características morfo-agronómicas en seis ambientes de la costa caribe, lo que permitió encontrar que la mayor heredabilidad se obtuvo en las características de calidad y materia seca. Esta implementación, ha permitido la armonización y estandarización de las evaluaciones fenotípicas en los ensayos de yuca; ha mejorado la organización y los tiempos de entrega de datos, garantizando la gestión y análisis de datos, ayudado al programa de mejoramiento a ser eficiente en la selección de nuevas variedades con alto potencial de rendimiento, buenas características agronómicas y tolerancia a plagas y enfermedades.

Palabras clave: mejoramiento genético, SOP, heredabilidad.

¹ Alianza Bioversity-CIAT, Cali, Colombia, Km 17 Recta Cali—Palmira.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE CAMOTE (*Ipomoea batata*) DEL JARDIN CLONAL DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LOS DIAMANTES

Jéssica Castillo Cruz¹

Los recursos genéticos almacenados en bancos de germoplasma han permitido obtener nuevas variedades de plantas a través de procesos de selección (mejoramiento genético); las colecciones son consideradas una herramienta importante dentro de estos métodos, donde se trata de concentrar una amplia diversidad de materiales. El camote es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, debido a su alto rendimiento, bajo costo de producción y alto valor nutricional. El objetivo de este estudio fue describir morfológicamente y agronómicamente la colección de camote; incluyó un total de 45 materiales. Se realizaron evaluaciones para 24 caracteres morfológicos (14 cuantitativos y 11 cualitativos). La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Los Diamantes, en Pococí, Limón, Costa Rica; entre los años 2018 y 2020. Para el análisis de los descriptores se utilizó análisis multivariado, construyendo conglomerados (dendrogramas). El material colectado localmente, denominado el "Zota" ó camote "Guapileño", fue el que más raíz reservante produjo, además de poseer cascara color morada, tipo criollo, con pulpa color naranja, aunque su descripción morfológica no difiere de los materiales así llamados. Los dendrogramas separaron en grupos los materiales con características desiguales de color y forma de la hoja, "Don Evelio" el más diferente. En cuanto a número y tipo de lóbulos, presencia de pubescencia, habito de floración, tamaño de hoja, longitud de los nudos, longitud de los peciolo, diámetro de los nudos; se formaron 7 grandes grupos, se encontró diferente la accesión "Jewel". Por otra parte, se identificaron 25 accesiones con propiedad para la alimentación animal, las cuales no producen raíz reservantes y presentan altos valores nutricionales, tal es el caso del 8524 y 8485 que mostraron más porcentaje de proteína cruda. El proceso de descripción morfológica de esta colección logro demostrar la diversidad genética que posee, al manifestar que cada material es diferente morfológicamente.

Palabras clave: Diversidad genética, seguridad alimentaria.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA, CR. (506) 8874-7233, jcastillo@inta.go.cr (<https://orcid.org/0009-0006-7967-8077>)

EVALUACIÓN DE CINCO CLONES DE PAPA CON RESISTENCIA A TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* MONT DE BARY) EN DOS REGIONES DEL ALTIPLANO DE GUATEMALA

Eduardo Rodrigo Fuentes¹, Oscar Xutuc², Leonel Esteban Monterroso², Karen Agreda², Byron Mendoza²

La investigación fue realizada en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Sololá y Chimaltenango donde la producción de papa es importante para la alimentación y generación de ingresos, el propósito fue evaluar el rendimiento de cinco clones con resistencia a tizón tardío, *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, por ser la principal enfermedad causante de bajos rendimientos en el cultivo de papa. Para la investigación se establecieron siete ensayos de finca bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y siete tratamientos, de estos, cinco tratamientos correspondieron a los clones bajo estudio: TG1, TG7, TG11, TG12, TC8 y dos tratamientos correspondientes a la variedad Loman testigo susceptible y variedad del agricultor que habitualmente siembra. Se tomó el rendimiento, incidencia y severidad de tizón tardío para cada uno de los tratamientos. Los resultados obtenidos indican que el clon con mejor rendimiento fue TG7 con 32.93 t ha⁻¹, el clon que presentó menos daños a tizón tardío fue TC8 con un grado de susceptibilidad 5, con rendimiento de 20.17 t ha⁻¹, y el clon que presentó estabilidad de rendimiento en los siete ambientes evaluados fue TG11. Se recomienda continuar el proceso de generación de tecnología con el clon TG7 por su buen rendimiento y presentar menor AUDPC en tres de los ambientes evaluados.

Palabras clave: Resistencia a tizón, clones mejorados, mejoramiento en papa.

¹ Investigador Principal PVTT-ICTA-CEPALO.

² Investigadores Asociados PVTT-ICTA-CEPALO y CEPALC.

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DESINFECCIÓN Y MEDIOS DE CULTIVO PARA MULTIPLICACIÓN *IN VITRO* DE CAMOTE (*IPOMOEA BATATA*)

María Teresa Aguilar Bonilla¹

El cultivo *in vitro* de tejidos es una técnica que se utiliza para garantizar semillas sanas y de muy buena calidad para ofrecer a los productores. El objetivo fue validar un protocolo de multiplicación *in vitro* de camote criollo, para la producción de semilla de alta calidad genética y fitosanitaria. En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Centro de Innovación Agropecuaria Los Diamantes, cantón de Pococí, provincia de Limón; se probaron dos métodos de desinfección para determinar el más efectivo, evaluando porcentaje de contaminación, porcentaje de sobrevivencia y porcentaje de mortalidad. En el método de desinfección 1 se utilizó alcohol 70°, Tween 20® e hipoclorito de sodio 1 % y en el método de desinfección 2 se empleó jabón antibacterial, Kilol (bactericida-fungicida) e hipoclorito de sodio 2 %. Se evaluaron cuatro medios de cultivo para multiplicación *in vitro*, el medio M1 consistió de un M&S modificado adicionado con 1mg/L de ANA; el M2 un M&S con 0,03 mg/L ANA y 0,3mg/L BAP; el medio M3 era un medio M&S sin reguladores y el medio M4 un M&S con 1mg/L AIA 2 mg/L Kinetina; se evaluaron variables de altura, masa fresca, número de nudos y número de raíces. El porcentaje de sobrevivencia del método de desinfección 1 fue de 76 % y el del método de desinfección 2 fue de 93,3 % siendo el segundo el más efectivo. Al evaluar los medios de cultivo suplementados con diferentes reguladores de crecimiento, se determinó que las plantas cultivadas en el medio M1 mostraron mayor altura (promedio de 6,31 cm), número de nudos (promedio de 9,29) y número de raíces (promedio de 7,6).

Palabras clave: Laboratorio, semilla, sobrevivencia.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA, CR.

CONTROL BIOLÓGICO DEL CHINCHE (*Cyrtonevus mirabilis*) DEL CULTIVO DE YUCA EN COSTA RICA

Hazel Mena Venegas¹ Arturo Solórzano Arroyo¹

El chinche de la viruela es una de las principales plagas de impacto en la producción del cultivo de yuca, afecta la calidad final del producto de exportación. Ninfas y adultos hacen el daño desde los primeros dos meses de formación de la raíz y continúan durante el ciclo de engrosamiento de las raíces, ocasionando el ingreso de patógenos y reducción de almidón. El uso de controladores biológicos es una opción para asegurar la sanidad del producto final en la cosecha a los 12 meses de edad. El objetivo de la investigación fue evaluar la eficacia biológica de hongos y nematodos entomopatógenos sobre ninfas y adultos de *Cyrtonevus mirabilis*. Los organismos biológicos utilizados fueron; *Beauveria bassiana* (INTA H-31), *Metarhizium anisopliae* y *Heterorhabditis bacteriophora*. La investigación se realizó en Limón-Guápiles, de diciembre 2022 a diciembre 2023, se empleó un diseño de BCA con cuatro repeticiones, parcelas de 6 surcos x 10 metros a razón de 10,000 plantas / ha. Las aplicaciones se realizaron en drench dirigida a la planta cada 22 días desde la siembra hasta los cinco meses. La evaluación del daño y cálculo de severidad de la afectación de las raíces se realizó a los siete meses y se determinó la severidad de la afectación de las raíces. El campo mostró desde muestreo inicial alta infestación del chinche y se reflejó en evaluación final. El tratamiento de *Metarhizium anisopliae* logró la menor incidencia p 0,0022 respecto a los demás tratamientos con una reducción entre 100 y 50 % de la incidencia de la plaga, incidencia de 25,7 % aún con el alto coeficiente de variación mostrado en el análisis. Los tratamientos *Beauveria* y *Heterorhabditis* no se diferenciaron del testigo y su incidencia fue alrededor del 50 %.

Palabras clave: Hongos-nematodos entomopatógenos, plagas *Manihot esculenta*.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Limón, Costa Rica, Sabana Sur. Tel. (506) 2100-6105
www.inta.go.cr. hmena@inta.go.cr (<https://orcid.org/0009-0009-2246-335x>).

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVAR DE PAPA PALMIRA (*SOLANUM TUBEROSUM*) EN GUANACASTE, COSTA RICA

Eduardo Quirós Redondo¹

La variedad Palmira fue liberada en Costa Rica por su tolerancia al hongo *Phytophthora infestans* y buen rendimiento (alrededor de las 30 ton/ha), pero también por ser resistente a condiciones de poca disponibilidad de agua y por ser parte del grupo de materiales seleccionados por el CIP de Perú con cualidades de adaptabilidad al cambio climático. El objetivo de la actividad fue observar el comportamiento de este material en las condiciones de la provincia de Guanacaste, caracterizada por ser parte del trópico seco de Costa Rica. Se establecieron parcelas de papa variedad Palmira en dos localidades de dicha provincia entre octubre de 2021 y mayo de 2022. La primera en la comunidad de Buenavista de Cañas Dulces de Liberia a 530 m snm y en San Miguel de Cañas, específicamente en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez del INTA a 15 m snm. Para el caso de Cañas Dulces Liberia, el orden de suelo encontrado fue Andisol, en este sitio el cultivo mostró un buen desarrollo de área foliar y mostró presencia de llenado de tubérculos. El principal problema observado fue la alta incidencia del nematodo *Meloidogyne* sp., tanto durante el desarrollo del cultivo, como al momento de la cosecha, presentándose una incidencia del 87 % del total de tubérculos cosechados. Respecto al ciclo productivo, el cultivo entró por sí solo en senescencia y fue cosechado a los 105 días después de la siembra (dds), con un rendimiento de 13 ton/ha. Para el caso de San Miguel de Cañas, el suelo fue un Vertisol, los principales problemas fueron plagas vertebradas (conejos e iguanas) y un complejo de enfermedades compuesto por *Fusarium* sp. y *Erwinia* sp., que provocaron la pérdida del 57 % de las plantas. Dicho síntoma se caracterizó por una marchitez en las plantas afectadas. A las plantas marchitas se les realizó un análisis para detectar la presencia de *Ralstonia solanacearum*, pero resultó negativo. Las plantas sobrevivientes presentaron síntomas de senescencia por madurez fisiológica de la planta a los 75 dds, llegando a secarse completamente a los 90 dds, momento en que se definió el punto para su cosecha. Dichas plantas no produjeron ningún tubérculo.

Palabras clave: producción, tubérculo, alta temperatura.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica, Mata Redonda, (506) 2100-6105.
edquiros@inta.go.cr (www.inta.go.cr)

***Spartocera fusca* (HEMIPTERA: COREIDAE) ASOCIADA A CULTIVOS DE PAPA EN TIERRAS ALTAS – CHIRIQUÍ, PANAMÁ**

***Rubén D. Collantes G.*^{1,2}, *José Guerra S.*², *Randy Atencio V.*^{3,4}, *Alonso Santos-Murgas*^{5,6}**

La familia Coreidae (Hemiptera), comprende especies de importancia en ambientes urbanos y agrícolas. La provincia de Chiriquí es la principal zona hortícola en Panamá y en cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L., 1753) en Volcán, distrito de Tierras Altas, se encontró la presencia de chinches afectando brotes y tallos. Los objetivos de la investigación fueron identificar la especie de insecto, actualizar la distribución de la misma en el país y reconocer plantas hospedantes en el área de estudio. Se visitaron las localidades de Volcán y Cerro Punta, Tierras Altas, levantándose un listado de plantas hospedantes potenciales del chinche. Del cultivo afectado, se recolectaron ocho especímenes adultos (seis hembras y dos machos) y de vegetación aledaña una hembra; los cuales fueron colocados en un recipiente con etanol al 70 % para su análisis en laboratorio, revisándose caracteres morfológicos internos y externos. Se consultó bases de datos para actualizar la distribución del chinche en Panamá. Según los resultados, el insecto corresponde a *Spartocera fusca* (Thunberg, 1783) (Hemiptera: Coreidae); en el país solamente se le ha encontrado en Chiriquí, en los distritos de Boquete, Dolega y Tierras Altas. Entre las especies vegetales en Tierras Altas con las cuales podría interactuar el insecto, están *Cajanus cajan*, *Arachis pintoi*, *Acacia* sp., *Abutilon* sp., *Ipomoea batatas*, *Physalis peruviana*, *Solanum nigrum*, *S. tuberosum*, *S. lycopersicum*, *S. betaceum*, *S. quitoense*, entre otras. En conclusión, se identificó a *S. fusca*, plaga emergente potencial de solanáceas (en especial en Tierras Altas). En Panamá, este insecto sólo está reportado para Chiriquí.

Palabras clave: Chinches, hospedantes, Solanáceas.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta – Chiriquí, Panamá. rdcg31@hotmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>).

² Universidad Tecnológica OTEIMA, David – Chiriquí, Panamá.

³ IDIAP, Centro de Innovación Agropecuaria de Divisa – Herrera, Panamá.

⁴ Sistema Nacional de Investigación (SNI), Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).

⁵ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Panamá.

⁶ Escación Científica Coiba (Coiba-AIP), Ciudad del Saber – Clayton, Panamá.

INTERVALOS DE APLICACIÓN EN 5 CLONES EXPERIMENTALES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L) CON RESISTENCIA A TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestas* MONT. DE BARY)

***Oscar E. Barrios*¹, *Carlos R. Maldonado*¹, *Osman E. Cifuentes*¹**

En Guatemala, predomina el uso de la variedad de papa Loman, altamente susceptible al tizón tardío (*Phytophthora infestas* Mont. de Bary), lo que hace necesaria una alta carga de fungicidas para su control, incrementando los costos de producción y riesgos a la salud y al ambiente. El ICTA ha seleccionado 5 clones experimentales de papa que han demostrado resistencia intermedia al patógeno, se propone la evaluación de distintos intervalos de aplicación de fungicidas, con lo que se busca complementar la resistencia de los clones. El objetivo es contribuir al mejoramiento de la productividad de papa a través de la identificación variedades resistentes y programas de manejo fitosanitario del tizón tardío. Los ensayos fueron establecidos en dos localidades: Labor Ovalle, Quetzaltenango y La Alameda, Chimaltenango durante los meses de junio a octubre de 2023. Se midieron tres variables de respuesta: incidencia, severidad y rendimiento, para cada una se realizó un ADEVA y posteriormente una separación de medias (DGC 5 %). En cuanto a la incidencia se identificó que para Chimaltenango fue de 71.70 (valor arcoseno), mientras que para Quetzaltenango la media fue de 50.90. La severidad fue calculada con base en el rAUDPC para ambas localidades, se identificó que Quetzaltenango presenta una media de 1122.92 mientras que para Chimaltenango la media fue de 1894. Finalmente, para el rendimiento fue posible identificar que Chimaltenango presenta un rendimiento medio de 7.13 ton/ha, el que se encuentra por debajo del promedio nacional; para Quetzaltenango, la media fue de 16.66 ton/ha, cercano a la media nacional (20 ton/ha). Los clones TG7 y TC8 presentan una menor incidencia independientemente de los intervalos de aplicación. De acuerdo con el rAUDPC los clones TG7 y TC8 presentan menor severidad en ambas localidades. En cuanto rendimiento los clones TG7 y TC8 presentan mayor rendimiento acumulado en las dos localidades.

Palabras clave: incidencia, severidad, rendimiento.

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Km 21.5 carretera hacia Amatitlán, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala. o.barrios@icta.gob.gt +502 5693 883.

EFECTO DE BARRERAS FÍSICAS PARA DISMINUIR PARATRIOZA EN EL CULTIVO DE PAPA EN GUATEMALA

Carlos Maldonado¹, Astrid Racancoj, Oscar Barrios, Yazmin Osorio

La paratRIOZA, *Bactericera cockerelli* (Sulc) es una plaga agrícola que se alimenta de la savia de las plantas y puede causar daños directos e indirectos. Es conocido que las ninfas y los adultos de la paratRIOZA succionan los nutrientes de la planta y le transmiten enfermedades como fitoplasmas y *Candidatus lebbiebacter*, entre los daños generados por esta bacteria, se encuentra zebra chip, la cual daña directamente la calidad del tubérculo de la papa generando pérdidas económicas. Dentro de los controles que se tienen para la paratRIOZA, se han empleado principalmente controles químicos en zonas productoras de papa en Guatemala. El presente estudio muestra nuevas alternativas que sean eficaces para evitar el incremento de la población de insectos en las plantaciones destinadas a semilla de papa. Al tener dos localidades que permiten contrastar una plantación sana y la otra con la presencia de paratRIOZA se logró comprobar que el tratamiento que presenta menor población del insecto y mayor rendimiento es macrotunel (19t. ha⁻¹) en las dos localidades del Altiplano de Guatemala, estas innovaciones permiten la sostenibilidad y el aumento de la producción agrícola.

Palabras clave: *Bactericera cockerelli*, zebra chip, control.

¹ Coordinador de Hortalizas, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala c.maldonado@icta.gob.gt Tel: +502 56355690

EFECTO DEL USO DE DIFERENTES PROPORCIONES DE HARINA DE PAPA CON FINES DE PANIFICACIÓN

Roberto Miranda¹, Osman Cifuentes², Plutarco Morales³

La sobre oferta de papa durante algunos meses en Guatemala repercute en una disminución de precios del producto y afecta directamente al agricultor al disminuir la rentabilidad de su producción. Esta situación genera la dificultad de vender la producción de papa de primera calidad y mucho más la de inferior tamaño. Por lo que por medio del presente proyecto se pretende darle utilidad a los tubérculos de menor tamaño y ser utilizados para procesamiento de harina y posteriormente para panificación. Sin embargo, no se conoce cuál es la proporción adecuada de harina de papa que pueda ser utilizada para panificación, por lo que el objetivo de este proyecto fue evaluar diferentes combinaciones de harina de papa y harina de trigo para conocer el efecto de éstas sobre la panificación. Se utilizó tanto harina de papa integral como no integral. Los resultados mostraron que para las variables de respuesta volumen, diámetro, altura, rendimiento, tiempo de amasado y tiempo de horneado del pan, la proporción de 40 % de harina de papa y 60 % harina de trigo presentó los mejores resultados. Así mismo, se determinó que a mayor proporción de harina integral de papa, se obtuvieron los mejores resultados para las pruebas organolépticas y para los contenidos de proteína, fibra cruda, humedad, fibra dietética, minerales como: sodio, zinc, hierro, fósforo, calcio, potasio, vitaminas: "A", "B1", "B9" y ácido ascórbico. Así mismo, el pan con harina no integral fue el que presentó la mayor aceptación por parte de consumidores. Por lo que se recomienda la utilización de tubérculos de segunda y tercera calidad para procesamiento de harina y la mezcla de ésta con un 40 % de proporción con respecto a un 60% de harina de trigo.

Palabras clave: Harina, Papa, Valor agregado.

¹ Carrera de Agronomía del Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CUSAM USAQ).

² Dirección de Investigación en Hortalizas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala (ICTA). osmancifuentes@icta.gob.gt

³ Carrera de Agronomía del Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CUSAM USAQ).

PRODUCCIÓN DE SEMILLA PRE-BÁSICA DE PAPA A TRAVÉS DE UN SISTEMA AEROPÓNICO EN TIERRAS ALTAS

Javier E. Pitti C.¹, Arnulfo Gutiérrez G.¹, Michael Mora¹, Jessica Sánchez¹, Jorge Muñoz¹

La producción local de semilla pre-básica de papa es un componente esencial para garantizar cultivos eficientes, con menor incidencia de enfermedades, garantizando un producto de alta calidad para los consumidores. La aeroponía es una técnica de producción mediante la nebulización de soluciones nutritivas sin suelo. El objetivo principal es evaluar la producción de semilla pre-básica de papa en un sistema aeropónico. Se realizaron ensayos desde el 2021 al 2023 en la Estación Experimental de Cerro Punta. El primer año se evaluaron tres variedades: Karú, IDIAP Criolla y Granola. El sistema aeropónico constó de dos módulos de 9 m x 1.20 m y 0.90 m de altura, cada unidad experimental consta de tres metros, haciendo un total de tres unidades experimentales por cada módulo. Se empleó una manguera con nebulizadores por cada módulo para humedecer las raíces y se utilizó como referencia la solución nutritiva de la UNALM, se mantuvo una nebulización cíclica de 3 minutos cada 15 minutos. Las camas en fibra de coco y cascarilla de arroz de 2.20 m x 1.20 m de ancho y una altura de 16 cm de espesor. La densidad de plantación en ambos sistemas fue de 20 plántulas por metro cuadrado. Se evaluaron dos cosechas por año. A los datos obtenidos se les aplicó un análisis factorial 2 x 3 y las medias fueron separadas utilizando la Diferencia Mínima Significativa. El análisis estadístico demostró diferencias significativas ($p < 0,05$) para la variable rendimiento de minitubérculos. De acuerdo con los resultados, según el análisis de varianza el p-valor fue de 4.36×10^{-09} . Se concluye que hay diferencias en el rendimiento de minitubérculos en el sistema aeropónico, el cual aumenta considerablemente por el número de cosechas en comparación con el método convencional. Estos resultados abren nuevas perspectivas para optimizar la producción de semilla de papa.

Palabras clave: aeroponía, semilla pre-básica de papa, rendimiento, calidad.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta – Chiriquí, Panamá. pittjavier28@hotmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0003-0776-8795>).

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN ESTÁNDAR PARA EVALUACIONES MORFO-AGRONÓMICAS EN ENSAYOS DE YUCA - ALIANZA BIOVERSITY-CIAT

Sandra M. Salazar, Sean Fenstemaker¹

El programa de mejoramiento genético de yuca de la Alianza Bioversity-CIAT anualmente genera por retrocruzamiento alrededor de 25.000 nuevos clones o semillas F1. Los tallos seleccionados y cosechados en la F1 se envían a las zonas representativas de cada subregión para ser evaluados durante aproximadamente cinco años en los ciclos de evaluación: (i) Evaluación de Surco Sencillo, (ii) Ensayos Preliminares de Rendimiento, (iii) Ensayos Avanzados de Rendimiento, (iv) Pruebas Regionales, (v) pruebas de evaluación agronómica y (vi) pruebas semicomerciales. Dependiendo del ciclo de evaluación, se siembran un número de plantas, repeticiones y localidades específicos; las cuales se van incrementando a medida que avanza la evaluación y va disminuyendo el número de genotipos seleccionados. Para lograr una buena selección de genotipos, ciclo a ciclo, se debe tener un rigor científico en la colecta de datos morfo-agronómicos, para ello, el programa de yuca implementó un procedimiento de operación estándar (SOP) con 33 características morfo-agronómicas donde se indica la definición, los parámetros de la característica y la época de evaluación, esto con el fin que el equipo de campo en cada una de las zonas de evaluación realice la adecuada colecta de datos. Esta implementación, ha permitido la armonización y estandarización de las evaluaciones fenotípicas en los ensayos de yuca en todas las regiones donde trabaja la Alianza y sus socios estratégicos.; ha mejorado la organización y los tiempos de entrega de datos, garantizando la gestión y análisis de datos, ayudado al programa de mejoramiento a ser eficiente en la selección de nuevas variedades con alto potencial de rendimiento, buenas características agronómicas y tolerancia a plagas y enfermedades.

Palabras clave: yuca, SOP, características morfo-agronómicas.

¹ Alianza Bioversity-CIAT, Cali, Colombia, Km 17 Recta Cali—Palmira.

DETERMINACIÓN DEL TIPO DE EXPLANTE DE YUCA (*Manihot esculenta* CRANTZ), A SER USADO EN “SISTEMA AUTOTRÓFICO HIDROPÓNICO (SAH)”

Gaudy Ortiz Rivera¹

En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Centro de Innovación Agropecuaria Los Diamantes (CIA-LD) del INTA, ubicado en Pococí de Limón, Costa Rica; el procedimiento empleado para la aclimatación de vitroplantas de yuca presentaba sobrevivencias bajas (entre 20 y 35 %), por lo anterior se implementó el Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH), obteniéndose altos porcentajes de sobrevivencia. A fin de optimizar este sistema, el objetivo fue determinar el tipo de explante proveniente de vitroplantas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), a ser usado en la técnica de aclimatación “Sistema autotrófico hidropónico SAH”. Para ello se compararon dos tipos de explante: tipo ápice (meristemo apical más tallo con yemas axilares de 3 cm de longitud) y tipo raíces (base de la planta con raíces y yemas axilares de 3 cm de longitud). Se sembraron en cajas SAH, se colocaron en cuarto de incubación durante mes y medio. Se evaluó la sobrevivencia en cajas SAH, variables de desarrollo (peso, número de raíces, altura y número de nudos) y sobrevivencia en bolsa de almácigo en invernadero. Con respecto al promedio de plantas sobrevivientes en cajas SAH, no hubo diferencia significativa entre tratamientos ($p=0,5735$), sin embargo, los porcentajes de sobrevivencia fueron bajos: 47,8 % para ápices y 55 % para raíces. Los explantes de tipo raíz presentaron mejores promedios en las cuatro variables de desarrollo medidas, dos de estas variables (número de raíces y peso) con diferencias estadísticamente significativas. En cuanto a la sobrevivencia al trasplantar las vitroplantas de las cajas SAH a bolsas de almácigo en invernadero, para ambos tipos de explantes, se obtuvo un éxito cercano al 100 %, sembrando las plantas de manera inmediata, sin manipulación excesiva y conservando el sustrato unido a las raíces. Se concluyó que ambos tipos de explante son óptimos para sembrarse en SAH.

Palabras clave: cultivo de tejidos, explante, aclimatación.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica, www.inta.go.cr. Licenciada en Biotecnología, gaudymor@gmail.com gortiz@inta.go.cr

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE PAPA PROCEDENTES DE DOS SISTEMAS DE CULTIVO DE TEJIDOS

María Paula Navarro Mata¹, María Rosmary Quesada Ugarte¹, Arturo Brenes Angulo², Rolbin Esteban Castillo Matamoros¹.

La productividad de un cultivo se comienza a determinar desde el inicio del ciclo de producción. La descripción del crecimiento de una planta a lo largo del ciclo del cultivo es fundamental para la toma de decisiones, debido a esto, es que el principal objetivo fue evaluar el crecimiento de plántulas procedentes de un Sistema Autotrófico Hidropónico y vitroplantas de laboratorio en dos sustratos. Este trabajo de investigación fue desarrollado en el Centro Experimental Carlos Durán del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), en Cartago, Costa Rica, de setiembre de 2023 a marzo de 2024. Se utilizaron tres variedades de papa: Floresta, Granola y Única. Se sembró en invernadero tres generaciones de plántulas procedentes del sistema SAH y vitroplantas de laboratorio en dos sustratos: fibra de coco y mezcla de Peat Moss y fibra de coco. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con arreglo factorial 2x4x3, correspondiente a 2 sustratos, 4 orígenes y 3 variedades, con 60 repeticiones. Se evaluó la altura (cm), número de hojas, número de nudos y número de tallos. Los valores de altura (cm) y número de tallos de la variedad Floresta fueron estadísticamente superiores ($p > 0,05$) que en las variedades Granola y Única, indistintamente del sustrato y el origen. Por otro lado, independientemente del sustrato, la primera generación obtuvo valores superiores en las variables de altura, número de tallos y número de nudos. Con respecto al sustrato, se concluyó que, a pesar de que los resultados muestran diferencias significativas, las mismas son muy pequeñas y no muestran una tendencia.

Palabras clave: *in vitro*, sistema autotrófico hidropónico, invernadero.

¹ Estudiante Bachillerato Agronomía, Paula Navarro Mata (506)70194032, cscpaulanavarro9669@gmail.com

² Investigador, Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Agropecuaria sede Central, San José, Costa Rica, (506)87126224, mquesadau@inta.go.cr

³ Universidad de Costa Rica

⁴ Investigador, Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Agropecuaria sede Central, San José, Costa Rica, rcastillo@inta.go.cr

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE MATERIALES PROMISORIOS DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA REGIÓN CARIBE DE COSTA RICA

Hazel Mena Venegas¹, Arturo Solórzano¹, Freddy Murillo¹

En localidad de Guápiles, Limón se evaluaron diez materiales de yuca, durante los meses de Marzo a Diciembre del 2023. Se utilizó un diseño de BCA con tres repeticiones en parcelas de 4 surcos de 4 m de largo y una densidad de siembra de 10 000 plantas / ha. Las variables evaluadas fueron; altura a bifurcación, altura de planta, número de ramas después de bifurcación, incidencia de enfermedades y rendimiento de yuca. Los tratamientos fueron; CG 1450, CM 6740-a, SM 909-25, Señorita, CM6740-b, MBRA 180, CM 7033, INTA A2, PER 183 y Valencia. De los cuales Valencia y Señorita son variedades de yuca revigorizados por el INTA. La altura total de la planta registró valores estadísticos p 0,0001 que oscilaron entre 3,17 para CM 6740-b; 3,12 Valencia, 3,05 MBra 180, 3,02 CM7033, 2,98 INTA A2, 2,86 SM909-25; 2,54 CG1450, mientras que los materiales PER 183 y Señorita presentaron menores alturas 2,01 y 1,84 respectivamente. Respecto a la altura de bifurcación algunos materiales no presentaron bifurcación alguna como MBRA 180, otros como Valencia con la mayor altura p 0,0001 después de 1,3 m y materiales como Señorita de apenas 0,7 m de altura. El número de ramas producidas después de la bifurcación osciló entre 5 ramas del material CM 7033 y dos ramas para otros materiales como Señorita y CM6740-b p 0,0001. Con relación la incidencia de enfermedades todos los materiales mantuvieron una buena sanidad, el material CG1450 mostro el mayor valor 2,0 p 0,0001, por su parte CM 6740-a, PER 183, CM6740-b y Señorita los menores grados 0,33. El Material PER 180 alcanzó el mayor rendimiento 6,83 kg/planta (aproximadamente 63 T/ha) p 0,0001 superando a otros materiales promisorios en ese orden CG1450, CM6740 B, CM7033, CM7440 MBRA 380. Los testigos comerciales Valencia y Señorita solamente superaron a dos materiales evaluados p 0,0001.

Palabras clave. Raíces tropicales, mejoramiento genético.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

EVALUACIÓN DE DOS MODELOS DE PREDICCIÓN PARA EL MANEJO DE TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans*) EN DOS VARIEDADES DE PAPA

Felipe Arauz Cavallini¹, Daniel Evandry Alvarado Coto²

La papa es uno de los principales cultivos a nivel mundial y en Costa Rica se cultiva principalmente en Cartago y Zarcero por agricultores medianos y pequeños. El tizón tardío, causado por *Phytophthora infestans*, es un desafío importante que actualmente se controla principalmente con fungicidas químicos. Esta investigación tuvo como objetivo validar los sistemas de predicción BLITECAST y Juego de Discos para programar aplicaciones de fungicidas en el cultivo de papa bajo las condiciones climáticas de la zona alta de Cartago. El estudio se realizó en la Estación Experimental Carlos Durán del INTA, en Potrero Cerrado de Oreamuno, Cartago, durante las épocas seca y lluviosa del 2023, utilizando un diseño de parcelas divididas con tres tratamientos (BLITECAST, Juego de Discos y aplicación calendarizada) y dos variedades de papa (Floresta y Zarcero). Se evaluaron la incidencia y severidad del tizón tardío, junto con variables meteorológicas y de producción. En la época seca, la humedad relativa se mantuvo alta con precipitaciones aisladas y temperaturas entre 4°C y 23°C. En la época lluviosa, la humedad superó el 84 % con precipitaciones uniformes y temperaturas entre 5.7°C y 28°C. Ambas épocas registraron una incidencia del 100 % de tizón tardío en ambas variedades. En la época seca, solo hubo diferencias significativas en el área bajo la curva de la severidad (ABCSE) entre Blitecast y el testigo, mientras que, en la lluviosa, ambos tratamientos mostraron un mayor ABCSE que el testigo. El rendimiento no mostró diferencias significativas en la época seca, pero sí en la lluviosa, donde Blitecast y Juego de Discos tuvieron menores rendimientos comparados con el testigo. Blitecast tuvo el menor costo en ambas épocas y un beneficio neto positivo, aunque en la época lluviosa, el beneficio neto del Juego de Discos fue menor. Las condiciones climáticas fueron favorables para la enfermedad, con alta precipitación en la época lluviosa promoviendo la proliferación del patógeno. Es crucial implementar sistemas de detección y manejo adaptados a las condiciones locales para controlar eficazmente *Phytophthora infestans* y optimizar la producción de papa.

Palabras clave: severidad, fungicidas, condiciones meteorológicas.

¹ Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. lfarauz@gmail.com

² Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. evandryac991@gmail.com

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TUBÉRCULOS EN PLANTAS DE PAPA PROCEDENTES DE CULTIVO DE TEJIDOS

Paula Navarro Mata¹, María Rosmary Quesada Ugarte², Arturo Brenes³, Rolbin Castillo Matamoros⁴

La producción de semilla certificada de papa mediante técnicas avanzadas de propagación vegetativa es crucial para mejorar la calidad y la productividad agrícola al proporcionar un material de siembra que maximiza el potencial de éxito en las plantaciones. Este estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental Carlos Durán del INTA Costa Rica, entre los meses de septiembre de 2023 y marzo de 2024, con el objetivo de evaluar la cantidad de tubérculos producidos mediante cuatro tipos diferentes de plántulas obtenidas del laboratorio de cultivo de tejidos. Se utilizaron plántulas de primera, segunda y tercera generación bajo el sistema autotrófico hidropónico (SAH) y plantas de origen *In vitro* de las variedades Floresta, Unica y Granola. Las plántulas fueron trasplantadas a macetas con dos sustratos distintos (fibra de coco y una mezcla de fibra de coco y peat moss) dentro de un invernadero, dispuestas en bloques completos al azar. En el momento de la cosecha, se midió la producción de tubérculos (en gramos) y se contabilizaron los tubérculos mayores a 10g y mini tubérculos menores a 10g. La mayor producción por planta se observó en los tratamientos donde se utilizaron plantas SAH de primera corta (126g), seguidas por las plantas *In vitro* (119g) y las plantas SAH de segunda corta (115g), mientras que las plantas SAH de tercera corta mostraron la menor producción (85g). La mayor cantidad de tubérculos se encontró en las plantas *In vitro* y SAH de primera corta (4 unidades por planta), mientras que la mayor cantidad de mini tubérculos se observó en las plantas *In vitro* (9 unidades por planta). No se encontraron diferencias significativas por efecto del sustrato utilizado para ninguna de las variables evaluadas. Según los resultados encontrados, tanto las plantas de origen *In vitro* como las plantas SAH de primera y segunda corta podrían utilizarse para obtener el mayor rendimiento productivo.

Palabras clave: SAH, *in vitro*, semilla, mini tubérculos.



MESA TÉCNICA DE FRUTALES

¹ Estudiante Bachillerato Agronomía, Paula Navarro Mata (506)70194032, cscpaulanavarro9669@gmail.com

² Investigador, Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Agropecuaria sede Central, San José, Costa Rica, (506) 87126224, mquesadau@inta.go.cr

³ Universidad de Costa Rica

⁴ Investigador, Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Agropecuaria sede Central, San José, Costa Rica, rcastillo@inta.go.cr

CARACTERIZACIÓN DEL MICROBIOMA DEL SUELO CAFETALERO BAJO DOS MANEJOS AGRONÓMICOS, EN COSTA RICA

José Andrés Rojas-Chacón¹, Fabián Echeverría-Beirute², José Pablo Jiménez Madrigal³, Andrés Gatica-Arias⁴

Los microorganismos del suelo son esenciales para la productividad continua de los agroecosistemas. El desconocimiento de las comunidades biológicas que habitan los suelos cafetaleros es una limitante para gestionar y aprovechar los servicios ecológicos que éstas brindan a los agroecosistemas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue caracterizar las comunidades microbianas presentes en la rizosfera de *Coffea arabica* L., bajo dos sistemas de manejo agronómico: sostenible y convencional, en tres regiones cafetaleras de Costa Rica. Para comprender mejor cómo el manejo modula el microbioma del suelo, se utilizó secuenciación de marcadores taxonómicos para bacterias (gen ribosomal 16S subregiones V3-V4) y hongos (ITS1), además se analizaron las propiedades fisicoquímicas del suelo. Los resultados muestran una composición de microbiota bien conservada entre ambos manejos agronómicos. Además, ambos sistemas mostraron índices de diversidad alfa muy similares y compartieron taxones centrales. El suelo bajo manejo sostenible tuvo una mayor tendencia en bacterias (3535.81 ± 2180.92) y hongos (1091.67 ± 158.22), además de un mayor contenido de materia orgánica y una disminución en la acidez que los suelos convencionales. Proteobacteria, Acidobacteria y Chloroflexi fueron los filos bacterianos dominantes. En cuanto a la composición de la comunidad fúngica, Ascomycota fue el filo más abundante en ambos manejos (53,21 %). En el caso del suelo predominaron los géneros de hongos *Mortierella*, *Aschersonia* y *Archaeorhizomyces*. Este estudio es el primero en describir las comunidades microbianas del suelo de café en fincas costarricenses, que en el futuro podrían expandirse hacia mejores prácticas sostenibles y efectos beneficiosos tanto para productores como para consumidores.

Palabras clave: metagenómica, comunidades biológicas, ecología microbiana.

¹ Maestría en Ciencia y Tecnología para la Sostenibilidad, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Campus Tecnológico local San Carlos. 159-7050, Alajuela, Costa Rica. joseandresrojaschacon@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-8049-532x>)

² Instituto Tecnológico de Costa Rica, DOCINADE. Apartado 159-7050, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. fecheverria@itcr.ac.cr (<http://orcid.org/0000-0002-7238-220x>)

³ Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ciencias Naturales y Exactas, Laboratorio de Biología Molecular. Apartado 159-7050, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. jpjimenez@itcr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-0345-8899>)

⁴ Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología, Laboratorio Biotecnología de Plantas. Apartado 11501-2060, San José, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. andres.gatica@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-3841-0238>)

EFFECTO DEL ZINC Y MANGANESO SOBRE LA ABSORCIÓN DE CADMIO EN CACAO (*Theobroma cacao* L.) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

Luis Fernando Solano Jiménez¹, Laura Ramírez Cartín², Eduardo Chavez Navarrete³

La presencia de cadmio (Cd) en derivados de cacao proveniente de países de América Latina y el Caribe (LAC) ha llevado a que la Unión Europea implemente estrictas regulaciones con implicaciones socioeconómicas para los países productores; y la necesidad de comprender los procesos que intervienen en la acumulación anormal de este metal pesado en los tejidos del cacao. Este estudio, tuvo como objetivo evaluar el efecto de dosis incrementales de Mn y Zn en la acumulación de Cd de dos variedades de cacao contrastantes en su capacidad absorción. Este se implementó en el Centro de Innovación Agropecuaria Los Diamantes del INTA-Costa Rica entre los años 2021-2023. Las variedades fueron PMCT-58 y CATIE-R1 y el material vegetal se obtuvo mediante enraizamiento de microestacas. Las condiciones experimentales fueron controladas en invernadero con exposición constante de Cd a $0,44 \mu\text{M}$ en hidroponía. Cada elemento (Mn y Zn) se consideró de forma independiente. Con Mn, se evaluaron las dosis: 0 (control); 9,1; 18,2 y $27,3 \mu\text{M}$ en solución nutritiva. En el caso del estudio con Zn, las dosis: 0 (control); 7,64; 15,3 y $23,0 \mu\text{M}$. El efecto de las dosis incrementales de Mn fue evidente en la variedad de alta acumulación de Cd (CATIE-R1). En la parte aérea de las plantas, el tratamiento de $9,10 \mu\text{M}$ evidenció una reducción significativa ($p < 0,05$) de 3,33 veces; y en los tratamientos de 18,2 y $27,3 \mu\text{M}$ la reducción fue de 9 y ~12 veces, respecto a control. Estas dosis redujeron el factor de translocación interno (FTI) ($p < 0,05$). En el experimento con Zn, no se determinó efecto sobre la acumulación de Cd. Esto resalta la importancia de continuar la investigación para ampliar los hallazgos obtenidos y destacan el potencial del Mn para mitigar el Cd en condiciones controladas.

Palabras clave: Factor de translocación, mitigación, metal pesado.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Los Diamantes, Guápiles, Pococí, Limón, Costa Rica. 85460790. lsolano@inta.go.cr (<https://orcid.org/0009-0002-4555-2346>)

² Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria. Departamento de Transferencia y Gestión de Conocimiento. Mata Redonda, San José, Costa Rica. 8392 8993. lramirez@inta.go.cr

³ Docente e investigador PhD. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. Facultad de Ciencias de la Vida. +593 98 719 8403. fchavez@espol.edu.ec

ABSORCIÓN DE CADMIO EN VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EN COSTA RICA

Luis Fernando Solano Jiménez¹, Laura Ramírez Cartín², Eduardo Chavez Navarrete³

La presencia de cadmio (Cd) en derivados de cacao proveniente de países de América Latina y el Caribe (LAC) ha llevado a que países europeos importadores implementen estrictas regulaciones con implicaciones socioeconómicas para los países productores; y la necesidad de comprender los procesos que intervienen en la acumulación anormal de este metal pesado en los tejidos del cacao. Este estudio, tuvo como objetivo identificar la capacidad de absorción y translocación de Cd en variedades regionales de cacao. Este se implementó en el Centro de Innovación Agropecuaria Los Diamantes del INTA-Costa Rica entre los años 2021-2023. Se evaluaron las variedades ICS-95, IMC-67, EET-400, PMCT-58, CATIE-R4, CATIE-R6 y CATIE-R1. El material vegetal fue obtenido mediante enraizamiento de microestacas. Las condiciones experimentales fueron controladas en invernadero con exposición constante de Cd a 0,44 μM en hidroponía. Los resultados evidenciaron que las variedades expresaron diferencias en la absorción de este metal. En la parte aérea, la variedad que más Cd concentró fue CATIE-R1 con 8,30 (\pm 0,73) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ y la de menor fue PMCT-58 con 1,58 (\pm 0,70) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($p < 0,01$), para un factor diferencial entre ambas variedades de ~ 8 veces. En raíces la variedad de mayor acumulación fue la EET-400 con 12,89 (\pm 4,67) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de Cd y la de menor la CATIE-R1 con 2,5 (\pm 0,18) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($p < 0,01$). En el factor de transferencia interna (FTI) la variedad con mayor capacidad de movilización fue la CATIE-R1 y la de menor EET-400 ($p < 0,01$). Los resultados demuestran que las variedades tienen una forma diferenciada de asimilación y acumulación de Cd y pueden servir de base para programas de fitomejoramiento de genotipos de baja acumulación.

Palabras clave: factor de translocación, acumulación, metal pesado.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Los Diamantes, Guápiles, Pococí, Limón, Costa Rica. 85460790. lsolano@inta.go.cr (<https://orcid.org/0009-0002-4555-2346>)

² Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria. Departamento de Transferencia y Gestión de Conocimiento. Mata Redonda, San José, Costa Rica. 8392 8993. lramirez@inta.go.cr

³ Docente e investigador PhD. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. Facultad de Ciencias de la Vida. +593 98 719 8403. fchavez@espol.edu.ec

DETERMINACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE LA CALIDAD Y CONTENIDO DE METABOLITOS EN CAFÉ

David A. Servellón-Carpio¹, Ulises G. Castillo², Jorge Escobar³, Mauricio Castro-Elizondo⁴, Agustín Albeño¹, Rafael Castillo³, Morena L. Martínez², y Marvin J. Núñez²

La presente investigación se considera pionera en nuestro país, ya que abordara la cuantificación mediante técnicas cromatográficas y espectroscópicas (Cromatografía Líquida de Alta Resolución con Detector de Arreglo de Diodos e Índice de Refracción-HPLC-DAD-RID), valoraciones químicas (titulación ácido-base potenciométrica), de una serie de metabolitos primarios y secundarios (cafeína, perfil de azúcares, pH, acidez titulable, hidroximetilfurfural (HMF) y ácido clorogénico) en muestras obtenidas a través del concurso de la "Tasa de la excelencia", organizado y apoyado por el Instituto Salvadoreño del Café (ISC), con el objetivo de co-relacionar estadísticamente mediante análisis multivariante por componentes principales, las variables químicas antes mencionadas con las características organolépticas de catación, teniendo en cuenta como aspecto importante el tipo de beneficiado del café por tres métodos (lavado, natural y honey). Mediante la exploración de componentes principales, a partir de la varianza total explicada *donde 4 componentes suman los porcentajes de varianza acumulada de 81.391 %*, se comprimó el análisis de 16 variables (8 químicas más 8 organolépticas) a 4 combinaciones de variables (componentes), facilitando la búsqueda de correlaciones. A partir de ello, como ejemplo de este tipo de correlaciones se encontraron que la Dulzura/Balance, están fuertemente correlacionadas con trigonelina, Cafeína y Sacarosa, y Acidez/Sabor/Balance se correlacionan con pH, HMF y Ácido clorogénico, entre otras correlaciones encontradas. Además, el modelo matemático nos muestra indicios de agrupamiento de variables en función del proceso de beneficiado de las muestras, los cual nos induce inferir de forma preliminar que existen ciertos compuestos que muestran probablemente ciertas correlaciones en función del beneficiado, que pueden utilizarse como marcadores moleculares del beneficiado del café.

Palabras clave: HPLC-DAD-RID, análisis por componentes principales, co-relación química-organoléptica.

¹ Laboratorio de Análisis y Procesos Químicos, Centro de Investigación, Innovación y Educación en Ciencias Aplicadas (CEICA), Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, Km 33 ½ carretera a Santa Ana, La Libertad Centro, La Libertad.

² Laboratorio de Investigación en Productos Naturales, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, Final Av. de Mártires y Héroes del 30 de Julio, San Salvador Centro, El Salvador.

³ Laboratorio de Control de Calidad, Instituto Salvadoreño del Café, La Libertad Sur, La Libertad.

⁴ Departamento de Estudios sobre Tecnología Educativa, Gerencia de Prospectiva Educativa, Dirección de Tecnología Educativa, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, San Salvador Centro, El Salvador.

LIBERACIÓN DE TRES NUEVAS VARIEDADES DE PAPAYA (*Carica papaya*) EN COSTA RICA

Eric Mora Newcomer¹, Antonio Bogantes Arias²

El mejoramiento genético es una herramienta importante para disponer de variedades de papaya adaptadas a nuestras zonas productoras y con las características gustativas de los consumidores. En Costa Rica, el primer resultado de un trabajo conjunto de investigadores del convenio entre el INTA y la UCR fue la variedad "Pococí". No obstante, la demanda por variedades nuevas para llenar nuevos nichos de mercado es constante. El objetivo de este trabajo fue seleccionar, estabilizar y transferir líneas e híbridos de papaya a los productores. El estudio se realizó en la estación experimental Los Diamantes, cantón de Pococí, provincia de Limón, Costa Rica, entre los años 2015 al 2023. Los tratamientos, fueron materiales con base genética de criollos y comerciales producidos, introducidos y estabilizados por mejoramiento convencional. Se hizo selección y autofecundación individual de líneas con el método de pedigree o genealógico. La producción de híbridos se hizo entre plantas de parentales estables, con planificación anticipada según las características deseables y el objetivo de mejora. Se realizaron dos pruebas comparativas de los materiales con ocho tratamientos la primera, diez la segunda y ambas con tres repeticiones. Como resultado parcial, tres híbridos promisorios, se validaron en fincas de tres regiones del país. Además, un par de líneas fueron valoradas fenotípicamente por productores en el campo experimental los Diamantes. El resultado final fue la liberación para los productores de Costa Rica de tres variedades nuevas de papaya, el híbrido UCR-INTA-H-39 y las líneas puras UCR-INTA-6514 y UCR-INTA-1785.

Palabras clave: fenotipo, variedades adaptadas, mejoramiento convencional.

¹ Investigador, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, UCR, La Garita, Alajuela, CR, (506)25117798, eric.mora@ucr.ac.cr

² Investigador, Centro Innovación agropecuaria Los Diamantes, Pococí, Limón, CR, (506)27107852, abogantes@inta.go.cr

VIABILIDAD Y VIGOR EN SEMILLAS DE PAPAYA EN LAS VARIEDADES INTA-UCR-1785 E INTA-UCR-6514

Melina Álvarez Masis¹, Luis Barboza Barquero¹, Andrés Monge Vargas¹

En Costa Rica, se liberaron las variedades INTA-UCR-1785 (Suerre) e INTA-UCR-6514, que contienen la mutación *ml70*, que permite producir un 95 % de plantas hermafroditas, que son las de interés comercial. El éxito de las plantaciones del cultivo de papaya depende de la calidad de las semillas. Por esto, el objetivo de este trabajo fue comparar la viabilidad y vigor de las semillas de INTA-UCR-1785 y INTA-UCR-6514 con el híbrido Pococí. Se realizaron pruebas de germinación a temperatura alterna de 20°C y 30°C con fotoperíodo de 12 horas oscuridad y 12 horas luz. Para medir el vigor se realizaron las pruebas de envejecimiento acelerado a 41°C por 24 horas y la velocidad de germinación mediante conteos diarios de germinación con base en el criterio de protrusión radicular durante 12 días, en el Laboratorio Oficial de Análisis de Calidad de Semillas del Centro para Investigaciones en Granos y Semillas en el año 2023. El híbrido Pococí mostró un porcentaje de germinación del 97,67 % ± 3,11 (promedio ± desviación estándar), significativamente superior a las variedades 6514 y Suerre, que lograron 85,83 % ± 11,18 y 84,22 % ± 16,42 respectivamente. En cuanto a la velocidad de germinación Suerre alcanzó una germinación entre el 16 % y 84 % en un tiempo de 42,06 h ± 16,64, la variedad 6514 en 50,66 h ± 15,60, y Pococí en 20,95 h ± 12,40. La variedad 6514 necesitó 196,64 ± 17,94 horas para alcanzar el 50 % de germinación (t50), Suerre 153,01 ± 24,61 horas, y Pococí 119,43 ± 6,17 horas. Tras el envejecimiento acelerado, Pococí superó a Suerre en un 19 % de germinación y a la variedad 6514 en un 73 %. El híbrido Pococí demostró una mayor viabilidad y vigor de semillas frente a las variedades 6514 y Suerre, en todas las pruebas de calidad realizadas.

Palabras clave: mutación *ml70*, germinación, envejecimiento acelerado, protrusión radicular.

¹ Universidad de Costa Rica, Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, San Pedro, Montes de Oca, San José, Costa Rica. melina.alvarez@ucr.ac.cr, luisorlando.barboza@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-4140-6598>), andresantonio.monge@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-4596-5637>).

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO CLONES DE RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum*) EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE COSTA RICA

Jéssica Castillo Cruz¹

En Costa Rica, en 1993, ingresaron plantas injertadas de los cultivares de rambután R134, R162, R167, Jeetle y en 1995 el Rongrien; provenientes de Australia, dichos materiales fueron distribuidos a productores en el país, sin información sobre su comportamiento agronómico. Con el propósito de estudiar las diferentes características, se desarrolló entre 2017 y 2021, la caracterización de cinco clones asiáticos de rambután, en la Estación Experimental Los Diamantes, Limón, Costa Rica. El diseño fue constituido por los cinco tratamientos en bloques completos al azar con seis repeticiones. Se evaluó y registró datos de variables morfológicas; tales como: prendimiento de injertos (%), forma y tamaño de la hoja, posición de la inflorescencia, diámetro del tronco (mm), asimismo, se evaluó la precocidad. Además, se registraron variables climáticas que se relacionaron con las fases fenológicas del cultivo. Durante la etapa de injertación el que más éxito presentó en prendimiento fue el Rongrien (77,5 %), mientras que R162 fue el que mostró un menor porcentaje (24,1 %). La forma de la hoja de todos los árboles evaluados fue elíptica, a excepción del Rongrien que se registró como ovoide; el ápice fue descrito como puntiagudo y la base de la hoja acunada. El material R162, presentó diferencias significativas ($p=0,001$) para la variable largo (15,50 – 15,94 cm) y diámetro de hoja (6,88 cm $p=0,0052$). El clon R134 fue el más precoz en floración a los 9,4 meses y el Jeetle el que más tiempo requirió para llegar a esta fase fenológica (10,1 meses). La posición de la inflorescencia fue terminal y axilar en todos los materiales. El clon R134 mostró menos afectación por alternancia en la producción, mientras que el Jeetle se vio más afectado por esta condición. Finalmente, períodos de estrés hídrico de 10 a 18 días, más una temperatura mínima de 16,55 °C, fue necesario para que se produjera diferenciación floral durante el 2019.

Palabras clave: atributos, fenología, condiciones climáticas.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA, CR. (506) 8874-7233, jcastillo@inta.go.cr (<https://orcid.org/0009-0006-7967-8077>)

RESPUESTA DE ESTÍPITES DE PEJIBAYE VAR. DIAMANTES 10 A LA APLICACIÓN EXÓGENA DE FITOHORMONA

Jéssica Castillo Cruz¹

El pejibaye (*Bactris gasipaes* K) es considerada la palmera de mayor importancia económica del trópico americano y la única especie de palma domesticada en el Neotrópico. Con la propagación sexual del pejibaye (semillas) se presentan dificultades como, un largo período de germinación y alta variabilidad genética en su condición de planta alógama obligatoria; por lo tanto, este método no es la mejor opción para la multiplicación de genotipos con características deseables. Una alternativa es la reproducción asexual con estípites o hijos de las plantas adultas. Sin embargo, una vez que se desprenden de la cepa, la producción de raíces de los estípites es poca o nula. El objetivo de este estudio fue, evaluar el efecto de la aplicación del ácido indol-3-butírico (AIB) sobre el enraizamiento de estípites de pejibaye, en condiciones de campo. El trabajo se realizó entre 2023 y 2024, en la Estación Experimental Los Diamantes, en Guápiles, Limón, Costa Rica. El experimento consistió de seis tratamientos: cuatro dosis crecientes de hormona (AIB), una dosis de bambucina (testigo relativo) y un testigo (absoluto) sin hormona; todos en un diseño irrestricto al azar con 14 repeticiones. Se evaluó y registró número de raíces por hijo, al momento de su separación y siembra, así como, porcentaje de sobrevivencia en condiciones de campo durante un año. No se presentaron diferencias entre tratamientos ($p=0,9640$) para la cantidad de raíces producidas. El porcentaje de sobrevivencia de estípites en los dos meses posteriores a la siembra no fue diferente entre tratamientos ($p=0,7976$), aunque, los tratamientos con menor cantidad de AIB y la bambucina mostraron tendencia a un mayor porcentaje (35,7 % y 21,4 % respectivamente). Seis meses posteriores a la separación y siembra, tampoco se presentaron diferencias entre tratamientos ($p=0,7846$) en la sobrevivencia. Sin embargo, un año después de trasplantados, los brotes del tratamiento con menor dosis de hormona si obtuvieron mayor sobrevivencia (28,6 %) ($p=0,0234$) que los demás tratamientos. En general, las dosis altas de hormonas no indujeron mayor cantidad de raíces, más bien disminuyeron la sobrevivencia de los estípites.

Palabras clave: producción de raíces y sobrevivencia.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, INTA, CR. (506) 8874-7233, jcastillo@inta.go.cr (<https://orcid.org/0009-0006-7967-8077>)

***Thasopsis formidabilis* (HEMIPTERA: COREIDAE) ASOCIADO A ZONAS CULTIVADAS CON PLÁTANO EN BOCAS DEL TORO**

Rubén D. Collantes G.^{1,2}, David I. Ramos A³

La subfamilia Coreinae (Hemiptera: Coreidae), incluye especies de chinches apestosos de gran tamaño que, además de causar molestias a las personas por la liberación de sustancias irritantes para la piel y los ojos, pueden ser plagas de plantas ornamentales y de rubros agrícolas de importancia estratégica. Recientemente en áreas próximas a cultivos de plátano en Finca 65 – Changuinola, Bocas del Toro (9°25'50" N 82°31'01" O, 11 m. snm), se encontró una especie de chinche de coloración negro con naranja, por lo que el objetivo fue identificar dicho insecto. Se revisó literatura especializada, incluyendo la descripción original de la especie; además de realizar consulta con un especialista del Museo de Invertebrados G. B. Fairchild de la Universidad de Panamá, para confirmar la identificación. Los resultados reflejaron que el insecto en cuestión corresponde a *Thasopsis formidabilis* (Distant, 1893) (Hemiptera: Coreidae: Coreinae), especie reportada para la provincia de Chiriquí y otros países como Costa Rica y Honduras, por lo que este hallazgo amplía la distribución conocida de la especie para Panamá, específicamente en la región occidental del país. Adicionalmente, la presente investigación permitió establecer que la distribución altitudinal del insecto está desde el nivel del mar hasta 1400 m. snm. En conclusión, se actualiza la distribución conocida para Panamá de *T. formidabilis*, particularmente en la región occidental del país.

Palabras clave: Coreinae, distribución, musáceas.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Cerro Punta – Chiriquí, Panamá. rdcg31@hotmail.com (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-6094-5458>).

² Universidad Tecnológica OTEIMA, David – Chiriquí, Panamá.

³ IDIAP, Centro de Innovación Agropecuaria de Bocas del Toro, Almirante – Bocas del Toro, Panamá.

APLICACIÓN DE (BIOCHAR Y BLUE N), EN LA OPTIMIZACIÓN PRODUCTIVA DE LA CAÑA DE AZÚCAR, EN UN SUELO INCEPTISOL, CAÑAS, GUANACASTE

Alvaro Angulo Marchena¹, Wilson Paniagua Rojas²

La caña de azúcar es una actividad socioeconómica de suma importancia en Costa Rica, ya que genera una gran cantidad de empleos directos e indirectos. El uso de enmiendas orgánicas ha tomado mucha relevancia, el efecto de la crisis de los fertilizantes y la necesidad de reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), ha impulsado la evaluación de enmiendas nutricionales en el cultivo de caña. El objetivo del trabajo consistió en evaluar el comportamiento nutricional de dos insumos orgánicos, el Biochar, y la bacteria *Methylobacterium Simbioticum* (Blue N), en interacción con 12 variedades de caña de azúcar. Se estableció el experimento en un suelo Inceptisol, ubicado en la finca UTN, Cañas Guanacaste, entre el periodo de 2021 a 2024. Las parcelas consistieron de 5 surcos de 10 metros lineales, separados a 1,7 m entre surcos, para un área (85 m²), la aplicación del Biochar se realizó al suelo sobre el surco caña, y la bacteria Bue N al follaje (75 dds). El manejo del cultivo en las parcelas (fertilización, control fitosanitario y riego), fue similar al manejo comercial de finca. La evaluación de productividad se realizó en caña planta a 11 meses de edad, y en caña soca a 12 meses edad. Los resultados obtenidos corresponden al promedio tres cosechas, hubo variabilidad de respuesta entre los insumos orgánicos y las variedades de caña de azúcar, la adición foliar de *M Simbioticum* promovió una productividad importante en la mayoría de variedades de caña de azúcar, con un incremento del 25,41 %, que significó 3,05 t azúcar/ha de más, respecto al testigo, similarmente el tratamiento del Biochar indujo incrementos de productividad satisfactoria de 15,25 %, que significó 1,83 t azúcar/ha de más, respecto al testigo. En conclusión, la mayoría de los clones genéticos, mostraron respuesta positiva a la aplicación de enmiendas orgánicas, principalmente al uso de *M. Simbioticum*.

Palabras claves: insumos orgánicos, nutrición y productividad.

¹ Liga Agrícola Industrial de la Caña de azúcar (LAICA - DIECA), asesoría técnica e investigación en caña de azúcar, región Guanacaste, Puntarenas. Costa Rica. aangulo@laica.co.cr, 506 8361 6090

² Dos Pinos, atención al cliente y soporte técnico, región Guanacaste Costa Rica. wpaniagua@dospinos.com 506 8824 9428

CLONES MEJORADOS DE CACAO: DESEMPEÑO AGRONÓMICO-AGROFOREST-FINANCIERO Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN EN CENTROAMÉRICA

Rolando Cerda¹, Adriana Arciniegas¹, Mariela Leandro¹, Benedicte Rhone², Luis Orozco¹

La producción de cacao es importante para los ingresos de miles de familias centroamericanas que dependen de este cultivo directa e indirectamente. Sin embargo, los rendimientos son bajos (≈ 300 kg cacao seco/ha/año) debido a que la mayoría de las plantaciones son de árboles de semilla improductivos, susceptibles a enfermedades, viejos y sin un manejo agronómico-agroforestal adecuado. Frente a esta situación, los clones de cacao mejorados son una alternativa para la cacaocultura regional. El CATIE desde el 2007 empezó la distribución de clones CATIE-RX (R1, R4, R6) que son productivos, tolerantes a monilia y mazorca negra, y con alta calidad para chocolate; luego, desde hace varios años, ha desarrollado investigaciones para documentar la productividad y analizar los factores que conducen a los mejores beneficios. Los resultados respaldan que las podas y las fertilizaciones (químicas y/u orgánicas) fueron las principales labores para mejorar rendimientos: con dos podas/año se obtuvo 700 kg cacao seco/ha/año, y cuando se combinaron podas con fertilización modesta (250 gr/planta/año en promedio) superaron los 1000 kg cacao seco/ha/año en condiciones de sistemas agroforestales (SAF) tradicionales mayores a 7 años. Otros avances en SAF modernos (clones, dosel ordenado con 50 % de sombra, buenas prácticas) revelan que al tercer año se obtuvo 800 kg con un balance financiero positivo, y al quinto año 1400 kg cacao seco/ha/año, con baja incidencia de enfermedades (<5 %). También se encontró que, en condiciones agroecológicas contrastantes, los rasgos químicos-físicos-morfológicos de los árboles permitieron identificar los clones más productivos y con potencial para adaptarse al clima. Para el futuro, el CATIE tiene nuevos clones promisorios que están en evaluación-catalogación y además tiene la perspectiva de iniciar ensayos agroforestales multilocales con 25 clones en Costa Rica. En esta presentación se ampliarán los resultados, incluyendo lecciones de ingresos-costos, y la agenda de investigación para los próximos años.

Palabras clave: rendimiento, sombra, ingresos.

¹ CATIE, Sede Central, Turrialba 30501, Cartago, Costa Rica

² CIRAD-CATIE. CIRAD, 42 Rue Scheffer, 75116 Paris, Francia

COLECCIÓN INTERNACIONAL DE CAFÉ: 75 AÑOS CONTRIBUYENDO A MEJORAR LA CADENA PRODUCTIVA DEL CAFÉ EN CENTROAMÉRICA

William Solano¹, Daniel Fernández¹, Rolando Cerda¹

CATIE cuenta con una de las colecciones genéticas de café más importantes del mundo, con cerca de 2000 introducciones. La colección fue establecida en 1949 con materiales introducidos de Brasil, Guatemala y El Salvador y posteriormente, en la década de los 60, se fortaleció con materiales silvestres de *Coffea arabica* provenientes de Etiopía y Yemen, incluyendo los materiales originales colectados por FAO, ORSTOM (ahora IRD) e IPGRI. Esta es considerada la cuarta colección de *Coffea* spp., más grande del mundo y la colección de *C. arabica* más importante del continente americano, por el número de introducciones y la diversidad genética conservada. Esta colección de café, compuesta por alrededor de 2000 accesiones, es la cuarta más grande del mundo y la colección de *C. arabica* más importante del continente americano, tanto por el número de variedades como por la diversidad genética que conserva. Es considerada una de las cuatro colecciones Origen del mundo, la única fuera del continente africano, según la Estrategia Global de Conservación de Recursos Genéticos de Café desarrollada por GCDT y WCR. La colección incluye más de 800 genotipos silvestres de café y especies diploides; variedades, mutantes y selecciones con resistencia a la roya del café; híbridos inter e intra-específicos; y material de investigación. El acuerdo suscrito con FAO, la define como la "Colección Internacional" más importante de *Coffea arabica* bajo dominio público. Durante más de 60 años esta colección ha contribuido con los programas de mejoramiento genético de todo el mundo. De los materiales con resistencia a la roya, se destacan las fuentes de germoplasma que permitieron la generación de algunos híbridos F1, liberados en América Central y en el cual CATIE juega un papel de liderazgo en la reproducción asexual vía embriogénesis somática y por mini-estacas. En el caso de Costa Rica, el programa que generó la variedad Costa Rica 95 (resistente a la roya) contó como fuente de selección a 200 tipos de diferentes Catimores presentes en la colección del CATIE. Durante muchos años distintos equipos de investigadores han realizado evaluaciones y selecciones y se han obtenido variedades muy importantes para la caficultura regional tales como: Geisha, Nemaya, Híbridos F1, entre otros, variedades que han logrado mejorar la calidad de vida de los productores de café de nuestra región.

Palabras clave: Café, Germoplasma, Mejoramiento genético.

¹ CATIE, Sede Central, Turrialba 30501, Cartago, Costa Rica

PATOGENICIDAD Y SENSIBILIDAD *IN VITRO* A FUNGICIDAS A LA ANTRACNOSIS Y PUDRICIÓN PEDUNCULAR EN MANGO

*Catalina Ruiz Campos*¹, *Gerardina Umaña Rojas*², *Luis Gómez Alpizar*³

La antracnosis y la pudrición peduncular son las principales enfermedades poscosecha en frutos de mango en distintos países. *Colletotrichum gloeosporioides* y *Lasiodiplodia theobromae* son los agentes causales, sin embargo, los nuevos estudios filogenéticos han documentado la existencia de nuevas especies y géneros involucrados en ambas enfermedades alrededor del mundo. El objetivo de este trabajo fue identificar por las técnicas moleculares y morfológicas las especies de *Colletotrichum* asociadas a la antracnosis y la pudrición peduncular en mango, su sensibilidad *in vitro* a cinco fungicidas y su patogenicidad. Durante el 2018-2019 se establecieron aislamientos monospóricos en medio de cultivo PDA, a partir de síntomas de antracnosis y pudrición peduncular en frutos de mango variedad Tommy Atkins y Keitt cultivadas en Liberia y Esparza. La identificación de las especies fue confirmada mediante un análisis BLAST de la región ITS y un análisis multilocus utilizando los genes de GD, BTUB y la región ITS. *Colletotrichum asianum* y *Colletotrichum fructicola* fueron las especies asociadas a la antracnosis y *Neofusicoccum batangarum*, *Lasiodiplodia theobromae* y *Diaporthe pseudomangiferae* fueron las tres especies más frecuentes en síntomas de pudrición peduncular. *C. asianum* es la especie predominante como causante antracnosis en Costa Rica. La identificación morfológica reveló una variedad de tipos de colonia en los aislados de *C. asianum*. Las cinco especies de hongos identificadas mostraron ser patogénicas en frutos de mango. La prueba de sensibilidad de fungicidas mostró que las cinco especies fueron sensibles al fludoxionil, mientras que el pyrimethanil fue el menos eficaz. El procloraz, pyraclostrobin y tiabendazol mostraron valores bajos de CE₅₀ para las especies *C. asianum*, *C. fructicola* y *D. pseudomangiferae*. *L. theobromae* presentó menos sensibilidad al procloraz, pyraclostrobin, tiabendazol y pyrimethanil.

Palabras clave: Análisis filogenético, CE₅₀

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. cruizc@into.go.cr (<https://orcid.org/0000-0002-4285-697x>),

² Universidad de Costa Rica. gumanar@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-6368-5225>).

³ Universidad de Costa Rica. luis.gomezalpizar@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-2522-5615>).

CARACTERIZACIÓN DE DIVERSIDAD Y EFECTO DE INOCULACIÓN DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO EN ESPECIES DE LEGUMINOSAS FORESTALES DE COSTA RICA

*Andrés Zuñiga*¹, *Laura Yesenia Solís-Ramos*², *Keilor Rojas*³, *Lorena Hernández*⁴

La diversidad de bacterias fijadoras de nitrógeno asociada con especies forestales tropicales ha sido relativamente poco estudiada con fines agroforestales. El objetivo de este estudio fue aislar bacterias simbiotes en nódulos de ocho especies forestales pertenecientes a la familia Fabaceae (cuatro Caesalpiniaceae y cuatro Papilionaceae) para su identificación molecular y evaluación de su potencial bioestimulante en sus respectivos huéspedes. Las especies forestales fueron tomadas de varios viveros en Costa Rica, la caracterización molecular fue llevada a cabo bajo la metodología de estudio del gen 16S rARN, la evaluación biométrica se realizó en un ambiente semiprotegido en Dulce Nombre de Cartago y adicionalmente se midió el estado de los nutrimentos foliares y radiculares durante 2021-2023. A los 5 meses dds fueron evaluadas las variables: altura (cm), grosor de tallo (cm), número de hojas (u), vigor (1-5), longitud de raíz (cm), peso raíz (g), número de nódulos (u), área foliar (cm²), respiración microbiana (ppm) y actividad nitrogenasa (umol/N/hr/pl). Se logró registrar las siguientes especies de bacterias: *Rhizobium miluonense*, *Rhizobium multihospitium*, *Bradyrhizobium japonicum* y *Bradyrhizobium* sp. Se registró mayores valores biométricos cuando fue aplicado el inoculante bacteriano ($p < 0.05$). *Enterolobium cyclocarpum*, *Cojoba arborea* y *Dalbergia retusa* presentaron mayores niveles de nutrimentos a nivel foliar y radicular al ser inoculados. El contenido de nutrimentos varió entre especies, pero se detectó al Cu, B y Fe en mayor cantidad tanto a nivel foliar como radicular en plantas inoculadas. Las bacterias identificadas no han sido reportadas previamente en las especies estudiadas por lo que posiblemente son nuevos registros. El presente estudio brinda una perspectiva del potencial que tienen los inoculantes basados en bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno, así mismo es importante explorar la asociación de estas bacterias con frijol y soya para evaluar un posible sistema agroforestal, especialmente con la especie *Erythrina poeppigiana*.

Palabras clave: Árboles leguminosos tropicales, Fijación de nitrógeno, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, Biofertilizantes, Inoculantes bacterianos, Nitrogenasa.

¹ Académico. Carrera de Ing. Agronómica. Universidad Estatal a Distancia (UNED). Cartago, Costa Rica. azunigao@uned.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0001-8214-4435>)

² Investigadora. Escuela de Biología y Centro de Investigación en Biodiversidad y Ecología Tropical (CIBET), Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. laura.solisramos@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-8935-5507>)

³ Investigador. Escuela de Biología y Laboratorio de Genética y Ecología de Microorganismos (LEGMI), Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. keilor.rojas@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-8935-5507>)

⁴ Investigadora. Centro de Investigación en Productos Naturales (CIPRONA), Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. lorena.hernandez@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-9455-0083>). Autor para correspondencia: keilor.rojas@ucr.ac.cr

CARACTERIZACIÓN DE BAYAS EN COSTA RICA: DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

Jose Carlos Picado Romero¹

En Costa Rica, el acceso a información técnica sobre producción de bayas es escaso, lo cual ha obligado a los productores de estos cultivos a adoptar en sus fincas un manejo convencional o también rústico. Este panorama ha incidido en el manejo de estas frutas y en el conocimiento de la susceptibilidad de las variedades de bayas presentes, a plagas y enfermedades; lo que incide en rendimientos muy bajos. Se trabajó con una línea base de información, necesaria para realizar investigaciones en los cultivos de arándano, frambuesa, fresa y mora. En detalle, consistió en una caracterización preliminar de variedades, modos de producción, plagas y enfermedades en las zonas más productoras del país: División de Pérez Zeledón, La Cima de Dota, La Luchita del Guarco, Llano Grande de Cartago y Varablanca. La actividad fue desarrollada entre los meses de abril a mayo del año 2024. Se efectuó un estudio descriptivo *in situ* que permitió recopilar datos de fincas en complemento con el uso de la herramienta Microsoft Forms. Los resultados indican que, existe un complejo de enfermedades y plagas sujetas al manejo agronómico que los productores llevan a cabo en sus fincas, además que no son exclusivas a sólo una, sino que, pueden estar presentes en varios cultivos de bayas. Finalmente, se concluyó que es necesario apoyar con técnicas en estos cultivos que consideren un manejo integrado de plagas y enfermedades a un costo accesible, y mejoramiento genético de variedades adaptables al cambio climático.

Palabras clave. Manejo rústico, cambio climático, mejoramiento variedades.

¹ Investigador, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. INTA. cpicado@inta.go.cr (+506) 6484 - 1161

EVALUACIÓN DE SEIS PATRONES DE AGUACATE INJERTADOS CON LA COPA HASS, EN ETAPA DE VIVERO

Kenneth Retana Sánchez¹, Rosmary Quesada Ugarte²

El cultivo de aguacate es una actividad económica en auge, sin embargo, presenta ejes medulares que requieren ser atendidos para mejorar los rendimientos nacionales. Uno de estos aspectos es la diversidad de patrones que se utilizan para establecer las plantaciones. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue comparar agrónomicamente los siguientes materiales con potencial como patrón: Caragral, Reeds, Fallas 1, Bar Duke, Cima y Toro Canyon, injertados con la copa Hass, durante la etapa de vivero. Se establecieron almácigos individuales con 50 semillas de cada uno de estos, y se les evaluó el porcentaje de germinación y aspectos fitosanitarios. Las plántulas se trasladaron en bolsas con sustrato, se colocaron a la intemperie y se les valoró mensualmente la altura de planta hasta que alcanzaran 40 cm y el número de unidades apta para la posterior injertación. Una vez colocada la copa, se cuantificó su sobrevivencia y se midió el tamaño de las plantas. El Reeds presentó el mayor porcentaje de germinación con un 96 % y el Toro Canyon el menor valor con un 72 %. En relación con la precocidad para injertar, a los cinco meses, se obtuvo un 90 %, 79 % y 69 % con Reeds, Cima y Toro Canyon, respectivamente. En el caso de la sobrevivencia del injerto y longitud total, a los dos meses, el Caragral y el Toro Canyon presentaron un 100 % (52,7 cm) y 72 % (54,48 cm), respectivamente. El aprovechamiento con el Reeds y el Caragral alcanzó un 54 % y un 43 % en el caso del Fallas 1. Por último, el principal patógeno que afectó las raíces de algunas unidades fue *Fusarium* spp., asimismo, se encontró *Colletotrichum nymphaeae* asociado a la necrosis del punto de inserción. Estos resultados demuestran la alta segregación que presentan las semillas de los distintos materiales de este frutal, y la variación de la afinidad de la copa Hass con diferentes patrones.

Palabras clave: Variabilidad genética, portainjerto, compatibilidad.

¹ Investigador, Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Agropecuaria sede Central, San José, Costa Rica, (506)89444024, kretana@inta.go.cr, <https://orcid.org/0000-0003-1937-7249>

² Investigador, Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Agropecuaria sede Central, San José, Costa Rica, (506)87126224, mquesadau@inta.go.cr

PRESENCIA DEL HONGO *Bipolaris cactivora* EN EL CULTIVO DE PITAHAYA (*Hylocereus costaricensis*) EN COSTA RICA

Kenneth Retana Sánchez¹, Óscar Castro Zúñiga⁴, Gabriela Chinchilla Salazar², Mónica Blanco Meneses³

La pitahaya (*H. costaricensis*) presenta potencial para el desarrollo de la agroindustria nacional tanto para el procesamiento y elaboración de diversos productos de consumo, como para extracción de colorantes naturales para la elaboración de cosméticos y medicinas. En este cactus se presentan problemas fitosanitarios relacionados a hongos que afectan la calidad del fruto y hasta el momento no se han identificado los organismos asociados. El objetivo de esta investigación fue determinar la relación biológica entre el microorganismo presente en lesiones acuosas que se presentan en distintos tejidos de la planta de pitahaya. Se recorrieron diferentes plantaciones comerciales de este frutal y se tomaron muestras de los siguientes tejidos sintomáticos: bractéolas de las flores con manchas de color amarillento-naranja con forma ovalada e irregular y que en estados avanzados se tornan como una pudrición; y frutos con lesiones necróticas irregulares en el punto de abscisión y lesiones redondo-ovaladas de color marrón en los costados de estas estructuras. A partir de aislamientos en medio PDA se obtuvo un organismo en forma consistente, con el cual se llevó a cabo la identificación, caracterización morfológica y molecular así como la verificación de los postulados de Koch. De acuerdo con la forma de crecimiento, coloración del micelio y la morfología de los conidios y de las características moleculares (secuenciación de la región ITS), el patógeno asociado a los síntomas presentó un 100 % de similitud con *Bipolaris cactivora* en otras latitudes como Taiwán, US, China, Israel, Korea y Japón. Según las pruebas relacionadas a los postulados de Koch se obtuvo un 100 % de infección, con una sintomatología similar a la observada en el campo, además, se recuperó el mismo organismo que fue inoculado.

Palabras clave: lesión floral, daño acuoso, relación biológica.

¹ Investigador, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Centro de Innovación Agropecuaria sede Central, San José, Costa Rica, (506)89444024, kretana@inta.go.cr, <https://orcid.org/0000-0003-1937-7249>

² Investigadora, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agroalimentarias, Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos, San José, Costa Rica, (506)25118781, maria.chinchillasalazar@ucr.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-0814-512x>

³ Docente e investigadora, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agroalimentarias, Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos, San José, Costa Rica, (506)251187902, monica.blancomeneses@ucr.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-2642-3899>

⁴ Funcionario jubilado, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, (506)89229718, oecastro2@gmail.com

CARACTERIZACIÓN BIOMETRICA DE CINCO CLONES DE PLATANO (*Musa Paradisiaca*) EN POCOCÍ, LIMÓN, COSTA RICA

Gil De Diego Salas¹

El plátano es una especie herbácea perteneciente a la familia Musaceae. Este fruto originario del suroeste de Asia, Indochina, Malasia y Filipinas, se produce en las regiones tropicales y se comercializa tanto en fresco como en productos procesados. El principal importador es Estados Unidos. En Costa Rica, se estima que hay alrededor de 10 mil hectáreas sembradas, de las cuales, se exporta un 5 %. Se consumen más de 40 mil toneladas y la industria procesa cerca de 52 mil, para el mercado nacional e internacional. El país, ha generado conocimiento y experiencias en tecnologías para el manejo tecnificado y sostenible del cultivo de plátano relacionadas con mejoramiento genético y manejo agronómico. Es necesario mantener y actualizar dicha información para lograr una producción tecnificada del cultivo y aumentar los índices de producción y calidad de la fruta. En el Centro de Innovación Agropecuaria Los Diamantes del INTA, ubicado en Pococí, Limón, Costa Rica, se cuenta desde el 2021 con una colección de 35 clones de diferentes musáceas. El objetivo de este trabajo fue seleccionar plantas y caracterizar cinco clones de plátano de uso comercial para los productores de la región. La principal herramienta utilizada para dicha generación de experiencia fue la recolección y análisis de medidas biométricas como altura y circunferencia de planta (cm), la emisión foliar, días a parición luego de cosecha; así como peso de racimo, número, largo y diámetro de dedos. Los principales clones caracterizados fueron Currare Gigante, Curraré Enano, Doña María, Planta Baja y Paredes; lo cuales, presentaron diferencias en algunas de esas características biométricas. La información generada será de mucha utilidad ya que permitirá hacer evaluaciones y comparaciones de vigor, tanto en colecciones, como en plantaciones comerciales y así implementar los ajustes en los planes de manejo agronómico para maximizar el rendimiento potencial del cultivo de plátano.

Palabras clave: Musáceas, biométricos, vigor, rendimiento.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Los Diamantes, Guápiles, Pococí, Limón, Costa Rica. 85629348. gdediego@inta.go.cr

MEJORAMIENTO GENÉTICO CONVENCIONAL DEL BANANO EN COSTA RICA

Rafael Segura Mena¹, Miguel González Zúñiga¹, Jorge A. Sauma Aguilar¹

La resistencia genética es una opción para enfrentar la amenaza del *Fusarium Oxysporum* f.sp. cubense Raza 4 Tropical (Foc R4T) en banano. Existen diferentes metodologías para buscarla como edición de genes, modificaciones genéticas y los métodos de cruces convencionales. Mediante un convenio bilateral con EMBRAPA (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria), CORBANA (Corporación Bananera Nacional), se ha establecido un proyecto de investigación en mejoramiento genético por métodos convencionales en Costa Rica. Este sería el primer proyecto de mejoramiento en Costa Rica en más de un siglo de producción bananera. Se realiza una fase similar en EMBRAPA, Brasil y el objetivo es el desarrollo de materiales con características Cavendish (*Musa* AAA) y con resistencia a Foc R4T. El proyecto se estableció en 2021 en dos áreas de la finca comercial CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), una a 600 m. snm y el otro a 800 m. snm. Se realiza en una zona de altura para que el estrés por frío estimule una mayor posibilidad (muy baja naturalmente) de producción de semillas en los cultivares Cavendish utilizados. EMBRAPA, tiene más de 45 años de experiencia en mejoramiento y ha suministrado híbridos diploides (*Musa* AA) con resistencia comprobada a Foc R4T, cuyo desarrollo la conlleva al menos 20 años. Las prácticas en campo conllevan la protección de las inflorescencias de los híbridos, la recolección del poles y la polinización de cultivares Cavendish con las mejores características productivas, la cosecha y búsqueda de semillas. En el laboratorio se realiza el rescate y desarrollo de los embriones provenientes de las semillas. Se ha realizado dos ciclos de cultivo, con la obtención de semillas con potencial resistencia a Foc R4T. Resultados equiparables se han encontrado en fase en EMBRAPA en Brasil. El proyecto continúa, y se espera realizar evaluaciones agronómicas de los materiales en una segunda fase.

Palabras clave: Fusariosis del banano, mejoramiento, planta donadora, genes de resistencia.

¹ Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Zapote, Costa Rica. 402-4600. rsegura@corbana.co.cr, mgonzale@corbana.co.cr, jsauma@corbana.co.cr

ACCIONES PARA LA PREVENCIÓN CONTRA LA FUSARIOSIS DEL BANANO POR FUSARIUM RAZA 4 TROPICAL (FOC R4)

Roy Arce Rojas¹, Federico Ayuso Rodríguez¹, Rafael Segura Mena¹, Jorge A. Sauma A.¹

La Marchitez del Banano es causada por el hongo del suelo *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense Raza 4 Tropical (Foc R4T) y afecta a más del 80 % de las musáceas, los bananos y los plátanos. Su erradicación de un suelo es prácticamente imposible. Siendo la producción de musáceas de alto interés económico y social para nuestro país, se realizan acciones multinivel y conjuntas CORBANA-MAG-SFE-SENASA junto con el sector para prevenir este hongo. El Foc Raza 1 (otra raza), devastó al banano 'Gros Michel' base de la producción del siglo pasado. Como acciones contra Foc R4T, a nivel internacional se mantiene interacción y convenios con Instituciones y organismos ligados a la investigación, la producción de banano y la sanidad vegetal (EMBRAPA, CIRAD, WBF, IICA, OIRSA) para el desarrollo y transferencia de conocimiento. Se realizan congresos y talleres internacionales para el intercambio de experiencia y nueva información. A nivel local se da seguimiento al marco legal de prevención, se gestiona para implementar mejoras en los esquemas de bioseguridad a nivel de puntos de ingreso fronterizos. Implementación de esquemas de desinfección en aeropuertos, puertos, registro de migración, tanto personas como transportes. Suministro de producto biocida para los procesos de desinfección en arcos de aspersión de vehículos. Se tiene un programa de atención a reportes (línea gratuita) de plantas sospechosas, también se imparte capacitación y divulgación en diferentes niveles del país, desde fincas de productores de musáceas, actividades relacionadas e instituciones educativas. Se han realizado dos simulacros nacionales de Fusarium en conjunto con SFE y OIRSA. También se lleva a cabo Investigación (con Foc Raza 1 y banano 'Gros Michel') tanto en sistema de producción, como en la evaluación de agentes desinfectantes. Se mantienen las acciones de prevención en todos los niveles para que la producción bananera costarricense se mantenga libre de esta amenaza.

Palabras clave: banano, capacitación, Fusariosis, prevención, puntos de ingreso fronterizo.

¹ Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Zapote, Costa Rica. 402-4600. rarce@corbana.co.cr, fayuso@corbana.co.cr, rsegura@corbana.co.cr, jsauma@corbana.co.cr

MANEJO ALTERNATIVO INTEGRAL EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO

Jorge Luis Sandoval¹, Tatiana Zamora Araya¹, Roddy Ortega Bonilla¹, Rafael Segura Mena¹

El cambio climático, plagas y enfermedades emergentes y las limitaciones en el uso de agentes de control convencionales son desafíos que enfrenta la agricultura moderna. Por otra parte, la sociedad requiere de sistemas de producción menos impactantes y más amigables. La producción de banano *Musa* (AAA), enfrenta dichos desafíos, por lo que La Dirección de Investigaciones de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA) ha desarrollado investigación enfocada en la integración de buenas prácticas agrícolas, biocontrol y promoción de la salud y la calidad del suelo, como mecanismo para inducir una mejor sanidad del cultivo y disponer de alternativas para una menor aplicación de agentes convencionales. Se realizó un experimento en una finca comercial del cantón de Siquirres, cuyo objetivo fue optimizar la integración de prácticas alternativas con eficacia previa comprobada en la producción de banano y bajar la carga química convencional. Se establecieron tres tratamientos: T1. Testigo comercial. T2. Prácticas integradas con aplicación de agentes convencionales para sanidad radical. T3. Prácticas integradas sin aplicación agentes convencionales para sanidad radical. Dentro de las prácticas integradas se incluyó la aplicación de estimulantes radicales y fertilización alternativa. Durante siete ciclos de cultivo se evaluaron variables de producción, la sanidad radical, así como la fertilidad del suelo y la nutrición del cultivo. Las variables de producción fueron similares entre los tratamientos. Se determinó que la cantidad de raíz funcional fue superior en el T3 ($p \leq 0,05$), que solo aplicó el manejo alternativo. El mayor porcentaje de raíz funcional y la menor población de *Radopholus similis* correspondió a los tratamientos T1 y T2 ($p \leq 0,05$). Se encontraron valores más altos de pH, potasio, fósforo y materia orgánica en T2 y T3 en comparación con el manejo convencional (T1). El manejo integral alternativo demostró un alto potencial para impactar positivamente una producción más sostenible del cultivo del banano.

Palabras clave: nematicida, *Radopholus similis*, practicas integradas, manejo convencional.

¹ Dirección de Investigaciones, Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Guápiles, Costa Rica. 4002-4620. jlsandoval@corbana.co.cr, tzamora@corbana.co.cr, rortega@corbana.co.cr, rsegura@corbana.co.cr

SITUACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA DE BANANO CRIOLLO (GROS MICHEL) EN COSTA RICA

Adriana Escobedo Aguilar¹, Anthony Gamboa Chavarría²

La producción y comercialización de banano en Costa Rica es una de las actividades más importantes del sector primario. La presente investigación se realizó entre agosto 2022 y enero 2023, teniendo como objetivo actualizar el estudio de la cadena productiva de Banano Criollo (Gros Michel) de Costa Rica. Para la realización de este estudio, se entrevistó agentes mercantiles, mercados mayoristas (CENADA y la Corporación Hortícola Nacional), empresas exportadoras generadoras de valor agregado (Paradise Ingredients S.A., FRUCTA S.A., entre otras), cooperativas, asociaciones y pequeños productores. Se determinaron las relaciones existentes en la cadena por los actores (directos e indirectos), desde los eslabones de producción hasta consumo final, analizándolos a nivel local y nacional para el sector agrícola y aquellos agentes mercantiles con diferentes funciones en los eslabones de la cadena productiva: agroindustria (procesamiento y transformación), minoristas y mayoristas. A su vez, se realizó un análisis comparativo de los resultados sobre la situación presentada en 2009-2010. En términos mercado el producto se comercializa a nivel local, nacional e internacional. A nivel nacional existen 3.180 productores, de los cuales 1.130 se consolidan en empresas rurales asociativas, produciendo aproximadamente 6.197,8 TM/anuales y los productores independientes que producen alrededor de 3.024,4 TM/anuales. En cuanto a la producción orgánica, se determinó que existen 2.993 productores certificados como orgánicos que producen 13.406,9 TM/anuales y 187 productores convencionales con una producción de 9.551,5 TM/anuales. La producción se vincula principalmente a las zonas indígenas del país, con 2.668 productores que representan un 83,9 % de los pequeños productores. Los diferentes actores de la cadena coincidieron sobre las limitaciones, siendo el inadecuado manejo y control de plagas, altos costos de insumos agrícolas (producción), inestabilidad de los mercados, capital de trabajo limitado y mano de obra. Dentro de las oportunidades se presentaron el valor agregado, mercados diferenciados y uso de nuevas tecnologías.

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 8889 5042. escobedo@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0001-6841-5657>

² Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 84126291. anthony.gamboa@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0002-4629-9584>

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Nasutitermes* SP. EN PLANTACIONES DE TECA EN LA PROVINCIA DE DARIÉN

Fernando O. Villarreal¹, Aidamalia Vargas², Eddy E. Barraza³, Enrique A. Sánchez-Galán⁴, Francheska Hurtado⁵

En las termitas (Isoptera), los miembros de la colonia se agrupan en castas diferentes a lo largo de su desarrollo en; reproductores primarios, secundarios, soldados y obreras. Juegan un importante rol como descomponedores de materia orgánica y de igual forma muchas especies son consideradas plagas por los daños causados al sector agrícola y forestal. **Objetivos:** Identificar la distribución y estructura poblacional de termiteros del género *Nasutitermes* en un bosque antropogénico. **Materiales y Métodos:** El sitio de muestreo se ubicó en la comunidad de Relojera, provincia de Darién. Los termiteros fueron seleccionados al azar dentro de una plantación homogénea de teca (*Tectona grandis*). La plantación corresponde a un cultivo comercial de cinco años. La parcela delimitada para los muestreos correspondió a 1 ha. La densidad de los termiteros se estimó dentro de una plantación con 625 árboles por hectárea, distribuidos en 25 hileras, con 25 árboles por hilera. Se censaron los termiteros visibles y vivos del género *Nasutitermes*. Se elaboró un mapa con la posición y distribución de todos los termiteros. Una submuestra de 12 termiteros vivos (27 %), fueron elegidos al azar durante los meses de enero a junio de 2023, para el análisis de la estructura poblacional. **Resultados:** Dentro de la unidad de muestreo se encontraron 44 árboles con termiteros vivos (1 por árbol), para una incidencia de 7.04 %. La casta obrera fue la más representativa, con el 76 %, seguida por las obreras inmaduras (12 %), los soldados (8 %) y los soldados inmaduros (2 %). La presencia de los pre-alados y alados (reproductores secundarios) estuvo relacionada con el inicio de la estación lluviosa, encontrándose éstos en un 16 % de los termiteros muestreados. Se registró la presencia de la reina primaria en un 75 % de los termiteros y la presencia de rey en uno de los termiteros analizados (8 %).

Palabras claves: Árboles, casta, muestreo, termitas.

¹ Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Coclé, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Laboratorio de Protección Vegetal, Campus Central. 50768262323; troestch@hotmail.com

² Universidad de Panamá, Facultad Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Laboratorio Genética y Biología molecular, Campus Central. 50761202718; aidamalia.vargas@up.ac.pa

³ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Laboratorio de Protección Vegetal, Campus Central. 50768005444; eddyup.pa@gmail.com

⁴ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Desarrollo Agropecuario, Campus Central. 50767471688; enriqueasg@gmail.com

⁵ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Laboratorio de Protección Vegetal, Campus Central. 50765040734; hfrancheska359@gmail.com

METODOLOGÍA ESTANDARIZADA PARA LA DETERMINACIÓN DE CADMIO (CD) EN SUELOS Y PLANTAS DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)

Mariela Martínez¹

El cadmio (Cd) es un contaminante ambiental preocupante debido a su efecto en la salud y su capacidad de acumulación en el suelo y en las plantas, especialmente en cultivos como el cacao (*Theobroma cacao*, L.). Este arbusto amazónico muestra una alta absorción de cadmio, con un factor de transferencia (TF) mayor que 1, lo que aumenta el riesgo para los consumidores a través de productos derivados como el chocolate. Organismos reguladores como la European Food Safety Authority (EFSA) han establecido límites estrictos para el contenido de Cd en productos de cacao, influenciando normativas que se implementaron desde enero de 2019. Estas regulaciones han impactado a los países productores de cacao, afectando sus exportaciones a la UE y aumentando los costos por análisis de Cd en laboratorio. La concentración de cadmio en las almendras de cacao promedia menos de 1 mg kg⁻¹, lo que presenta desafíos para la precisión de los análisis en laboratorios regionales, que tradicionalmente se enfocaban en determinar elementos nutritivos a niveles más altos. Un servicio de análisis de Cd debe enfocarse en la calidad metrológica para facilitar el acceso a mercados regulados y evaluar la idoneidad de nuevas áreas de cultivo. Esto es crucial para países como Ecuador, Colombia y Perú, donde la expansión de la producción de cacao es estratégica. La nota técnica propuesta se estructura en cinco secciones detalladas, desde la toma de muestras hasta la interpretación de resultados, con énfasis en el aseguramiento de calidad analítica (QA/QC) para garantizar la fiabilidad y repetibilidad de los análisis. El principal objetivo de la investigación es proporcionar directrices claras y procesos analíticos robustos para la determinación precisa de las concentraciones de cadmio (Cd) en suelos, hojas y almendras de cacao en laboratorios regionales, beneficiando el desarrollo sostenible de la cadena de valor del cacao en los países participantes en el proyecto Plataforma Cacao 2030-2050.

Palabras clave: metodología analítica, cadmio en cacao, materiales de referencia certificados, laboratorios, aseguramiento de calidad (QA/QC), inocuidad.

¹ Laboratorio de suelos. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. INTA, Costa Rica. mmartinez@inta.go.cr Cel. 85556283

FORTALECIENDO LOS SERVICIOS CLIMÁTICOS EN CENTROAMÉRICA PARA TOMA DE DECISIONES INFORMADAS SOBRE EL CLIMA

Carlos Navarro-Racines^{1}, Diana Giraldo-Mendez¹, Mónica Hernández-Quevedo¹, Deissy Martínez-Barón¹, Julián Ramírez-Villegas¹*

Los agricultores en Centro América son altamente vulnerables a la variabilidad climática, y se observan pérdidas de cultivos en toda la región prácticamente todos los años. Al mismo tiempo, los actores locales y los agricultores generalmente tienen un acceso limitado a la información climática y de pronósticos existente, no tienen capacidades suficientes para comprender la información climática y/o mecanismos para relacionar esta información con el impacto que las variaciones climáticas pueden generar a nivel local. Esto impide la traducción de la información en conocimiento procesable y, por lo tanto, en acción. En este estudio, describimos un proceso a través del cual los científicos y los socios estratégicos han co-desarrollado, probado y ampliado enfoques para evaluar, co-producir, traducir y transferir información climática para permitir la toma de decisiones agrícolas (i.e., las Mesas Técnicas Agroclimáticas MTA, y los Servicios Integrados Participativos de Clima para la Agricultura - PICSA). A través de estos enfoques, los agricultores y las partes interesadas acceden a información sobre las variaciones climáticas en múltiples escalas temporales, comprenden cómo pueden afectar a los cultivos y diseñan medidas para reducir la pérdida de cultivos, en particular brindando recomendaciones agronómicas a los agricultores. Describimos sistemáticamente el proceso de generación de evidencia, creación, participación de socios, ampliación y monitoreo de estos enfoques en toda América Central a nivel nacional y local.

Palabras claves: cambio climático, idoneidad climática, modelos de cultivo, Centroamérica.

¹ Alianza Bioversity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Hub para las Américas.
* E-mail: c.e.navarro@cgiar.org, Teléfono: +50241647394, OCRID: 0000-0002-8692-6431

LAS MUJERES EN LA CADENA DE VALOR DEL CACAO EN NICARAGUA: RETOS Y OPORTUNIDADES

Ana Maria Paez Valencia¹, Ana Teresa Avilés Cruz²

La mayoría de hogares que participan en la cadena de valor del cacao en Nicaragua tienen limitado acceso a recursos técnicos, financieros, y de formación, sus métodos de producción y transformación son precarios y su productividad es baja. Además, su acceso al mercado es deficiente y existe mucha dependencia a ciertos compradores. Pero si bien este panorama es difícil para hombres y mujeres, ellas están en mayor desventaja. Las normas de género limitan a qué trabajos pueden integrarse y el valor que tienen esas labores, así como su acceso a servicios financieros y técnicos, el control sobre los ingresos derivados de la cadena y una menor participación en organizaciones ligadas al cacao. El presente análisis se fundamenta en una exhaustiva revisión bibliográfica y datos primarios obtenidos mediante metodologías cualitativas y participativas que nos permiten no solo comprender las dinámicas de género en la cadena de valor del cacao en los territorios de interés, sino también capturar las voces y experiencias de las mujeres y comunidades implicadas. Los hallazgos del estudio exponen las múltiples y diversas formas de discriminación y desigualdad que enfrentan las mujeres en hogares cacaoteros, y señalan tres grandes factores estructurales que determinan su posición de desventaja: debilidades en infraestructura y servicios básicos, normas tradicionales de género discriminatorias y bajos niveles de agencia. Estos factores limitan no solo la posibilidad de beneficiarse de iniciativas de desarrollo de la cadena de valor, sino también de influir en los procesos de desarrollo o asociativos que les atañen y tomar decisiones sobre su propio trabajo y su propia vida. El estudio busca no solo diagnosticar las desigualdades de género presentes en la cadena de valor, sino también proponer recomendaciones que promuevan un desarrollo inclusivo y equitativo que maximice el potencial de la cadena de valor del cacao en Nicaragua.

Palabras clave: género, desigualdad de género, cacao.

¹ Alliance of Bioversity International and CIAT, The Americas Hub – Costa Rica Office. a.paez-valencia@cgiar.org

² Alliance of Bioversity International and CIAT, Central America Office, Planes de Altamira, de Pizza Hut, Villa Fontana, 1 c. al oeste, Edificio CAR III, Oficina 4-1. Managua, Nicaragua

MESA TÉCNICA DE PECUARIO



EFFECTO DE LA RECONGELACIÓN SOBRE LA INTEGRIDAD DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA, ACROSOMA, VIABILIDAD Y MOTILIDAD INDIVIDUAL EN LOS ESPERMATOZOIDES BOVINOS

John J. Hincapié¹, Candy L. Monroy¹, Isidro A. Matamoros¹

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la recongelación del semen bovino, sobre la integridad de la membrana plasmática, acrosoma, viabilidad y motilidad individual. Se utilizó el semen de un toro, recolectado en dos ocasiones en la unidad de ganado de carne de Zamorano. Se evaluó el volumen del eyaculado, color, olor, motilidad en masa, motilidad individual, concentración, morfología y respuesta a la prueba de HOST. Tras ser evaluado el semen, se hizo una separación del eyaculado en fracciones iguales para tres diferentes tratamientos, este procedimiento se repitió en dos ocasiones. Se utilizó el protocolo de dilución con Triladyl® y congelación a -196°C en nitrógeno líquido. Se aplicaron tres tratamientos: Semen Fresco Diluido (SFD), Semen Congelado Descongelado (SCD) y Semen Congelado Descongelado Recongelado (SCDR). Se analizaron las variables: motilidad individual (%), índice de recuperación, calidad biológica, viabilidad (% vivos y muertos), morfología (% espermatozoides anormales: acrosoma y cola), sensibilidad a la prueba de endósmosis HOST (% de Endósmosis Positiva y Endósmosis Negativa) en cada tratamiento. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con tres tratamientos y dos repeticiones por tratamiento, con un análisis de varianza y separación de medias con la prueba de rangos múltiples de Duncan. En semen SCD y SCDR los porcentajes de motilidad individual, porcentaje de espermatozoides vivos y porcentaje de anormalidades disminuyeron significativamente con respecto al SFD. Con respecto a las pruebas HOST, el mayor porcentaje de espermatozoides con endosmosis positiva se encontró en el SFD, sin embargo, el SCD y SCDR presentaron valores adecuados. Se concluye que bajo las condiciones de este estudio los procesos de congelación y recongelación afectan la integridad de la membrana plasmática y del acrosoma, motilidad individual y viabilidad. Se determinó que en semen congelado-descongelado y congelado-descongelado-recongelado los porcentajes de motilidad individual y el porcentaje de espermatozoides vivos disminuyen mientras que el porcentaje de anormalidades se incrementa con respecto al semen fresco, sin embargo, el SCD y SCDR llenan los indicadores establecidos como aprobados (Rosas 1997) para la inseminación artificial. Se determinó que la endósmosis positiva está relacionada con la calidad biológica, la motilidad individual, viabilidad y morfología.

Palabras claves: calidad biológica, endosmosis, eyaculado, morfología, prueba HOST¹

¹ Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano (EAP)

POLLINAZA LIQUIDA COMO OPCIÓN SANITIZADA PARA CONSUMO ANIMAL

Juan David Hernández Bustamante, Cristian Damián Ortega¹

La pollinaza es un subproducto de la industria avícola útil para la alimentación del ganado bovino ya que es un ingrediente abundante, económico y su uso se ha extendido en los últimos años. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la degradabilidad de la proteína cruda (PC) de la pollinaza líquida que se ofrece como suplemento en dietas para bovinos. El experimento se llevó a cabo en las instalaciones en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicada en la ciudad de Torreón en el estado de Coahuila en el país de México. Se utilizó una vaca Holstein-Friesian fistulada ruminalmente de aproximadamente 500 kg de peso vivo, no gestante, se alimentaba diariamente con alfalfa (*Medicago sativa*) de primera calidad con un contenido del 21 % de proteína cruda y había agua a libre acceso para beber, se utilizó pollinaza líquida (polliquid) que es un preparado hecho a base de una fermentación controlada de los contenidos orgánicos de la pollinaza, hasta lograr que la disolución en agua alcance un 98 % de líquido y un 2 % de materia seca que incluye un 23 % de proteína cruda. Se establecieron cuatro tratamientos. Los resultados que se obtuvieron mostraron que el tratamiento que tuvo los mejores resultados, fue el tratamiento que incluía una adición de pollinaza líquida del 30 %.

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México. 27000. Periférico Raul López s/n. Juan David Hernández Bustamante. david_busta@hotmail.com

PRODUCCIÓN *IN VITRO* DE EMBRIONES BOVINOS: AVANCES EN INVESTIGACIÓN APLICADA

John J. Hincapié¹, Rogel O. Castillo¹

La producción *in vitro* de embriones bovinos es una técnica revolucionaria en la reproducción animal que permite la fertilización y desarrollo embrionario fuera del útero materno. Este método ha generado conocimiento en las áreas de ovogénesis, foliologénesis, desarrollo embrionario entre otros. Sin embargo, existen diferencias entre ovocitos madurados *in vivo* vs. *in vitro*, principalmente en aspectos como la maduración nuclear y citoplasmática, que hace que la expresión de algunos genes necesarios para la activación del genoma embrionario, en la etapa de maduración de los ovocitos, pueda verse comprometido por la recolección temprana del ovocito del folículo y las condiciones de cultivo *in vitro*. Este trabajo presenta los avances realizados con investigaciones sobre el efecto de dos concentraciones de (oxígeno) O₂ en la producción de embriones bovinos *in vitro* obteniendo los mejores resultados con 20 % de O₂ en MIV y FIV y 5 % O₂ en CIV (68.83 % de embriones; P=0.0010); así mismo, se han investigado los efectos de diferentes suplementaciones del Medio de Maduración de Ovocitos (MMO) con antioxidantes como la Cisteamina (15mg/100μl) con resultados de 61.54 % de embriones vs. 46.84 % del control (P=0.0421); suplementación del MMO con Factor de Crecimiento Epidérmico (EGF 10ng/ml) con resultados de 58.24 % de embriones para EGF vs. 43.81 % del control (P=0.0439); suplementación del MMO con Suero de Vaca en Celo (SVC 1000μl/10ml) o Suero de Yegua en Celo (SYC 1000μl/10ml) con resultados de 48.75 % de embriones para SVC vs. 26.56 % para SYC (P=0.0016); suplementación del MMO con Polivinil-Pirrolidona (PVP 6mg/ml) o con Suero Fetal Bovino (SFB 10 %) con resultados de 81.82 % de embriones para PVP vs. 32.63 % para SFB (P<0.0001); suplementación del MMO con Factor de Crecimiento Insulínico-I (IGF-I 10 μM/ml) con valores de 66.36 % de embriones para IGF-I vs. 54.84 % para el control (P=0.0201); suplementación del medio de fertilización con cafeína (9.7mg/500μl) con resultados de 52.8 % de embriones para FIV cafeína vs. 50.84 % del control (P=0.690); igualmente se evaluaron dos métodos de criopreservación de embriones bovinos *in vitro*: vitrificación vs. congelación lenta con resultados de sobrevivencia (blastocistos eclosionados) a las 72 horas de descongelados de 52.17 % para vitrificación vs. 15.79 % para congelación lenta.

Palabras clave: concentraciones de oxígeno, fertilización *in vitro*, maduración de ovocitos, suplementación medio de maduración, vitrificación de ovocitos.

¹ Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano (EAP)

NUEVAS TÉCNICAS DE REPRODUCCIÓN ASISTIDA APLICADAS A LA MEJORA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADEROS

Anthony Valverde¹, Francisco Sevilla-Benavides², Ignacio Araya-Zúñiga³

La selección artificial ha permitido mejorar técnicas biotecnológicas que contribuyen al crecimiento de las capacidades en producción animal. Este trabajo pretende explorar las nuevas técnicas de reproducción asistida aplicadas a la mejora de los sistemas ganaderos. La biología de la reproducción ha estado ligada al advenimiento de la biotecnología de la reproducción y la base para el desarrollo de las técnicas de reproducción asistida. Con el perfeccionamiento de los métodos de microscopía se logró caracterizar los gametos masculinos lo que significó un avance significativo en la tecnología de inseminación artificial. El punto de inflexión lo constituyó el desarrollo de técnicas de conservación espermática e implicó un cambio en el desarrollo de estas tecnologías en las especies ganaderas ya sea con semen crio preservado o refrigerado. El análisis seminal se ha ido desarrollando paralelamente con las técnicas de reproducción asistida al punto que hoy se considera como una técnica relevante en la biotecnología de la reproducción animal que se ha perfeccionado mediante el avance de la ciencia y la tecnología, la física óptica y la computación a través de la tecnología CASA (Computer Assisted Semen Analysis). Los sistemas CASA aportan criterios objetivos en la evaluación del semen mediante el análisis de grandes volúmenes de datos y variables de movilidad, cinéticas, morfométricas, morfológicas y de fragmentación del ADN, que permiten caracterizar mejor los eyaculados de los reproductores en centros de inseminación artificial. Actualmente, se realizan estudios sobre la posible relación entre la calidad seminal determinada a partir de los sistemas CASA y su relación con la fertilidad de los animales dentro de los sistemas productivos. Del mismo modo, se han introducido nuevas tecnologías con mayor accesibilidad para los productores, en términos económicos, que permiten evaluar de manera objetiva la calidad seminal de los animales utilizados para la reproducción dentro de sus sistemas.

Palabras clave: zootecnia, andrología, espermatozoide.

¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus tecnológico San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. anvalverde@tec.ac.cr (Autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-3191-6965>).

² Programa de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (ITCR-UNA-UNED-DOCINADE), y Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus Tecnológico Local San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. f.sevilla@tec.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0003-1480-4141>).

³ Maestría en Ciencia y Tecnología para la Sostenibilidad, Área académica del DOCINADE, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus Tecnológico Local San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. igaraya@estudiantec.cr (<https://orcid.org/0000-0002-4292-2287>).

PERCEPCIONES SOBRE EL BIENESTAR ANIMAL EN ESTUDIANTES DE AGRONOMÍA: CONOCIMIENTOS E IMPLICACIONES PARA LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA

Anthony Valverde¹, José Andrés González-Miranda², Francisco Sevilla-Benavides³

Es crucial abordar el estado actual de las consideraciones éticas relacionadas con el trato hacia los animales dentro de los planes de estudio de las ciencias agroalimentarias, por lo que el objetivo de la investigación en la que se basa el presente resumen fue determinar las percepciones de estudiantes universitarios de agronomía sobre el bienestar animal en los sistemas de producción ganadera. Se realizó una encuesta para abarcar varios aspectos, desde los atributos sociodemográficos de los participantes hasta sus actitudes y comportamientos con respecto al bienestar animal. El análisis estadístico profundizó en las asociaciones entre las características de los participantes y sus perspectivas sobre las dimensiones ética, bioética y de bioderecho del bienestar animal. Se identificaron asociaciones entre factores demográficos y puntos de vista éticos entre los estudiantes. Las diferencias de género surgieron en las percepciones del trato a los animales. Las consideraciones bioéticas revelaron disparidades distintivas basadas en el género y la educación en preocupaciones relacionadas con el bienestar animal, las percepciones de valores, las evaluaciones de los comportamientos animales y las opiniones sobre la investigación con animales. Es necesario distinguir entre el bienestar animal y las consideraciones éticas que surgen de la coexistencia con seres sintientes capaces de experimentar sufrimiento. Las teorías éticas proporcionan una visión a través de la cual percibimos las obligaciones humanas hacia los animales. La responsabilidad de garantizar el bienestar animal está firmemente arraigada en el reconocimiento de que los animales, al igual que los humanos, experimentan dolor y sufrimiento físico. En consecuencia, las acciones que causen sufrimiento o malos tratos injustificados, particularmente con fines de entretenimiento, se consideran moralmente inaceptables. Una educación integrada sobre bienestar animal podría dotar a los estudiantes de Agronomía con conocimientos multidisciplinarios que respalden la ciencia del bienestar animal para abordar los desafíos y dilemas actuales relacionados al tema.

Palabras clave: bioética, ética animal, zootecnia.

¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus tecnológico San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. anvalverde@tec.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-3191-6965>)

² Colegio de Profesionales en Psicología de Costa Rica, Departamento de Fiscalía. Apdo. Postal 8238-100, San José, Costa Rica. prosocal.cr@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-6857-5837>)

³ Programa de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (ITCR-UNA-UNED), y Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus Tecnológico Local San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. f.sevilla@tec.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0003-1480-4141>)

EFFECTO DE LA EDAD, EPOCA, GENOTIPO Y CÁMARA DE RECUESTO ESPERMÁTICO SOBRE LA CALIDAD SEMINAL DE VERRACOS EN EL TRÓPICO.

Francisco Sevilla-Benavides¹, Ignacio Araya-Zúñiga², Anthony Valverde³

La influencia de la raza, los cambios climáticos y el valor individual de los verracos son características importantes para optimizar a la eficiencia reproductiva en la calidad de las dosis seminales en el sector porcino. El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad seminal asociada con la raza, edad, temporada y diferentes cámaras de recuento espermático en eyaculados de verracos. Se utilizaron como donadores un total de 22 verracos sexualmente activos, en condiciones saludables de líneas genéticas maternas y paternas, con edades de $21,0 \pm 7,2$ meses. Los verracos fueron alojados en espacios individuales, ventilados y alimentados con mezclas comerciales estandarizadas. Las colectas del semen se realizaron para cada verraco con la técnica de mano enguantada. Se obtuvieron durante la época seca y lluviosa en Costa Rica. Los animales fueron categorizados en tres grupos de edades: <12 meses (jóvenes), 12-24 meses, y >24 meses. Se analizaron las muestras con un sistema computarizado de análisis seminal (ISAS® v1). Los resultados mostraron que los animales más jóvenes (<12 meses), mostraron valores más altos en la movilidad total y progresiva, así como en los parámetros de la cinética espermática, que los animales más viejos. Los resultados de la movilidad total y la velocidad de los espermatozoides aumentaron en la temporada lluviosa. Las variables de la cinética espermática mostraron variaciones con respecto a la cámara de recuento espermático utilizada ($P < 0,05$). Las razas Duroc y Landrace presentaron los espermatozoides con mejores valores de movilidad total y progresiva ($P < 0,05$). El impacto de varios factores en las variables seminales y cinemáticas en las eyaculaciones de verracos, como la edad, la temporada, la composición genética de la raza y la cámara de recuento espermático, permite comprender mejor la calidad del semen de verraco. Esto resalta la importancia de optimizar las prácticas de manejo reproductivo en el sector porcino.

Palabras clave: Espermatozoide, Sistemas CASA, Reproducción Porcina.

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (ITCR-UNA-UNED), Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus Tecnológico Local San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. f.sevilla@tec.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0003-1480-4141>)

² Maestría en Ciencia y Tecnología para la Sostenibilidad, Área académica del DOCINADE, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus Tecnológico Local San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. igaraya@estudiantec.cr (<https://orcid.org/0000-0002-4292-2287>)

³ Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus tecnológico San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. anvalverde@tec.ac.cr (Autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-3191-6965>).

ANÁLISIS CINÉTICO Y MORFOMÉTRICO EN SEMEN FRESCO DE TOROS BRAHMAN ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA MONTA

Ignacio Araya-Zúñiga¹, Francisco Sevilla-Benavides², Anthony Valverde³

El objetivo fue determinar el efecto de la temporada de monta sobre la movilidad, la morfología, la cinética y la morfología espermática en toros Brahman mediante un sistema CASA. El estudio se realizó en finca La Vega del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con un total de 8 toros puros de la raza Brahman, los cuales aleatoriamente se dividieron en grupos (parejas) que rotaron en hato de vacas por 21 días, cada grupo. Se colectaron un total de 28 eyaculados mediante electroeyaculación, con distribución antes (AM), durante (DM) y posterior a la monta (PM). Para los análisis se utilizaron los módulos de movilidad y morfometría del sistema CASA ISAS®v1, mientras la concentración espermática se estimó con el fotómetro Accuread®. El análisis de la morfología espermática se hizo con un microscopio de contraste de fase negativo. La concentración de espermatozoides en las muestras DM fue inferior significativamente que las muestras de los periodos AM y PM, estas últimas no presentaron diferencias entre ellas ($p > 0,05$). Durante el periodo de monta (DM) la progresividad espermática explicada por linealidad (LIN), rectitud (STR) y oscilación (WOB), fue significativamente mayor ($p < 0,05$). El análisis de componentes principales (PCA) encontró tres factores para las variables de cinética, lo que permitió identificar cuatro subpoblaciones. La morfometría de la cabeza y pieza intermedia del espermatozoide fue condicionada por el estado sexual. El largo de la cabeza del esperma fue significativamente mayor AM y DM ($p < 0,05$), respecto a PM. La distancia de inserción de la pieza media fue significativamente mayor ($p < 0,05$) DM que PM, mientras el ángulo de inserción fue mayor ($p < 0,05$) AM que PM. Se concluyó que el estado sexual de los animales tiene implicaciones sobre la calidad del semen, que deben ser considerados en las evaluaciones andrológicas.

Palabras clave: sistemas CASA, andrología, reproducción.

¹ Programa de Maestría en Ciencia y Tecnología para la Sostenibilidad, Área académica del DOCINADE, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus Tecnológico Local San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. igaraya@estudiantec.cr (<https://orcid.org/0000-0002-4292-2287>).

² Programa de Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo (ITCR-UNA-UNED), y Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus Tecnológico Local San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. f.sevilla@tec.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0003-1480-4141>).

³ Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal (AndroTEC), Campus tecnológico San Carlos, Alajuela 223-21002, Costa Rica. anvalverde@tec.ac.cr (Autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-3191-6965>).

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CALIDAD NUTRICIONAL ESTIMADA MEDIANTE IMÁGENES RGB EN PASTURAS

Valerie María Salazar-Castillo¹, José Pablo Jiménez-Castro²

En años recientes, han surgido tecnologías que se proponen como alternativa para estimar la disponibilidad de biomasa y la calidad nutricional de las pasturas a partir de imágenes RGB (Red, Green, Blue). Debido al poco tiempo que esta tecnología ha estado disponible a productores y técnicos de nuestro país, surge la necesidad de evaluar su precisión en las condiciones de Costa Rica. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la precisión de las tecnologías de algoritmos comerciales de análisis de imágenes RGB para la estimación de biomasa y calidad nutricional de pasturas, comparado con el método destructivo en dos especies de pastos del trópico húmedo. La investigación se realizó en la Estación Experimental Los Diamantes del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Pococí, Limón, Costa Rica, durante 2021-2022. Se evaluaron las especies de pasto basilisk (*Brachiaria decumbens*) y ratana (*Ischaemum ciliare*). Estas especies tuvieron 30 días de rebrote al momento de la cosecha, la cual se realizó durante tres ciclos consecutivos. Cada especie fue cosechada al 25, 50, 75 y 100 % de la altura presentada a los 30 días de cosecha. Las variables de respuesta estudiadas fueron kg MS/m², %PC, %FDA, %FDN. Se compararon los resultados obtenidos por procedimientos de laboratorio y estimadas utilizando dos algoritmos contenidos en los softwares Taurus Webs® y Ganadero SG®. La información se analizó con un diseño completamente al azar. Para evitar beneficios comerciales hacia algún software, no se revelan sus resultados respectivos. La biomasa del pasto basilisk fue estimada adecuadamente por uno de los softwares cuando se cosechó a una altura del 50 % de su altura total. En pasto ratana, su biomasa fue adecuadamente estimada por uno de los softwares cuando se cosechó el 100 % del material presente. La PC contenida en el 25 % superior de la altura total del pasto basilisk coincidió con la estimación de uno de los softwares. Para las restantes variables, los softwares no lograron realizar estimaciones adecuadas. Se concluye que la altura del pasto tiene un efecto sobre la estimación de biomasa y PC que realizan los algoritmos de los softwares utilizados y por lo tanto, estas tecnologías deben ser validadas con estudios. Se concluye que la arquitectura de las plantas es un factor que varía la precisión de los algoritmos y a su vez, éstos difieren entre sí difieren en las estimaciones que realizan para distintos pastos.

Palabras clave: pasturas, ganadería, recursos forrajeros.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. vsalazarc@mag.go.cr (Autor para correspondencia, <https://orcid.org/0009-0005-6883-8840>).

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. jpjimenez@inta.go.cr (<https://orcid.org/0000-0002-2136-3076>).

POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS HÍBRIDOS (UROCHLOA) EN LA CUENCA DEL CARIBE

Elide Valencia¹ y Jim Muir²

Las mayores limitantes en producción de forrajes en latitudes del trópico es la sequía y cambios en hora luz. En los últimos años se han introducido varios híbridos (cvs. Mulato, Cayman, Camello y Cobra) entre el género *Urochloa* (antes *Brachiaria*) en la cuenca del caribe. Sin embargo, existe poca información sobre su comportamiento productivo en Puerto Rico. Se evaluaron frecuencias de corte (FC; 21, 28 y 35-d) e intensidades de corte (IC; 5 y 10 cm de altura de corte) sobre el rendimiento de materia seca (RMS; Mg ha⁻¹), peso de raíces (por macollo), % de proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) en los híbridos Mulato II, Cayman, Camello y Cobra (entre septiembre a marzo). El diseño fue completamente aleatorizado en un arreglo de parcelas sub-subdivididas con cuatro replicas. A las FC se tomaron muestras aleatoriamente en 1m² (a IC). Estas se secaron (para calcular RMS) y se molieron para pasar un cedazo de 1 mm y luego los análisis químicos. Se observó floración de todos los híbridos en octubre y noviembre, excepto Camello que se mantuvo en estado vegetativo. Se encontró diferencia (p<0.05) en RMS entre los cultivares (donde Mulato II superó a los otros) y también diferencia entre FC, 1.2, 1.3 y 1.6 Mg ha⁻¹ a los 21, 28 y 25d, respectivamente. Como era de esperarse, la PC disminuyó y las fibras aumentaron al aumentarse la FC. La producción de raíces se afectó por IC, 2.2 y 4.4 kg MS m⁻³ a 5 y 10 cm, respectivamente independientemente de los cultivares y frecuencia. Debido a esta se acortó el estudio. En conclusión, el Mulato II fue el de mayor rendimiento y los cvs. Camello y Cobra (1.0 Mg ha) fueron las de menor RMS a las 28d de cortes. Sin embargo, a 5-cm de corte la producción de raíces se ve afectada, por lo cual se recomienda alturas de cortes entre 10-15.

Palabras claves: híbridos, frecuencia de corte, intensidad, valor nutricional.

¹ Profesor de Pastos y Forrajes. Departamento de Ciencias Agroambientales, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, PR 00681. Elide.valencia@upr.edu

² Professor, Texas Agricultural Experiment Station, 2119 North US Hwy 281, Stephenville TX 76401.

TENDENCIA DE LOS MECANISMOS DE TERMORREGULACIÓN EN BOVINOS WAGYU- BRAHMAN BAJO EL TRÓPICO HUMEDO. PANAMÁ

*Pedro Guerra-Martínez¹, José L. Bernal-Rosas¹, Carlos I. Martínez-Delgado¹,
Aristides A. Villarreal-Ruiz¹, María M. De Gracia-Victoria¹, Olegario Ibarra-Guerra¹*

El cambio climático produce de moderado a alto estrés calórico en los bovinos en el trópico húmedo. Se estudia la raza Wagyu en cruzamiento con la Raza Brahman pero desconocemos las tendencias de sus mecanismos de termorregulación que ocurren bajo las condiciones del trópico húmedo. El objetivo fue estudiar las tendencias de los mecanismos de termorregulación del calor corporal de bovinos Wagyu-Brahman en pastoreo bajo condiciones del trópico húmedo. El estudio se realizó en la EEG-CMO (IDIAP). Los grupos raciales (GR): WG25, WG50, WG75 y WGF1. Las variables independientes: ITH, temperatura corporal (Tb), coeficiente de tolerancia al calor (CTC) y relación peso vivo: área corporal (WA). Las variables dependientes: convección (Qc), radiación (Qr) y conducción (Qk). Datos analizados por correlación simple y regresión lineal pasando por el origen por GR. Correlaciones entre Qc, Qr y Qk con ITH y CTC fueron bajas (P>0,05), pero con WA todas fueron P<0,01 en los cuatro GR. WG50 y WGF1 disiparon más Qc por unidad de ITH (0,00054 y 0,00053 kcal/s); Tb (0,00113 y 0,00112 kcal/s), CTC (0,01330 y 0,01342 kcal/s) y WA (0,00125 y 0,00113 kcal/s). Disiparon más Qr, por unidad de ITH (1,53836 y 1,53313 kcal/m²xs), Tb (3,23093 y 3,24453 kcal/m²xs), CTC (38,22003 y 39,10471 kcal/m²xs) y WA (3,57052 y 3,27805 kcal/m²xs). Disiparon más Qk, por unidad de ITH (0,00016 y 0,00015 kcal/m²xsx°C), Tb (0,00032 y 0,00032 kcal/m²xsx°C) y CTC (0,00387 y 0,00385 kcal/m²xsx°C) y WA (0,00034 y 0,00032 kcal/m²xsx°C). Se concluye que Qc y Qr se asociaron con WA moderadamente en los cuatro GR. La tendencia de disipar calor por Qc, Qr y Qk versus ITH, Tb, CTC y WA fue lineal (P<0,01) desde el origen en todos los GR. Las mayores disipaciones de Qc, Qr y Qk por unidad de ITH, Tb, CTC y WA se encontraron en WG50 y WGF1.

Palabras claves: Wagyu-Brahman, conducción, convección, radiación.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Centro de Innovación Agropecuaria de Chiriquí. Estación Experimental de Gualaca "Carlos M. Ortega". Higuierón, Gualaca. Chiriquí, Panamá. pedro.guerra@idiap.gob.pa pedroguerram16@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-6731-3624>)

CONDICIÓN CALÓRICA CORPORAL DE CRUCES WAGYU-BRAHMAN EN UN CLIMA DEL BOSQUE HÚMEDO TROPICAL, PANAMÁ

Pedro Guerra Martínez¹, Manuel S. De Gracia Gálvez², José L. Bernal Rosas¹, Carlos I. Martínez Delgado¹, Aristides A. Villarreal Ruíz¹, María M. De Gracia Victoria¹, Olegario Ibarra Guerra¹

El Wagyu es una raza alternativa para contribuir a mejorar la calidad del producto final y competitividad de los sistemas de producción bovinos de carne. Se tiene poca información sobre su condición calórica corporal en un bosque húmedo tropical. El objetivo fue estudiar la condición calórica corporal de cruces Wagyu-Brahman bajo el clima del bosque húmedo tropical. El estudio se realizó en la EEG-CMO (IDIAP). Las épocas de nacimiento (EP) fueron: seca (ESC) y lluviosa (ELL). Los grupos raciales (GR) del padre (GRP): Wagyu (WG) y Brahman (BRH); los GR de la madre (GRM): WG25, WG50, WGF1 y CRUCE; los GR de la progenie (GRANI): WG25, WG50, WG75 y WGF1. Las variables dependientes: temperaturas corporales (TMPC): lomo (TL), cabeza (TC), costilla (TCS), vientre (TV), y frente (TF); grosor de la piel (GP); estado calórico (ECC): capacidad calórica corporal (CCC), sobrecarga calórica corporal (SCP), presión calórica corporal (PCC) e indicadores de tolerancia calórica (ITC). Se utilizó un modelo mixto donde año (YR) y EP(YR) fueron efectos aleatorios, y GRP y GRM(GRP) fueron efectos fijos. Se aplicó análisis de regresión pasando por el origen entre ITH (Índice Temperatura-Humedad) con TMPC. El efecto promedio de GRP y GRM(GRP) fueron ($P>0,05$) para TMPC, EEC e ITC. TL ($38,8\pm 0,6^{\circ}\text{C}$), TC ($37,4\pm 0,6^{\circ}\text{C}$), TF ($36,2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) y TV ($35,5\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) fueron mayores cuando GRP fue WG y GRM fue WGF1. La relación entre ITH y TMPC por GRANI fueron lineales ($P<0,05$). Mayor CCC ($204,9 \text{ kcal}/^{\circ}\text{C}$) se encontró con GRP, BRH y GRM, WGF1, pero mayor SCC ($430,6 \text{ kcal}$) y PCC ($5,76 \text{ kcal}/\text{kg}0,75$) con GRM, WG50. PITC (79,5) y PTCG (71,4) fueron mayores con GRP, WG y GRM, WGF1. La TMPC, ECC e ITC variaron en función del GRP y GRM y las relaciones entre ITH y TMPC fueron lineales desde el origen. Se concluye que todos los GR estuvieron en estrés calórico.

Palabras clave: estrés calórico, Wagyu-Brahman, tolerancia al calor.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Centro de Innovación Agropecuaria de Chiriquí. Estación Experimental de Gualaca "Carlos M. Ortega". Higuierón, Gualaca. Chiriquí, Panamá. pedro.guerra@idiap.gob.pa, pedroguerram16@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-6731-3624>)

² Catedrático retirado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. Campus Central. Ciudad de Panamá, Panamá.

CURVAS DE CRECIMIENTO DE HEMBRAS HOLSTEIN Y JERSEY NEOZELANDESAS EN COSTA RICA

Argerie Cruz Méndez¹, Carlos Salazar Aguilar², Bernardo Vargas Leiton³, Juan Antonio Arias Castro⁴, Esther Donkersloot⁵, Steve Davis⁶

Las razas Holstein y Jersey en Nueva Zelanda, se caracterizan por tener un tamaño moderado de peso vivo maduro promedio de 540 kg y 440 kg respectivamente. El objetivo fue comparar el crecimiento de las terneras hijas de toros de origen neozelandés (NZ) con los toros de otro origen (OTROS) de las mismas razas. Se evaluaron las hembras nacidas en fincas de zona media (500 a 1500 m. snm) y de la zona alta (1501 a 2600 m. snm) con pesos desde el nacimiento y hasta los 24 meses. Se tomaron datos de peso corporal de 7362 de crías nacidas de toros NZ versus 31946 de OTROS. Los promedios de peso a distintas edades en hembras Jersey hijas de toros NZ vs. OTROS fueron: al nacimiento: 27.5/26.3 kg, 6 meses: 125/125 kg, 12 meses: 212/218 kg, 15 meses: 261/264 kg, 18 meses: 303/301 kg y 24 meses: 359/368 kg. En hembras Holstein los pesos correspondientes de crías NZ vs. OTROS fueron: al nacimiento: 35.4/31.8 kg, 6 meses: 160/159 kg, 12 meses: 268/264 kg, 15 meses: 330/325 kg, 18 meses: 374/365 kg y 24 meses: 455/462 kg. En general, la tendencia de crecimiento de las hijas de los toros NZ es similar hasta los 16 meses, después y hasta los 24 meses las hijas de OTROS tuvieron un crecimiento irregular. En la raza Jersey los pesos fueron muy similares para ambos grupos, sin embargo, en las vacas Holstein a los 24 meses se observó un marcado menor peso de las hijas de toros NZ que las de OTROS en la zona media, no así en la zona alta donde fue más alto.

Palabras claves: Curvas de crecimiento, peso vivo, bovinos leche.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica. acruz@inta.go.cr (autor para correspondencia); <https://orcid.org/0000-0002-6603-4479>

² Cámara Nacional de Productores de Leche, San José, Costa Rica. csalazar@proleche.com

³ Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Costa Rica. bernardo.vargas.leiton@una.cr (<https://orcid.org/0000-0002-1778-9672>)

⁴ Livestock Improvement Corporation, LIC, Hamilton, Nueva Zelanda. aricajo1@hotmail.com

⁵ Livestock Improvement Corporation, LIC, Hamilton, Nueva Zelanda. esther.donkersloot@lic.co.nz

⁶ Livestock Improvement Corporation, LIC, Hamilton, Nueva Zelanda. steve.davis@lic.co.nz (<https://orcid.org/0000-0002-4942-1055>)

USO DE RAÍZ DE CAMOTE (*Ipomea batatas* L.) EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS

Edgar Josué Solano Herrera¹, Hazel Mena Venegas¹, José Pablo Jiménez Castro¹, Allan Villegas Loaiza¹

La sostenibilidad y eficiencia de los sistemas porcinos enfrentan desafíos debido a la alta dependencia en el uso de concentrados a base de granos, por lo que surge la necesidad de evaluar otras alternativas locales. Se evaluó el efecto de la alimentación con raíz de yuca en la ganancia de peso de cerdos en la etapa de engorde Centro de Innovación Agropecuaria Los Diamantes, Pococí, Limón, del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) de Costa Rica, durante abril de 2024. Se evaluaron dos tratamientos: T1 alimento balanceado convencional (2 kg/a/d) y T2 raíz de camote fresco (5 kg /a/d) + núcleo proteico con 30 % PC (1 kg/a/d). Se asignaron ocho cerdos (York y Landrace) por tratamiento, en un diseño factorial con 16 repeticiones. Es importante aclarar que los resultados de la presente investigación son preliminares, ya que aún se encuentra en ejecución. Las ganancias de peso diarias obtenidas fueron 0,7 Kg en la dieta a base de concentrado y en dieta a base de camote más núcleo las GDP fueron de 0,6 kg, sin diferencias estadísticas al concluir el tiempo de la alimentación $p=0,36$. Se obtuvieron diferencias estadísticas en las ganancias de peso de los 2 tratamientos $p=0,01$, la fluctuación entre el camote y la remanencia del mismo puede explicar el comportamiento de la GDP en este tratamiento. El uso de raíz de camote como alternativa para disminuir el uso de alimento balanceado, no afectó ($p>0,05$) el peso final de los cerdos, obteniéndose valores de 67,22 kg/animal para alimento balanceado y 65,15 kg/animal para raíz de camote.

Palabras clave: Ganado porcino, alternativas de alimentación, tubérculos.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Centro de Innovación Los Diamantes, Guápiles, Pococí, Limón, Costa Rica. (506) 85521687 www.inta.go.cr, ejsolano@inta.go.cr, <https://orcid.org/0009-0007-5683-4126>.

PARÁMETROS GENÉTICOS ENTRE PESO AL DESTETE Y EDAD AL PRIMER PARTO EN UN HATO MULTIRRACIAL

Roderick A. González-Murray¹, Milton G. Thomas², Timothy Holt³, Steven Coleman⁴, R. Mark Enns⁴, and Scott E. Speidel⁴

El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos de la heterosis y efectos genéticos directos y maternos del peso al destete (WW), sobre la edad al primer parto (AFC) en un hato bovino multirracial en Panamá. Los datos incluyeron 900 observaciones de WW y 619 AFC de vacas con 2,840 individuos en el pedigrí, del hato multirracial de la estación experimental del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) en Gualaca. El hato estuvo compuesto por los siguientes grupos genético: adaptados al trópico: Brahman (BR), Nelore (Ne), Bos indicus indefinido (BI), Criollo Guaymí (CR), Senepol (SP) y Romosinuano (RS); Bos taurus (BT): Simmental (SM), Angus (A), Red Angus (AR), Limousin (LM), Charolais (CH), Wagyu (Wa) y otros (Oth); cruces (CX): Beefmaster (BF), Triple CX (F1 x BT diferentes), R1 (Backcross BR), R2 (Backcross BT), Compuesto (combinación de al menos 4 razas diferentes con menos del 25 % de Cebú); Upgrade (87.5 % BR 12.5 % BT), B1 (62.5 % Cebú + 37.5 % BT) y B2 (62.5 % BT + 37.5 % Cebú). Se utilizó un modelo animal de dos rasgos para estimar los componentes genéticos, y la correlación genética entre WW y AFC. El coeficiente de regresión estimado para WW y AFC en heterosis fue de 0.057 ± 0.026 lbs/porcentajes de heterosis ($P = 0.007$) y -0.023 ± 0.017 meses/porcentaje de heterosis ($P = 0.02$). Las estimaciones de heredabilidad de los componentes genéticos directos y maternos para WW y AFC fueron 0.19 ± 0.08 y 0.24 ± 0.07 y 0.28 ± 0.14 respectivamente. En este estudio se evidenció una correlación genética negativa entre los efectos genéticos directos y maternos, y fenotípicos para WW y AFC. En conclusión, se encontró un beneficio positivo de la heterosis para WW y AFC. Además, un efecto positivo del peso al destete con la reducción del AFC en esta población.

Palabras claves: heterosis, multirracial, genética directa, genética maternal.

¹ Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Estación Experimental de Gualaca, Carretera transistmica Chiriquí- Bocas del Toro km 21, Panamá.

² Texas A&M AgriLife Research, Beeville, TX 78102

³ Department of Clinical Science, College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, Colorado State University, Fort Collins, CO, 80523-1601, USA

⁴ Department of Animal Sciences, Colorado State University, Fort Collins, CO, 80523-1171, USA

TRANSFORMANDO EL SECTOR GANADERO HONDUREÑO EN UNA ECONOMÍA BAJA EN CARBONO

Claudia J. Sepulveda L.¹, Juan Carlos Flores², Cristobal Villanueva², Edwin Garcia², Ileana Avalos², Hernan Andreade²

La ganadería es uno de los sectores económicos más relevantes de Honduras. Aporta el 13 % al PIB, genera 400.000 empleos anuales y apoya a 180.000 familias. Desafortunadamente, el sector es un importante emisor de gases de efecto invernadero, representando alrededor del 9 % de las emisiones totales, por lo que necesita ser transformado. Sin embargo, migrar esta actividad hacia una trayectoria baja en carbono y maximizar el bienestar económico requerirá 1) el desarrollo de capacidades para fortalecer a los actores en toda la cadena de valor, 2) la sostenibilidad financiera. Con el apoyo financiero de MITIGACION ACTION FACILITY (MAF), los Ministerios de Agricultura y Medio Ambiente de Honduras lideran el Proyecto de Apoyo a NAMA "Transformando el sector ganadero hondureño para contribuir a una economía baja en carbono". Este programa busca alinear los programas nacionales de extensión para promover innovaciones que mejoren la productividad, la rentabilidad y la resiliencia climática, al tiempo que maximizan el secuestro de carbono a nivel de finca. La asistencia técnica se complementa con financiamiento climático. Se fortalecerá la gobernanza nacional del sector, creando los alineamientos necesarios para garantizar la continuidad de la NAMA ganadera. La reducción de emisiones y los beneficios colaterales a nivel de finca serán monitoreados a través de una plataforma digital de MRV integrada a nivel nacional con una institución pública independiente, que reportará la contribución del sector a los compromisos nacionales de mitigación (NDC). El NSP apoyará directamente la transformación de 1.200 granjas, siguiendo un enfoque inclusivo de género, beneficiando a 13.500 personas (es decir, empleados, familiares, extensionistas y oficiales de préstamos). En total, el NSP espera mitigar directamente 762 ktCO₂e durante su implementación y 5.328.250 tCO₂e en diez años.

¹ Claudia J. Sepulveda L. CATIE – Coordinador Unidad de Ganadería y Manejo del Ambiente -GAMMA-; CATIE Campus, Turrialba, Cartago, Costa Rica 7170. Teléfono: 506-2582209, Email: csepul@catie.ac.cr

² Unidad de Ganadería y Manejo del Ambiente, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE-. Turrialba, Costa Rica.

RELACIÓN DEL NIVEL TECNOLÓGICO Y EMISIONES DE GEI EN FINCAS GANADERAS DE PANAMA Y REPÚBLICA DOMINICANA

Cristóbal Villanueva¹, Carolina Guatusmal¹, Yussef Domínguez¹, Claudia Sepúlveda¹, Andrés Vega¹

La ganadería juega un rol importante en la economía de los países; pero también es una fuente significativa de GEI. La implementación de buenas prácticas ganaderas (BPG) y tecnologías es esencial para reducir las emisiones y paralelamente la rentabilidad. El objetivo fue evaluar la relación entre el nivel tecnológico y las emisiones de GEI por unidad de producto. Fueron seleccionadas 62 fincas en Panamá y 64 en R. Dominicana y se recolectó información biofísica y socioeconómica. Usando análisis de conglomerados fueron clasificadas en alto, medio y bajo nivel tecnológico. En Panamá el 23 % fueron FANT, 56 % FMNT y 21 % FBNT. En R. Dominicana 52 % fueron FANT y 48 % FBNT. Las fincas con alta adopción de BPG (FANT) presentaron menores emisiones de GEI por unidad de leche y carne comparado con las FBNT. El metano entérico es el principal GEI en las fincas de ambos países y alcanza el 94 %. En los dos países las emisiones por unidad de leche producida se reducen conforme se incrementa el nivel tecnológico de la finca. En Panamá cambió de 4.5 a 2.3 (p<0.05) y en R. Dominicana de 1.7 a 1.5 kg CO₂e/kg de leche (p>0.05). En producción de carne la tendencia es contraria, se reduce en fincas con menor nivel tecnológico. En Panamá varió de 18.2 a 12.0 (p<0.05) y en R. Dominicana de 8.2 a 7.7 kg CO₂e/kg de carne vendida (p>0.05). Esta tendencia se debe a que las fincas con baja tecnología vendieron más ganado para carne en comparación a las fincas de alta tecnología que tienen más enfoque para la producción de leche. La promoción de BPG y tecnologías son cruciales para mejorar la productividad y la reducción de emisiones de GEI en fincas ganaderas.

Palabras claves: buenas prácticas, metano entérico, intensidad de emisiones.

¹ Unidad de Ganadería y Manejo del Ambiente, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Cristóbal Villanueva, cvillanu@catie.ac.cr; Carolina Guatusmal, carolina.guatusmal@catie.ac.cr; Yussef Domínguez, yussef.dominguez@catie.ac.cr; Claudia Sepúlveda, csepul@catie.ac.cr; Andrés Vega, avega@catie.ac.cr

LEVANTE DE NOVILLAS BRAHMAN EN SISTEMA DE PASTOREO RACIONAL EN EL TROPICO HÚMEDO DE COSTA RICA

Moisés Hernández Chaves¹, Sergio Abarca Monge²

Costa Rica ha avanzado en la implementación del pastoreo racional. No obstante, se nota la imposibilidad de mejorar la estructura de hatos en relación a los animales en crecimiento y grupos posibles en pastoreo dado lo pequeño de las fincas (40 Ha). El objetivo fue evaluar la ganancia de peso de novillas Brahman manejadas con diferentes edades y peso de ingreso en un solo grupo de crecimiento, en pasturas de *Brachiaria híbrido* Cayman® con pastoreo racional. El estudio se realizó en el Centro de Innovación Tecnológica Los Diamantes en Guápiles, el periodo analizado fue de marzo 2019 hasta diciembre 2023; en un área de 10 has con 36 apartos, y periodos de ocupación entre 1 y 2 días, para un total de 42 días de recuperación de la pastura. A 125 novillas se le realizaron pesajes mensualmente. El rango de peso al ingreso fue de 130 a 295 kg. El peso de salida de 345 Kg para empadre. Se obtuvo ganancias de peso diarias (GDP) en el 94 % de los pesajes, el 49 % fueron arriba de 450 g/a/d. Se observó que la época, el peso al ingreso y la carga animal al ingreso influyeron en la ganancia de peso posterior, no se observó interacción entre estas variables. La mejor época para introducir animales al grupo fue la seca (ene-abr: 453 g) y la peor la de temporal (set-dic: 405 g/a/d), la época lluviosa (may-ago: 419 g) no fue diferente estadísticamente a las dos anteriores. En relación con el peso inicial, el rango 130-160 kg fue en el cual se obtuvo la menor GDP (0,40 g; $P < 0,05$) con respecto a los demás (0,45 a 0,56 g). La carga muy baja y animales de menos 160 Kg (0,7 UA/ha) fue donde se observó la menor GDP (0,317 g) diferente ($P < 0,05$) las otras en el rango 1.1 a 1,7 UA/ha con GDP entre 0,424 a 0,450 g.

Palabras clave: Ganancia de peso, pastoreo racional, carga animal, clima.

¹ INTA CIA Los Diamantes mhernandezch@inta.go.cr ORCID 0009-0007-7549-5406

² INTA CIA Central Sergio Abarca Monge sabarcam@inta.go.cr ORCID 0000-0001-8953-1243

USO DE GENÉTICA BOVINA NEOZELANDESA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN COSTA RICA

*Argerie Cruz Méndez¹, Carlos Salazar Aguilar², Bernardo Vargas Leitón³,
Juan Antonio Arias Castro⁴, Esther Donkersloot⁵, Steve Davis⁶*

Para el sector lácteo costarricense ha sido importante el desarrollo del sector lechero neozelandés, el cual está basado en la producción de leche con pasturas y se ha convertido en un país referente a nivel mundial en cuanto a su competitividad. El objetivo fue utilizar genética de las razas Holstein y Jersey neozelandesas comparado con la genética utilizada en hatos lecheros costarricenses. El análisis de servicios se realizó en 101 fincas con un mínimo de 5 servicios con toros neozelandeses. Se identificaron un total de 7743 (19.8 %) servicios con toros neozelandeses versus 31413 (80.2 %) realizados con otros toros presentes en las fincas. La Tasa de No Retorno a Celo 49 días después del servicio, ha sido del 49 % para las vacas inseminadas con los toros neozelandeses y de 46 % para vacas servidas por otros toros. El promedio general de servicios por concepción fue de 2.02 para toros neozelandeses y 2.17 para otros toros. A nivel de raza, los porcentajes de no retorno fueron 51 % (toros neozelandeses) versus 47 % (otros toros) en la raza Jersey, mientras que en la raza Holstein fueron 48 % (neozelandeses) versus 45 % (otros). No se observaron diferencias importantes en novillas o vacas de partos mayores a 4. Se contabilizaron un total de 3290 eventos de parto de vacas preñadas por toros neozelandeses versus 11568 por otros toros, (98 fincas), de los cuales se han obtenido un total de 1538 (neozelandeses) y 5527 (otros) crías hembras en partos normales. La incidencia de abortos fue de 3.5 % para vacas preñadas por toros neozelandeses versus 3.6 % otros toros; los problemas en el periparto fue 4.9 % para hembras preñadas de toros neozelandeses y 5.5 % por otros toros. La longitud promedio de gestación en hembras preñadas de toros neozelandeses fue 277.4 versus 279.6 días de otros toros.

Palabras claves: genética, inseminación artificial, bovinos leche.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica. acruz@inta.go.cr (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-6603-4479>)

² Cámara Nacional de Productores de Leche, San José, Costa Rica. csalazar@proleche.com

³ Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Costa Rica. bernardo.vargas.leiton@una.cr (<https://orcid.org/0000-0002-1778-9672>)

⁴ Livestock Improvement Corporation, LIC, Hamilton, Nueva Zelanda. aricaja1@hotmail.com

⁵ Livestock Improvement Corporation, LIC, Hamilton, Nueva Zelanda. esther.donkersloot@lic.co.nz

⁶ Livestock Improvement Corporation, LIC, Hamilton, Nueva Zelanda. steve.davis@lic.co.nz (<https://orcid.org/0000-0002-4942-1055>)

RENDIMIENTO Y CALIDAD NUTRITIVA DE ENSILAJE DE GRANO Y FORRAJE DE SORGO

Isaías Gómez-Hidalgo¹, William Sánchez-Ledezma², José Pablo Jiménez-Castro², Andrés Alpizar-Naranjo³

El sorgo es un cultivo que brinda forraje y grano de buena calidad nutricional para la alimentación animal, el cual se puede suministrar como forraje fresco o conservado mediante el ensilaje. Se evaluó la producción y calidad nutritiva del ensilaje de grano húmedo (EGH) y del forraje remanente (EFR) de variedades de sorgo en el trópico húmedo y seco de Costa Rica. El trabajo se realizó en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez (EEEJN) ubicada en Cañas, Guanacaste, y en la Estación Experimental Los Diamantes (EELD), Guápiles, Limón, del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) de Costa Rica, entre agosto y diciembre del 2022. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con seis repeticiones y tres tratamientos (variedades de sorgo). La cosecha se realizó cuando la planta alcanzó la madurez fisiológica. Se pesó la planta completa, además del grano y el forraje remanente (tallos y hojas) por separada. Se ensiló el grano y el forraje remanente de forma separada, los cuales se analizaron 35 días después. La variedad CENTA RCY alcanzó el mayor rendimiento de grano (3855 kg ha⁻¹) en la (EEEJN) y de forraje remanente (6781 kg ha⁻¹) en la (EELD). Estos valores fueron superiores (p<0,05) a los obtenidos con las variedades CENTA Soberano y Eskameca. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) del EGH osciló entre 88,27 y 94,11 %, mientras que el EFR no superó el 64,16 %. Los valores de pH del EGH fluctuaron entre 3,68 y 3,85, mientras que el contenido de proteína cruda (PC) no superó el 6,05 %. El grano húmedo de sorgo presentó potencial para ser conservado mediante el ensilaje y características nutricionales que le permiten ser utilizados en la alimentación animal.

¹ Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias, Heredia, Costa Rica. isaiasgh102@gmail.com

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. wsanchez@inta.go.cr (orcid 0000-0002-3470-7237); jbjimenez@inta.go.cr (orcid 0000-0002-2136-3076)

³ Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias, Heredia, Costa Rica. andres.alpizar.naranjo@una.ac.cr

POTENCIAL FORRAJERO DE VARIEDADES DE MAÍCES COSTARRICENSES SELECCIONADAS PARA GRANO

William Sánchez-Ledezma¹, Nevio Bonilla-Morales², Moisés Hernández-Chávez³, Cinthia Granados-Marín⁴

El cultivo de maíz (*Zea mays*) es ampliamente utilizado en la alimentación animal, tanto en forma de grano, como forraje verde o ensilaje. El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar la producción y calidad nutritiva de 6 variedades de maíces costarricense seleccionados para la producción de grano. El estudio se realizó en 4 sitios experimentales (Aguas Zarcas, Turrialba, San Luis de Monteverde y Guápiles) entre setiembre y diciembre del 2018. En cada sitio, se trabajó con un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones y 8 tratamientos (6 variedades y 2 híbridos de maíces). Se evaluó la altura de la planta, la producción de materia seca (MS), la composición química y la digestibilidad *in vitro* de la MS a la cosecha de los forrajes. La altura de la planta y la producción de MS fueron afectadas por los tratamientos. Los rendimientos de MS de las variedades costarricense EJM2, Upiav-G6, Los Diamantes 8843 y JSáenz (12,7- 14 t.ha⁻¹) fueron semejantes al híbrido forrajero CLTHY002 (13,5 t.ha⁻¹). Solamente el contenido de MS y PC varió entre los tratamientos. Las variedades de maíces costarricense EJM2, Los Diamantes 8843, JSáenz y Upiav-G6, tienen potencial para ser utilizadas como fuente forrajera para la alimentación de rumiantes, ya que alcanzaron rendimientos y valores nutritivos semejantes a los obtenidos con los híbridos seleccionados por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para la producción de forrajes.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia wsanchez@inta.go.cr en Tecnología Agropecuaria-INTA, San José, Costa Rica.

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-INTA, San José, Costa Rica. nbonilla@inta.go.cr

³ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-INTA, Estación Experimental Los Diamantes, Limón, Costa Rica. mhernandez@inta.go.cr

⁴ Ministerio de Agricultura y Ganadería, Región Huetar Norte, Alajuela, Costa Rica.

EFICIENCIA PRODUCTIVA DE SISTEMAS DE LECHERÍA ESPECIALIZADA EN LA ZONA ALTA Y MEDIA DE COSTA RICA

José Pablo Jiménez-Castro¹, Argerie Cruz-Méndez², Carlos Salazar-Aguilar³, Juan Antonio Arias Castro⁴

La alimentación es el principal costo para los sistemas lecheros especializados, siendo las pasturas el recurso más económico y los alimentos balanceados y granos los más costosos. La producción lechera especializada de Nueva Zelanda, a diferencia de Costa Rica, se caracteriza por una alta dependencia del recurso forrajero y un bajo uso de insumos concentrados; lo que convierte a estos modelos productivos en una alternativa a considerar para reducir la dependencia de insumos externos en los sistemas productivos nacionales. El objetivo de la investigación fue estimar parámetros de eficiencia productiva de sistemas de lechería especializada en la zona alta y media de Costa Rica que han incorporado progenie de toros de origen neozelandés. Se seleccionaron 8 fincas ubicadas en pisos altitudinales entre 1200-2350 m. snm y que contaron con progenie de toros de Nueva Zelanda. Se recolectó información productiva proveniente del sistema SICAL de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., y del software de gestión VAMPP®. Se calcularon índices productivos, económicos, sociales y ambientales. La producción anual de leche por hectárea fue de 21.127 (±8.292) kg. La producción de leche por lactancia corregida a 365 días fue 7.115 (±1.403) kg. La relación leche:concentrado osciló entre 2,8 y 4,6. El ingreso bruto mensual por venta de leche y animales fue de ₡752.394/ha (±262.449). Se mantuvieron 18,5 (±3,8) unidades animales por jornal (8 horas al día) y 10.310 (±3.594) kg de leche mensual por jornal. Se emitieron 18,0 (±1,8) g CH₄/kg leche. La disponibilidad de forraje fue de 2.049 (±623) kg MS/ha. Se ofrecieron 8,3 (±3,5) kg MS de pasto diarios de por animal. El área disponible fue de 48,7 (±19,1) m² diarios por animal. Se concluye que los sistemas intensivos de lechería especializada son altamente dependientes de recursos alimenticios externos y mano de obra; y además, el manejo de las pasturas representa una oportunidad para la mejora de los indicadores.

Palabras clave: productividad, leche, recursos genéticos.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. jpjimenez@inta.go.cr (Autor para correspondencia, <https://orcid.org/0000-0002-2136-3076>).

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica. acruz@inta.go.cr (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-6603-4479>).

³ Cámara Nacional de Productores de Leche, San José, Costa Rica. csalazar@proleche.com

⁴ Livestock Improvement Corporation, LIC, Hamilton, Nueva Zelanda. aricaja1@hotmail.com

FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS AL VIRUS DE LA ARTRITIS Y ENCEFALITIS CAPRINA (VAEC) FUNCIONALIDAD Y ESTRUCTURA POBLACIONAL EN CAPRINOS LECHEROS

Esteban Jiménez-Alfaro¹, Wendy Marín-Mora², Laura Chaverri-Esquivel³, Jose Jiménez-Castro⁴, Madrigal-Valverde⁵, Andrés Alpizar-Naranjo⁶, Ramón Molina-Bravo⁷, Rodolfo Umaña-Castro⁸, Carolina Sancho-Blanco⁹

Los recursos zoogenéticos para la alimentación y la agricultura representan el principal componente de la seguridad alimentaria mundial (FAO, 2023). Para garantizar su sustentabilidad se requiere aplicar herramientas tecnológicas que orienten los procesos de manejo y selección de individuos, procurando así el uso adecuado de los animales especialmente en productores de baja escala (FAO, 2020). Se estudió el estatus sanitario y funcionalidad de caprinos lecheros en Costa Rica. Se colectaron datos de 10 poblaciones (37 machos comerciales y 48 hembras cruzadas), se estudió la estructura genética poblacional de 55 machos de biotipo Saanen utilizados como reproductores. Se realizaron análisis serológicos y ultrasonografía testicular en los machos reproductores, se valoró la funcionalidad por medio del fenotipo. Por último, se contrastó una población de animales de biotipo Saanen genotipados con 12 poblaciones de caprinos lecheros de origen suizo. La evaluación de animales, a partir de la aplicación de criterios sanitarios, reproductivos y funcionales reveló ser una herramienta útil para orientar la selección de reproductores. De los machos reproductores analizados el 67,6 % alcanzó medidas superiores a la referencia de 30 cm para la circunferencia escrotal, no se identificó en ellos la presencia de *Brucella abortus*. Por otro lado, se determinó que el 49 % eran portadores de VAEC. Las hembras cruzas mostraron problemas de funcionalidad donde los rasgos más comprometidos fueron la angulosidad (carácter lechero), la estructura, la grupa (ancho y ángulo), la implantación de pezones y, finalmente, la inserción y altura de la ubre. Con respecto a la estructura poblacional, no se identificaron patrones de agrupamiento, lo cual es consistente con la alta probabilidad IBS detectada (0,66) y a su vez, esta se asocia con una baja variabilidad genética para el caso del biotipo Saanen.

Palabras clave: Caprinos, rasgos lineales, CAE.

¹ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 2277-3436, estebanj@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0001-9258-4119>

² Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 6322-6958, wendy.marin.mora@est.una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0009-0012-9668>

³ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8306-9035, laura.chaverri.esquivel@una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0000-1952-9404>

⁴ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica, (506) 8378-9954, jpjimenez@inta.go.cr, <https://orcid.org/0000-0002-2136-3076>

⁵ Instituto Tecnológico de Costa Rica (506) 8616-3044, mmadrigal@itcr.ac.cr; <https://orcid.org/0000-0002-4688-0627>

⁶ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8727-5240, andres.alpizar.naranjo@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-9612-4918>

⁷ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica (506) 2277-3653, ramon.molina.bravo@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0001-5564-4426>

⁸ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica (506) 2277-3322, rodolfo.umana.castro@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-0041-2788>

⁹ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica (506) 2277-3322, carolina.sancho.blanco@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-0378-001x>, 25624600

CONTROL BIOLÓGICO DE MOSCA DEL ESTABLO (*Stomoxys Calcitrans*), EN RASTROJOS DE PIÑA, COSTA RICA

Hazel Mena Venegas¹, Arturo Solórzano Arroyo¹

La plaga *Stomoxys calcitrans* ha causado un daño significativo al ganado bovino en el país, generando pérdidas de carne y leche en el sector ganadero. El uso indiscriminado de insecticidas ha sido la herramienta a este problema. El objetivo de este trabajo fue determinar, el parasitismo de *Spalangia endius* sobre pupas de mosca del establo *Stomoxys calcitrans*, en condiciones de laboratorio a partir de residuos en piña, como uso potencial de control biológico. En el transcurso del 2017-2018, se realizó el establecimiento del pie de cría de la avispa *Spalangia endius* Guápiles, Limón. Se estableció protocolo para el desarrollo de la especie, donde se determinó una temperatura de $27\pm 3^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $\geq 70\%$ para el crecimiento del himenóptero. Además de jaulas adaptadas a la necesidad del himenóptero, fotoperiodo de 48 horas, dieta de miel al 100 % y esponjas embebidas con agua. Se presentaron posibles causas de mortalidad de la avispa durante el desarrollo de la colonia tales como; Ácaros (*Suidasia pontifica*), Hongos (*Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Scopulariopsis* sp., *Talaromyces* y una especie contaminante (*Muscidifurax raptoroides*). El porcentaje de parasitismo sobre pupas viables estuvo en un rango 39,4 % en la última generación evaluada. Con un hallazgo particular, de un alto porcentaje de pupa muerta en presencia del parasitoide de hasta un 72,4 %. Posiblemente ocasionado por el efecto del parasitismo de la avispa, el cual se puede tomar en cuenta como futuros adultos no emergidos de mosca del establo. Se determinó estadísticamente que una hembra de *S. endius* tiene la capacidad de ovipositar un número óptimo de 40 pupas, con porcentajes mayores de emergencia de hembras hijas con respecto a los machos. Lo que genera la posibilidad de una mayor descendencia del himenóptero sobre pupas de *S. calcitrans*, con un buen nivel de respuesta al parasitismo de dicha plaga.

Palabras clave: Parasitismo, microavispa *Sapalangia endius*, insecto hematófago.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José; Costa Rica, Sabana Sur. Tel. (506) 2100-6105
www.inta.go.cr. hmena@inta.go.cr (<https://orcid.org/0009-0009-2246-335x>).

DISEÑO DE SISTEMA ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN FINCAS GANADERAS DE REPÚBLICA DOMINICANA Y PANAMÁ

Carolina Guatusmal¹, Omar Rodríguez¹, Cristóbal Villanueva¹, Marc Chiappero², Lucas Domínguez², Claudia Sepúlveda

La fermentación entérica y el estiércol de ganado representan las dos fuentes principales de emisiones de metano en la ganadería, las cuales tienen un potencial sustancial de reducción. En la actualidad, se han empleado varias plataformas, incluidas configuraciones estacionarias y móviles, acopladas con diversas técnicas de muestreo, para cuantificar las emisiones de metano desde los niveles de los animales hasta los de las instalaciones. Sin embargo, en República Dominicana y Panamá aún no se han empleado estas técnicas. Por ello, la Organización Mundial de Meteorología (OMM), Coalición de Clima y Aire Limpio (CCAC) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) han liderado una propuesta para diseñar un sistema de estimación de emisiones basado en observaciones atmosféricas en la República Dominicana y Panamá. Inicialmente se realizó de una recopilación de información con el fin de identificar la factibilidad del proyecto, en esta búsqueda se seleccionó una finca piloto en cada país que sea representativa de la región, se caracterizó y finalmente se propuso un diseño de estimación de emisiones directamente en campo. Como resultado, se propone la implementación de tres técnicas de estimación de emisiones: la recolección de muestras con matraces a nivel de los pastos, instalación de torres de 30 metros para mediciones continuas de CO_2 y CH_4 y el uso de drones para cartografía de puntos calientes de metano, detección de fugas y cuantificación de flujos. La propuesta se plantea para 4 años de monitoreo y seguimiento, donde se incluye el entrenamiento y participación de entidades ambientales y de la academia. La iniciativa de utilizar estas técnicas innovadoras para medir las emisiones del ganado permite que se genere información más fácil y confiable.

Palabras clave: Ganadería, drones, metano.

¹ Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza. Carolina Guatusmal, carolina.guatusmal@catie.ac.cr; Omar Rodríguez, omaraxelr@gmail.com; Cristóbal Villanueva, cvillanu@catie.ac.cr (autor para correspondencia).

² Organización Mundial de Meteorología Marc Chiappero, marcchiappero@hotmail.fr; Lucas Domínguez, lgt Dominguez@gmail.com; Claudia Sepúlveda, csepul@catie.ac.cr

INNOVACIÓN PARA LA GESTIÓN DE PASTOREO Y RESERVAS FORRAJERAS

William Sánchez-Ledezma¹, José Pablo Jiménez-Castro²

La producción de pasto y su consumo por el ganado, ya sea mediante pastoreo directo o como forraje fresco o conservado, es esencial para la sostenibilidad económica de los sistemas ganaderos. Para esto, se requieren tecnologías de manejo de pastoreo de fácil adopción, que optimicen el uso de los pastos en cantidad y calidad durante todo el año. Entre 2022 y 2023, se evaluó la herramienta "3 Rweb" en ocho fincas ganaderas en Costa Rica, incluyendo lechería especializada, doble propósito y cría-carne. Se identificó la distribución y el área de cada apartado, y mediante recorridos quincenales se registró la disponibilidad de MS, la fecha de entrada y salida de los animales en cada apartado. Además, se registró la producción (leche o carne), la cantidad de alimento suplementario (kg MS/a/día), la cantidad de animales y el peso promedio. La herramienta proporcionó indicadores técnicos indispensables en la gestión del pastoreo, como la tasa de crecimiento (kg MS/ha/día), el stock de biomasa promedio de la finca (kg MS/ha) y la secuencia de potreros a pastorear o conservar (calendario semanal). Además, mostró la cantidad de pasto (kg MS) que debe ser ofrecido al hato en pastoreo y, en caso de excedente, la cantidad de forraje que se puede reservar. El uso de la herramienta en novillos en desarrollo con pasturas de *B. brizantha* permitió incrementar la carga animal en 1 UA/ha con ganancias de 0,5 kg/a/d, asignando en promedio 77 m²/UA/día. También, en sistemas de doble propósito, se redujo el área de pastoreo al identificar exceso de pasto disponible, incrementando la carga animal en 0,7 UA/ha y la producción de leche en 4,1 kg/ha/día. Con la herramienta, los productores lograron identificar la importancia de llevar registros, ya que permiten programar el pastoreo, identificar los meses de mayor y menor producción de pasto, y conservar los excedentes para épocas críticas o darles otro uso.

Palabras clave: disponibilidad de pasto, rotación, remanente, forraje.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. wsanchez@inta.go.cr (autor para correspondencia, orcid 0000-0002-3470-7237).

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. jpjimenez@inta.go.cr (orcid 0000-0002-2136-3076).

CARBONO ORGANICO, NITROGENO Y DENSIDAD APARENTE DEL SUELO; EN PASTURAS

Francisco Arguedas Acuña¹

El carbono orgánico del suelo (COS) compensa las emisiones de gases efecto invernadero de los procesos productivos. Incluso, se ha observado que el cambio de uso del suelo, de cultivos a ganadería en pastoreo con buen manejo, incrementa los contenidos de COS en la mayoría de los casos. Por otra parte, desde el punto de vista ecológico existe una relación positiva entre la lluvia y la cantidad de COS en los ecosistemas americanos. Sin embargo, ese potencial se había excluido de las evaluaciones del ciclo de vida del carbono en el sector ganadero, hasta hace unos años. No obstante, la NAMA Ganadería baja en carbono, desde el inicio del monitoreo, registro y verificación (MRV) de fincas en el 2019, incorporó dentro de sus fuentes de remoción, al COS de las pasturas. Se estudiaron 242 fincas con muestreos interanuales para determinar COS, nitrógeno (N) y densidad aparente (Dap) del suelo, a 30 cm de profundidad en el periodo 2019-2023. Se observaron correlaciones positivas (0,924) y significativas ($p < 0,05$), entre los niveles de carbono y nitrógeno. Mientras que ambas variables, correlacionaron negativamente con el incremento de la densidad aparente (-0,574 y -0,558). Asimismo, se obtuvo una correlación significativa ($p < 0,05$) para COS y N en función de la altitud de la finca (0,446) y del sistema de producción lechera (0,380). También, se observaron niveles muy elevados de COS (entre 12 y 18 % C) almacenado en los suelos de las fincas cercanas al volcán Poás. Las fincas con valores entre 7 y 12 para la relación C/N, presentaron los mayores valores de C para los almacenes de COS (entre 8 y 11 % C). De acuerdo con el análisis de las principales variables evaluadas, los porcentajes de COS, N total y DA; expresaron el 36 % de la variación de la masa de COS en el suelo. Otro 36 % de la varianza, la manejó un segundo grupo de variables, que representan las condiciones biofísicas y productivas de la finca (la actividad productiva, la altitud sobre el nivel del mar, la pendiente del terreno y la fertilidad aparente del suelo en las pasturas).

Palabras clave: COS, N, DAp, NAMA Ganadería, C/N.

¹ Investigador del Centro de Innovación Agropecuaria Central, del Instituto Nacional de Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

DISEÑO DE CADENAS DE VALOR PORCINA Y CAPRINA EN DOS PROVINCIAS DE CUBA

Andrea Garay¹, Anthony Gamboa Chavarría²

En el marco del proyecto Gobernanza climática municipal y producción agroforestal sostenible de alimentos con bajas emisiones y adaptadas al cambio climático en Cienfuegos y Pinar del Río, Cuba (CIENPINOS) financiado por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI), el componente de agronegocios buscó analizar las cadenas de valor de la producción de cerdos de pastoreo y de cabras en sistemas silvopastoriles, con el fin de generar un escalamiento dentro del procesamiento industrial y el ecoturismo local. La selección de estos dos productos tuvo en cuenta la tradición gastronómica local y el potencial de desarrollo de productos con valor agregado. El diseño de cadena partió de un método de investigación descriptivo en el que se recopiló información mixta, por medio de revisión de información secundaria, diagnósticos aplicados a 57 productores de cerdos y 57 de cabras, observación participante y talleres de cocreación multiactor realizados durante el mes de marzo de 2024 en las provincias de Pinar del Río, para el caso de la cadena porcina y en Cienfuegos para la cadena caprina. Los resultados evidenciaron que ambas cadenas presentan una tipología de cadena productiva con una tenencia promedio de la tierra por productor de cerdos de 71,79 ha donde, para la producción se cuenta con un rebaño promedio de 74,08 (+/- 70,72) y 12,25 reproductoras (+/-14,62). Para la producción caprina, se tiene un promedio de 23,24 ha, con un rebaño promedio de 25,51 (+/- 23,42) y 17,17 reproductoras (+/-18,26). En ambas cadenas se destacan las relaciones sociales entre los actores, su cooperación y capacitación en la tenencia, producción y el interés en generar valor agregado a sus productos.

Palabras clave: encadenamiento productivo, valor agregado, productores, Cuba.

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 86305120. andrea.garay@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0002-5489-3276>
² Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 84126291. anthony.gamboa@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0002-4629-9584>

ANÁLISIS COMPARATIVO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SECTOR GANADERO EN COLOMBIA, ARGENTINA Y COSTA RICA (2010-2020)

Leonardo Moreno Lerma¹, Manuel Francisco Díaz Baca^{2,3} and Stefan Burkart^{3}*

La creciente demanda de alimentos resalta la importancia de América Latina como un proveedor global clave en el futuro, principalmente debido a su potencial agrícola, especialmente en la ganadería. A pesar de la relevancia del sector ganadero, sus efectos ambientales adversos son numerosos y la transición hacia la sostenibilidad es lenta y carece de coordinación. Este estudio busca delinear logros y desafíos en la implementación de políticas públicas para una ganadería sostenible en Colombia, Argentina y Costa Rica. A través de un análisis cualitativo comparativo basado en artículos científicos, informes gubernamentales y publicaciones de organizaciones internacionales que abarcan desde 2010 hasta 2020, identificamos tendencias en enfoques políticos. Nuestro análisis revela un enfoque predominante en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la promoción de sistemas silvopastoriles en las políticas públicas. Aunque los tres países comparten éxitos como numerosas políticas que promueven la ganadería sostenible y objetivos para mitigar emisiones y adoptar sistemas silvopastoriles, también enfrentan desafíos comunes, como la desconexión de políticas y la discontinuidad de programas. Las iniciativas llevadas a cabo a través de políticas regionales y nacionales, junto con el progreso legislativo, representan pasos iniciales hacia una ganadería sostenible. Se ofrecen recomendaciones para mejorar el éxito en diversas etapas, abordando problemas como restricciones financieras, desconexiones políticas y la participación de las partes interesadas para garantizar una identificación de problemas, implementación y evaluación efectivas.

Palabras clave: políticas públicas, intensificación sostenible, ganadería, sistemas silvopastoriles, cambio climático.

¹ Independent Researcher, Cali, Colombia
² University of Hohenheim, Stuttgart, Germany
³ International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia. s.burkart@cgiar.org

PATRIMONIO BIOCULTURAL DEL CUY EN PUTUMAYO, COLOMBIA Y RECONOCIMIENTO DE SUS ATRIBUTOS DE VALOR

Claudia Patricia Rendón Ocampo¹, Andrea Alexandra Garay Tapias²

El consumo de cuy (*Cavia porcellus*) se realiza en países andinos de Suramérica; su plato se comparte principalmente en celebraciones especiales por el alto precio y las formas tradicionales de preparación. Se propuso identificar los atributos de valor que perciben los consumidores sobre la carne de cuy en la subregión del Alto Putumayo (Colombia), con el fin de articular elementos distintivos entre el entorno productivo y el consumo y resaltar la identidad gastronómica como un elemento generador de valor que contribuye a la preservación del conocimiento, a través de una encuesta de percepción que consideró entre otros apartados la identificación de los hábitos de consumo y tres talleres de cocina local. Dentro de los resultados, se identificó que el consumo de cuy sigue siendo ocasional (75,8 %), la preferencia de preparación es asado (67,1 %), seguido de sudado (18,7 %) como una de las formas medicinales y en presentación por cuartos (47,6 %). Durante los encuentros de cocina creativa, se desarrollaron formas de preparación que consideraron la diversidad de los productos de la chagra y modifican la presentación tradicional, resaltando sabores locales que generan una reinterpretación de la gastronomía local consiguiendo 10 preparaciones. Dentro de las estrategias propuestas para generar el reconocimiento productivo, se planteó el aprovechamiento de espacios comunes como los parques principales donde se considere el valor intrínseco del cuy (ancestralidad, símbolo de identidad y tradición, tejido social y conservación de la agrobiodiversidad) y los procesos de producción que contemplen la seguridad alimentaria, trazabilidad, prácticas sostenibles y bienestar animal.

Palabras clave: gastronomía local, producción cuyícola, biodiversidad.

¹ Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). +573015824218. crendon@agrosavia.co <https://orcid.org/0000-0002-1146-6039>

² Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 86305120. andrea.garay@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0002-5489-3276>

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE DINAMICA DEL CARBONO Y NITRÓGENO EN SUELOS CON DIFERENTES COBERTURAS EN FINCAS GANADERAS DE LECHE

Sergio Abarca¹, Vidal Acuña², Francisco Arguedas³, Roberto Soto⁴

El Instituto en consorcio con, la Cámara de Productores de Leche, CORFOGA, FITTACORI y FONTAGRO, ha venido realizando monitoreos de $\delta^{13}\text{C}$ en los suelos con pasturas y bosques, especies de pasto, alimentos externos a las fincas y las excretas de los animales de fincas ganaderas, para conocer el valores de discriminación de $\delta^{13}\text{C}$ de los componentes. El objetivo era determinar la dinámica del carbono y del nitrógeno del suelo con diferentes coberturas en sistemas ganaderos de leche, que sirvió como base para incorporar prácticas de manejo que aumenten la fijación de carbono y reciclaje de nitrógeno. Se realizaron 16 calicatas a 1,40 metro de profundidad, en 8 fincas, donde se tomaron muestras en tractos de 20 cm hasta 1 metro de profundidad para determinar la concentración (%) de C y N así como la masa almacenada de COS y nitrógeno total (NT) en términos de Mg ha^{-1} (ton/ha), densidad aparente (DA) en valores de Mg/m^3 raíces y suelo para determinación del isotopos de ^{13}C y ^{15}N , en unidades de discriminación de $0/00 d^{13}\text{C}$ y $d^{15}\text{N}$. Estos muestreos se realizaron por 4 años. Se obtuvieron discriminaciones de $\delta^{13}\text{C}$ de los alimentos suplementarios más utilizados en las fincas lecheras: Citropulpa -28.4, levadura -14.3, maíz molido -11.9, melaza -12.3, pasto -12.4, soya -25.4, concentrado comercial -16.2. La densidad aparente no mostró diferencias significativas entre cobertura boscosa y pasturas para las profundidades estudiadas, el promedio general fue $0,71 \pm 0,31$. Con relación a los efectos simples, respecto a los macizos volcánicos (Poás e Irazú-Turrialba) se observó diferencias para la concentración de COS, siendo más alto en Irazú-Turrialba. No se observó diferencias estadísticas para N y relación C:N, entre macizos y las dos coberturas vegetales. No hubo diferencias significativas entre cobertura boscosa y pastura para la concentración de COS. El suelo correspondiente al orden Andosol presentó diferencias estadísticas para estas tres variables con respecto al orden Inceptisol. Se concluyó, que en términos de discriminación del $\delta^{13}\text{C}$; el valor promedio de nuestros pastos, alimentos para el ganado y el carbono de suelos con pasturas, se sitúa entre -17 y -10, con excepciones como la soya y la citropulpa, este rango está muy lejos del -47,4 que forma parte de las moléculas del metano atmosférico que hoy calientan el planeta. Parte de los resultados obtenidos demuestran que Costa Rica no influye fuertemente en los incrementos de metano biogénico a nivel mundial, pero sirve para indicar que el incremento no es por los animales que pastorean plantas tipo C4 en la faja tropical.

^{1,2,3} Investigadores, Centro Innovación Agropecuaria Central, Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)

⁴ Investigador pensionado.

CALIDAD FERMENTATIVA Y NUTRICIONAL DE ENSILADOS DE VARIEDADES SORGO

William Sánchez-Ledezma¹, José Pablo Jiménez-Castro¹, Isaías Gómez-Hidalgo²

El cultivo de sorgo, además de adaptarse a diferentes condiciones edafoclimáticas, produce buen rendimiento de forraje, es fuente de energía y es fácil de conservar mediante el ensilaje. Se evaluó el efecto de conservar el forraje de sorgo en estañones y bolsas plásticas, sobre la calidad fermentativa y composición nutricional del ensilado, en la Estación Experimental Los Diamantes (EELD) del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) de Costa Rica, ubicada en Guápiles, Limón, durante el 2023. Los tratamientos fueron la combinación de dos variedades de sorgo (BMR0036 y CENTA RCY) y dos tipos de silo (estañones y bolsas plásticas) en un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial con cinco repeticiones. A todos los tratamientos se les agregó un 3 % de melaza. El pH de los ensilados osciló entre 3,83 y 4,2 y el nitrógeno amoniacal (N-NH₃) entre 4,36 y 5,25 % en base seca. La variedad CENTA RCY ensilada en estañones alcanzó el menor valor ($p < 0,05$) de pH (3,83) y los valores más bajos de N-NH₃ (4,36 y 4,42) en ambos tipos de silos. Los contenidos de materia seca (20,62 y 22,35 %), proteína cruda (8,75 y 9,28 %), fibra detergente ácido (33,56 y 34,82 %) y de lignina (3,15 y 3,81 %) no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los materiales y tipos de silos. La variedad CENTA RCY obtuvo los menores contenidos ($p < 0,05$) de fibra detergente neutro (FDN) ensilada en estañones (61,26 %) y bolsas plásticas (61,56 %), en comparación con el BMR0036 (63,27 y 63,68 %). Se concluye que las variedades ensiladas, incidieron más en la reducción del pH, N-NH₃ y FND, que los tipos de silo utilizados.

Palabras clave: *Sorghum bicolor*, tipos de silo, ensilaje.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. wsanchez@inta.go.cr (orcid 0000-0002-3470-7237); jjjimenez@inta.go.cr (orcid 0000-0002-2136-3076)

² Corporación ganadera (CORFOGA), San José, Costa Rica. igomez@corfoga.org

ETIQUETADO DE CARNE SOSTENIBLE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: INICIATIVAS, AVANCES Y DESAFÍOS

Leonardo Moreno Lerma¹, Manuel Francisco Díaz Baca^{2,3} and Stefan Burkart^{3}*

El creciente consenso entre la investigación científica sobre el impacto ambiental de la producción de alimentos contrasta fuertemente con la creciente conciencia del consumidor. En consecuencia, han surgido etiquetas de sostenibilidad para la carne, que ofrecen garantías de que la producción se adhiere a principios de bienestar animal y neutralidad de carbono, entre otros. Dado el escaso número de estudios sobre este tema, este estudio tiene como objetivo identificar y analizar iniciativas y desarrollos en dicho etiquetado en América Latina y el Caribe. A través de un estudio cualitativo-descriptivo basado en fuentes primarias y secundarias, los hallazgos revelan grados variables de progreso en países clave productores, destacando Uruguay y Brasil como historias de éxito notables. Sin embargo, persisten desafíos a lo largo de la cadena de producción, incluyendo baja demanda y problemas con la trazabilidad. Se concluye que, a pesar de estos obstáculos, la transición hacia una ganadería sostenible es inevitable. Sin embargo, esta transición requiere esfuerzos coordinados junto con otras estrategias que involucren a diversos actores, incluidos gobiernos, legisladores y ONG.

Palabras clave: etiquetado sostenible, intensificación sostenible, ganadería sostenible, bienestar animal, neutralidad de carbono.

¹ Independent Researcher, Cali, Colombia

² University of Hohenheim, Stuttgart, Germany

³ International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia s.burkart@cgiar.org

ANÁLISIS DEL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS PARA LA GANADERÍA SOSTENIBLE: UN ESTUDIO DE CASO SOBRE LA POLÍTICA COLOMBIANA PARA LA GANADERÍA SOSTENIBLE 2022-2050

Danny Sandoval¹, Natalia Triana¹, Manuel Francisco Díaz Baca^{1,2}, Stefan Burkart¹

La ganadería es una de las principales actividades agrícolas en Colombia, pero su naturaleza extensiva genera impactos sociales y ambientales significativos, incluyendo la apropiación de tierras, la expansión de la frontera agrícola, las emisiones de gases de efecto invernadero y la deforestación. Una iniciativa clave orientada a guiar la transformación productiva hacia una mayor sostenibilidad son los Lineamientos de Política para la Ganadería Bovina Sostenible 2022-2050 (LPGBS) en Colombia. Estos lineamientos surgieron de discusiones colaborativas entre instituciones del sector y el gobierno nacional. Sin embargo, aunque los LPGBS están posicionados como la hoja de ruta de Colombia para la ganadería, su implementación encuentra reservas entre las instituciones participantes y enfrenta retrasos. Este estudio examina el estado de los LPGBS para identificar desafíos actuales y diseñar estrategias para promover la sostenibilidad en los sistemas ganaderos a través del fortalecimiento de capacidades. Empleando un enfoque de métodos mixtos, la metodología incluye una revisión de la literatura sobre evaluaciones de políticas en el sector ganadero complementada por 26 entrevistas con informantes clave de instituciones públicas y privadas involucradas en el diseño de los LPGBS. Estas entrevistas proporcionan perspectivas valiosas y conocimientos prácticos sobre las dificultades existentes y las necesidades de capacidad para la transición hacia una ganadería sostenible. Los hallazgos revelan varios obstáculos durante la fase de diseño de los LPGBS, incluyendo debilidad institucional, limitada participación de representantes gubernamentales y desconfianza interpersonal entre las partes interesadas. A pesar de estos desafíos, surgieron logros notables del proceso de diálogo, como el establecimiento de criterios para la sostenibilidad social, ambiental y productiva, la integración de principios de sostenibilidad a nivel del paisaje ganadero y una mayor participación regional. Como capacidades esenciales necesarias para promover la implementación de los LPGBS, el estudio identifica la necesidad de programas de extensión rural, acceso a iniciativas de financiamiento y el establecimiento de un sistema de trazabilidad que permita la monitorización y evaluación del programa. Estos hallazgos destacan la importancia de realizar evaluaciones de políticas en etapas tempranas, facilitando la identificación de medidas correctivas y proporcionando conocimientos cruciales para tomadores de decisiones y legisladores. Además, subrayan la complejidad de alinear criterios de sostenibilidad y competitividad entre ministerios.

Palabras clave: evaluación de necesidades de capacidad, ganadería, cambio climático, política pública, sostenibilidad.

¹ International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia

² University of Hohenheim, Stuttgart, Germany s.burkart@cgiar.org

CO-INTEGRATED PANEL MODELS TO ESTIMATE RELATIONSHIPS BETWEEN CATTLE AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS FOR LATIN AMERICA

*Danny Sandoval¹, Jhon Jairo Junca Paredes¹, Aura Maria Bravo Parra¹,
Karen Johanna Enciso Valencia^{1,2}, Manuel Francisco Díaz Baca^{1,2}, Stefan Burkart¹*

La industria ganadera juega un papel vital en las economías de numerosos países de América Latina, aunque contribuye significativamente a la degradación ambiental a través de emisiones de gases de efecto invernadero y la deforestación, entre otros factores. Este estudio tiene como objetivo examinar las relaciones a corto y largo plazo entre variables como el crecimiento poblacional, la expansión de tierras de pastoreo y la deforestación con las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la producción de carne y leche en 15 países de América Latina. Utilizando datos de FAOSTAT que abarcan desde 1990 hasta 2019, se empleó un método de panel cointegrado (Grupo Mediano Ponderado), estimando seis especificaciones diferentes. Los principales hallazgos indican que, a largo plazo, un aumento del 1 % en el crecimiento poblacional conduce a una disminución del 1.41 % en las emisiones de metano por la gestión de estiércol en la producción de carne y un aumento del 0.97 % en las emisiones por fermentación entérica. De manera similar, una expansión del 1 % de las tierras de pastoreo resulta en un aumento del 2.66 % en las emisiones de metano por la gestión de estiércol y una disminución del 2.15 % en las emisiones por fermentación entérica. Los resultados sugieren que a nivel regional existen relaciones estables a largo plazo, lo que implica que los impactos del crecimiento poblacional, la expansión de tierras de pastoreo y la deforestación en las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la producción ganadera tienden a disminuir con el tiempo. Esta tendencia a largo plazo puede estar influenciada por países con sectores ganaderos más desarrollados, que se enfocan en mitigar los impactos ambientales a través de medidas como tecnologías mejoradas de forraje, sistemas silvopastoriles, prácticas de gestión de pastoreo y marcos regulatorios e incentivos. Los sectores ganaderos de estos países podrían servir como puntos de referencia regionales, con sus experiencias informando procesos de intensificación sostenible en países con industrias ganaderas en desarrollo.

Palabras clave: ganadería, cointegración, deforestación, emisiones de gases de efecto invernadero, grupo mediano ponderado, sostenibilidad.

¹ International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia

² University of Hohenheim, Stuttgart, Germany s.burkart@cgiar.org

PASTOCR: PROTOTIPO DE APTITUD AGROECOLÓGICA PARA BRACHIARIA HÍBRIDA

Esteban Jiménez-Alfaro¹, Mauricio Vega-Araya², Valeri Cubero-Arias³, Andrés Alpizar-Naranjo⁴

Aplicación que permite la aptitud de forrajeras y gramíneas de uso ganadero basada en un modelo de optimización del potencial de producción edáfico, climático, topográfico y requerimientos técnicos del cultivo, por medio de sensores remotos satelitales y espacializado en píxeles de 1 ha. La aplicación se desarrolló en el territorio Santa Cruz-Nicoya, Gte. y en la región Central Sur de Costa Rica. Se utilizaron variables como temperatura (°C), precipitación (mm), altitud (m. snm), forma y fertilidad del suelo y pH. Se consideraron como variables procedimentales el Proceso de Jerarquía Analítica y variables de referencia a las áreas silvestres protegidas, los límites cantonales y distritales. La precipitación denominada CHIRPS, la temperatura, la altitud, la forma del suelo, el pH y la fertilidad se tomaron de diferentes bases de datos accesadas desde la plataforma Google Earth Engine. Por último, el AHP y límites cantonales y distritales, se tomaron de Klaus D. Goepel. AHP On Line Software. 2024, SINAC 2014 y Instituto Geográfico Nacional. Se utilizó la suma lineal ponderada para combinar la información de los criterios según su peso relativo, lo que resultó en un índice único de valoración o en dicho caso el mapa de aptitud. Se normalizaron las variables, asignando valores altos relacionados a las condiciones óptimas que requiere el cultivo y valores bajos a las condiciones más desfavorables en la aptitud de una unidad de evaluación para fines del establecimiento y desarrollo del cultivo. Se realizaron los mapas de los territorios mediante la unión de las variables, en conjunto con los datos de ponderación. Se utilizó el programa RStudio, en donde se ponderaron los valores según las variables. Además, toda esta información fue sometida a un proceso de reescalamiento, y ajustada a una resolución de píxel de 100 x 100 metros. Lo que permitió generar mapas consolidados, que proporcionan una visualización precisa de la aptitud de los territorios para el cultivo.

Palabras clave: Agrotecnología, Zonificación, *Brachiaria híbrida*, Producción ganadera.

¹ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8522-9469, estebanj@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0001-9258-4119>

² Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8414-0916, mauricio.vega.araya@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-3377-6924>

³ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8448-9321, valeri.cubero.arias@est.una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0009-1897-2960>

⁴ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, (506) 8727-5240, andres.alpizar.naranjo@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-9612-4918>

INVESTIGACIÓN CON ENFOQUE SISTÉMICO CIA LOS DIAMANTES PARA LA NAMA Y SUS RESULTADOS DE IMPACTO A NIVEL NACIONAL

Sergio Abarca¹, Moisés Hernández², Allan Villegas³

El Instituto, en el CIA Los Diamantes en una zona de vida de Bosque Tropical Muy Húmedo en suelos del orden inceptisol ha realizado importantes investigaciones con escalamiento en fincas de los productores desde el año 2015 que contribuyen en la métrica utilizada en el MRV del NAMA Ganadería implementado a nivel nacional y aportan en la sostenibilidad de los sistemas productivos ganaderos. El objetivo de los ensayos fue determinar las variables requeridas para los cálculos de las emisiones de gases de efecto invernadero mediante ecuaciones sugeridas por el IPCC en el nivel 2 con factores de emisión para el país. Se determinó que para el nivel 2 de la metodología del IPCC aplicada en NAMA ganadería, fue necesario estimar el consumo de materia seca y energía bruta, aparte del Ym (% de energía bruta consumida liberada como metano entérico). La emisión de metano real en promedio fue un 19.1 % menor con respecto a indicadores genéricos recomendados por IPCC en ausencia de los nacionales. De los tres modelos evaluados el modelo 1 estimando consumo de MS con 18,4 MJ/kg y Ym=6,5 la emisión de 43,5 kg de CH₄, el modelo 2 estimando consumo de MS con Eb de acuerdo a determinación por calorimetría y Ym=6,5 la emisión de 42,0 kg de CH₄ y para el modelo 3 con datos reales de consumo y energía bruta la emisión de 35,2 kg de CH₄. Entre bosque secundario como cobertura natural y pastos híbridos de *Brachiaria* demuestran que no existen diferencias significativas siendo el promedio de emisión 3,4 g N-N₂O/Ha/día. Los resultados sugieren que la ganadería de cría en el CIA Los Diamantes contribuyó significativamente a determinar el factor de emisión de metano biogénico ajustado a la realidad del trópico húmedo y un sistema de pastoreo racional con pasturas mejoradas y adaptadas re carboniza el suelo con emisiones de óxidos nitrosos similares al bosque secundario.

¹ Investigador, Centro Innovación Agropecuaria Central.

^{2,3} Investigadores, Centro Innovación Agropecuaria Los Diamantes, Instituto Nacional de Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

SESIÓN DE POSTERS



COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE 14 CLONES COMERCIALES DE CACAO (*Theobroma cacao*) EN POCOCÍ, LIMÓN

Luis Fernando Solano Jiménez¹, Víctor Villalobos Aguilar²

El cacao de Costa Rica posee potencial para su comercialización en mercados que valoran la denominación 'fino y de aroma'. La identificación y selección de genotipos con alto rendimiento y calidad sensorial son vitales para el mejoramiento genético de este cultivo. Con el fin de registrar el comportamiento productivo de 14 clones comerciales de cacao en Pococí, Limón; se estableció una parcela de observación en el Centro de Innovación Los Diamantes en el año 2013. El manejo siguió la práctica convencional con uso reducido de carga química, podas anules y de mantenimiento. Los materiales evaluados corresponden a CATIE-R1, CATIE-R4, CATIE-R6, PMCT-58, CC-137 E ICS-95, seleccionados para su uso en Centroamérica por el CATIE; clones de interés para la investigación como el CATIE-R2 y UF-273; el material internacional CCN-51 y materiales con aptitud para patrón: IMC 67, EET 400, SPA 9, PA 121 y UF 613. Durante los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020 se registró el número de mazorcas totales, el número de mazorcas aprovechables por árbol al momento de la cosecha. Se estimó el rendimiento promedio por año en grano fermentado y seco por árbol y el estimado por hectárea (1,111 árboles·ha⁻¹). Los porcentajes de frutos aprovechables fue superior al 95 % en los clones CATIE-R1, CATIE-R4, CATIE-R6 y CATIE-R2, mientras que para IMC-67, ICS-95, UF-273 y UF-613, el aprovechamiento estuvo entre 90-95 %. En rendimiento de grano fermentado y seco·árbol⁻¹, los clones CATIE-R4, CATIE-R6, CATIE-CC-137, CCN-51, IMC-67, PMCT-58 y UF-273 destacaron con los rendimientos más altos 0,9 a 2,3 kg·árbol⁻¹·año⁻¹, equivalentes a un estimado por hectárea de 2,5, 2,3, 2,1, 1,9, 1,5, 1,3 y 1,1 ton·ha·año⁻¹ respectivamente. Es importante continuar con estas evaluaciones de productividad en términos de índices de mazorca y semilla, así como y la caracterización de perfiles organolépticos. El material vegetal se encuentra disponible en CIA Diamantes.

Palabras clave: rendimiento, material mejorado, tolerancia.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Los Diamantes, Guápiles, Pococí, Limón, Costa Rica. lsolano@inta.go.cr

² Funcionario jubilado. Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria. Mata Redonda, San José, Costa Rica.

CARACTERIZACIÓN MORFO-AGRONÓMICA DE NUEVE MATERIALES DE CACAO (*Theobroma cacao*) EN POCOCÍ, LIMÓN, COSTA RICA

Luis Fernando Solano Jiménez¹, Víctor Villalobos Aguilar²

El cacao de Costa Rica posee potencial para su comercialización en mercados que valoran la denominación 'fino y de aroma'. La identificación y selección de genotipos con alto rendimiento y calidad sensorial son vitales para el mejoramiento genético de este cultivo. El objetivo del estudio fue caracterizar morfo-agronómicamente nueve materiales de cacao seleccionados como árboles superiores, procedentes de fincas comerciales de la zona Atlántica de Costa Rica. Estos fueron establecidos en el año 2019 en el Centro de Innovación Agropecuaria Los Diamantes del INTA, ubicado en Pococí, Limón, Costa Rica. La descripción morfológica y las evaluaciones de rendimiento e incidencia de enfermedades de fruto se realizaron durante los picos de cosecha de los años 2021 al 2023. Los materiales exhibieron variabilidad en caracteres de fruto. El 89 % presentó frutos color verde que tornan a amarillo a la madurez. La rugosidad de cáscara suave, forma angoleta y tamaño intermedio fueron predominantes en el 56 % de los materiales. Mientras que, para la constricción basal del fruto intermedia y la forma del ápice obtusa, en un 44 % y 33 % respectivamente. Los nueve materiales presentaron coloración violeta del cotiledón y forma elíptica de la semilla en su vista transversal. El orden de los materiales según su rendimiento en forma descendente (grano fermentado y seco) fue 02>01>09>05>03>07>08>04>06, en un rango de 1085,55 a 139,65 kg·ha⁻¹·año⁻¹. Todos los materiales estudiados presentaron valores de Brix de pulpa superior a 12 °Bx; destacándose el INTA 01, INTA 02 (15,33 y 17,60 °Bx respectivamente). Los materiales INTA 01, INTA 02 e INTA 03 se presentaron porcentajes de incidencia de moniliasis menor al 30 %; mientras los demás materiales superaron el 60 %. INTA 01 e INTA 02 resultaron sobresalientes en rendimiento y tolerancia a moniliasis.

Palabras clave: rendimiento, variabilidad, fino de aroma.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria, Centro de Innovación Los Diamantes, Guápiles, Pococí, Limón, Costa Rica. lsolano@inta.go.cr

² Funcionario jubilado. Instituto Nacional de Innovación y Tecnología Agropecuaria. Mata Redonda, San José, Costa Rica.

EVIDENCIA PRODUCTIVA DE FORRAJE DEL MAÍZ V-537C CON RIEGO REGIÓN COSTERA CENTRAL DE VERACRUZ, MÉXICO

Francisco J. Ugalde Acosta¹, Mauro Sierra-Macías¹, Luis Ortega-García², Simón Leyva-Vela¹, María de los Ángeles Acevedo-Cortés¹, Clara Ríos-Isidro¹ y Reyna Michelle Fierro-López³

En la región del Sotavento se ubica la zona central costera de Veracruz, que se caracteriza por su clima tropical con un periodo marcado de estiaje. En el municipio de Veracruz la zona rural se dedica a la ganadería extensiva de doble propósito con bajos niveles de productividad de leche y de carne, vinculados a la producción estacionaria de pastizales durante el temporal, que no satisfacen la correcta nutrición de ganado bovino, afectando los procesos productivos y reproductivos. La producción de silo a partir de maíz es una alternativa que se practica de temporal y escasamente con riego, por la creencia de que durante el ciclo otoño-invierno la presencia de vientos del norte que se presentan de noviembre a mayo y altas temperaturas ocasionarían el acame y deshidratación del cultivo con reducida producción de biomasa. Para demostrar la posibilidad de producción de forraje para alimentar el ganado en la época seca, se establecieron dos módulos demostrativos en suelo arenoso con 5.5 de pH, para producir forraje de maíz con la variedad V-537 C con el plus adicional de ser un genotipo de alta calidad de proteína, sembrado en sistema de labranza mínima, con una población de 70 mil plantas por hectárea, dosis de fertilización 146-46-0 de NPK y conducido con riego de aspersión. Para determinar el rendimiento de forraje de maíz, en cada módulo se realizaron muestreos previos al ensilado en cada ciclo de producción. En 2023 cosecharon 32 toneladas y en el 2024 fueron 37 toneladas por hectárea, que en promedio fueron 34.5 toneladas para alimentar 30 semovientes por dos meses a un costo de 0.5 \$ dólar diario por animal, lo que representa más del 100 % en ahorro comparado con el costo de pacas de pasto pangola. Los maíces mejorados dan soluciones productivas ante situaciones extremas de clima.

Palabras clave: ganadería de doble propósito, estiaje.

¹ Proyecto: Ficha adoptada tecnología para la producción de maíz para forraje. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campos Experimentales de Cotaxtla- Veracruz, Huimanguillo-Tabasco y Celaya-Guanajuato agrotecnia7@yahoo.com.mx, (+52) 5538718700 ext. 87235)

² Técnico cooperante y agroganadero, Veracruz, Ver.

³ Estudiante- tesista del Campo Experimental Cotaxtla

RENDIMIENTO DE FORRAJE CON GENOTIPOS DE MAÍZ- INIFAP OAXACA-TABASCO-VERACRUZ, DURANTE FENÓMENO CLIMÁTICO “EL NIÑO” MÉXICO

Francisco J. Ugalde Acosta¹, Mauro Sierra-Macías¹, Sabel Barrón-Frayre¹, Ernesto Preciado-Ortiz¹, Arturo Guirít-Guzmán², Rosa Claudia Juárez-Lara², Simón Leyva-Vela¹, María de los Ángeles Acevedo-Cortés¹, Clara Ríos-Isidro¹, Oscar Maldonado-Guzmán³, Carlos Rivera-Andrade³, Joel Goxcon-Sixtega³, Jesús Zamudio-Torres⁴, Jeremías Zamudio-García⁴, Félix Jiménez-Bautista⁵, Soledad Pedraza-Flores⁵, Vicente Ríos-Olivos⁶, Celedonio Santos-Pérez⁷ y Reyna Michelle Fierro-López⁸*

La presencia del fenómeno climático del “El Niño”, durante el 2023 y primer cuatrimestre del 2024, generó distintos episodios de sequía en los ciclos P-V de temporal y O-I de humedad residual, en las regiones tropicales de Oaxaca, Tabasco y Veracruz, afectando los procesos de producción y rendimiento de forraje de maíz. Los agroganaderos que han incorporado el ensilado de maíz para prevenir siniestros en la ganadería durante el estiaje, requieren de maíces mejorados con tolerancia a sequía, enfermedades foliares, acame y con mayor productividad de biomasa por hectárea. En frecuencia con lo anterior, los Campos Experimentales de Cotaxtla y Huimanguillo del INIFAP establecieron diez módulos de validación con ocho genotipos de maíz, que incluye dos híbridos varietales, dos híbridos trilineales y cuatro variedades mejoradas. Distribuidas en igual número de módulos por ciclo. En todos los casos el manejo agronómico se realizó de acuerdo con las recomendaciones del INIFAP con una población de 65 mil plantas por hectárea a la cosecha y una dosis de fertilización 146-46-30 NPK. Para determinar el rendimiento de forraje de maíz, se realizaron cuatro muestreos por genotipo por módulo y por ciclo, transformando a kilogramos por hectárea. El promedio obtenido de temporal fue de 40,644 kilogramos y 35,550 kilogramos en humedad residual. El promedio de ambos ciclos fue de 38,907 kilogramos, siendo el genotipo promisorio más productivo el Sintético 4B x VS-536 con 51,492 kilogramos por hectárea en temporal y 41,560 kilogramos por hectárea en humedad residual. En cuanto a sanidad de planta en follaje no se presentaron enfermedades que los afectaran, tolero los vientos superiores a los 90 km por hora y sequías superiores a los 35 días. La información generada da certeza a los agro-ganaderos para planear y superar los periodos de estiaje.

Palabras clave: estiaje, ganadería, factores abiótico y biótico.

¹ Proyecto: Ficha adoptada tecnología para la producción de maíz para forraje.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campos Experimentales de Cotaxtla- Veracruz, Huimanguillo-Tabasco y Celaya-Guanajuato agrotecnia7@yahoo.com.mx, (+52) 5538718700 ext. 87235)

² Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 84 Carlos A. Carrillo

³ Técnicos Municipales de San Andrés Tuxtla, Ver. 2022-2025

⁴ Técnicos Municipales de Chacaltianguis, Ver. 2022-2025

⁵ Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 16 San Bartolo, Tuxtepec, Oax.

⁶ Prestador de Servicios Profesionales Tierra Blanca, Ver.

⁷ Prestador de Servicios Profesionales Valle Nacional, Ver.

⁸ Estudiante- tesista del Campo Experimental Cotaxtla

COMISIÓN DEL PAPALOAPAN, PRIMER PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRAL DEL TRÓPICO MEXICANO

Francisco J. Ugalde-Acosta⁵, Manuel Ávila Camacho^{1†}, Miguel Alemán Valdez^{1†}, Adolfo Ruiz Cortines^{1†}, Adolfo Orive Alba^{2†}, Raúl Sandoval Landázuri^{2†}, Jorge L. Tamayo-Castillejos^{2†}, Guillermo Hernández-Castro^{2†}, Luis Echeagaray Bablot^{2†}, Guillermo Blake Aguilar³, Jorge Robles Espinoza³, Alberto Asiain-Asiain^{3†}, José Rodríguez-Vallejo^{3†}, Rene Oviedo Lechuga^{3†}, Jorge Jiménez López³, Francisco Javier Vaquera-Aguilar³, Víctor Salgado Ledezma^{3†}, Guillermo Delgadillo-Cercado^{3†}, Soledad Delgadillo-Tiburcio³, Armando Rodríguez Perales^{3†}, José Manuel Valdes-Quevedo³, Bernardino Vergara-Hernández³, Jaime Guzmán-Cisneros³, Antonio Yañez-López^{3†}, Patricia Martínez-Almanza^{3†}, José Armando González-Carriquiri^{3†}, Francisco Javier Martínez Rizo^{3†}, Alberto Asiain-Hoyos⁴, María de la Paz Conde-Cervantes³, Elías Salomón Meza³, Gustavo Ocampo Ramírez^{3†}, Hugo Castro-Cerecedos³, Lina Martínez-Valenzuela³, Alemán Enrique González-Castro³, Víctor Castillo-Castellanos³, Ignacio Hernández³ y Jesús Yescas-López³

El huracán en 1944 en la Cuenca baja del Papaloapan correspondiente a Oaxaca y Veracruz ocasionó una gran inundación de 470 mil hectáreas, pérdidas humanas, de cultivos, ganadería y de infraestructura en cientos de comunidades y ciudades ribereñas del río Papaloapan. Ante el desastre, el gobierno federal decretó la creación de la Comisión del Papaloapan en 1947 para construir las obras de defensa ante las inundaciones constantes; así como promover el desarrollo integral de la población en un área 46,540 km² que correspondía a territorios de Puebla, Oaxaca y Veracruz. Entre los logros de la Comisión del Papaloapan después de 77 años siguen vigentes, son la construcción de dos presas "Miguel Alemán" o "Temascal" y "Miguel De La Madrid" o "Cerro de Oro", con una superficie de 72 mil hectáreas con almacenamiento de 13,380 millones m³, aportando energía eléctrica a la red nacional. Se construyeron 4,000 km de carreteras, 200 puentes, 45 pistas aéreas, 59 hospitales-centros de salud, erradicación del paludismo y oncocercosis, 492 sistemas de agua potable y alcantarillado, 1872 aulas, fomento agropecuario y acuícola, obras de irrigación, rectificación de ríos y muros de protección, investigación agrícola en cultivos básicos como la generación de la variedad de maíz "Papaloapan 1", fomento agropecuario y frutícola, sábanas forestales, evaluación y adaptación de especies exóticas, colonización de nuevos centros de población, fomento a las agroindustrias de la caña de azúcar, empacadoras de piña, rastros, beneficios de arroz, papeleras e industria química. La alfabetización, disminución de la mortalidad y el acceso a la salud se equipararon al resto del país. En 1988 la Comisión del Papaloapan finalizó operaciones, sus mega obras sociales contribuyeron a rescatar de la pobreza y del abandono a un gran sector de la población del sureste de México. "La Mariposa vuela nuevamente sobre el Papaloapan".

Palabras clave: Cuenca hidrológica, desarrollo rural, marginación.

¹ *Expresidentes de México periodo de 1940-1958*

² *Vocales ejecutivos de la Comisión del Papaloapan 1947-1978*

³ *Profesionistas de la Comisión del Papaloapan 1970-1988*

⁴ *Cronista de la Comisión del Papaloapan*

⁵ *Compilador de los logros de la Comisión del Papaloapan agrotecnia7@yahoo.com.mx, (+52) 5538718700 ext. 87235*

PRODUCCIÓN DE FRIJOL NEGRO VERACRUZ CON RIEGO - REGION SOTAVENTO VERACRUZ, MÉXICO

Francisco J. Ugalde Acosta¹, Joel Toral-Romero², Heriberto Chiquito-Zavaleta², Fernando Beltrán², Guillermo Palmeros-Marín² y Simón Leyva-Vela¹

En 1970 en las tierras de Cempoala, municipio de Úrsulo Galván, Veracruz, se colectó un frijol criollo por el investigador agrícola del Campo Experimental Cotaxtla Ángel Vidal Estrada. De 1971 a 1974 el frijol colectado en "Cempoala", fue sometido a mejoramiento genético mediante selecciones individuales y masales, para obtener una línea genética que de momento se le denominó "Laguna Verde", después de 1975 a 1980 se efectuaron evaluaciones por varias localidades del sureste de México, con el nombre "Negro Cempoala". En 1981 es liberado con el nombre de "Negro Veracruz" asignado por el investigador el Ing. Ernesto López Salinas. Desde 1998 a la fecha se lleva un registro de los rendimientos de la variedad de frijol Negro Veracruz de temporal, humedad residual y riego a partir de 92 registros en módulos de validación obtenidos en siete estados del país, con un rendimiento en promedio de 1345 kilogramos por hectárea. Recientemente un grupo de productores de la región del Sotavento han incursionado en la producción de frijol con la variedad referida durante los ciclos I-P 2023 y 2024 con riego rodado en las subcuencas de los ríos La Antigua y Actopan. Los rendimientos obtenidos fueron desde 1700 a 2250 kilogramos por hectárea, con un promedio de 2000 kilogramos por hectárea. Durante estos dos últimos años, el precio del frijol se ha elevado, al grado que la relación costo beneficio es de 1:3.3, lo que representa una alternativa rentable de baja inversión. A 54 años de su colecta y mejoramiento, el frijol Negro Veracruz continua siendo tecnológicamente innovador.

Palabras clave: Productividad, irrigación, rentabilidad sustentable.

Proyecto: Innovación y transferencia de variedades de frijol modalidad municipal, para incrementar productividad, rentabilidad y abasto, para los productores de las Cuencas Hidrológicas del Golfo México 2023-24

¹ *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Cotaxtla- Veracruz agrotecnia7@yahoo.com.mx*

² *Productores cooperantes de la región Sotavento- Subcuencas de los ríos La Antigua y Actopan Veracruz*

EFECTO AGROSOCIAL Y ECONÓMICO DE LAS VARIEDADES DE FRIJOL EN LA REGIÓN GOLFO Y CARIBE MEXICANO 2023-2024

Francisco J. Ugalde Acosta¹, Sabel Barrón-Frayre¹, Raymundo Nava-Ramírez¹, Rafael Contreras-Hinojosa¹, Simón Alvarado-Mendoza¹, Roberto Canales-Cruz¹, Héctor Torres-Pimentel¹, Arturo Guirrit-Guzmán², Rosa Claudia Juárez-Lara², Cayetano Serapio-Arau³, Desiderio Ventura-Gabriel³, Gabino Delgado-Avendaño³, Simón Leyva-Vela¹, María de los Ángeles Acevedo-Cortés¹, Oscar Maldonado-Guzmán⁴, Carlos Rivera-Andrade⁴, Joel Goxcon-Sixtega⁴, Félix Jiménez-Bautista⁵, Soledad Pedraza-Flores⁵, Malaquías Sánchez-Rosales⁶, Felipe Alejandro Mata Morales⁶, Víctor De La Luz Huerta⁶, Marco Antonio Morales-Varela⁶, Emilio Rodríguez Escalante⁶, María Del Consuelo López Ramírez⁶, Pedro Díaz Reyes⁶, Hugo Castro-Cerecedos⁷, Jaqueline Antonio Gueno Heredia⁸, Rafael Antonio Verdejo-Lara⁸, Arturo Hernández-Gastelu⁸, José Luis Del Rosario-Arellano⁸, Alfredo Palestino-Acevedo⁹, Margarita Romero-Castillo⁹, José Isleno⁹, José Luis Menéndez-Ronquillo⁹, Celedonio Santos-Pérez⁹ y Armando Domínguez-Castillo⁹

La productividad del cultivo de frijol en las Cuencas Hidrológicas del Golfo y caribe mexicano es en promedio de 665 kg/ha⁻¹, poco rentable para los productores comerciales y de 350 kg ha⁻¹, limitado para el abasto familiar de los pequeños productores de zonas marginadas. Las causas de la baja productividad del cultivo, es debido al desconocimiento, disponibilidad y uso de la tecnología de variedades mejoradas del INIFAP de alta productividad y con tolerancia a factores a enfermedades y sequía. Para contribuir a la productividad y seguridad alimenticia de las familias de los productores, se realiza un proyecto de innovación y transferencia de variedades de frijol mejoradas del INIFAP, que opera desde 2023 abarcando las subcuencas del Jamapa, La Antigua y Actopan en la región del sotavento-costa central de Veracruz, Cuenca baja e intermedia del Papaloapan en Veracruz y Oaxaca, Región de Los Tuxtlas, Champotón en Campeche, Opichén en Yucatán y Chetumal en Quintana Roo. Durante los ciclos primavera-verano 2023 y otoño-invierno 2023/24 establecieron módulos de innovación con 375 productores participantes con la siembra de variedades de frijol Negro Veracruz y Negro 8025 en módulos semicomerciales y familiares, incrementando el rendimiento en 125 % con respecto al promedio regional, cobertura del 100 % del abasto familiar de los productores participantes, logrando la integración de más productores al desarrollo tecnológico. El proyecto de innovación y transferencia de tecnología en su modalidad de operación municipal, demostró la alta productividad de las variedades mejoradas de frijol a pesar de las condiciones climáticas desfavorables.

Palabras clave: Alimentación segura, Desarrollo rural, tecnología sustentable.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campos Experimentales de Cotaxtla – Huimanguillo – Chetumal- Valles Centrales de Oaxaca-Tecamachalco – Ezná-Mocochá. agrotecnia7@yahoo.com.mx, (+52) 5538718700 ext. 87235

² Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 84 Carlos A. Carrillo

³ Técnicos Municipales Ixmatalahuacan, Ver. 2022-2025

⁴ Técnicos Municipales San Andrés Tuxtla, Ver. 2022-2025

⁵ Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario 16 San Bartolo, Tuxtepec, Oax.

⁶ Universidad Intercultural Grandes Montañas UV

⁷ Desarrollo Rural 008 Tehuacán, Secretaría de Agricultura de Puebla

⁸ Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Campu Peñuela Universidad Veracruzana

⁹ Productores cooperantes de Veracruz

VALIDACIÓN DE GENOTIPOS DE MAÍZ EN TEMPORAL RESTRINGIDO REGIÓN ACULTZINGO, VERACRUZ, MÉXICO

Francisco Javier Ugalde-Acosta¹, Mauro Sierra-Macías¹, Noé Becerra-Leor¹, Emilio Jesús Rodríguez-Escalante², Marco Antonio Morales-Varela², María Del Consuelo López Ramírez², Simón Leyva-Vela¹, Flavio Antonio Rodríguez-Montalvo¹, José Guadalupe Daniel Nieves-Pozos³, Orlando Nieves-Pozos³ y Margarita Romero-Castillo⁴

En las Altas Montañas de Veracruz, México, se ubica Acultzingo en una región de transición climática por su altitud variable de 1320 a los 3100 m. snm, temperatura media de 16 a 20° C y una precipitación errática de 1500 a 2000 mm. La superficie de maíz es de 1700 hectáreas con un rendimiento de 2 ton ha⁻¹. La baja productividad se vincula a la falta de mejoramiento genético de los maíces criollos susceptibles a las enfermedades “mancha de asfalto”, tizón de la hoja y de mazorca y a los factores abióticos sequía y vientos, que ocasionan pérdidas de producción familiar y comercial. Para contribuir con una alternativa de seguridad alimentaria-productiva, como una estrategia de “escape” a los factores ambientales, que no compitan por su preferencia al consumo local y arraigo cultural o afecte la diversidad del maíz nativo, el Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP, estableció en el ciclo P-V 2023 en la comunidad “El Potrero” a 2013 m. snm, un módulo de validación con seis genotipos de INIFAP, dos de clima tropical y cuatro de clima templado de grano blanco. La siembra fue en mayo, cada genotipo ocupó una superficie de 400 m², con 57 mil plantas/ha a la cosecha, la fertilización fue limitada 50-25-0 NPK. Se determinó sanidad de planta y mazorca. La cosecha fue a los 150 dds. Se cosechó todo el lote de cada genotipo y se transformó a toneladas por hectárea. El genotipo H-377 tuvo un rendimiento de 5.25 t ha⁻¹, seguido de la variedad tropical VS-536 blanco con 3.1 t ha⁻¹. La sanidad de planta y mazorca se calificó con 1.5 respectivamente. Resalta la tolerancia de los genotipos a la falta de humedad en la formación de elote y grano. Se recomienda evaluar los genotipos al menos dos ciclos más en sitios diferentes que comprendan alturas de 1600 y 2600 de altitud y con la nutrición correcta.

Palabras Claves: Transición climática, plasticidad.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. C. E. Cotaxtla agrotecnia7@yahoo.com.mx

² Acultzingo del Distrito de Desarrollo Rural 171 Fortín-SADER Veracruz, México.

³ Empresa semillera El Trebol

⁴ Productora cooperante del municipio de Acultzingo, Veracruz, México.

EXPLORANDO LOS VECTORES DE FITOPLASMAS EN *Trichilia havanensis* (Meliaceae) EN COSTA RICA

*Sofía Carvajal-Rojas*¹, *Andrés Arias Paco*², *Carolina Godoy*³, *Laura Garita Salazar*⁴, *Mauricio Montero-Astúa*⁵

Los fitoplasmas (Mollicutes), fitopatógenos de importancia mundial, son bacterias transmitidos entre plantas por insectos chupadores de floema, como los cicadélidos (Cicadellidae: Hemiptera), a los que también infectan. La interacción fitoplasma - insecto - planta, es compleja y un fitoplasma puede tener una o más especies vector. Para comprender la diseminación de enfermedades se estudian estas interacciones. En agosto de 2021, inició un estudio para determinar los cicadélidos vectores del *Candidatus Phytoplasma Fraxini* (16SrVII) detectado en *Trichilia havanensis* (uruca). Con el objetivo de efectuar ensayos de transmisión (ET), mensualmente se recolectaron insectos mediante aspiración con una máquina STHIL, en dos ambientes urbanos [San José: Universidad de Costa Rica (SP, Montes de Oca) y Colegio de Agrónomos (CA, Moravia)] y dos agrarios [Estaciones Experimentales Fabio Baudrit (FB, Alajuela) y Alfredo Volio Mata (AV, Cartago)] con árboles de uruca infectados con fitoplasmas. En el laboratorio del CIBCM, los cicadélidos se separaron por morfoespecie (MF) y se mantuvieron por tres días sobre plantas jóvenes de uruca libres de fitoplasmas. Al tercer día, los insectos se recogieron y almacenaron para posterior extracción del ADN (Chelex) y detección de fitoplasma mediante la PCR anidada y secuenciación. Las plantas de los ET se mantuvieron en invernadero para evaluación después de 6, 12 y 24 meses. Al 31/05/2024, se realizaron 431 ET. Del total de "pooles" de insectos evaluados ($n=430$), 20 fueron positivos para fitoplasma (MF1=19, MF79=1). La MF1 (*Scaphytopius* sp.) se encontró en los cuatro sitios, con mayor abundancia en el CA. Se comprobó la transmisión del fitoplasma a plantas de uruca en 13 ET (6=6 meses, 7=24 meses). Las secuencias obtenidas, de insectos y plantas coincidieron para el *Candidatus Phytoplasma* de interés, por tanto, *Scaphytopius* sp. (MF1) se comprobó como un vector de fitoplasmas en uruca.

Palabras clave: Cicadélidos, Transmisión, Patosistema, Fitopatógeno.

¹ Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM) sofia.carvajalrojas@ucr.ac.cr

² Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM). Dirección actual: Universidad de Costa Rica, Escuela de Agronomía, andres.ariaspaco@ucr.ac.cr

³ Universidad Estatal a Distancia. Universidad de Costa Rica, Museo de Zoología Escuela de Biología. hansongodoy@ice.co.cr

⁴ Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM) laura.garita@ucr.ac.cr

⁵ Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM), Escuela de Agronomía, mauricio.monteroaastua@ucr.ac.cr (autor para correspondencia)

CARACTERIZACIÓN DEL RIEGO EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, REGION GUANACASTE, COSTA RICA

*Álvaro Angulo Marchena*¹, *Matías Bonilla Gutierrez*²

El agua de riego es la principal limitante en el éxito de proyectos cañeros, la constante irregularidad en las lluvias, la baja cantidad y mala distribución durante los años "NIÑO", ha provocado que los reservorios y acuíferos naturales en Guanacaste, sufran consecuencias serias de abastecimiento. Se realizó un diagnóstico en fincas cañeras de la región de Guanacaste, durante el periodo 2023, se evaluó aproximadamente el 99 % de las fincas cañeras de esta región, que comprendió 315 fincas de productores particulares y tres ingenios azucareros. La información se ordenó por disponibilidad de riego y cantones donde se siembra caña de azúcar, además se determinó los métodos y técnicas de riego utilizado por los usuarios. Del área sembrada por caña de azúcar en Guanacaste (33.880 ha), el 84,1 % posee opciones de riego durante el año, la matriz hidrológica del agua para riego es diversa, la principal oferta de agua lo representa el DRAT (Senara), con un aporte de 66 %, seguido del agua que proviene de ríos (25 %), y un 8 % proviene del agua de pozos profundos. El sistema de riego más usado en las fincas cañeras es el método por gravedad con una participación del 82,5 %, seguido del método por aspersión y goteo con 9,2 % y 8,3 %, respectivamente. El estudio refleja que existen diferentes técnicas de aplicación del riego por gravedad, la técnica del Polypipe es la más usada en las fincas cañeras con 80 % de participación, seguido por la tubería de ventana rígida 12 %, el uso del sifón 6,5 %, y en menor escala la técnica del "boquete" con 1,5 % de preferencia. En conclusión, los cultivadores de caña de azúcar han migrado de técnicas menos eficientes, a técnicas más eficientes y de menor costo, como es el uso de tubería flexible Poliuretano (Polypipe).

Palabra clave: diagnóstico, riego, métodos y técnicas.

¹ Ligo Agrícola Industrial de la Caña de azúcar (LAICA - DIECA), asesoría técnica e investigación en caña de azúcar, región Guanacaste Costa Rica. aangulo@laica.co.cr, 506 8361 6090

² Ligo Agrícola Industrial de la Caña de azúcar (LAICA - DIECA), asesoría técnica e investigación en caña de azúcar, región Guanacaste Costa Rica. mbonilla@laica.co.cr, 506 8481 5558

ESCALAMIENTO DE TECNOLOGÍAS NAMA EN FINCAS GANADERAS DE COSTA RICA

Cristóbal Villanueva¹, Andrés Vega¹, Claudia Sepúlveda¹, Reinhold Muschler¹, Jorge Segura¹

El Ministerio de Agricultura y Ganadería y sus socios nacionales e internacionales han venido implementado la estrategia de escalamiento de las tecnologías NAMA (del inglés National Appropriate Mitigation Action) en las fincas ganaderas. Esto contribuirá a cumplir las metas sociales, económicas y ambientales de la política nacional ganadera. En este sentido, el Programa Transforma Innova (PTI) estará contribuyendo en los próximos años (2024-2026) con el escalamiento de tecnologías NAMA en 308 fincas a nivel nacional. Estas tecnologías ayudarán a mejorar los ingresos, la resiliencia, la mitigación y la conservación de la biodiversidad de las fincas ganaderas. El objetivo de este trabajo es mostrar el enfoque metodológico para lograr la implementación de tecnologías NAMA en las 308 fincas del plan nacional de desarrollo 2024. El PTI para garantizar la adopción de las tecnologías NAMA en toda el área dedicada a la ganadería incluye una serie de componentes favorables tales como gobernanza y marco legal, desarrollo de capacidades, finanzas climáticas, cadenas de valor, monitoreo, reporte y verificación (MRV). También, el PTI en conjunto con el MAG, FUNDECOOPERACIÓN y actores del sector ganadero definieron un plan de implementación de las principales tecnologías NAMA priorizadas en los planes de las 308 fincas. Este plan está considerando los elementos que favorecen este proceso tales como fondos no reembolsables, fondos reembolsables, el uso de una red de fincas modelo para las rutas de aprendizaje y eventos de capacitación, y la generación de comunidades de práctica digital con grupos organizados de productores de las fincas meta. Con base a los elementos antes mencionados técnicos y productores de la cadena de valor ganadera nacional tendrán la oportunidad de fortalecer sus capacidades, mejorar sus sistemas de producción y de esa manera contribuir con las metas de la estrategia nacional de ganadería a nivel productivo, económico, resiliencia, mitigación y conservación / incremento de la biodiversidad.

Palabras clave: Resiliencia, mitigación, biodiversidad.

¹ Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza. Cristóbal Villanueva, cvillanu@catie.ac.cr; Andrés Vega, andres.vega@catie.ac.cr; Claudia Sepúlveda, csepul@catie.ac.cr; Reinhold Muschler, rmuschler@catie.ac.cr; Jorge Segura, jsegura@mag.go.cr

USO DE DATOS MULTIESPECTRALES EN DRONES COMO HERRAMIENTA DE PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO DE FRIJOL

Eddison José Araya Morales¹, Guillermo Vargas Hernández²

El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y teledetección como herramientas de monitoreo y diagnóstico en agricultura de precisión permiten detectar el estrés, vigor y desarrollo de las plantas. La identificación temprana de estas variables posibilita realizar estimaciones de rendimiento de los cultivos. El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de datos multiespectrales obtenidos mediante sensores acoplados en drones como herramienta para la predicción de componentes de rendimiento en parcelas de frijol ubicadas en Pavón de los Chiles, Caño Negro y Barrio San José de Alajuela en Costa Rica, durante el periodo de enero del 2021 a enero de 2024. Se desarrolló un modelo de transferencia radiativa por zonas de diferenciación espectral mediante bandas individuales e índices de vegetación, además se recolectaron datos de rendimiento del cultivo a nivel de campo. El vigor de las plantas se diferenció en función de la cantidad de luz solar reflejada en diferentes longitudes de onda, tanto en la zona de radiación fotosintéticamente activa (PAR), como en la región del infrarrojo cercano (NIR). Las bandas del espectro electromagnético que presentaron una mayor relación con los componentes de rendimiento del cultivo fueron una combinación de la banda roja del espectro visible y la banda (NIR). Los índices de vegetación, Cociente Simple (SR), Índice de Clorofila verde (CIG) y Borde Rojo (CIRE) mostraron correlaciones superiores a 0.89 ($p < 0,05$). Por el contrario, el Índice de Diferencia Normalizada (NDVI) fue menos eficiente, con correlaciones inferiores a (0.82, $p < 0,05$). Este estudio demostró que el uso de los sensores multiespectrales acoplados en drones, en conjunto con técnicas de SIG, es una herramienta de gran potencial para la predicción de componentes de rendimiento del cultivo de frijol, lo que permitirá una toma de decisiones informada y según la variabilidad espacial del cultivo.

Palabras clave: agricultura de precisión, teledetección, espectroscopía.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, (506) 83081731, earayam@inta.go.cr

² Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, (506) 88206916, guillermo.vargas@ucr.ac.cr

EVALUACIÓN DE LA POLINIZACIÓN DE UNA VARIEDAD SILVESTRE Y DOS VARIEDADES COMERCIALES DE *XANTHOSOMA* SPP.

*Karla Susana Abarca-Arias*¹, *Francisco Saborío-Pozuelo*²

El tiquisque (*Xanthosoma* spp.) es una especie que pertenece a la familia Araceae y que produce cormelos comestibles. Esta planta es originaria de las Islas del Caribe de América Tropical, donde se encuentran la mayor cantidad de especies. El objetivo de este estudio fue evaluar la polinización de dos variedades comerciales (pulpa morada y blanco) y una silvestre que no produce cormos de *Xanthosoma* en la Universidad EARTH, Guácimo, Limón, Costa Rica durante el 2022. Se caracterizó el fenotipo de los materiales por medio de descriptores botánicos y se realizó dos aplicaciones de ácido giberélico (500 ppm) para inducir la floración. Se realizó una caracterización fenológica de este proceso y se evaluó la respuesta germinativa del polen de las variedades comerciales bajo dos medios de germinación. Se establecieron ensayos de autopolinización y polinización cruzada para evaluar el comportamiento de las especies ante polinizaciones artificiales. Los resultados obtenidos en la caracterización fenológica permitieron identificar diferencias en el hábito de crecimiento de las especies, así como en las características asociadas a las inflorescencias y los cormos. La caracterización del proceso de floración permitió cuantificar el ciclo floral de cada especie y determinar que el tiquisque blanco fue el más precoz, mientras que el tiquisque morado por el contrario fue el material que se retrasó más en iniciar el ciclo de floración. Los ensayos de autopolinización revelaron que existe autocompatibilidad de la especie silvestre, mientras que las polinizaciones cruzadas demuestran un alto grado de fecundaciones fallidas. Este estudio ha generado información que funciona como base para el manejo de la diversidad genética y su futura implementación en programas de mejoramiento vegetal, encaminado a brindar soluciones a los problemas recurrentes que enfrenta este cultivo.

Palabras clave: AG₃, inducción floral, polinización asistida.

¹ Universidad EARTH, Las Mercedes, Guácimo, Limón, Costa Rica. ksabarca@earth.ac.cr

² Laboratorio de Biotecnología de plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas, Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. francisco.saborio@ucr.ac.cr

IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS PROMISORIOS DE MALANGA (*COLOCASIA ESCULENTA*) EN SANTA CRUZ, GUANACASTE, COSTA RICA

*Belkis Ortega-Juárez*¹, *Ricardo Brenes-Campos*², *Francisco Saborío-Pozuelo*²

La malanga (*C. esculenta*) pertenece a la familia Araceae y se clasifica en el grupo de raíces y tubérculos tropicales. El cormo es el principal órgano comestible, posee un alto valor nutritivo debido su alto contenido de minerales y carbohidratos. En Costa Rica, la malanga posee un alto potencial para el mercado de exportación y para el consumo local, sin embargo, la producción nacional se limita únicamente a dos variedades y esto la hace más vulnerable a las condiciones climatológicas cambiantes. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento agronómico de 50 variedades de malanga en una zona desfavorable para su desarrollo con el fin de identificar variedades con capacidad de adaptación a estas condiciones que se pudieran usar en programas de mejoramiento genético. La parcela de investigación se estableció en Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica con un sistema de riego por goteo. Se estableció un diseño de bloques aumentados. Se realizaron mediciones mensuales de distintas variables morfológicas de la planta y una evaluación final del rendimiento. Se realizó un análisis de componentes principales para estudiar la relación entre las variables y variedades. Bajo las condiciones del estudio, se observó que los materiales evaluados obtuvieron pesos del cormo entre 0,05 a 1 kg. El 32 % de los materiales (n= 16) presentó pesos de cormo mayores al mínimo aceptado por el mercado (0,5 kg). Con respecto a la variable altura, se observó que en promedio obtuvieron valores superiores a 100 cm para la mayoría de los materiales (excepto CO19 y H9.16.1) y existe una relación lineal ascendente entre la altura y los días después de trasplante (excepto CO19). Se identificaron los diez materiales con el mejor rendimiento y se hizo una caracterización fenológica de los mismos. Todos produjeron cormo con un peso mayor a los 0.6 Kg.

Palabras claves: banco de germoplasma, mejoramiento, adaptabilidad del cultivo.

¹ Agronomía Sede Regional Guanacaste, Universidad de Costa Rica, Liberia, Costa Rica. belkis.ortega@ucr.ac.cr.

² Laboratorio de Biotecnología de plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas, Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. francisco.saborio@ucr.ac.cr. (autor para correspondencia); josue.brenescampos@ucr.ac.cr.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE HÍBRIDOS DE MALANGA (*COLOCASIA ESCULENTA*) EN LA GARITA, ALAJUELA, COSTA RICA

Guadalupe Zamora-Lizano¹, Ricardo Brenes-Campos², Francisco Saborío-Pozuelo²

El Programa de Mejoramiento Genético de Raíces y Tubérculos Tropicales del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la Universidad de Costa Rica ha generado varias generaciones de híbridos entre especies introducidas y locales de malanga durante los últimos diez años. Estos híbridos se han evaluado anualmente con el fin de caracterizar su desarrollo fenológico así como su comportamiento agronómico. La selección se ha concentrado en plantas vigorosas que no muestren daños de plagas y enfermedades, con alto rendimiento agronómico, pocos hijos laterales y buen sabor. El objetivo de la investigación fue evaluar híbridos avanzados. La parcela se estableció en La Garita, Alajuela, Costa Rica. Se realizaron mediciones mensuales de variables morfológicas de la planta y una evaluación final del rendimiento. Se utilizó un diseño de bloques aumentados con cuatro accesiones como control. Además, se utilizó un índice de selección, para determinar los diez materiales más promisorios. Para los materiales seleccionados se realizaron curvas del desarrollo del cultivo para las variables altura, diámetro del cormo y área foliar. Se encontró una relación positiva alta entre las variables del follaje, sin embargo, esas variables no obtuvieron una relación alta con las variables del cormo. Para los diez materiales más promisorios se obtuvieron pesos del cormo entre 0,3 a 1 kg. Se observó para la altura valores entre 67,5 a 132 cm, y para la variable área foliar valores entre 2.628 a 1.749 cm². Se concluyó que los híbridos generados por el CIA tienen gran potencial para sustituir a las accesiones locales, debido a que entre los diez materiales seleccionados como más promisorios ocho fueron híbridos generados dentro el programa de mejoramiento y todos mostraban mejor rendimiento que la variedad local.

Palabras claves: mejoramiento genético, raíces y tubérculos, rendimiento.

¹ Agronomía Sede Regional Guanacaste, Universidad de Costa Rica, Liberia, Costa Rica. maria.zamorlizano@ucr.ac.cr.

² Laboratorio de Biotecnología de plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas, Escuela de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. francisco.saborio@ucr.ac.cr. (autor para correspondencia); josue.brenescampos@ucr.ac.cr

FORTALECIMIENTO AGROPECUARIO EN HONDURAS: ASISTENCIA TÉCNICA E INTEGRACIÓN CON MERCADOS DE CAFÉ Y FRIJOL

Mirian E. Colindres¹, Federico Ceballos¹, Byron A. Reyes¹, Andres D. Espada¹, William Igeler¹, Jenny Wiegel¹

Proveer asistencia técnica adecuada y mejorar la integración entre productores y compradores es crucial para aumentar el acceso a mercados diferenciados y contribuir al desarrollo de estos sectores. Evaluamos, mediante dos estudios, el impacto de la asistencia técnica e información, así como la integración con mercados (estudio 1), y el envío de mensajes técnicos por WhatsApp y el control de calidad in situ (estudio 2). Estos estudios se centran en la calidad del grano, ingresos y preferencias de comercialización entre productores de café y frijol en Honduras. Se busca mejorar la coordinación vertical mediante la transmisión de información y aumentar la eficiencia de la asistencia técnica utilizando herramientas digitales. Utilizando datos de la línea base de 2,273 productores (1,607 de café y 666 de frijol) en dos regiones de Honduras, presentamos una caracterización de productores y discutimos las implicaciones de estas características en los resultados esperados. La mayoría de los productores entrevistados son hombres y poseen un celular, con gran parte de los productores de frijol usando WhatsApp para comunicarse, esto facilita la transmisión de información. En café, la mayoría vende a intermediarios asociados a BECAMO, un exportador con acceso a mercados diferenciados. Al menos el 92 % de los hogares reportó poseer un teléfono móvil y vender a más de un comprador. Solo el 4 % pertenece a una cooperativa, y únicamente el 7 % ha adoptado prácticas para mejorar la calidad. En el caso del frijol, 94 % de los productores posee un celular y menos del 20 % vende a una asociación. Aunque pocos reportaron recibir descuentos por calidad al vender, esto fue más común cuando vendieron a una asociación. Además, la adopción de prácticas que mejoran la calidad del grano está influenciada por varios factores, incluyendo la innovación. Las implicaciones de estas características se discutirán durante la presentación.

Palabras clave: innovación, calidad, capacidades.

¹ Alianza Bioversity-CIAT, Expositora: +504 2242 6890 Ext. 1008. m.colindres@cgiar.org

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE DINAMICA DEL CARBONO Y NITRÓGENO EN SUELOS CON DIFERENTES COBERTURAS EN FINCAS GANADERAS DE LECHE

Sergio Abarca¹, Vidal Acuña², Francisco Arguedas³, Roberto Soto⁴

El Instituto, en consorcio con la Cámara de Productores de Leche, CORFOGA, FITTACORI y FONTAGRO, ha realizado monitoreos de $\delta^{13}\text{C}$ en suelos con pasturas y bosques, en especies de pasto, en alimentos externos a las fincas y en las excretas de animales en fincas ganaderas. El objetivo fue determinar la dinámica del carbono (C) y del nitrógeno (N) del suelo en diferentes coberturas de sistemas ganaderos de leche, para mejorar las prácticas de manejo, aumentando la fijación de carbono y el reciclaje de nitrógeno. Se realizaron 16 calicatas a 1,4 metros de profundidad en 8 fincas, tomando muestras en franjas de 20 cm hasta un metro de profundidad para determinar: i) la concentración (%) de C y N, ii) la masa almacenada de COS y de nitrógeno total (NT), iii) la densidad aparente del suelo (DA), y iv) la extracción de raíces y suelo para determinar los isótopos ^{13}C y ^{15}N . Estos muestreos se repitieron cuatro años después. Los resultados mostraron discriminaciones de $\delta^{13}\text{C}$ en los alimentos suplementarios más utilizados en las fincas lecheras: citropulpa -28,4, levadura -14,3, maíz molido -11,9, melaza -12,3, pasto -12,4, soya -25,4 y concentrado comercial -16,2. No se encontraron diferencias significativas en las densidades aparentes entre la cobertura boscosa y las pasturas. En cuanto a los macizos volcánicos (Poás e Irazú-Turrialba), se observaron diferencias en la concentración de COS, siendo 1,9 más alta en Irazú-Turrialba. No hubo diferencias estadísticas en los contenidos de N y la relación C:N, entre los macizos y entre las coberturas vegetales. Se concluyó que la discriminación de $\delta^{13}\text{C}$ en pastos, alimentos para ganado y carbono del suelo en pasturas está entre -17 y -10, lejos del valor de -47,4 del metano atmosférico. Los resultados sugieren que Costa Rica no contribuye significativamente al aumento del metano biogénico global y que los animales pastoreando plantas tipo C4 en la zona tropical no son responsables del calentamiento global.

Palabras clave: Coberturas vegetales, carbono orgánico del suelo, isótopos $\delta^{13}\text{C}$ y ^{15}N .

^{1 2 3} Investigadores, Centro Innovación Agropecuaria Central, Instituto Nacional de Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA)

⁴ Investigador pensionado

EVALUACIÓN DE PATRONES DE AGUACATE CON POTENCIAL ÉLITE EN PACÍFICO CENTRAL DE COSTA RICA

Catalina Ruiz Campos¹, Rosmary Quesada Ugarte²

El cultivo de aguacate en Costa Rica enfrenta desafíos debido a la diversidad genética, lo que complica la comercialización al no ser un material genético uniforme. Esta limitación afecta la selección de patrones para mejorar la calidad y productividad. Por lo tanto, se necesitan investigaciones para identificar patrones resistentes a patógenos y que promuevan una producción óptima del cultivo. El objetivo de este trabajo fue encontrar la mejor combinación de patrón y copa para la producción en vivero de aguacate en la Región Pacífico Central. Se eligieron cuatro patrones, denominados como 'Cavar', 'Viky', 'Cobano' y 'Parrita', seleccionados según el criterio y la experiencia de productores locales, eligiendo árboles criollos vigorosos y adaptados a las condiciones regionales. Se recolectaron 60 semillas de cada patrón y se germinaron durante cuatro semanas en un vivero comercial en Orotina. Después de tres meses, se injertaron con las copas seleccionadas, 'Simmonds', 'Gato' y 'Benik'. Se evaluó la germinación, el grosor y altura de los árboles injertados y prendimiento de los injertos. Los resultados mostraron tasas mayores al 80 % de germinación para 'Parrita', 'Cobano' y 'Cavar', mientras que 'Viky' presentó una menor tasa (74 %) y mayor incidencia de pudrición en la semilla. No se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la altura y grosor de los árboles injertados entre las diferentes combinaciones de copa y patrón, y el porcentaje de prendimiento del injerto fue del 100 % para todos los patrones. Estos hallazgos indican que todos los patrones y copas evaluados son viables para la producción en vivero. Sin embargo, es importante llevar estos materiales al campo para evaluar su rendimiento productivo y determinar si existen diferencias significativas entre los portainjertos y las copas en condiciones comerciales.

Palabras clave: variabilidad genética, vivero.

^{1 2} Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. cruizc@inta.go.cr (<https://orcid.org/0000-0002-4285-697x>)

APORTE DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES MEJORADOS EN LA GENERACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Leonel Salas Juárez¹, Cristóbal Villanueva¹, Muhammad Ibrahim¹, Rein Van der Hoek²

La actividad ganadera tiene grandes retos en el corto y mediano plazo, ya que debe responder a la demanda de alimentos de origen animal en cantidad y calidad. Además, contribuir con la conservación de recursos naturales, la generación de servicios ecosistémicos, la adaptación y mitigación al cambio climático. El objetivo de este estudio fue evaluar los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo y el potencial de captura de carbono en sistemas de pasto Cayman (*Urochloa* híbrido CIAT BRO2/1752) en monocultivo y en asocio con leñosas forrajeras en la zona húmeda de Costa Rica. La investigación se realizó en el experimento localizado en la finca comercial del CATIE, el cual tiene los tratamientos PCM, PC+Ld y PC+Td (Pasto Cayman en Monocultivo, Pasto Cayman en asocio con *Leucaena diversifolia* y Pasto Cayman en asocio con *Tithonia diversifolia*, respectivamente). En el experimento fueron monitoreadas en los años 2018 y 2022 las variables físicas, químicas y biológicas a 1 m de profundidad del suelo; la disponibilidad de pasto; el diámetro del tallo a 0.3 m del suelo y la altura total de las leñosas forrajeras. Ninguno de los parámetros evaluados presentó diferencia significativa entre tratamiento. La densidad aparente en PCM mostró un mayor cambio de 1.02 ± 0.04 g/cc a 1.15 ± 0.05 g/cc en el tiempo. Los parámetros químicos disminuyeron a mayor profundidad, la mayor tasa de cambio fue para el Fósforo (-23 %). Mientras, la mayor tasa de cambio positiva la tuvo el Mg (56.7 %), ambos casos relacionados con el tratamiento de PC+Ld. La macrofauna fue mayor en un 53 % en el tratamiento de PC+Ld en comparación a los otros tratamientos. El carbono total almacenado fue mayor en el sistema PC+Ld con 75 ± 13.15 tC ha⁻¹, presentando la mayor tasa de cambio positiva (39.5 %), el PCM y la PC+Td presentaron tasas de 26.68 % y 25 % respectivamente.

Palabras clave: *Leucaena diversifolia*, *Tithonia diversifolia*, captura de carbono.

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Leonel Salas Juárez, Leonel.salas@catie.ac.cr; Cristóbal Villanueva, cvillanu@catie.ac.cr; Muhammad Ibrahim, mibrahim@catie.ac.cr

² Alliance of Bioversity International & CIAT, Rein van Der Hoek, vanderhoek@cgiar.org

EVALUACIÓN TERMODINÁMICA DE UN INVERNADERO MEDIANTE EL USO DE DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL

Bernal Steven Valverde-Delgado¹ Stephanie Quirós Campos²

La Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) es una técnica informática que permite realizar simulaciones para determinar el comportamiento de parámetros termodinámicos con alta precisión. El objetivo fue evaluar la termodinámica de un invernadero utilizando CFD, para proponer mejoras en la producción de hortalizas. Se instalaron registradores en distintos cuadrantes horizontales y alturas (1,50 m, 3 m y 4,50 m) dentro del invernadero para recopilar datos de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento durante tres ciclos productivos de lechuga. También se recopilaron las mismas variables externamente con una estación meteorológica. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza de dos factores mixtos con mediciones repetidas, seguido de una prueba post-hoc de Bonferroni, para determinar diferencias significativas entre los valores registrados de temperatura y humedad relativa en cada ciclo de cultivo, a diferentes alturas y entre cuadrantes horizontales. Se validaron cuatro escenarios adversos y se identificó como punto crítico la ventilación insuficiente que impidió la autorregulación de la temperatura y humedad. El promedio diario de temperatura y humedad relativa superó los 30 °C y el 65 %, respectivamente. Durante la noche, la temperatura promedio fue de 18 °C y la humedad relativa se acercó al 90 %. La velocidad del viento alcanzó máximas de 2,7 m/s y casi nulas en el interior. Hubo diferencias de temperatura verticalmente, mientras que longitudinalmente fue más homogénea. La humedad relativa mostró un comportamiento más variable tanto vertical como longitudinalmente. Se concluyó que el diseño del invernadero no era apto, por tanto, se propuso aumentar las dimensiones de la ventana cenital de 11 m² a 20 m² como mínimo; la instalación de dos recirculadores de aire con una capacidad de 130 m³/min cada uno y una sombra móvil con transmisibilidad de luz de 50 % para una regulación óptima de las variables estudiadas.

Palabras clave: Modelación CFD, flujos de calor, comportamiento térmico.

¹ Estudiante Universidad de Costa Rica (UCR), Escuela de Ingeniería de Biosistemas. San José, Costa Rica. bsteven.vd@gmail.com (<https://orcid.org/0009-0004-4674-1354>).

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica. mquiros@inta.go.cr. (<https://orcid.org/0000-0003-4146-914>).

RESULTADOS SOBRE CONOCIMIENTO Y PERCEPCIÓN DE LA EDICIÓN DE GENOMAS DURANTE EL PCCMCA 2023

Laura Obando-Esquivel¹, Andrés Gatica-Arias²

El informe presenta una metodología basada en la recolección, procesamiento y análisis de datos sobre la percepción y el conocimiento en relación con el proyecto sobre la edición del genoma del arroz en el contexto del cambio climático y la seguridad alimentaria. Con la implementación de cuestionarios aplicados a profesionales participantes en el PCCMCA 2023 en Antigua, Guatemala, se recopiló información para conocer las opiniones sobre la edición de genomas. Los resultados demuestran que, de los participantes, más de un 70 % corresponden al género masculino de entre 30 y 39 años; uno de los factores más importantes es la conservación del medio ambiente, se correlaciona positivamente y moderadamente en los avances científicos y de salud relacionados con la biotecnología y en la política y la economía nacional. Respecto a la edición genética mediante CRISPR/Cas9 más del 50 % de las personas encuestadas afirman tener conocimientos sobre el tema destacando fuentes de información registradas como periódico, televisión, entre otras, donde las modificaciones mediante CRISPR/Cas9 han resaltado su potencial para mejorar cultivos y enfrentar desafíos agrícolas. La investigación subraya la importancia de la comunicación y regulación adecuadas para la implementación exitosa de estos avances biotecnológicos en la región ya que aún el comportamiento registrado es cautelosamente optimista.

Palabras clave: biotecnología, CRISPR/Cas9, avances científicos.

¹ Universidad de Costa Rica, Escuela de Estadística, San José, Costa Rica. laura.obandoesquivel@ucr.ac.cr

² Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología, Planta de Biotecnología, Laboratorio, San José, Costa Rica. andres.gatica@ucr.ac.cr

ADAPTACIÓN DE LA CROMATOGRAFÍA CIRCULAR DE PFEIFFER PARA ANÁLISIS DE UN SUELO ANDISOL CAFETALERO

Diego Roldán Rodríguez¹, Oswaldo Páez Aponte²

La cromatografía circular de Pfeiffer, una técnica con enfoque agroecológico, se ha propuesto como indicador cualitativo de la salud del suelo, integrando en su interpretación las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo. El estudio tuvo como objetivo establecerla como herramienta de análisis para evaluar la vitalidad de un suelo Andisol cultivado con café en la Finca Experimental Santa Lucía (Proyecto Café UNA), Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. Durante el 2023, se establecieron 5 experimentos de laboratorio donde se probaron variaciones en la metodología estándar. Se determinó el pH y la conductividad eléctrica (CE) de cada muestra. Adicionalmente, se midieron los grados Brix de hojas de plantas de café donde se recolectaron las muestras de suelo. Se estableció que la cantidad adecuada de suelo Andisol fue de 1,25 g en 100 ml de NaOH (1 %). La filtración del sobrenadante de la solución suelo-NaOH antes de la corrida permitió un revelado con mayor definición. Se probó la metodología adaptada en un suelo Ultisol, rojizo, de un cafetal de Pérez Zeledón, siendo necesario utilizar 10 g de suelo en 100 ml de NaOH (1 %), y descartando el sistema de filtración para obtener un buen revelado. La interpretación con escala de los cromatogramas y sus zonas de revelado mostraron una tendencia: los cromatogramas mejor valorados indicaron mejores condiciones de pH y CE del suelo, así como mejores grados Brix de las plantas. Se concluye que la técnica de cromatografía circular de Pfeiffer es útil para interpretar la salud del suelo y las plantas de café que crecen en él. Sin embargo, fueron necesarios ajustes en la metodología estándar.

Palabras clave: agroecología, cromatografía en papel, salud del suelo.

^{1,2} Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

¹ diego.roldan.rodriguez@est.una.ac.cr

² Autor para correspondencia: osvaldo.paez.aponte@una.cr (<https://orcid.org/0009-0002-4382-3827>)

LA UNIVERSIDAD EARTH Y SU MODELO DE INVESTIGACIÓN CON Y PARA ESTUDIANTES DE AGRONOMÍA

Cristiano E. Rodrigues Reis¹

La Universidad EARTH es una institución internacional privada sin fines de lucro dedicada a formar líderes éticos y agentes de cambio social y ambiental. Su misión es contribuir al desarrollo sostenible y construir una sociedad próspera y justa mediante un enfoque educativo innovador centrado en la sostenibilidad y el compromiso socioambiental. Las competencias asociadas a investigación en el modelo académico de EARTH son trabajadas en los proyectos de graduación en el último año de la carrera. Estos proyectos se estructuran en tres etapas: planificación, ejecución y redacción, asegurando que los estudiantes adquieran competencias prácticas y teóricas esenciales para su desarrollo profesional. Durante todo un año, los estudiantes implementan sus proyectos bajo la supervisión de asesores, quienes evalúan su progreso y ofrecen retroalimentación constante. El diseño y la ejecución de los proyectos permiten a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en contextos reales, enfrentando desafíos y desarrollando soluciones innovadoras. La etapa final culmina con la elaboración de un documento final y su presentación a la comunidad EARTH. La Universidad EARTH también ofrece un sólido apoyo institucional, incluyendo un presupuesto asignado a cada proyecto, así como con talleres de comunicación y estadística, así como acceso a recursos bibliográficos y tecnológicos. Los proyectos de graduación abarcan una variedad de temas, incluyendo la creación de productos a partir de subproductos agrícolas, el desarrollo de métodos sostenibles para mejorar la producción agrícola, agricultura de precisión, temas de nutrición animal, y manejo de enfermedades en cultivos, siendo que muchos de ellos se desarrollan con empresas y otros centros de investigación. El modelo de investigación aplicada centrada en el estudiante fomenta el liderazgo y la sostenibilidad en los sistemas de investigación e innovación agropecuaria, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos globales en agricultura y desarrollo rural, promoviendo un impacto en sus comunidades y más allá.

¹ Universidad EARTH, Guácimo, Costa Rica. 4442-1000. crodrigues@earth.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-9592-8084>

CORRELACIÓN ENTRE INFESTACIONES DE GORGOJOS Y EL PERFIL PROTEICO DE VARIETADES DE FRIJOL, COSTARRICENSES

Fonseca-Mena, Jimmy¹, Rodríguez-Quesada, Kerling², Mujica-Lermo, Alexandra,^b Villegas-Peñaranda, Luis Roberto², Alfaro-Ureña, Yohana², Trimiño-Vásquez, Humberto², Sandoval-Barrantes, Manuel², Carballo-Arce, Ana Francis², González-Herrera, Allan¹, Vargas-Martínez, Alejandro¹

Los cultivares comerciales de frijol (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) mejorados a lo largo del tiempo y en condiciones de almacenamiento son susceptibles al daño por "gorgojos" (*Zabrotes subfasciatus*, Chrysomelidae) sin embargo, en frijoles silvestres se han identificado materiales resistentes a daños de estos insectos debido a la presencia de la proteína arcelina. Se realizaron ensayos con 7 variedades de *P. vulgaris*: Matambú, Cabécar, Mantequilla, Brunca, Taynín, Nambí, Surú y gandúl (*Cajanus cajan*) comercial. Bajo condiciones de laboratorio se reprodujeron los insectos sobre los frijoles de estudio en recipientes donde se introdujeron 20 parejas de insectos adultos en condiciones controladas de temperatura, humedad y luminosidad. Según el índice de Dobie para susceptibilidad de las ovoposiciones sobre los granos, todos los cultivares presentaron un índice entre 8-10 el cual se considera susceptible. Utilizando harinas obtenidas de estos frijoles se extrajeron y caracterizaron las proteínas en medio salino bajo condiciones ligeramente ácidas. Las proteínas solubles de los frijoles se separaron por cromatografía molecular de exclusión y luego fueron analizadas por SDS-PAGE. Se realizó la secuenciación mediante espectrometría de masas utilizando recortes de SDS PAGE. Los análisis revelaron perfiles proteicos diferentes en los ensayos electroforéticos y en todos los casos las muestras analizadas presentaron bajas cantidades de arcelinas. A partir de los resultados de la secuenciación realizada se pudo concluir que las 3 proteínas que se presentan con una mayor área de cobertura pertenecen al grupo de las fitohemaglutinas, lo que muestra una baja presencia de arcelinas en los cultivares de frijol analizadas, siendo este hecho congruente con el resultado obtenido de la ovoposición de gorgojos. Lo que permite correlacionar que el bajo contenido de arcelinas en los cultivares de frijol costarricense podría estar asociado a la alta tasa de ovoposición de gorgojos en este cultivo.

Palabras claves: arcelinas, frijol, ovoposición.

¹ Laboratorio de Entomología Agrícola. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Costa Rica.

² Laboratorio de Investigación en Biorrefinería. Escuela de Química, Universidad Nacional, Costa Rica. e-mail de autor para correspondencia: luis.villegas.penaranda@una.ac.cr; <https://orcid.org/0000-0002-3748-9554>

CALIDAD FERMENTATIVA Y NUTRICIONAL DE ENSILADOS DE VARIEDADES SORGO

William Sánchez-Ledezma¹, José Pablo Jiménez-Castro², Isaías Gómez-Hidalgo³

El cultivo de sorgo, además de adaptarse a diferentes condiciones edafoclimáticas, produce buen rendimiento de forraje, es fuente de energía y es fácil de conservar mediante el ensilaje. Se evaluó el efecto de conservar el forraje de sorgo en estañones y bolsas plásticas, sobre la calidad fermentativa y composición nutricional del ensilado, en la Estación Experimental Los Diamantes (EELD) del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) de Costa Rica, ubicada en Guápiles, Limón, durante el 2023. Los tratamientos fueron la combinación de dos variedades de sorgo (BMR0036 y CENTA RCY) y dos tipos de silo (estaños y bolsas plásticas) en un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial con cinco repeticiones. A todos los tratamientos se les agregó un 3 % de melaza. El pH de los ensilados osciló entre 3,83 y 4,2 y el nitrógeno amoniacal (N-NH₃) entre 4,36 y 5,25 % en base seca. La variedad CENTA RCY ensilada en estañones alcanzó el menor valor (p<0,05) de pH (3,83) y los valores más bajos de N-NH₃ (4,36 y 4,42) en ambos tipos de silos. Los contenidos de materia seca (20,62 y 22,35 %), proteína cruda (8,75 y 9,28 %), fibra detergente ácido (33,56 y 34,82 %) y de lignina (3,15 y 3,81 %) no mostraron diferencias significativas (p>0,05) entre los materiales y tipos de silos. La variedad CENTA RCY obtuvo los menores contenidos (p<0,05) de fibra detergente neutro (FDN) ensilada en estañones (61,26 %) y bolsas plásticas (61,56 %), en comparación con el BMR0036 (63,27 y 63,68 %). Se concluye que las variedades ensiladas, incidieron más en la reducción del pH, N-NH₃ y FND, que los tipos de silo utilizados.

Palabras clave: *Sorghum bicolor*, tipos de silo, ensilaje.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. wsanchez@inta.go.cr (orcid 0000-0002-3470-7237)

² jjjimenez@inta.go.cr (orcid 0000-0002-2136-3076)

³ Corporación ganadera (CORFOGA), San José, Costa Rica. igomez@corfoga.org

DISECCIÓN Y EXTRACCIÓN DE OVARIOLAS, PARA ANÁLISIS TRANSCRIPTÓMICO DEL SISTEMA REPRODUCTOR DE *Nasutitermes corniger*

Hurtado, Francheska¹, Vargas Aidamalia², Barraza Eddy³, Sánchez, Enrique⁴

El éxito de la cosmopolita distribución de los insectos sociales se relaciona con la especificación de sus funciones en la colonia y también con la diferenciación de individuos en distintas castas. En el caso de las termitas, los miembros de la colonia se diferencian a lo largo de su desarrollo en reproductores primarios, secundarios, soldados y obreras. Pese al importante rol que juegan como descomponedores de materia orgánica por la habilidad de sintetizar la lignocelulosa, muchas especies de termitas son plagas de daños en áreas urbanas, sector agrícola e industria de la madera. El objetivo de esta investigación fue extraer las genitalias en hembras de las diferentes castas de la especie *N. corniger* para realizar un análisis comparativo de transcriptomas (RNA-seq) para medir los cambios de expresión genética que correlacionan las diferencias entre los tejidos reproductivos de esta especie plaga. Como parte de la metodología se obtuvieron ejemplares de las castas reinas, aladas reproductoras, obreras y sustitutas de *N. corniger*, procedentes de termiteros colectados en plantación comercial de teca (*Tectona grandis*), en la provincia de Darién, República de Panamá. Con la ayuda de agujas de disección se realizó un corte longitudinal en la parte lateral del abdomen entre el urotergo y urosterno, posteriormente se separaron las cutículas del abdomen para exponer el contenido interno. Una vez expuesto el contenido interno del abdomen, se procedió a separar las ovariolas (estructuras de reproducción) del resto de estructuras (grasa y demás órganos). Las estructuras de reproducción fueron colocadas en solución para ser analizadas posteriormente a través de biología molecular. Los resultados obtenidos indicaron que la formación de ovariolas solamente fue observada en las reinas reproductoras. En las castas aladas reproductoras, obreras y sustitutas no se observaron estructuras de reproducción (ovariolas).

Palabras claves: Termiteros, castas, plantación, teca.

¹ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de suelos y aguas, Campus Central; 507-6504 0734; hfrancheska359@gmail.com

² Universidad de Panamá, Facultad Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Laboratorio Genética y Biología molecular, Campus Central. 50761202718; aidamalia.vargas@up.ac.pa

³ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Laboratorio de Protección Vegetal, Campus Central. 50768005444; eddyup.pa@gmail.com

⁴ Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Desarrollo Agropecuario, Campus Central. 50767471688; enriqueasg@gmail.com

USO DE EXCRETAS BOVINAS Y CAPRINAS COMO ALTERNATIVA DE FERTILIZACIÓN EN PASTO ESTRELLA AFRICANA (*Cynodon nlemfuensis*)

*Karla María Meza-Chaves*¹, *José Pablo Jiménez-Castro*², *José Alonso Calvo-Araya*³, *Miguel Ángel Castillo-Umaña*⁴

La actividad ganadera en Costa Rica desencadena una demanda creciente de forrajes de calidad para la producción lechera. La fertilización es un factor clave en este proceso, pero plantea desafíos ambientales y productivos para el sector. El objetivo del presente estudio fue evaluar la utilización de excretas bovinas y caprinas sobre la producción, calidad nutricional e incidencia de enfermedades en el pasto estrella africano, como alternativas de fertilización nitrogenada en los sistemas de lechería especializada. El trabajo se llevó a cabo en la Finca Experimental Santa Lucía de la Universidad Nacional de Costa Rica en Barva, Heredia. Los tratamientos correspondieron a una aplicación equivalente de 250 kg N.ha⁻¹ utilizado las siguientes fuentes: 1. testigo (sin fertilización), 2. excreta bovina, 3. excreta de cabra y 4. fertilizante químico (urea). Se utilizó un diseño de bloques, con tres repeticiones y cuatro tratamientos. El material cosechado se pesó en fresco para determinar producción de biomasa y en laboratorio se evaluó calidad y sanidad. Los resultados muestran que la producción de biomasa no se vio disminuida con la aplicación de las excretas, y el pasto mejoró su calidad nutricional con respecto al control, por lo que pueden considerarse una buena alternativa de fertilización. Se reportó *Puccinia* sp. como el principal patógeno presente en el pasto, sin embargo, su incidencia no se atribuye a las excretas aplicadas. No se observó ningún efecto directo de los tratamientos sobre la densidad poblacional de los nematodos presentes en la pastura. Se concluye que la fertilización con excretas bovinas y caprinas mejora la calidad del pasto Estrella Africana sin un aumento evidente en la incidencia de organismos patógenos.

Palabras clave: pasturas, incidencia, respuesta productiva.

¹ Universidad Nacional de Costa Rica, Escuela de Ciencias Agrarias, Campus Omar Dengo, Heredia. mezachaves1616@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-5607-2802>). Tel. +506 8565-9812.

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. jpjimenez@inta.go.cr (autor para correspondencia; <https://orcid.org/0000-0002-2136-3076>).

³ Universidad Nacional de Costa Rica, Escuela de Ciencias Agrarias, Laboratorio de Fitopatología, Campus Omar Dengo, Heredia. alonso.calvo.araya@una.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0001-7294-6426>).

⁴ Universidad Nacional de Costa Rica, Escuela de Ciencias Agrarias, Campus Omar Dengo, Heredia. miguel.castillo.umana@una.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0001-8114-744x>).

SINCRONIZACIÓN DE ESTRO CON Y SIN USO DE ESTRADIOL EN VACAS BRAHMAN

*William Sánchez Ledezma*¹, *José Pablo Jiménez-Castro*²

El estradiol es una hormona utilizada en protocolos de sincronización de estro en vacas. Ante la importancia de mejorar los índices reproductivos de los sistemas ganaderos y reducir el uso de estradiol por ser causante de cáncer en la población humana, surge la necesidad de evaluar alternativas de sincronización de estro en vacas. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el protocolo de sincronización 7&7 que no utiliza estradiol en comparación con el protocolo P4E2 utilizado en Costa Rica que si utiliza esta hormona. Se seleccionaron 38 vacas, de las cuales a 19 se les aplicó el protocolo 7&7 y otras 19 a las que se les aplicó el protocolo P4E2. Las mismas fueron inseminadas a tiempo fijo y se les evaluó su respuesta a la aparición de celo, porcentaje de preñez y relación beneficio/costo. Se observó un mayor porcentaje de parche activado para el protocolo 7&7, aunque los porcentajes de preñez generales fueron iguales (58 %) en ambos tratamientos. El costo del protocolo por animal fue similar entre ambos tratamientos, siendo de ₡10,313 para el P4E2 y ₡9,983 para el 7&7. La relación beneficio/costo fue de 14.1 y 14.6 para los protocolos P4E2 y 7&7, respectivamente. Se concluye que bajo las condiciones del presente estudio, el protocolo 7&7 obtuvo costos y beneficios similares con respecto al protocolo P4E2 y por tanto, se propone como una alternativa viable para su uso pero que debe ser evaluada en un mayor número de animales.

Palabras clave: reproducción, vacas, mejora genética.

¹ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. wsanchez@inta.go.cr (Autor para correspondencia, <http://orcid.org/0000-0002-3470-7237>).

² Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), San José, Costa Rica. jpjimenez@inta.go.cr (<https://orcid.org/0000-0002-2136-3076>).

DISEÑO DE SISTEMA ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN FINCAS GANADERAS DE REPÚBLICA DOMINICANA Y PANAMÁ

Carolina Guatusmal¹, Omar Rodríguez¹, Cristóbal Villanueva¹, Marc Chiappero², Lucas Domínguez², Claudia Sepúlveda¹

La fermentación entérica y el estiércol de ganado representan las dos fuentes principales de emisiones de metano en la ganadería, las cuales tienen un potencial sustancial de reducción. En la actualidad, se han empleado varias plataformas, incluidas configuraciones estacionarias y móviles, acopladas con diversas técnicas de muestreo, para cuantificar las emisiones de metano desde los niveles de los animales hasta los de las instalaciones. Sin embargo, en República Dominicana y Panamá aún no se han empleado estas técnicas. Por ello, la Organización Mundial de Meteorología (OMM), Coalición de Clima y Aire Limpio (CCAC) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) han liderado una propuesta para diseñar un sistema de estimación de emisiones basado en observaciones atmosféricas en la República Dominicana y Panamá. Inicialmente se realizó de una recopilación de información para identificar la factibilidad del proyecto, en esta búsqueda se seleccionó una finca piloto en cada país representativa de la región, se caracterizó y se propuso un diseño de estimación de emisiones directamente en campo. Como resultado, se propone la implementación de tres técnicas de estimación de emisiones: la recolección de muestras con matraces a nivel de los pastos, instalación de torres de 30 metros para mediciones continuas de CO₂ y CH₄ y el uso de drones para cartografía de puntos calientes de metano, detección de fugas y cuantificación de flujos. La propuesta se plantea para 4 años de monitoreo y seguimiento, donde se incluye el entrenamiento y participación de entidades ambientales y de la academia. La iniciativa de utilizar estas técnicas innovadoras para medir las emisiones del ganado permite que se genere información más fácil y confiable.

Palabras clave: Ganadería, drones, metano.

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Carolina Guatusmal, carolina.guatusmal@catie.ac.cr; Omar Rodríguez, omaraxelr@gmail.com; Cristóbal Villanueva, cvillanu@catie.ac.cr (autor para correspondencia), Tel. 506 86307094; Claudia Sepúlveda, csepul@catie.ac.cr

² Organización Mundial de Meteorología Marc Chiappero, marcchiappero@hotmail.fr; Lucas Domínguez, lgt Domingues@gmail.com

CADENA PRODUCTIVA (*Oriza sativa*) EN LA PROVINCIA DE MONTE CRISTI, REPÚBLICA DOMINICANA

Anthony Gamboa Chavarría¹, Adriana Escobedo Aguilar², Susana Acuña Torres³, Evelyn Chaves Jaen⁴

La industria arrocera de República Dominicana juega un papel crucial para asegurar la autosuficiencia nacional, a pesar de un consumo anual de 12.4 millones de quintales. Con un rendimiento promedio de 4,23 quintales por tarea, el país tiene más de 300 molinos ubicados en Barahona y Monte Cristi, especializados en calidades como súper selecto, selecto y superior, con precios diferenciados. En 2022, se realizó una investigación no experimental de diseño transversal en Monte Cristi para analizar la cadena productiva del arroz. Este estudio identificó cinco eslabones clave: insumo, producción, factoría, comercialización y consumo final, con participación diversa de actores individuales y asociativos. Las empresas de insumos proveen desde agroquímicos hasta financiamiento, apoyando a los productores durante todo el ciclo productivo. La producción arrocera ha mostrado un crecimiento constante, alcanzando un promedio de 3.558.699 quintales en los últimos cinco años, aportando más de \$30.000 millones de pesos anuales a la economía y generando aproximadamente 250.000 empleos directos e indirectos según la FAO. A pesar de estos logros, persisten desafíos como la rentabilidad limitada para los pequeños productores y la vulnerabilidad ante condiciones ambientales adversas como la escasez de agua y energía. Las factorías desempeñan un rol crucial al procesar más de 70.000 toneladas anuales de arroz, con capacidad diaria para procesar hasta 375 toneladas. El producto se comercializa principalmente a través de intermediarios en presentaciones de 125 libras, apoyando un alto consumo per cápita de aproximadamente 45-50 kg anuales. La cadena productiva del arroz en Monte Cristi es fundamental para la economía dominicana, aunque enfrenta desafíos significativos en términos de rentabilidad y sostenibilidad ambiental. Sin embargo, el gobierno y entes como ADHA y FENARROZ están comprometidos en mejorar las condiciones mediante inversiones y prácticas sostenibles, mientras que empresas privadas trabajan en diferenciar el producto final y reducir impactos ambientales.

Palabras clave: cadena productiva, eslabones, actores clave, República Dominicana.

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 84126291. anthony.gamboa@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0002-4629-9584>

² Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 8889 5042. escobedo@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0001-6841-5657>

³ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 7233 8448. susana.acuna@catie.ac.cr <https://orcid.org/0009-0006-6913-9408>

⁴ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 8309 6036. evelyn.chaves@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0003-1229-9022>

CADENA PRODUCTIVA DE CARNE OVINO CAPRINO EN LA PROVINCIA DE MONTE CRISTI, REPÚBLICA DOMINICANA

Anthony Gamboa Chavarría¹, Adriana Escobedo Aguilar², Susana Acuña Torres³, Evelyn Chaves Jaen⁴

La Región Noroeste de República Dominicana concentra 2.339 personas productoras que agrupan un total de 46.270 cabezas de animales ovinos (48 %) y caprinos (52 %). En la provincia de Monte Cristi, la cadena de carne ovino caprino se caracteriza por tener un rol productivo, subrayando su importancia económica y desafíos inherentes. A pesar de su papel vital en la economía local con la generación de 20.000 empleos directos e indirectos, la actividad carece de formalización y enfrenta barreras tecnológicas y comerciales significativas. El gobierno dominicano ha lanzado iniciativas para fortalecer el sector, como programas de financiamiento a través del Banco Agrícola y mejoras genéticas mediante la distribución de sementales por medio de proyectos a través de DIGEGA. El estudio adoptó un diseño no experimental transversal para analizar la cadena productiva en el año 2022, identificando cuatro eslabones clave: producción, procesamiento, comercialización y consumo final, con la participación de diversos actores individuales y asociativos. Los resultados destacan una producción mayoritariamente familiar y artesanal, con limitado acceso a formación técnica, crédito y tecnología adecuada. La comercialización informal prevalece, afectando el potencial de mercado y la calidad del producto. Aunque se observa un incremento en la producción de carne ovino caprino, las prácticas como el pastoreo extensivo en bosques secos y manglares generan preocupaciones ambientales. La cadena productiva en Monte Cristi muestra un potencial considerable para impulsar el desarrollo económico y turístico local, pero requiere mejoras en formalización, eficiencia y sostenibilidad ambiental. Las acciones gubernamentales y proyectos de desarrollo son cruciales para fortalecer un sector más competitivo y robusto en la región.

Palabras clave: cadena productiva, eslabones, actores clave, desafíos, República Dominicana.

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 84126291. anthony.gamboa@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0002-4629-9584>

² Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 8889 5042. escobedo@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0001-6841-5657>

³ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 7233 8448. susana.acuna@catie.ac.cr <https://orcid.org/0009-0006-6913-9408>

⁴ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 8309 6036. evelyn.chaves@catie.ac.cr <https://orcid.org/0000-0003-1229-9022>

EVALUACIÓN PRODUCTIVA DEL PASTO CAYMAN (*UROCHLOA HÍBRIDO*) EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN COSTA RICA

Kenia David¹, Cristobal Villanueva¹, Muhammad Ibrahim¹, Danilo Pezo¹, Rein van Der Hoek²

La integración de gramíneas con especies arbustivas permite incrementar el consumo de forraje de mayor calidad nutricional. El objetivo de este estudio fue evaluar la producción de biomasa, calidad nutricional y el efecto en la producción y calidad de leche del pasto Cayman (*Urochloa híbrido* cv. CIAT BRO2/1752) en monocultivo y en asocio con *L. diversifolia* y *T. diversifolia* en el trópico húmedo de Costa Rica. La investigación se llevó a cabo en la lechería comercial del Centro Agronómico Tropical y Enseñanza (CATIE), entre los meses de diciembre 2020 y julio 2021. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con una estructura tri-factorial de tratamientos, dadas por el factor forraje T1, T2 y T3 (Cayman, *T. diversifolia* y *L. diversifolia*), factor posición 1 y 2 (0.5 m y 2.5 m al centro de las leñosas) y el factor tiempo (tres ciclos de cosecha). La producción diaria y calidad de leche se evaluó mediante un diseño completo al azar, con medidas repetidas en el tiempo (tres ciclos de pastoreo), utilizando 7 vacas *B. taurus* x *B. indicus* por tratamientos. Fue medida por 7 días, luego de 7 días de acostumbamiento. La producción de biomasa del pasto Cayman fue mayor en los tratamientos T1 y T2; mientras, el % de proteína cruda (PC) fue superior en el T2 ($p < 0.05$). La producción de biomasa de las arbustivas fue similar ($p > 0.05$); sin embargo, *L. diversifolia* mostró mayor contenido de PC (27.0 vs 18.5 %) y de la fracción comestible (77.4 vs 50.1 %) que *T. diversifolia* ($p < 0.05$). La producción diaria de leche (22.9 kg leche vaca⁻¹ día⁻¹), contenido de lactosa (4.9 %) y la concentración de nitrógeno ureico en leche (6.8 mg dL⁻¹) fue mayor en T2 ($p < 0.05$). La incorporación de *L. diversifolia* en el sistema mejora el rendimiento y calidad del pasto Cayman e incrementa la calidad de dieta y producción de leche.

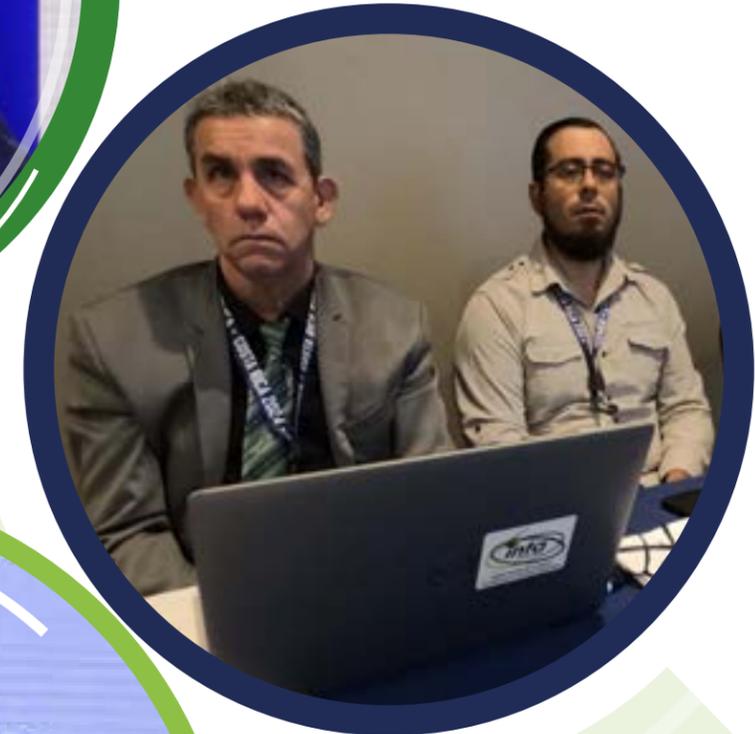
Palabras clave: producción de leche, gramíneas asociadas, arbustos forrajeros.

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Kenia David, Kenia.David@catie.ac.cr, tel. 506 72059576; Cristobal Villanueva, cvillanu@catie.ac.cr (autor para correspondencia), tel. 506 86307094; Muhammad Ibrahim, mibrahim@catie.ac.cr, tel. 506 83736333; Danilo Pezo, danilo.pezo@catie.ac.cr, tel. 506 88822843

² Alliance of Bioversity International & CIAT, Rein van Der Hoek, r.vanderhoek@cgiar.org, tel. +31 623933283

MEMORIA GRÁFICA









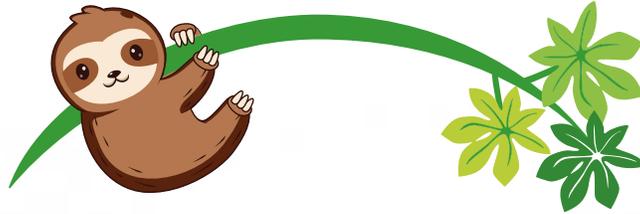




MINISTERIO DE
AGRICULTURA
Y GANADERÍA

GOBIERNO
DE COSTA RICA

INSTITUTO NACIONAL DE
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA
EN TECNOLOGÍA AGROPECUARIA



PCCMCA

 COSTA RICA 2024

