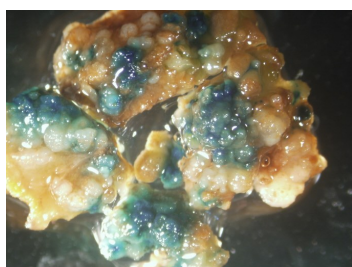




XIII Simposio Internacional de Biotecnología Vegetal

8 al 11 de Mayo del 2018

Libro de Resúmenes



<http://simposio.ibp.co.cu>

<http://www.ibp.co.cu>

...del laboratorio al campo



XIII Simposio Internacional de Biotecnología de las Plantas / XIII International Symposium on Plant Biotechnology

Conferencias / Conferences

Miércoles / Wednesday, 9 de mayo de 2018

Contribución de la Biotecnología a la soberanía alimentaria desde una perspectiva científica de innovación tecnológica

Oswaldo Fernández Martínez, Marisol Freire-Seijo, Leyanis García-Aguila, Zoe Sarriá

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: osvaldof@ibp.co.cu

La evolución en el diseño de la innovación tecnológica del Instituto de Biotecnología de las Plantas es un ejemplo de un proceso complejo debido a la influencia de factores muy diversos. Este fue un proceso de aprendizaje que inicialmente surgió por la necesidad de ofertar semillas de alta calidad para la empresa estatal y paulatinamente se incorporaron pequeños y medianos productores como usuarios de los productos generados. Los actores que participaron en éste proceso no previeron todas las aristas del resultado final. Desde el punto de vista de las temáticas abordadas en las innovaciones, el desarrollo del IBP se ha dividido en dos etapas, la primera de ellas referida a la propagación de plantas empleando la organogénesis y la segunda a la embriogénesis somática. En ambas fue preciso implementar estrategias de trabajo y escalados productivos en Biofábricas con características muy diferentes. Las etapas y velocidad de desarrollo de las innovaciones fueron moldeadas por factores internos y externos que transitaban por aspectos como la voluntad política, las estrategias internas de trabajo, la legislación, la madurez profesional del colectivo y la demanda comercial a nivel nacional e internacional. La presión ejercida por el colectivo y el ambiente externo permitieron expresar las capacidades innovadoras de diferentes formas, ajustadas a escenarios diversos enmarcados en el territorio nacional o en el extranjero. Para cada innovación específica variaron las formas de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar las tecnologías maduras. La organización estratégica y de infraestructura permite una articulación entre el desarrollo de investigaciones básicas, aplicadas, el escalado piloto y el escalado productivo. Este modelo permite disponer hoy de productos comerciales y transferencias de tecnologías a instituciones del sector académico y empresarial.

Jueves / Thursday, 10 de mayo de 2018

Bioproductos de origen microbiano para el control biológico de enfermedades fúngicas de plantas en Ecuador

Rosa Castro ¹, Marcia Pesántez ², Carmen Díaz ², Hugo Castro ³

¹Facultad de Recursos Naturales. Departamento de Fitopatología. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Panamericana Sur km 1.5. Riobamba, Ecuador.

²Agromikroben. Riobamba, Ecuador

³Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Marta Abreu de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830

El uso excesivo de plaguicidas provoca efectos negativos en el suelo, el agua y el ambiente. Además, contribuye en el aumento de plagas debido al desarrollo de resistencia y a la destrucción de los enemigos naturales. Muchos plaguicidas también afectan la salud de las personas. Para reducir estos efectos se ha implementado sistemas agrícolas sostenibles, basados en el conocimiento de las relaciones entre los cultivos, el ambiente y los organismos presentes en el campo. El desarrollo y aplicación de agentes de control biológico de plagas adquiere una importancia relevante como una alternativa en el desarrollo de una agricultura sostenible que preserve los recursos naturales y el medio ambiente para las futuras generaciones. Una de las alternativas la presenta AGROMIKROBEN, empresa ecuatoriana formada por un grupo de mujeres profesionales, emprendedoras, dedicadas a la producción y utilización de bioproductos de origen microbiano que tienen la capacidad de reducir las poblaciones de plagas. En esta empresa se producen bioproductos para el control biológico de organismos fitopatógenos que afectan cultivos de importancia económica para el país tales como banano (*Musa* spp.), papa (*Solanum tuberosum* L.), quinua, rosas, fresas, maíz (*Zea mays* L.), hortalizas. Entre ellos se encuentran: TRIKOFUN, NEMAKIL, BACTERFUNMIX, BACTERKIL, BACIKIL, VERTIK, BAUKIL, METAKIL. La experiencia acumulada y los resultados de los productores con el uso de los bioproductos validan su utilidad en la agricultura sostenible en las condiciones de Ecuador.

Viernes / Friday, 11 de mayo de 2018

Biotechnology of Tropical Fruit Trees: Avocado, Litchi and Mango

Richard E. Litz, Professor Emeritus, Department of Horticultural Sciences, Tropical Research and Education Center, 18905 SW 280 Street, Homestead Florida USA 33031-3314

Progress with respect to applying biotechnology tools to improve tropical fruit trees has been impeded by several factors, of which the most significant include 1) the absence of financial commitments by the public and private sectors; 2) lack of progress in conventional breeding and molecular genetics; and 3) difficulty in regenerating woody plant species, i.e., all tropical and subtropical fruit crop species, from cell cultures derived from their mature or elite phase. In this presentation, I address some of these issues with three important tropical/subtropical fruit species: avocado *Persea americana*, mango *Mangifera indica* and litchi *Litchi chinensis*. Fundamental studies involving the induction of embryogenic cultures from cultivars of these fruit tree species and plant recovery will be described. How these cultures have been utilized to address specific plant breeding objectives will be discussed: 1) resistance to diseases caused by avocado sunblotch viroid, *Phytophthora cinnamomi*, *Colletotrichum gloeosporioides* and 2) control of fruit development, including seedlessness and maturation.

Miércoles /Wednesday 9 de mayo de 2018

Taller Embriogénesis somática como sistema de propagación para la producción de plantas a escala comercial / Workshop Somatic embryogenesis as propagation system for plants production at commercial scale

Presentaciones orales / Oral presentations

Escalado industrial de la tecnología de embriogénesis somática para la propagación masiva de plátanos y bananos en la red de biofábricas de Cuba

Leyanes García-Águila¹, Enel Espinosa Hernández², Rafael Gómez-Kosky¹, Zoe Sarria, Marisol Freire-Seijo¹, Maritza Reyes¹, Osvaldo Fernández Martínez¹, Alexis Rodríguez¹, Miladys León¹, Pedro Orellana¹, Miguel Suárez-Castellá⁵, José Manuel Álvarez³, Zaida Pérez¹, Manuel Rodríguez Izquierdo⁴

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: leyanis@ibp.co.cu

²Director de Agricultura del Ministerio de la Agricultura (MINAG).

³Grupo Empresarial LABIOFAM del MINAG (LABIOFAM).

⁴Empresa Productora y Comercializadora de Semillas del MINAG (EPCSV).

⁵Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial (UCLV).

En el presente trabajo se muestra la aplicación de una nueva tecnología de producción de plantas *in vitro* de plátanos y bananos (*Musa* spp.) que se basa en la regeneración por embriogénesis somática. Esta constituye un ejemplo de innovación tecnológica con respecto al sistema de propagación por organogénesis hasta el momento utilizado en las biofábricas cubanas. El análisis comparativo de las variables tecnológicas confirman las ventajas que posee, convirtiéndolo en un proceso competitivo a nivel nacional e internacional. Su aplicación posibilitó la reanimación de la red nacional de biofábricas, con la optimización del proceso industrial, reducción de costos de producción y obtención de cultivares de limitada propagación por organogénesis. Su introducción y generalización en la práctica económica y social trajo importantes beneficios en el cultivo del plátano, dentro de los cuales se destacan la disponibilidad de cultivares altamente demandados por los productores, por el alto rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades. De esta forma se fortaleció la estrategia varietal del país, lo cual impacta en la seguridad alimentaria de la población y el aseguramiento del turismo. En las condiciones de Cuba, ante la amenaza de fenómenos climatológicos, esta tecnología permite la conservación del material vegetal de partida para garantizar en corto período de tiempo la renovación de las plantaciones afectadas. Este trabajo mereció el Premio Nacional de Innovación tecnológica en el año 2017.

Palabras clave: embrión somático, *Musa*, innovación

Aplicación de la embriogénesis somática en medios de cultivo líquido en cafeto: una alternativa para el escalado productivo y comercial

Raúl Barbón, Alina Capote, Anabel Pérez

Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.
e-mail: raulb@ibp.co.cu

El café constituye uno de los productos de mayor comercialización en el mundo. Debido a ello, es que los países productores prestan especial atención al establecimiento de plantaciones con variedades productivas y resistentes a las plagas y enfermedades más comunes que suelen afectar los rendimientos. En este sentido, resulta imprescindible la búsqueda de procedimientos eficientes para la propagación acelerada de genotipos promisorios, entre los que se encuentra la embriogénesis somática. El objetivo de este trabajo fue presentar la experiencia del IBP en la propagación de cafeto por embriogénesis somática. Se incluyen los avances en investigaciones en cuanto a metodologías de propagación, mejoramiento genético y análisis bioquímico. Además, se detallan los cultivares en los cuales ha sido establecida la metodología, los productos comercializables obtenidos a partir de esta y su comparación con otras metodologías a nivel internacional. Se muestran resultados sobre la respuesta de las plantas a nivel de vivero y campo que validan su aplicación comercial para apoyar la renovación de los bancos de semillas y áreas comerciales cafetaleras. Finalmente, se resumen aspectos que se están desarrollando para el escalado a nivel de biofábrica por la metodología establecida en el IBP.

Efecto del 6-BAP y las condiciones de cultivo en la embriogénesis somática directa en *Coffea arabica* L. cv. Catuai amarillo en medio de cultivo semisólido

Alina Capote, Raúl Barbón, Anabel Pérez

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuani km 5,5. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. [e-mail: raulb@ibp.co.cu](mailto:raulb@ibp.co.cu)

El cafeto es una especie de gran importancia económica. Los granos de café producidos a partir de plantas de *Coffea arabica* se consideran los granos más valiosos para bebidas en más de 50 países en el mundo. El método tradicional de propagación vegetativa es genéticamente estable, pero es muy lento para producir un gran número de plántulas de café requeridas por los agricultores. Es por ello que la embriogénesis somática tiene un gran potencial y es una alternativa de apoyo al método tradicional de propagación. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la concentración del regulador de crecimiento 6-Bencilaminopurina y las condiciones cultivo (luz y oscuridad) en la embriogénesis somática directa de cafeto cv. Catuai amarillo. Para ello emplearon secciones foliares de plantas *in vitro* y se ensayaron tres concentraciones de 6-BAP (0.63, 1.25 y 2.5 mg l⁻¹) en el medio de cultivo bajo condiciones de luz (fotoperíodo 16 horas luz/ 8 horas oscuridad) u oscuridad (24 horas). Se evaluaron a los 60 días de cultivo el número de explantes con presencia de embriones somáticos y el número de embriones somáticos por explantes. A los 40 días de cultivo se observó la presencia de embriones somáticos en los explantes de los diferentes tratamientos y a los 60 días se determinó que los tratamientos con una mayor concentración de 6-BAP tanto en la luz como en oscuridad se obtuvo el mayor número de explantes con embriones somáticos y número de embriones por explante. Sin embargo, con la mayor concentración de 6-BAP a la luz hubo una mayor formación de embriones somáticos (2.71 ES / explante) con respecto al mismo tratamiento pero en la oscuridad (1.4 ES/explante). Estos resultados demuestran la influencia de las condiciones de cultivo para mejorar la eficiencia del proceso de embriogénesis somática.

Palabras clave: ambiente *in vitro*, cafeto, embrión somático, fotoperíodo

Embriogénesis somática en especies de interés económico en el IBP: potencial para el desarrollo de nuevos productos comerciales

Marisol Freire-Seijo, Raúl Barbón, Raúl Collado, Manuel de Feria, Daniel Agramonte, Rafael Gómez-Kosky, Leyanis García-Aguila, Lourdes R. García, Laisyn Posada-Pérez, Leonardo J. Moreno-Bermúdez

Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuani km 5,5, Santa Clara, Villa Clara. CP 54 830. Cuba.

La embriogénesis somática es reconocida en el cultivo de tejidos vegetales, como una de las vías de regeneración de plantas. Puede ser empleada para la propagación comercial y el mejoramiento

genético. Cualquiera de las dos aplicaciones exige que los protocolos desarrollados sean eficientes, repetibles y no introduzcan por sí mismos variabilidad genética. Los resultados obtenidos en el Instituto de Biotecnología de las Plantas en más de ocho especies vegetales, dicotiledóneas y monocotiledóneas, demuestran la hipótesis de que es posible cumplir con las exigencias antes mencionadas. Fue importante atender a cuestiones básicas como emplear las menores concentraciones y tiempos de exposición a las auxinas, especialmente el 2,4-D. Otro aspecto fue la selección del explante inicial acorde a los usos posteriores del protocolo. Se evidenció que ante diferentes ambientes *in vitro* (tipos de frascos de cultivo) varió la respuesta de los embriones somáticos dependiendo de la especie y la fase de desarrollo. La forma de manipular los explantes iniciales, callos o embriones somáticos asociado al estado físico de los medios de cultivo, líquido o semisólidos influyó en las respuestas positivas. El uso comercial de la embriogénesis somática exige una combinación entre protocolos eficientes, secuencias de trabajo lógicas, predecibles-planificables, infraestructura adecuada y capital humano capacitado. Todo lo anterior deriva en tecnologías eficientes desde el punto de vista económico. Palabras clave: propagación *in vitro* de plantas, mejoramiento genético, variación somaclonal

Sesión de Poster / Poster session

Embriogénesis somática directa en *Coffea arabica* L. cv. Caturra rojo J-884 en medio de cultivo semisólido

Anabel Pérez, Raúl Barbón, Alina Capote

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830. [e-mail: raulb@ibp.co.cu](mailto:raulb@ibp.co.cu)

El café es una especie de gran importancia agrícola y constituye el segundo reglón de importancia económica a nivel mundial. Lograr una metodología específica de regeneración para cada genotipo de interés de café se hace necesario debido al incremento de la demanda de plantas regeneradas *in vitro* y al hecho de poder explotar el potencial morfogénico de los genotipos élites. La investigación para elevar la eficiencia de regeneración de plantas mediante embriogénesis somática durante la fase de inducción, podría disminuir los problemas de contaminación microbiana, oxidación y la falta de respuesta morfogénica. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la concentración del regulador de crecimiento 6-Bencilaminopurina en la embriogénesis somática directa en café cv. Caturra rojo J884. En la investigación se emplearon secciones foliares de plantas *in vitro* y se ensayaron tres concentraciones de 6-BAP (0.63, 1.25 y 2.5 mg l⁻¹) en el medio de cultivo en condiciones de 27°C y oscuridad. Se evaluaron a los 60 días de cultivo el número de explantes con presencia de embriones somáticos y el número de embriones somáticos por explantes. Se observaron los primeros embriones somáticos en los explantes de los diferentes tratamientos a los 40 días de cultivo y a los 60 días de cultivo se determinó que en todos los tratamientos con 6-BAP hubo diferencias significativas en cuanto al número de explantes con embriones somáticos. No se observaron embriones malformados ni fenolizados. El regulador de crecimiento 6-Bencilaminopurina tiene influencia en la embriogénesis somática directa en café cv. Caturra rojo J884. Con 2.5 mg l⁻¹ se obtuvo la mayor formación de embriones somáticos por explante.

Palabras clave: 6-Bencilaminopurina, café, embrión somático, cultivo *in vitro*

Efecto de VIUSID-Agro en la conversión de embriones somáticos de *Coffea arabica* L. cv. Caturra rojo J-884

Laisyn Posada-Pérez, Raúl Barbón, Alina Capote, Anabel Pérez

Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba CP 54830, e-mail: laisyn@ibp.co.cu

El café es uno de los productos agrícolas más importantes, ocupa el segundo lugar en el comercio internacional después del petróleo. La fertilización foliar es un método por el cual se le aportan nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en disoluciones acuosas, con el fin de complementar la fertilización realizada en el suelo. VIUSID-Agro constituye una de las formulaciones que se utilizan como estimulantes del crecimiento de las plantas. Tiene la particularidad de que todos sus componentes son sometidos a la técnica de activación molecular, procedimiento este que le imprime un aumento considerable en la acción biológica de las sustancias. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la aplicación de VIUSID-Agro en la conversión de embriones somáticos de cafeto. Las plantas se seleccionaron de acuerdo con su desarrollo morfológico con tres pares de hojas verdaderas, altura entre 2.5–3.5 cm y con desarrollo radical. Se ensayaron dos concentraciones de VIUSID-Agro 0.5 y 0.8 ml l⁻¹ y un control sin aplicación. La supervivencia se definió como el número de plantas que sobrevivieron a los 7 y 15 días. A los 30, 60 y 90 días se midió la altura de las plantas (cm) desde la base hasta el ápice y la longitud de la raíz principal (cm), se cuantificó el número de hojas y el número de raíces. Además se evaluó: la masa fresca (gMF), la masa seca (gMS) y el contenido total de clorofilas (SPAD). Se determinó que hubo un efecto positivo en las plantas de cafeto tratadas con VIUSID-Agro respecto al control sin aplicación. Los valores de supervivencia de las plantas *in vitro* en casa de cultivo bajo los diferentes tratamientos y el control fueron de un 100% tanto a los 7 y 15 días. El VIUSID-Agro influyó positivamente en la conversión de los embriones somáticos. El mayor crecimiento y desarrollo de las plantas provenientes de embriones somáticos se alcanzó en el tratamiento con 0.5 ml l⁻¹ de VIUSID-Agro.

Palabras clave: activación molecular, adaptación *in vitro*, bioproducto, embriogénesis somática, estimulante del crecimiento

Embriogénesis somática en el cultivar de ñame ‘Blanco de guinea’ (*Dioscorea cayenensis* subsp. *rotundata* (Poir.) J. Miège)

Dayana Rodríguez, Jorge López, Nery Montano, Milagros Basail, Aymé Rayas, Arletys Santos, Yenisey Gutierrez, Víctor Medero, Yoel Beovides

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 6, Santo Domingo CP 53 000, Villa Clara, Cuba e-mail: culture.biotec@inivit.cu

El ñame (*Dioscorea* spp.) es un cultivo de gran importancia para la seguridad alimentaria ya que posee excelentes características nutricionales y gran adaptabilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas, lo cual contribuye a su productividad. Sin embargo, su desarrollo extensivo, ha estado limitado, entre otras causas, por la poca disponibilidad de material vegetal de plantación con buena calidad fisiológica y sanitaria debido a que los tubérculos subterráneos constituyen la parte útil de la planta para la alimentación y son utilizados como material vegetal de plantación. La embriogénesis somática constituye una alternativa para la propagación de plantas y una herramienta auxiliar para el mejoramiento genético. Por tal razón, es necesario establecer un método de regeneración de plantas vía embriogénesis somática que facilite la propagación de plantas con calidad genética que puedan ser empleadas como “semilla”, así como su uso en el mejoramiento genético del cultivo y conservación de germoplasma. El presente trabajo se realizó con el objetivo de establecer una metodología de regeneración de plantas vía embriogénesis somática en *Dioscorea cayenensis* subsp. *rotundata* cultivar ‘Blanco de Guinea’. El mayor porcentaje de callos con estructuras embriogénicas (13.33%) se obtuvo en medio de cultivo MS con 2,4-D (1.0 mg l⁻¹) y hojas con pecíolo como explante inicial. La incubación de los embriones somáticos en medio de cultivo MS con las sales reducidas al 50% y sin la adición de reguladores del crecimiento vegetal incrementó su maduración (36.66%) y favoreció su posterior germinación (64%) en el medio de cultivo con kinetina (1.0 mg l⁻¹) y 6-BAP (2.0 mg l⁻¹).

Palabras clave: ácido 2,4-diclorofenoxiacético, embrión somático

Normalización de las características de las semilla de plátanos y bananos obtenidas por método biotecnológico. Requisitos y métodos de ensayo

Radamés Moya-Pérez¹, Zaida Pérez Roque¹, Novisel Veitia ¹, Zoe Sarria ¹, Raúl Barbón¹, Leyanis García-Aguila¹, Marisol Freire-Seijo¹, Idalmis Bermúdez-Caraballoso¹, Maydelis Menéndez-Gómez¹, Lismary Rodríguez-Milian¹, Pedro Orellana¹, Nery Valdés Sánchez², Rafael Gómez-Kosky¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: radames@ibp.co.cu

²Oficina Territorial de Normalización de Villa Clara (OTN VC). Carretera Central km 297, banda Placetes. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

Una aplicación de la Biotecnología en la agricultura moderna es la propagación de plantas in vitro. A través de esta técnica se asegura la regeneración de plantas mediante sistemas eficientes de cultivo de tejidos, debido al elevado coeficiente de multiplicación, la reducción de los costos, la obtención de semilla con calidad genética y fitosanitaria y por ende el incremento de los niveles de producción en los laboratorios comerciales, aunque es necesario definir y documentar los descriptores de cada producto biotecnológico. Esta investigación tuvo como objetivo normalizar las características básicas de los productos obtenidos, como base indispensable para garantizar el aseguramiento de la calidad, la satisfacción del cliente y el cumplimiento con las regulaciones legales y complementarias. Para ello se realizó una revisión de literatura científica y la práctica que permitió elaborar un procedimiento que asegura lo dispuesto en la NC 1:2005 "Reglas para la estructura, redacción y edición de las normas cubanas y otros documentos normativos relacionados", para un proceso biológico y estandarizar en una norma empresarial los requisitos o especificaciones de calidad de los productos comercializables, así como sus métodos de muestreo, de ensayo y las condiciones mínimas para el envase, embalaje, transportación, almacenamiento, manipulación y conservación, en la producción de plantas in vitro en la Biofábrica del Instituto de Biotecnología de las Plantas. Se realizó su aplicación práctica para plantas de plátanos y bananos obtenidas mediante embriogénesis somática u organogénesis. Como resultado se obtuvieron las normas empresariales IBP 1:2017, IBP 2:2017 respectivamente, avaladas por la OTN Villa Clara y con posibilidad para ser generalizada su aplicación por las biofábricas del país o ser adoptada como Norma Cubana de Semillas de Plátanos y Bananos.

Palabras clave: especificaciones de calidad, norma, plantas de plátanos y bananos

Valorización del capital intelectual para la negociación de tecnologías asociadas al sector biotecnológico cubano

Jorge Machado Jimenez¹, Patricia Díaz Caballero², Marili S. Martin García², Darlin Sosa Arrechea³

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830 e-mail: jorgem@ibp.co.cu

²Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830

³Oficina Nacional de Administración Tributaria. Camajuaní. Villa Clara. Cuba.

El Instituto de Biotecnología de las Plantas al igual que otros centros de investigación, generadores de un alto valor agregado en la obtención de nuevos productos, tiene la responsabilidad del asesoramiento técnico del programa biotecnológico en el país. Sus investigaciones se basan en proyectos que tienen como objetivo la propagación masiva de plantas, el desarrollo de nuevas tecnologías y el mejoramiento genético, pero no tienen en cuenta el valor del capital intelectual al obtener un resultado. Valorizar este capital en las tecnologías asociadas a procesos biotecnológicos fue el objetivo de este trabajo. Para ello se realizó un estudio bibliográfico sobre la temática, se analizaron los métodos propuestos y se adoptó el modelo que más se ajustaba a las características de este sector para el análisis de los datos y la

elaboración de un procedimiento que determinó, a través de indicadores el valor real de los productos teniendo en cuenta su capital intelectual a la hora de insertarlo en el mercado. La información derivada del modelo permite de manera general analizar el valor añadido al producto tanto para la toma de decisiones como para demostrar su potencialidad y generar estrategias basadas en el conocimiento.

Palabras clave: valor, decisiones, conocimiento

Diseño de modelos primarios para el cálculo de precio de plantas *in vitro*

Carlos Luis Alfonso López, Raúl Barbón, Leyanis García-Águila

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830. e-mail: carlosl@ibp.co.cu

El precio es el valor de cambio o monetario que adquiere un producto como resultado del cálculo de los costos incurridos más un margen de utilidad que permite resarcir dichos costos y obtener ganancias. La ficha de costo es la plataforma que permite recopilar todos los datos necesarios para luego procesarlos y determinar el precio de las plantas *in vitro*. Este trabajo tuvo como objetivo el diseño de modelos primarios, donde se puede recopilar toda la información expresada en datos, que luego serán transferidos y procesados en las fichas de costo, para determinar el precio de las plantas *in vitro*, en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP). Se abordaron características y descripciones generales del Instituto y de la complejidad de la determinación de los costos en los procesos productivos de las plantas *in vitro*. Para ello se realizaron varias sesiones de trabajo en grupo entre investigadores y especialistas en los procesos productivos, comercial y el área económica y contable, consultando la metodología establecida y los modelos oficiales para comparar y determinar la información necesaria a recopilar. Se obtuvieron como resultado técnicas e ideas que permitieron el diseño de los modelos primarios y se redujo al máximo el margen de error, que garantiza la determinación y cálculos fiables de todos los procesos y costos productivos de las plantas *in vitro*. Presentan además la ventaja de ver el costo en cada punto de los procesos productivos y la versatilidad de la revisión de los datos en cada momento de dichos procesos se basa en la herramienta Excel y facilitando el flujo de información entre las diferentes áreas que intervienen en el procesamiento, revisión y entrega de información para la determinación del precio de las plantas *in vitro*.

Palabras clave: precio, plantas *in vitro*, ficha de costo, modelos primarios, proceso productivo

Propuesta de Diseño de la arquitectura de información del sitio web Productos y Servicios Comerciales del Instituto de Biotecnología de las Plantas

Maydelis Menéndez Gómez¹, Maité Chávez¹, Nancy Andreu Gómez²

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.
e-mail: maydelis@ibp.co.cu

²Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Departamento de Tecnología Educativa. Carretera a Camajuaní km 5.5 Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830

La gestión de la comunicación comercial de los productos biotecnológicos por parte de los centros de investigación, se basa en la planificación de actividades promocionales de los productos obtenidos mediante técnicas biotecnológicas, dirigidas al sector agro-productivo del país. La comunicación es una herramienta capaz de lograr el posicionamiento en el mercado en que se compite, siendo el principal objetivo de la gestión de la comunicación comercial de productos biotecnológicos el desarrollo de un plan estratégico de comunicación en concordancia con los objetivos del centro, que logre el posicionamiento de los productos en el mercado y estimule su demanda. El presente estudio tuvo como objetivo proponer el diseño de la arquitectura de información de la página web de productos y servicios comerciales del Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) como parte de la implementación de la

estrategia de comunicación del IBP. Se describe la arquitectura de información que dicha página debe poseer para ubicar rápidamente la información, establecer relaciones o enlaces entre los contenidos y facilitar la interacción con el usuario. Se abordaron aspectos fundamentales de los sistemas de organización, etiquetado y navegación, basándose en la metodología establecida para ello. En el prototipado se evidenció la fase de diseño estructural de los espacios de información de la propuesta, los *wireframes* se diseñaron evitando una interfaz de diseño efectista y predominante en colores para facilitar el acceso al contenido y viabilizar la navegación por parte del usuario. El desarrollo de esta página favorecerá la promoción de los productos y servicios biotecnológicos que se desarrollan en el IBP y contribuiría al posicionamiento y a estimular la demanda tanto en el mercado nacional e internacional.

Palabras clave: comunicación comercial, productos biotecnológicos, posicionamiento, arquitectura de la información

Sistema para el manejo y control de ganado bovino mediante tecnología rfid

Rosabel Laches Hernández

Universidad de la Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½. Torrens, La Lisa, La Habana, Cuba. e-mail: rlaches@uci.cu

En la actualidad la mayoría de las vaquerías en Cuba se realizan el levantamiento y conteo de sus animales de forma manual, estas operaciones, cuando se trata de grandes cantidades de cabezas de ganado conllevan a mucho tiempo invertido y su manejo y control resulta muy difícil. El objetivo del presente trabajo fue el desarrollo de un sistema que brinda la posibilidad de seguimiento y control del ganado bovino en una vaquería a través de: un sistema de identificación por radio frecuencia (RFID), la tarjeta de desarrollo Arduino y dispositivos móviles con sistema operativo Android, para la transmisión de datos entre el sistema RFID y el móvil se utiliza la tecnología Wifi. El resultado alcanzado con la aplicación propuesta es proveerles a los ganaderos tener un acceso rápido a múltiple información en el momento que lo desee para administrar el ganado de una forma más fácil y sencilla lo que conlleva ahorro en horas de trabajo y personal invertido además de tener un mejor control de los animales para así poder identificarlo, demostrar su propiedad y evitar el fraude.

Palabras clave: arduino, android, RFID, Wifi

System for the management and control of bovine cattle through rfid technology

At present most of the dairy in our country perform the lifting and counting of their animals manually, these operations, when it comes to large numbers of livestock leads to a long time invested and its management and control is very difficult. The objective of this work is to develop a system that provides the possibility of monitoring and control of cattle in a dairy through a radio frequency identification (RFID) system, the Arduino development card and mobile devices with Android operating system, for the transmission of data between the RFID system and the mobile, Wifi technology is used. The result achieved with the proposed application is to provide breeders with quick access to multiple information at the time you want to manage livestock in a simpler and easier way which leads to savings in hours of work and personnel invested in addition to having better control of the animals in order to identify them, prove their property and avoid fraud.

Keywords: arduino, android, RFID, Wifi

Determinación de la relación entre las estructuras secundarias y la producción de metabolitos secundarios aplicando aprendizaje automático

Jorge García-Brizuela, Cosme E. Santiesteban-Toca, Jesús S. Aguilar-Ruiz

Centro de Bioplantas, Universidad Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba, jorgito@bioplantass.cu, Carretera a Morón, km 9½. Ciego de Ávila, Cuba.

El cultivo y producción del tabaco (*Nicotiana tabacum*), especialmente en los países tropicales, es altamente dependiente de los plaguicidas. No obstante, la aplicación de plaguicidas a menudo no es eficaz y es peligrosa para los seres humanos y el medio ambiente. Por otra parte, es bien conocido que algunos metabolitos secundarios juegan un papel esencial en la protección de plantas contra patógenos. Sin embargo, establecer la relación entre la producción de metabolitos secundarios y los rasgos fenotípicos requiere una amplia experimentación y el seguimiento de la información manual. Además, desde el perfil fenotípico de una planta determinada se puede derivar la producción de determinados productos naturales, pero es imposible deducir el perfil fenotípico de las plantas en función de sus productos naturales. Por esta razón, el objetivo de esta investigación fue diseñar un método basado en técnicas de aprendizaje automático, entrenado con los rasgos fenotípicos (morfología del tricomas) de las plantas, que sea capaz de aprender la correlación existente entre los rasgos fenotípicos y los metabolitos secundarios de las plantas de *Nicotiana tabacum*. La búsqueda de la relación de los metabolitos con el nivel de expresión de un rasgo dado es un problema de regresión. Por ello fueron empleados un grupo de técnicas de regresión basadas en estadígrafos tradicionales y técnicas de aprendizaje automático. Como resultado de la experimentación realizada, se determinó que el empleo de un árbol de regresión REPTree permite determinar los rasgos que mejor correlacionan con el metabolito estudiado. Además, como valor agregado, es capaz de devolver un conjunto de reglas simples que describen este proceso.

Palabras clave: metabolitos secundarios, regresión, aprendizaje automático

Determination of the relationship between secondary structures and the production of secondary metabolites by applying machine learning

The tobacco culture and production, especially in tropical countries, is highly dependent of pesticides. But, the application of pesticides is often ineffective and dangerous to the humans and the environment. Moreover, it is well known that some secondary metabolites play an essential role in the protection of plants against pathogens. However, establishing the relationship between the production of secondary metabolites and the phenotypic traits requires an extensive experimentation and manual tracking information. Moreover, from the metabolite profile of a particular plant we can derive its biological activity, but it is impossible to deduce the exact metabolic profile of plants according to their biological activity. Therefore, the objective of this research is to design a method based on machine learning techniques, trained on the plants phenotypic profile, which is able to learn the correlation between the secondary metabolites and phenotypic traits of tobacco plants. Finding the relationship between phenotypes and the expression level of a given metabolite, is a regression problem. For this reason, some traditional statistics techniques and machine learning techniques were employed. As a result of experimentation, it was determined that the use of a REPTree regression tree, determines the characteristics that best correlate with the studied metabolite. In addition, as a benefit, it is able to return a set of simple rules that describe this process.

Keywords: machine learning, secondary metabolites, regression

Invernadero inteligente controlado a través de una aplicación android

Martha García Montero, Alberto Carlos Martín Rodríguez

Centro de Informática Industrial, Universidad de la Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños km 21/2, La Habana, Cuba. e-mail: mmontero@uci.cu

La presente investigación tuvo como objetivo el desarrollo de un sistema de monitoreo y control de determinadas variables de los cultivos de un invernadero como agua, luz e insecticidas, de forma automática y/o manual a través de una aplicación móvil para dispositivos Android, y regular algunas de esas condiciones cuando sea necesario. El proyecto se apoya físicamente en el uso de hardware libre

y consistirá en un conjunto de sensores (humedad, temperatura y luminosidad) y componentes electrónicos conectados a una placa Arduino, la cual dispone de un módulo Wifi que proporcionará conectividad con el dispositivo móvil Android y el control de autenticación para la seguridad del mismo. El usuario dispondrá de una aplicación en la cual podrá monitorizar los valores de los sensores en tiempo real y ejecutar diversas acciones remotamente: como programar horarios de riego de agua y aplicación de insecticidas, recibir alarmas ante algún riesgo y programar rutinas de acuerdo con el tipo de cultivo. Este trabajo tuvo como resultado un invernadero que utilice correctamente los recursos, la autorregulación del mismo empleando recursos a muy bajo costo y cultivos muchos más productivos.

Palabras clave: android, arduino, biotecnología, hardware libre, invernadero inteligente

Smart greenhouse controlled through an android application

This investigation has like objective the development of a system of monitoring and control of certain variables of the crops of a greenhouse like water, light and insecticides. Through a mobile application, conditions are regulated when necessary, manually or automatically. The project is physically based on the use of free hardware and will consist of a set of sensors (humidity, temperature and luminosity) and electronic components connected to an Arduino board, which has a Wi-Fi module that will provide connectivity with the Android mobile device. The user will have an application in which he will be able to monitor the values of the sensors in real time and execute various actions remotely, such as: schedule watering schedules and application of insecticides, receive alarms against any risk and program routines according to the type of crop. This work has as result a greenhouse that correctly uses resources, self-regulation using resources at very low cost and much more productive crops.

Keywords: android, arduino, biotechnology, open hardware, smart greenhouse

Herramienta computacional desde v2.0 para la selección de multclasificadores en aplicaciones bioinformáticas empleando optimización basada en colonias de hormigas

Geidy Pino Acosta¹, Maricel Meneses Gómez¹, Leidys Cabrera Hernández¹, Alfredo Meneses Marcel²

¹Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830. gpino@uclv.cu

²Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830.

El descubrimiento y desarrollo de nuevos medicamentos cada vez más efectivos, seguros y adecuados en el tratamiento de enfermedades, comprenden alrededor de 12 años de investigación en países desarrollados, alcanzando cada nuevo medicamento que sale al mercado un costo promedio de 231 millones de dólares. El desarrollo de la ciencia computacional, ha permitido la búsqueda racional de nuevas alternativas terapéuticas, siendo los métodos in silico una de las técnicas que mejoran potencialmente las posibilidades de éxito, disminuyendo el tiempo y costo de investigación necesarios para el descubrimiento y desarrollo de fármacos. La utilización de multclasificadores es una estrategia que puede aumentar la precisión de análisis y obtener excelentes resultados en la obtención de compuestos activos frente a enfermedades. El software DASDE en su versión 1.0, permite elegir los clasificadores que se van a combinar en un multclasificador mediante una búsqueda exhaustiva, lo cual provoca grandes demoras en el tiempo de ejecución debido al gran número de clasificadores bases con que cuentan las aplicaciones en el campo de la bioinformática y por lo tanto la cantidad de combinaciones que se pueden generar es considerablemente grande, constituyendo esto un problema combinatorio. Para proporcionar solución a esta problemática y obtener en un tiempo razonable las mejores combinaciones de clasificadores en este trabajo se incorpora al software la metaheurística Optimización Basada en Colonias de Hormigas en un nuevo módulo constituido por un paquete llamado ACO, donde se definen las características específicas de las hormigas según la variante MMAS. Como resultado del trabajo se obtuvo una nueva versión del software DASDE, capaz de lograr soluciones eficientes en aplicaciones bioinformáticas en un tiempo considerablemente menor en comparación con

la versión anterior, lo cual agiliza el proceso de descubrimiento y posterior desarrollo de un medicamento.

Palabras clave: bioinformática, multclasificadores, metaheurística, hormigas

Técnica de extracción de redes de regulación genéticas basada en principios de máxima relevancia y mínima redundancia

Liuben López-Aparicio, Cosme E. Santiesteban-Toca

Universidad Máximo Gómez Báez, Carretera a Morón, km 9½. Ciego de Ávila, Cuba.
e-mail: liubenl@bioplantas.cu

Debido a que existe un gran número de enfermedades de naturaleza poli genética, en la actualidad se confiere una mayor importancia al resultado de la interacción genética que a la función de cada gen por separado. Por este motivo es muy significativo el estudio de las redes de genes. En los últimos años se ha afrontado el problema de inferir redes de asociación de genes mediante diversas técnicas, sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, aun no se logra un grado significativo de precisión al inferir las redes. Es por ello que se propone un algoritmo de extracción de redes de regulación de genes basado en principios de selección de atributos mediante técnicas de máxima relevancia y mínima redundancia. Este algoritmo además toma en cuenta que muchas de las redes biológicas caracterizadas hasta ahora de forma experimental se ajustan a la topología de grafos libres de escala y de mundo pequeño. Como resultado, este algoritmo logra inferir redes de genes con una alta precisión y manteniendo el sentido biológico. Lo cual puede facilitar los estudios genéticos con varios genes involucrados y por tanto contribuir a que mejore el proceso de investigación genética.

Palabras clave: algoritmos de inferencia, selección de atributos, redes de genes

Technique of extraction of genetic regulation networks based on principles of maximum relevance and minimum redundancy

Because there are a large number of diseases of a poly genetic nature, the result of genetic interaction is now given greater importance than the function of each gene separately. For this reason, the study of gene networks is very significant. In recent years, the problem of inferring gene association networks has been addressed by various techniques, however, despite these efforts; a significant degree of precision in inferring networks is still not achieved. That is why we propose an algorithm for the extraction of gene regulation networks based on principles of selection of attributes through highly relevant techniques and minimum redundancy. This algorithm also takes into account that many of the biological networks so far characterized experimentally conform to the topology of free-scale and small-world graphs. As a result, this algorithm manages to infer gene networks with high precision and maintaining the biological sense. This can facilitate genetic studies with several genes involved and therefore contribute to improve the genetic research process.

Keywords: inference algorithms, attribute selection, gene networks

Ciencia, tecnología y sociedad. Su papel para la formación humanista de los profesionales en biotecnología

María de los Ángeles Castillo Dávila

Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba. Carretera de Camajuani km 5.5 Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830 e-mail: mariada@uclv.edu.cu

Los profesionales en biotecnología tropiezan durante el proceso de formación con la división del trabajo científico, que aísla a las ciencias de las humanidades, creando un abismo entre ellas. De ahí la necesidad de una mirada más humanista, más centrada en el hombre, su felicidad y sus valores cuando

se analiza la ciencia y la tecnología y también un fundamento más científico y tecnológico cuando de comprender al hombre y su vida espiritual se trata, y así poder desarrollar en estos profesionales un compromiso ético y social que les permita desarrollar sus investigaciones para que tributen a un buen desarrollo humano y sostenible. El objetivo de este trabajo fue mostrar la experiencia del curso de Problemas Sociales de la Ciencia y la tecnología y su impacto en la formación de los profesionales en biotecnología. Se emplearon los métodos dialéctico-materialista. De nivel teórico: Analítico-sintético, Histórico-lógico. En el taller final se apreció la capacidad de aprendizaje de los profesionales y del dominio de habilidades esenciales en la preparación teórica-metodológica de los mismos. Se logró promover la necesidad de una cultura humanista en los profesionales para una adecuada realización de su papel dentro de nuestro proyecto social, estimular en los profesionales la vocación por el estudio de las ciencias y la tecnología, facilitar la independencia de juicio y el sentido de la responsabilidad crítica, propiciar el estímulo para un desarrollo socioeconómico respetuoso con el medio ambiente y equitativo en relación con las generaciones futuras y contribuir con soluciones el creciente abismo entre la cultura humanista y la cultura científica que fractura nuestras sociedades.

Palabras clave: ciencia, tecnología, sociedad, formación, biotecnología

Extracción de la enzima ureasa presente en el frijol de soya para la determinación urea en plasma sanguíneo

Taimi de la Caridad Boffill Morrell, Nevis Casdelo Gutiérrez

Facultad de Química. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

El hombre excreta el exceso de nitrógeno resultante de la degradación metabólica de los y compuestos nitrogenados mediante el ciclo de la urea. La síntesis inadecuada esta provoca la acumulación de amoníaco en las células del organismo, produciéndose enfermedades. Para determinar la urea se emplea la reacción de Betherlot modificada, que es utilizada en los laboratorios clínicos mediante un diagnosticador, que cuenta con un reactivo liofilizado de ureasa, el cual encarece su producción y solo es estable durante 7 días una vez restituido, invalidando el uso del kit de reactivos. Contar con un reactivo enzimático en disolución estable, alargaría el tiempo de vida útil del diagnosticador. Este análisis fue llevado a cabo previamente mediante el desarrollo de una formulación estable de ureasa líquida para la determinación de urea en sangre. Sin embargo esta no se comercializa en Cuba. En este trabajo se desarrolló la extracción de la ureasa presente en el frijol de soya, con el empleo de cuatro técnicas (Método de Lorenc, Método de Schosinsky, Método salting- in y Método de Donal y Van Slyke). A partir de la evaluación cualitativa y cuantitativa de la actividad enzimática, se concluyó que los mejores resultados fueron los ofrecidos por el extracto de Lorenc. Se estudió la cinética de la reacción con la enzima ureasa del extracto obteniéndose los parámetros: $V_{\max} = 3.125 \text{ mmol l}^{-1} \text{ y } \text{km} = 1.6710^{-1} \text{ mol l}^{-1}$ a 40°C y $\text{pH} = 7$. Se comparó cuantitativamente la actividad para dicho extracto y la enzima ureasa comercial y se aplicaron ambas a muestras de plasma sanguíneo no se presentaron diferencias significativas entre las enzimas para ambos ensayos. El estudio de estabilidad reveló que el extracto es estable por 7 días, sin embargo permite continuar usando el diagnosticador pues no necesita ser restituida en otros reactivos.

Palabras clave: ureasa, enzima, diagnosticador

Eficiencia de un humedal subsuperficial horizontal para remover cromo y níquel utilizando la planta *Cyperus alternifolius*

Luis Ernesto Morera Hernández, Maira María Pérez Villar

Centro de Estudio de Química Aplicada. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba CP 54830.

El estudio de plantas que eliminan metales pesados en Cuba ha sido muy poco abordado, solo existen algunas investigaciones que se dirigen a la existencia de especies que hiperacumulan metales pero sin comprobar su aplicación práctica en suelos ajenos a su hábitat natural. El uso de plantas en los humedales construidos como método natural para la depuración de aguas residuales, es una temática que se ha aplicado pobremente en las condiciones del país. Existen contados ejemplos en los últimos años utilizando la planta *Cyperus alternifolius*, pero su aplicación solo dirigida a la eliminación de nutrientes y la disminución de la demanda química de oxígeno. A nivel nacional varias industrias poseen problemas en la disminución de la concentración de Cromo y Níquel en sus aguas residuales por debajo de los límites establecidos en la legislación. Para solucionar esta problemática, en la presente investigación se evaluó la eficiencia de remoción de Cromo y Níquel en un humedal subsuperficial horizontal utilizando la planta *Cyperus alternifolius*. Además, se determinó la influencia de la planta para remover estos metales en el humedal con el consiguiente análisis de cada una de sus partes y se contrastó con la influencia del suelo. Por último se definió la cinética de remoción de Cromo y Níquel que sigue el humedal. Para el análisis se utilizó la espectrometría de absorción atómica y se aplicaron como procedimientos previos la extracción simple y la digestión húmeda. Se obtuvieron elevadas eficiencias de remoción tanto del Cromo (99.0%) como para el Níquel (98.6%) en el humedal experimental y se determinó que la planta fue el componente que mayor acumulación de metales presentó; principalmente en las raíces, rizomas y hojas. El modelo cinético que mejor se ajustó fue el de Saturación (también conocido como Monod).

Palabras clave: cromo, *Cyperus alternifolius*, níquel, plantas, remoción

Efecto microbicida y fisiológico de las nanopartículas de plata Argovit™ en el cultivo *in vitro* de plantas

Ivan Andújar¹, Iris Capote¹, Aurora Pérez¹, Geeisy A. Cid², Noel González¹, Yarianne Lezcano¹, Oscar Concepción¹, Marcos Daquinta¹, Osbel Mosqueda¹, Nina Bogdanchikova³, Maritza M. Escalona¹

¹Laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos. Centro de Bioplasmas, Universidad Máximo Gómez Báez de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Carretera a Morón km 9. CP 69 450. Cuba. Cuba. e-mail: ivan@bioplasmas.cu

²Laboratorio de Ingeniería Metabólica.

³International Bionanotechnology Network, UNAM, México.

Las nanopartículas de plata (AgNPs) se encuentran entre las de mayor utilidad en el tratamiento de tejidos vegetales debido a su acción microbicida. Se conoce que las nanopartículas de plata Argovit™ poseen excelentes resultados en el tratamiento de tejidos vegetales contaminados. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto microbicida de las nanopartículas Argovit™ en la desinfección de brotes de *Eucalyptus urophylla*, *Psidium friedrichsthalianum* (Cas) y en la esterilización del medio de cultivo en la fase de establecimiento *in vitro* de *Eucalyptus urophylla*, *Psidium friedrichsthalianum* (Cas) y *Morinda royoc* (reducción de bacterias endógenas) y además evaluar el efecto fisiológico de las Argovit™ en la multiplicación de *Psidium friedrichsthalianum*. En la desinfección de los brotes se redujo el porcentaje de contaminación en *Eucalyptus urophylla* y *Psidium friedrichsthalianum* a partir de la aplicación de 100 mg l⁻¹ y 50 mg l⁻¹ respectivamente durante 5 minutos. En la esterilización del medio de cultivo con 5 mg l⁻¹ se redujo el porcentaje de contaminación (40%) respecto al testigo (80%) en brotes de Cas y en brotes de *Eucalytus* se redujo a un 20% significativamente menor que el testigo (73%). En el caso de la *Morinda royoc* se determinó que el tratamiento con mejores resultados en la reducción de las bacterias endógenas fue la esterilización del medio de cultivo con Vitrofur + Argovit™ y se logró un favorable efecto sinérgico entre estos compuestos.

Palabras clave: desinfección, esterilización, microbicida, nanopartículas

Microbicidal and physiological effect of ArgovitTM silver nanoparticles in the *in vitro* culture of plants

Silver nanoparticles (AgNPs) are among the most useful in the treatment of plant tissues due to their microbicidal action. It is known that ArgovitTM silver nanoparticles have excellent results in the treatment of contaminated plant tissues. The objective of this work was to evaluate the microbicidal effect of ArgovitTM nanoparticles in the disinfection of *Eucalyptus urophylla*, *Psidium friedrichsthalianum* (Cas) and sterilization of the culture medium in the *in vitro* establishment phase of *Eucalyptus urophylla*, *Psidium friedrichsthalianum* (Cas) and *Morinda royoc* (reduction of endogenous bacteria) and also evaluate the physiological effect of the ArgovitTM in the multiplication of *Psidium friedrichsthalianum*. In the disinfection of the outbreaks the percentage of contamination in *Eucalyptus urophylla* and *Psidium friedrichsthalianum* was reduced from the application of 100 mg l⁻¹ and 50 mg l⁻¹, respectively, during 5 minutes. In the sterilization of the culture medium with 5 mg l⁻¹, the percentage of contamination in Cas shoots was reduced to (40%) respect to the control (80%) and in *Eucalyptus* shoots was reduced to 20% significantly lower than the control (73%). In the case of the *Morinda royoc* it was determined that the treatment with the best results in the reduction of the endogenous bacterias was the sterilization of the culture medium with Vitrofur + ArgovitTM achieving a favorable synergic effect between these compounds.

Keywords: disinfection, microbicidal, nanoparticles, sterilization

Balance hormonal y condiciones de cultivo para el desarrollo *in vitro* de líneas celulares de *Chenopodium quinoa*

Paula Henarejos-Escudero, Berenice Guadarrama-Flores, M. Alejandra Guerrero-Rubio, Luz Rayda Gómez-Pando, Josefa Escribano-Cebrian, Fernando Gandía-Herrero

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular A. Universidad de Murcia. Murcia. España.
e-mail: pepa@um.es

El establecimiento de cultivos de callos de *Chenopodium quinoa* Willd es una alternativa de producción que permitiría la obtención de líneas celulares con la capacidad de producir compuestos fitoquímicos de interés derivados de quinoa. Con las herramientas del cultivo de tejidos vegetales, la producción puede ser incrementada pudiendo eliminarse las desventajas de la estacionalidad y las variaciones geográficas y anuales en los cultivos. Esta investigación se centró en el establecimiento de líneas celulares de *C. quinoa* y se ensayaron diferentes condiciones de esterilización y de balance hormonal para el cultivo. Se desarrollaron cultivos de diferentes variedades desde semillas de colores de quinoa, recientemente descritas como fuente de betalaínas. Las líneas de callo de quinoa estables mostraban producción de pigmentos al mantenerlas en el medio de cultivo sólido Murashige y Skoog con el regulador de crecimiento vegetal 6-bencilaminopurina (8.88 µM) y el ácido 2,4-diclorofenoxiacético (6.79 µM), además de reducir la fuente de nitrógeno hasta 5.91 mM. El análisis de pigmentos como marcadores del metabolismo secundario se realizó mediante HPLC-DAD y ESI-MS/MS, con lo que se describió de forma completa el contenido de pigmentos individuales bioactivos, demostrando el potencial de los cultivos de quinoa en la producción de compuestos de alto valor añadido. Trabajo financiado por el "Ministerio de Economía y Competitividad" (MEC, FSE, Spain) (Proyecto AGL2014-57431) y por el "Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia" (Proyecto 19893/GERM/15). B.G.-F. disfruta una beca postdoctoral del "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología" (CONACYT, México), M.A.G.-R. disfruta un contrato del MEC-FSE. P.H.-E. disfruta una beca "Ayudas de Iniciación a la Investigación" de la Universidad de Murcia (España).

Palabras clave: bioactivo, cultivo celular, pigmentos, quinoa

In vitro* culture conditions and hormone balance in the development of cell lines derived from *Chenopodium quinoa

The establishment of *in vitro* cultures of *Chenopodium quinoa* Willd is a production alternative that would allow the obtaining of cell lines with the ability of yielding quinoa derived phytochemicals. With the tools of plant tissue culture, production can be afforded by eliminating the disadvantages of seasonality and geographical and annual variations in the crop. The present research was focused on the establishment of callus cell lines derived from the plant quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), and different sterilization procedures and hormone conditions were assayed. Cell cultures have been developed from differently colored plant varieties, recently described as source of betalains. Stable cell lines were maintained on Murashige and Skoog medium supplemented with the plant growth regulators 6-benzylaminopurine (8.88 μ M) and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (6.79 μ M). With a reduction of the nitrogen source to 5.91 mM the cultures exhibited color. Pigment analysis was carried out by HPLC-DAD and ESI-MS/MS to fully describe the content of individual betalains in the cell lines as a measure of the secondary metabolism activation. Quinoa derived cell lines offer an opportunity to develop biofactories in the production of metabolites as functional bioactive compounds of high added value. Work supported by "Ministerio de Economía y Competitividad" (MEC, FSE, Spain) (Project AGL2014-57431) and by "Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia" (Project 19893/GERM/15). B. G.-F. holds a postdoctoral fellowship from "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología" (CONACYT, Mexico), M.A.G.-R. holds a contract financed by MEC-FSE (Spain), and P.H.-E. holds a fellowship "Ayudas de Iniciación a la Investigación" from the University of Murcia (Spain).

Keywords: bioactive, cell culture, pigments, quinoa

Dioxigenasas vegetales y sus homólogos bacterianos en la formación de la unidad estructural de las betalainas

M. Alejandra Guerrero-Rubio, Fernando Gandía-Herrero, Francisco García-Carmona

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular A, Unidad Docente de Biología, Facultad de Veterinaria, Regional Campus of International Excellence "Campus Mare Nostrum", Universidad de Murcia, Murcia, España. e-mail: gcarmona@um.es

Las betalainas son pigmentos solubles en agua y que contienen nitrógeno característico de las plantas pertenecientes al orden Caryophyllales. Se clasifican como betacianinas, de coloración violeta, y betaxantinas, pigmentos amarillos. Ambos grupos comparten la molécula de ácido betalámico [4-(2-oxoetiliden)-1,2,3,4-tetrahidropiridin-2,6-ácido dicarboxílico] como unidad estructural y difieren en la molécula unida a él por condensación. Solo tres enzimas capaces de producir ácido betalámico se han caracterizado en plantas: 4,5-DOPA-extradiol-dioxigenasa (4,5-DODA) de *Portulaca grandiflora* (sin expresión de proteína recombinante), la 4,5-DODA de *Mirabilis jalapa* (expresada en bacterias) y la 4,5-DODA de *Beta vulgaris* (única purificada). Hasta la fecha, se ha restringido la formación de ácido betalámico a plantas de las Caryophyllales y a dos especies de hongos. Este trabajo amplía la formación de ácido betalámico más allá de esta barrera y muestra cómo proteínas homólogas de bacterias pueden producir la unidad estructural, cromofórica y bioactiva de las betalainas. La clonación, expresión, purificación y caracterización molecular y funcional de los homólogos vegetales en bacterias revela la existencia de actividad catalítica capaz de transformar L-DOPA en compuestos coloreados identificados como ácido betalámico y muscaflavina por HPLC-DAD, ESI-MS y TOF-MS. Trabajo financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MEC-FEDER, España) (AGL2014-57431) y por el Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia (España) (19893/GERM/15). M.A. Guerrero-Rubio tiene un contrato financiado por MEC-FSE.

Palabras clave: ácido betalámico, enzimología, pigmentos, proteínas homólogas

Plant dioxygenases and bacterial homologs in the formation of the structural unit of betalains

Betalains are water-soluble, nitrogen-containing pigments characteristic of plant species belonging to the order Caryophyllales. They are classified as either betacyanins, which exhibit a violet coloration, or betaxanthins, which are yellow pigments. Both groups share the molecule betalamic acid [4-(2-oxoethylidene)-1,2,3,4-tetrahydropyridine-2,6-dicarboxylic acid] as the same structural unit and differ in the molecule attached to it by condensation. Only three enzymes have been characterized from plants to produce betalamic acid: 4,5-DOPA-extradial-dioxygenase (4,5-DODA) from *Portulaca grandiflora* (without recombinant protein expression), the 4,5-DODA protein from *Mirabilis jalapa* (expressed in bacteria) and 4,5-DODA from *Beta vulgaris* (purified and fully characterized). The formation of betalamic acid from the precursor amino acid L-DOPA has been supposed to be restricted to plants of the Caryophyllales and to two fungal species. Our work expands betalamic acid formation beyond these limits and shows how homolog proteins from bacteria are able to produce the structural, chromophoric and bioactive unit of the betalains. Cloning, expression, purification and molecular and functional characterization of the plant homologs in bacteria reveal the existence of catalytic activity able to transform L-DOPA to colored compounds identified as betalamic acid and muscaflavin by HPLC-DAD, ESI-MS and TOF-MS. This work was supported by “Ministerio de Economía y Competitividad” (MEC-FEDER, Spain) (AGL2014-57431) and by “Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia” – Spain (19893/GERM/15). M.A. Guerrero-Rubio holds a contract financed by MEC-FSE.

Keywords: Betalamic acid, Enzymology, Plant pigments, Protein homologs

Propagación de *Stevia rebaudiana* Bert. a través de esquejes enraizados y su cultivo en cantero para producción de biomasa vegetal

Marielys González, Marcos Daquinta, Osbel Mosqueda, Ivan Andújar, Danilo Pina, Iris Capote, Yarianne Lezcano, Noel González, Oscar Concepción, Maritza Escalona

Laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos. Centro de Bioplasmas, Universidad Máximo Gómez Báez de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Carretera a Morón km 9. CP 69 450. Cuba. e-mail: marielys@bioplasmas.cu

Stevia rebaudiana Bert. es una planta herbácea de la familia *Asteraceae* y originaria del Paraguay. Es conocida como el único edulcorante natural no calórico y es aproximadamente 300 veces más dulce que la sacarosa. Esta planta es propagada naturalmente por semilla, pero tiene baja germinación y una pérdida acelerada de la viabilidad. Además, por ser una planta alógama, tiene mucha variabilidad genética y fenotípica que afecta la composición y rendimiento de los esteviolglicósidos (esteviósidos y rebaudiósidos) presente en hojas y tallos. La propagación por esquejes de pequeños tamaños es ampliamente utilizada y posee factibilidad económica en la obtención de propágulos. Por otro lado, la producción de biomasa en Cuba no ha sido informada hasta la fecha. Es importante la obtención de información sobre rendimientos del cultivo bajo las condiciones naturales para poder orientar mejor a los productores que se deben encargar de esa tarea en esa etapa en el proyecto. El objetivo de este trabajo fue evaluar la propagación de *Stevia* a partir de esquejes enraizados y su cultivo en cantero para la producción de biomasa vegetal con el fin de seleccionar la mejor opción de poda en las condiciones edafoclimáticas de Ciego de Ávila. En el enraizamiento de los esquejes se logró un alto porcentaje de supervivencia (95%) a partir de uso del polvo enraizador (ANA+ AIB) con una concentración de 2000 ppm. En la producción de biomasa vegetal del intervalo de tiempo de las podas de cosecha con mejores resultados se alcanzaron a los 90 días de cultivo. Con las condiciones de cultivo ensayadas en el cantero y esquemas de 60 días y 90 días se obtuvieron rendimientos de hojas secas de 1286 – 3955 kg ha⁻¹ respectivamente.

Palabras clave: biomasa vegetal, cultivo en cantero, edulcorante natural, esteviolglicósidos, *Stevia rebaudiana*

Propagation of *Stevia rebaudiana* Bert. through rooted cuttings and its cultivation in a quarry for the production of vegetable biomass

Stevia rebaudiana Bert. is a herbaceous plant of the *Asteraceae* family and originally from Paraguay. It is known as the only natural non-caloric sweetener and is approximately 300 times sweeter than sucrose. This plant is naturally propagate by seeds, but has low germination and an accelerated loss of viability. In addition, It is an allogamous plant and It has a lot of genetic and phenotypic variability that affects the composition and yield of the steviol glycosides (steviosides and rebaudiosides) present in leaves and stems. The propagation by cuttings of small sizes is widely used and has economic feasibility in obtaining propagules. On the other hand, in Cuba, the production of biomass has not reported yet. It is important to obtain information on crop yields under natural conditions in order to better guide the producers who should be responsible for this task at that stage in the project. The objective of this work was to evaluate the propagation of *Stevia* from rooted cuttings and its cultivation in stonemasons for the production of vegetal biomass in order to select the best pruning option in the edaphoclimatic conditions of Ciego de Ávila. In the rooting of the cuttings It was obtained a high percentage of survival (95%) from the use of the rooting powder (ANA + AIB) with a concentration of 2000ppm. In the production of vegetable biomass of the time interval of the pruning of harvest with better results were reached at 90 days of cultivation. With the cultivation conditions tested in the flowerbed and 60-day and 90-day schedules, They were obtained yields of dry leaves of 1286 - 3955 kg ha⁻¹ respectively.

Keywords: cultivation in stonemasons, esteviolglicósidos, natural sweetener, *Stevia rebaudiana*, vegetable biomass

Evaluación de diferentes factores en la micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bert. en Biorreactores de Inmersión Temporal (BIT®)

Ivan Andújar, Oscar Concepción, Yarianne Lezcano, Iris Capote, Aurora Pérez, Marcos Daquinta, Osbel Mosqueda, Noel González, Marielys González, Maritza M. Escalona

Laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos. Centro de Bioplasmas, Universidad Máximo Gómez Báez de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Carretera a Morón km 9. CP 69 450. Cuba. Cuba.
e-mail: ivan@bioplasmas.cu

La *Stevia rebaudiana* Bert. es una planta herbácea de la familia *Asteraceae* y originaria del Paraguay. Es conocida como el único edulcorante natural no calórico y es aproximadamente 300 veces más dulce que la sacarosa. Esta planta se propaga naturalmente por semilla, pero tiene baja germinación, acelerada pérdida de viabilidad y variabilidad genética que afecta la composición y rendimiento de esteviolglicósidos. La micropropagación constituye una alternativa para contrarrestar estas desventajas. Los Biorreactores de Inmersión Temporal (BIT®) son una herramienta con excelentes resultados en la micropropagación de plantas. El objetivo de este trabajo fue determinar las mejores condiciones para la micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bert. en BIT®. Para esto se realizaron una serie de experimentos donde se evaluaron la frecuencia de inmersión (cada 6, 8 y 12 horas), el tipo de explante (nodo apical, nodo apical más un nodo extra y segmento nodal de dos nudos), el volumen de medio de cultivo por explante (12.5 ml, 25 ml y 37.5 ml) y el tiempo de propagación (21, 28 y 35 días). Las variables dependientes evaluadas fueron, número de brotes/explante inicial, número de nudos/explante inicial, número de hojas/explante inicial, longitud promedio de los brotes, masa fresca total/BIT y masa seca total/BIT. Los experimentos se realizaron seriadamente para evitar análisis multifactorial, excepto en la evaluación del tiempo de propagación y volumen de medio de cultivo por explante donde se realizó un bifactorial. Los mejores resultados se obtuvieron para una frecuencia de inmersión cada 12 horas, el tipo de explante segmento nodal con dos nudos y para las combinaciones de 25.0 ml/explante y 37.5 ml/explante con los tres tiempos de cultivo.

Palabras clave: edulcorante natural, esteviolglicósidos, *Stevia rebaudiana*, inmersión temporal

Evaluation of different factors in the micropropagation of *Stevia rebaudiana* Bert. in Temporary Immersion Bioreactors (TIB®)

Stevia rebaudiana Bert. is a herbaceous plant of the Asteraceae family and originally from Paraguay. It is known as the only natural non-caloric sweetener and is approximately 300 times sweeter than sucrose. This plant propagates naturally by seed, but It has low germination, accelerated loss of viability and genetic variability that affects the composition and yield of steviol glycosides. Micropropagation constitutes an alternative to counteract these disadvantages. Temporary Immersion Bioreactors (TIB®) are a tool with excellent results in the micropropagation of plants. The objective of this work was to determine the best conditions for the micropropagation of *Stevia rebaudiana* Bert. in TIB®. For this, a series of experiments were carried out where they evaluated the immersion frequency (every 6, 8 and 12 hours), the type of explant (apical node, apical node plus an extra node and nodal segment of two nodes), the volume of medium culture by explant (12.5 ml, 25 ml and 37.5 ml) and the time of propagation (21, 28 and 35 days). The dependent variables evaluated were: Number of buds / initial explant, number of nodes / initial explant, number of leaves / initial explant, average length of shoots, total fresh mass/TIB and total dry mass/TIB. The experiments were carried out in order to avoid multivariate analysis, except in the evaluation of the propagation time and volume of medium per explant where a bifactorial was performed. The best results were obtained for an immersion frequency every 12 hours, the nodal segment explant of two nodes and for the combinations of 25.0 ml / explant and 37.5 ml / explant with the three culture times.

Keywords: natural sweetener, *Stevia rebaudiana*, steviol glycosides, temporary immersion

Effects of magnetic treatment on the physical and chemical characteristics of water and soil during beet (*Beta vulgaris*) growing and production

Elizabeth Isaac Aleman¹, Virgen Rosa Ferrer Hernández², Kirenia Sánchez Morel³, Guillermo Asanza Kindelán¹, Yilan Fung Boix¹, Albys Ferrer Dubois¹, Javier Torres Osorio⁴, Gerardo Montero Limonta⁴

¹Division of Science and Innovation. National Center for Applied Electromagnetism. Ave. Las Américas s/n. Apto 4078. CP 90400. Santiago de Cuba. Cuba

²Department of Agronomic Sciences. Faculty of Chemical Engineering. University of Oriente. Santiago de Cuba, Cuba

³"Campo Antena" Facility for Protected-Crop (Greenhouse crop). Santiago Horticultural Company, Santiago de Cuba, Cuba. MINAG

⁴Research Group in Electromagnetic Fields, Environment and Public Health, Department of Physics, School of Exact and Natural Sciences. University of Caldas

This study was conducted to determinate the effects of magnetic treatment on water and soil physical and chemical properties and on nutrition and productivity of the *Beta vulgaris* plant. The values of magnetic flux densities used for treating the irrigation water were produced from magnetic conditioner (0.8 – 0.9 T) and the control experiment which was not treated with magnetic field. The water after passing through (treated with) magnetic field was called magnetized water (MTW). MTW caused a greater dissolution of salts and an increase of electric conductivity in irrigation water; and it caused a reduction in Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ and K⁺ contents, increased electric conductivity and pH, slightly on soil. The leaf and root nutrients were higher in MTW plants than those in the soil, except for the Fe²⁺ contents, and in the case of Mn²⁺, its concentration in the root decreased, both in MTW and control. MTW was found to be higher with significant differences with respect to control in the following variables: number of leaves, leaf and stomatal areas, leaf (25.52%) and root (6.40%) fresh mass, leaf (25.1%) and root (153.33%) dry mass, while the number of stomas, stomatal ratio, stomatal aperture area, were lower with respect to the control. These results were associated with the consequent increase of the 41.11% yield in the *Beta vulgaris*.

Keywords: abiotic stress, nutrients, minerals

Estandarización de parámetros operacionales para la obtención de antraquinonas bioactivas con potenciales usos en cultivos de importancia agrícola

Geeisy Angela Cid, Reinaldo Trujillo, Yemeys Quirós, Maribel Rivas, Yanelis Capdesuñer, Janet Quiñones, Claudia Linares, Lianny Pérez, Susett La Rosa, Aurora Pérez, Carol Carvajal, Martha Hernández.

Laboratorio de Ingeniería Metabólica. Centro de Bioplantas, Universidad Máximo Gómez Báez de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Carretera a Morón km 9. CP 69 450. Cuba. Cuba. e-mail: geeisyc@bioplantass.cu

Las antraquinonas de *Morinda royoc* L. son productos naturales con actividad antimicrobiana probada frente a diferentes patógenos que afectan a las plantas. Los rendimientos de extracción de estos compuestos a escala de laboratorio son elevados, lo que permite sugerir el escalado del proceso. Para establecer el escalado deben garantizarse rendimientos, en términos de actividad, iguales o superiores a los de laboratorio, lo que conlleva a un estudio de las posibles variables operacionales que inciden directamente en el proceso. Este trabajo se realizó, como parte de la optimización de la extracción de antraquinonas provenientes de raíces de *M. royoc* crecidas en ambiente natural, con el objetivo de estudiar la influencia de variables operacionales en la extracción de antraquinonas para el establecimiento de la tecnología a escala de laboratorio y la determinación de un factor para su escalado a nivel de banco. Se realizó la comparación de los rendimientos de extracción con el empleo del método Soxhlet y el método convencional previamente establecido. Se determinó la influencia del tiempo de extracción, la razón de proporción sólido-líquido y la interacción de ambos en el proceso de extracción. Por último, se identificaron por Cromatografía en Placa Fina, los metabolitos de interés, responsables de las actividades biológicas previamente demostradas. Los mejores rendimientos se obtuvieron al utilizar el método Soxhlet, con un 30% de extracción de antraquinonas superior al método convencional. La mayor eficiencia de extracción se alcanzó con un tiempo de extracción de 24 horas y la relación de proporción 1:35 (m:v). Sin embargo, con la interacción de ambas variables la mayor eficiencia se obtuvo con la relación 1:40 (m:v) y 72 horas de extracción. Por cromatografía en placa fina se comprobó la presencia de compuestos mayoritarios y biológicamente activos en los extractos obtenidos.

Palabras clave: antraquinonas, escalado, actividad antimicrobiana, optimización, parámetros operacionales

Standarization of operational parameters for obtaining bioactive anthraquinones with potential uses in agriculturally important crops

Morinda royoc L. anthraquinones are natural products with proven antimicrobial activities against different pathogens affecting plants. Extraction yields of these compounds at laboratory scale are high, which allows suggest the scaling of the process. In order to establish scaling, yields must be equal to or higher than of laboratory yields in activity terms, because of that it is necessary to study all possible operational parameters that are directly involved in the process. This work involves optimization studies for improving anthraquinones extraction from *royoc* and the main objective is studying operational parameters influences in anthraquinones extraction in order to establish a laboratory scale technology and to determine a factor to scaling at the bench level. It was compared obtained extraction yields both Soxhlet method and conventional previous established method. It also was determined extraction time influence, solid-liquid ratio and the interaction of these variables in extraction procedures. At the end, biologically active metabolites were identified applying Thin Layer Chromatography. Soxhlet method offered better anthraquinones extraction yields than conventional method. The best extraction time and solid-liquid ratio was 24 hours and 1:35 (w:v) respectively. However, interaction of both variables offered best results at 72 hours extraction time and 1:40 (w:v) solid-liquid ratio. According to Thin Layer Chromatography, anthraquinone compounds with previously demonstrated biological activity were showed in the obtained extracts from *Morinda royoc* roots.

Keywords: anthraquinones, scaling, antimicrobial activity, optimization, operational parameters

Obtención de extractos crudos bioactivos, ricos en compuestos fenólicos a partir de *Moringa oleifera* Lam.

Claudia Linares, Yanelis Capdesuñer, Janet Quiñones, Geeisy Cid, Lianny Pérez, Susset La Rosa, Maribel Rivas, Yemeys Quirós, Martha Hernández.

Centro de Bioplantas, Universidad Máximo Gómez Báez de Ciego de Ávila, Ciego de Ávila, Cuba.
e-mail: claudia@bioplantass.cu

Moringa oleifera Lam. es una de las especies más conocidas y ampliamente distribuidas en el mundo. Se considera como uno de los árboles más útiles, con múltiples beneficios. Una de las características distintivas de la moringa es que, en sus hojas, se acumulan altos contenidos de compuestos fenólicos, los cuales han sido objeto de investigaciones por su marcada bioactividad. La presente investigación se desarrolló con el objetivo de determinar el método de extracción para obtener extractos crudos foliares ricos en compuestos fenólicos, bioactivos frente a hongos fitopatógenos a partir de *M. oleifera*. Se determinó la influencia del método y tiempo de extracción en el rendimiento del extracto crudo etanólico foliar y la concentración de compuestos fenólicos. Se realizó la caracterización fitoquímica y se determinó el perfil cromatográfico por cromatografía en capa fina del extracto. Se determinó la actividad antifúngica *in vitro* de los extractos etanólicos foliares desengrasados y sin desengrasar frente a *Rhizoctonia solani* Kühn, *Stemphylium solani* Webber y *Sarocladium oryzae* Sawada. Los mejores resultados se lograron con el método de extracción con agitación durante 3h, con rendimiento de 185.89 mg g⁻¹ de MS y concentración de fenoles de 24.86 mg g⁻¹ de MS. Se comprobó la presencia mayoritaria de metabolitos secundarios de naturaleza fenólica por análisis fitoquímico y TLC. Se demostró que la fracción oleaginosa no determina en la actividad antifúngica de los extractos evaluados, los cuales inhibieron el crecimiento de *R. solani* y *S. solani*. Mientras que con las concentraciones ensayadas se logró una baja inhibición del crecimiento de *S. oryzae*.

Palabras clave: compuestos bioactivos, hongos fitopatógenos, método de extracción, moringa, tiempo de extracción

Obtaining bioactive crude extracts, rich in phenolic compounds from *Moringa oleifera* Lam.

Moringa oleifera Lam. is one of the more known and widely distributed species in the world. It is one of the more useful trees, with multiple benefits. One of the distinctive characteristics of moringa is that has high contents of phenolic compounds accumulated in its leaves, which have been researched due to their marked bioactivity. The present work was develop with the objective of determining the extraction method to obtain crude foliar extracts rich in phenolic compounds, with bioactive activity against phyto-pathogenic fungi from *M. oleifera*. It was determinate the influence of the extraction method and extraction time on the performance of the crude leaf ethanolic extract and the concentration of phenolic compounds. It was carry out the phytochemical characterization and It was determinate the chromatographic profile by thin layer chromatography of the extract. It was determinate the *in vitro* antifungal activity of the degreased and undegraded ethanolic leaf extracts against *Rhizoctonia solani* Kühn, *Stemphylium solani* Webber and *Sarocladium oryzae* Sawada. The best results were achieved with the extraction method with agitation for 3 h, with yield of 185.89 mg g⁻¹ of dry mass and concentration of phenols of 24.86 mg g⁻¹ of dry mass. The major presence of secondary metabolites of phenolic nature was check by phytochemical analysis and TLC. It was demonstrate that the oil fraction does not determine the antifungal activity of the evaluated extracts, which inhibited the growth of *R. solani* and *S. solani*. While a low inhibition of the growth of *S. oryzae* was achieved with the tested concentrations.

Keywords: bioactive compounds, extraction method, extraction time, moringa, phyto-pathogenic fungi

Micropropagación del piquín (*Capsicum annuum* L.) mediante el empleo de una oligosacarina de origen péctico y determinación de la estabilidad genética de los regenerantes mediante marcadores moleculares

Humberto Izquierdo Oviedo, Lilia Alcaraz Meléndez, Margarito Rodríguez Álvarez

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Carretera a Tapaste km 3½, Gp. # 1, San José de las Lajas, CP 32700, Mayabeque.

El piquín (*Capsicum annuum* L.) cv. 'glabriusculum', es ampliamente consumido en México, pero debido a que la semilla presenta muy baja viabilidad, hay que acudir a las técnicas biotecnológicas para su germinación y posterior multiplicación. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de una oligosacarina de origen péctico (Pectimorf®) en la micropropagación del piquín y determinar mediante técnica moleculares la estabilidad de los regenerantes obtenidos. Se indujeron brotes *in vitro* a partir de segmentos nodales provenientes de plántulas de 30 días de edad. Estas se obtuvieron en un medio de cultivo que contenía las sales de Murashige Skoog (MS) con 6-BAP (10-5 M). El mayor número de brotes, masa fresca y seca por explante fue en medio de cultivo MS enriquecido con Pectimorf® (1 mg l⁻¹). En el momento de la transferencia de las plántulas obtenidas con Pectimorf® (1-10 mg l⁻¹) de las fases *in vitro* a la *ex vitro*, la supervivencia fue del 100%, lo cual se mantuvo con posterioridad. Se emplearon cuatro iniciadores AFLP (EcoRI + ACG/MseI + CAG; EcoRI + ACG/MseI + CAA; EcoRI + ACT/MseI + CTG y EcoRI + AGG/MseI + CTG), que generaron 285 bandas, solo una polimórfica. Asimismo, las plantas que se obtuvieron con esta oligosacarina, generalmente presentaron mayor contenido de clorofilas a, b y pigmentos. Los mejores resultados fueron en las plántulas tratadas con Pectimorf® (10 mg l⁻¹).

Palabras clave: aclimatización, AFLP, chiltepín, oligosacarina, propagación *in vitro*

Metodología para aclimatización de plantas producidas *in vitro* de papaya, var. Maradol roja

Víctor R. Medero Vega, Yanelis Bravo Corrales, Milagros Basail Pérez, Aymé Rayas Cabrera, Jorge López Torres, Arletys Santos Pino, Daniel Rodríguez Pérez, Marlenis Torres Delgado, Wilfredo Caballero Álvarez, Carmen Pons Pérez

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 6, Santo Domingo CP 53 000, Villa Clara, Cuba. e-mail: vicedir.biotec@inivit.cu

En papaya (*Carica papaya* L.), se dispone de protocolos para propagación masiva *in vitro*, tanto por vía organogénica como por vía embriogénica. Sin embargo, la principal limitante de estos protocolos radica en las grandes pérdidas de las plantas obtenidas *in vitro* durante la fase de aclimatización. La investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología del INIVIT, con el objetivo de establecer una metodología para aclimatización de plantas producidas *in vitro* de la variedad 'Maradol Roja'. Se estudió el efecto de las cámaras húmedas sobre el porcentaje de supervivencia, logrado con bolsas de nylon transparente. Además, se evaluó la influencia del grosor de las plantas producidas *in vitro* y el efecto del tiempo de inmersión en una solución de ácido indol butírico (AIB) a una concentración de 2 mg l⁻¹, sobre la supervivencia. Como resultado se obtuvo una metodología de aclimatización que permitió incrementar los porcentajes de supervivencia de 7.1% con el método tradicional hasta un 58.5% cuando se utilizó el cobertor diseñado con una bolsa de nylon transparente y combinado con el calibre de la planta producida *in vitro*. Se alcanzó un 56.6% de supervivencia cuando se utilizó un tiempo de 25 minutos de inmersión en AIB, con diferencias estadísticas significativas respecto al tratamiento control. En general se determinó que, para lograr mayor éxito en la aclimatización de las plantas producidas *in vitro* en este cultivo, resulta fundamental mantener una alta humedad relativa durante los primeros siete a doce días después del trasplante a condiciones *ex vitro*.

Palabras clave: AIB, aclimatización, *Carica papaya* L.

Cultivo de anteras y regeneración de plantas del boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam cultivar CEMSA 74 – 228

Jorge López, Aimé Rayas, Víctor Mederos, Arletys Santos, Milagros Basail, Yoel Beovidez, Reinaldo D, Nery Montano

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 6, Santo Domingo CP 53 000, Villa Clara, Cuba. e-mail: lab.cell.biotec@inivit.cu

El boniato (*Ipomoea batata* (L.) Lam) ocupa el sexto lugar entre los alimentos más importantes del mundo. En Cuba, constituye un cultivo importante para la alimentación, motivado fundamentalmente por sus hábitos de consumo y ciclo corto. Todo ello hace que sea necesario buscar nuevas alternativas que puedan facilitar el mejoramiento genético clásico de este cultivo. El objetivo de este trabajo fue tomar botones florales de diferentes tamaños (2, 4, 6 y 8 mm) para identificar el estado uninucleado del grano de polen. Para su desinfección se estudió el efecto del NaOCl₂ al 3% durante 5, 10, 15, 20 y 25 minutos. Se evaluó *in vitro* la formación de callos con estructuras embriogénicas (CEE) en el medio de cultivo MS con 2,4-D y kinetina, e incubados en la oscuridad. Para la diferenciación de los embriones se estudió el medio de cultivo MS (sales) combinado con Kinetina seguido de las sales (50%) MS sin reguladores del crecimiento. Los resultados alcanzados permitieron el establecimiento *in vitro* de botones florales con tamaño de 4 mm con granos de polen en estado uninucleado (desinfectados con NaOCl₂ al 3% durante 25 minutos). La formación de los CEE se logró en el medio de cultivo MS con 2 mg l⁻¹ de 2,4D e incubado a la oscuridad. Luego los embriones fueron diferenciados en el medio de cultivo MS (50%) con 0.3 mg l⁻¹ de Kinetina seguido de su transferencia al medio de cultivo MS desprovisto de reguladores del crecimiento donde germinaron los mismos.

Palabras clave: cultivo in vitro, formación de embriones, grano de polen

Anther culture and plantlet regeneration of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam cultivar CEMSA 74 – 228

Sweet potato (*Ipomoea batata* (L.) Lam) is ranked worldwide as the sixth among the most important foods. In Cuba, it is an important crop for food, mainly motivated by its consumption habits and short cycle. For this reason, is necessary to look new alternatives for facilitate the classic improvement of this crop. Flower buds of different sizes (2, 4, 6 and 8 mm) were taken to identify the uninucleate state of pollen grain. For its disinfection, the effect of 3% NaOCl₂ was studied during 5, 10, 15, 20 and 25 minutes. The formation of calluses with embryogenic structures (CEE) was evaluated in vitro on MS culture medium supplemented with 2,4-D and kinetin, and incubated in dark. For embryos differentiation, MS culture medium combined with Kinetin, followed by MS (50% sales) and without growth regulators were studied. For in vitro establishment was achieved the floral buds with pollen grains in uninucleate state 4 mm size (disinfected with 3% NaOCl₂ for 25 minutes). CEE formation was achieved in MS culture medium supplemented with 2 mg l⁻¹ of 2,4D incubated in the dark. The embryos were differentiated in culture MS (50%) medium supplemented with 0.3 mg l⁻¹ of Kinetin, followed by their transfer to the MS culture medium devoid of growth regulators where they germinated themselves.

Keywords: in vitro culture, embryo formation, pollen grain

Empleo de marcadores citogenéticos en vitroplantas tratadas con bioreguladores cubanos

María Isabel Román¹, Marlyn Valdés², Reina Margarita Hernández², Humberto Izquierdo³, Lorenzo Suarez³

¹Instituto Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.
e-mail: roman@fbio.uh.cu

²Facultad de Biología, Universidad de la Habana, Calle 25 # 455, et J e I, La Habana, Cuba.

³Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA), San José Mayabeque.

Los estudios citogenéticos son una herramienta fundamental para la detección de la variabilidad de las plantas cultivables y la caracterización de los recursos fitogenéticos. Uno de sus aportes fundamentales es la detección de la variabilidad genética que aparece cuando se emplean las técnicas tradicionales y biotecnológicas para la propagación de los cultivos, el mejoramiento genético y el mantenimiento de los bancos de germoplasma. En consecuencia, se propone para este trabajo el siguiente objetivo: realizar la caracterización citogenética de plantas *in vitro* de los géneros *Musa*, *Manihot*, *Citrus* y *Nicotiana*, que han sido propagadas en medios de cultivo con biorreguladores del crecimiento de producción nacional. Se efectuó un análisis del número de cromosomas en cada espécimen al establecer diferentes metodologías para la realización del conteo. En los géneros *Musa* y *Nicotiana* se observaron, en todas sus células, $2n=4x=44$ y $2n=4x=46$ cromosomas respectivamente, lo cual demuestra su condición tetraploide. Para el género *Manihot* se pudo comprobar que en las plántulas analizadas se mantuvo la condición diploide con la presencia de $2n=2x=36$ cromosomas. En las plántulas obtenidas vía embriogénesis somática en el género *Citrus* se mantuvo estable el número cromosómico en todas las células analizadas con $2n=2x=18$, lo que evidencia su condición diploide. Se comprobó en todas las células analizadas, al determinar la estabilidad del número cromosómico, la no influencia de estos biorreguladores en la inducción de variabilidad genética referida a cambios numéricos. Este hecho demuestra que es factible continuar su uso en los medios de cultivo, como sustitutos de las fitohormonas tradicionales.

Palabras clave: biorreguladores, cromosomas, ploidia, plantas *in vitro*

Use of cytogenetic markers *in vitro* plants treated with Cuban bioregulators

The cytogenetic studies are a fundamental tool to detect variability in cultivable plants and for the characterization of the fitogenetic resources. These kinds of study are essential to control the genetic variability produced by traditional and biotechnological techniques used to propagation of crops, genetic improvement and maintenance of germplasm banks. Considering that, in this work it is propose as main objective the cytogenetic characterization of vitroplants of the *Musa*, *Manihot*, *Citrus* and *Nicotiana* genus, which are propagated in culture media supplemented with growth's bioregulators produced in Cuba. This analysis is conducted through the determination of chromosomes' number of each specimen. In the *Musa* and *Nicotiana* genus it is observe, in all the cells, $2n=4x=44$ and $2n=4x=46$ chromosomes respectively, which demonstrates its tetraploid condition. For *in vitro* plants of the *Manihot* genus are detect $2n=2x=36$ chromosomes, implying that its diploid condition remains. The vitroplants of the *Citrus* genus, obtained for somatic embryogenesis, exhibited stability in the chromosomes' number of $2n=2x=18$, indicating its diploid condition. The stability of the chromosomes' number in all the analyzed materials indicates there is no influence of the bioregulators in the induction of genetic variability referred to numerical changes. This fact guarantees that those bioregulators could be used very efficiently as substitutes of the traditional fitohormones.

Keywords: bioregulators, chromosomes, ploidy, *in vitro* plants

Optimización de la fase de iniciación *in vitro* del clon INIVIT MC-2012 (*Colocasia esculenta*) mediante tratamientos con ozono en fase acuosa

José Efraín González Ramírez, Milagros Basail Pérez, Adrián Rubio Cabrera, Aramis González Cadalso

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, Apdo 6, CP 53 000, Santo Domingo, Cuba. [e-mail: diagnostico@inivit.cu](mailto:diagnostico@inivit.cu)

Las técnicas de propagación *in vitro* resultan de inestimable utilidad para la multiplicación acelerada de nuevos clones obtenidos por los mejoradores, como punto de partida de los esquemas de producción de semilla. El programa de mejoramiento genético del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) ha generado un nuevo genotipo de malanga (*Colocasia esculenta* INIVIT MC-2012 con características superiores a sus progenitores. Entre los principales elementos que disminuyen la eficiencia de la micropropagación está la presencia de contaminación microbiana *in vitro* y los largos periodos de tiempo que implica. Entre las propiedades del ozono se encuentra su carácter biocida que le permite ser utilizado en numerosos procesos de esterilización y la capacidad de acortar los períodos de cultivos al ser utilizado en el agua de riego. En el presente trabajo se aplicaron tratamientos de ozono en fase acuosa en la etapa de desinfección de los explantes (20 plantas por tratamiento), empleando como control la desinfección con NaOCl. El experimento se replicó cuatro veces. Se utilizó un medio de cultivo iniciación líquido. Se determinaron los porcentajes de regeneración, las pérdidas por contaminación microbiana y muerte del material vegetal, los días necesarios para el cambio de coloración de los explantes. A los 21 días todos los explantes se transfirieron a medio de cultivo fresco y se repitieron las mismas evaluaciones. El porcentaje de eficiencia se analizó estadísticamente con una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y para comparar la longitud y el diámetro de los explantes se utilizó un lenguaje de programación, llamado R 3.3.0 orientado a objetos. Se logró evitar las contaminaciones microbianas con el empleo del ozono, y las muertes de explantes provocados por las desinfecciones con hipoclorito de sodio. Se redujeron los tiempos necesarios para los subcultivos a medio de cultivo fresco en 9 días mientras que aumentaron el diámetro y longitud de los explantes.

Palabras clave: desinfección, eficiencia, fase de iniciación, ozono

Establecimiento y multiplicación *in vitro* de embriones cigóticos de guanábana (*Annona muricata* L.)

Milagros Basail Pérez, Victor Medero Vega, Adrián Rubio Cabrera, Ania Robaina Jiménez, Jorge López Torres, Arletys Santos Pino, Aymé Rayas Cabrera, Maricel Bauta Toledo, Yoel Beovidez García, Yenisey Gutiérrez Sánchez, Dayana Rodríguez González

Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 6, Santo Domingo CP 53 000, Villa Clara, Cuba. e-mail: milagrosb@inivit.co.cu

El cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) ha estado limitado por su método de propagación por semillas. La propagación masiva *in vitro* constituye una alternativa que permitirá incrementar la disponibilidad de plantas para su rápido desarrollo. El trabajo fue realizado en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio (0, 0.5, 1 y 2%) con un tiempo de exposición de 10 y 15 minutos para el establecimiento *in vitro* de embriones cigóticos procedentes de semillas de frutos maduros de plantas plus y estudiar la influencia de diferentes concentraciones de 6-BAP (0, 0.5, 1, 1.5 y 2.0 mg l⁻¹) y ANA (0, 0.5, 1 y 1.5 mg l⁻¹) adicionado al medio de cultivo basal de Murashige y Skoog, (MS) en la fase de multiplicación. Como resultado se obtuvo que al utilizar el hipoclorito de sodio al 1% y un tiempo de exposición de 10 minutos se logró que el 92% de los embriones sobrevivieron y se desarrollaron plantas completas. Al utilizar 0.5% combinado con los tiempos de exposición evaluados, no controló la presencia de contaminantes (hongos y bacterias) y cuando se utilizó 2%, produjo la muerte de los embriones. Luego a los 35 días de transferido las plántulas se logró su multiplicación en el medio de cultivo que contenía 1.5 mg l⁻¹ de 6-BAP y 1.0 mg l⁻¹ de ANA con un coeficientes de multiplicación de 1.8.

Palabras clave: guanábana, hipoclorito de sodio, semillas, tiempo de exposición

Caracterización de compuestos fenólicos en extractos vegetales de especies del orden *Zingiberales*

Wendy Gómez^{1,2}, Katia Ojito-Ramos², Dianella Iglesias², Rocio Andreu Espinosa², Rut Castañeda Bauta², Daliannys Rodríguez Ramírez², Orelvis Portal²

¹Departamento de Ciencias Biológicas Aplicadas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Cienfuegos. Carretera de Rodas km 4, Cienfuegos, Cuba.

²Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera de Camajuaní km 5,5, Santa Clara, Cuba.

Las especies del orden *Zingiberales* son ricas en compuestos fenólicos, como las fenilfenalenonas, que pueden actuar como fitoanticipinas y/o fitoalexinas, lo cual tiene una implicación directa en los mecanismos de defensa de las plantas frente a hongos. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los compuestos fenólicos presentes en extractos de hojas de especies del orden *Zingiberales*. Se compararon dos métodos para la obtención de los extractos crudos: la extracción por maceración y la extracción asistida por ultrasonido. La selección del método se realizó según la cuantificación de fenoles totales. A partir del extracto crudo de cada especie de planta, se obtuvieron tres fracciones (cloroformo, acetato de etilo y agua). Se realizó una cromatografía en placa delgada a cada extracto crudo y sus correspondientes fracciones. No se observaron diferencias significativas entre los métodos empleados para la obtención de los extractos. Se seleccionó la extracción asistida por ultrasonido debido a que se realiza en un período de tiempo menor que la maceración. La mayor diversidad de compuestos fenólicos se observó en las fracciones clorofórmicas de los extractos. Al revelar los cromatogramas se identificó la presencia de fenilfenalenonas tanto en los extractos crudos, como en las fracciones clorofórmicas y etil acéticas. Este trabajo permitió demostrar que las fracciones clorofórmicas de extractos de hojas del orden *Zingiberales* podrían presentar actividad antifúngica debido a la presencia de compuestos fenólicos.

Palabras clave: extracto de plantas, fenoles, fenilfenalenonas, *Zingiberales*

Characterization of phenolic compounds in plant extracts of species of the order *Zingiberales*

Zingiberales species are rich in phenolic compounds, such as phenylphenalenones, which can act as phytoanthropins and / or phytoalexins, which has a direct implication in the defense mechanisms of plants against fungi. The objective of this work was to characterize the phenolic compounds present in leaf extracts of species of the order *Zingiberales*. Two methods were compared for the extraction of crude extracts: maceration extraction and ultrasound-assisted extraction. The selection of the method was carried out according to the quantification of total phenols. From the crude extract of each plant species, three fractions were obtained (chloroform, ethyl acetate and water). Thin plate chromatography was performed on each crude extract and its corresponding fractions. There were no significant differences between the methods used to obtain the extracts. Ultrasound-assisted extraction was selected because it was performed in a shorter period of time than maceration. The greatest diversity of phenolic compounds was observed in the chloroformic fractions of the extracts. Upon revealing the chromatograms, the presence of phenylphenalenones was identified both in the crude extracts, as well as in the chloroformic and ethyl acetic fractions. This work allowed to demonstrate that the chloroformic fractions of leaf extracts of the *Zingiberales* order could present antifungal activity due to the presence of phenolic compounds.

Keywords: plant extract, phenols, phenylphenalenones, *Zingiberales*

Efecto de la metatopolina en la multiplicación *in vitro* de *Morus alba* L.

Jorge L. Pérez Pérez¹, Stefaan Werbrouck², Juan J. Silva Pupo¹

¹Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal. Universidad de Granma. e-mail: jperez@udg.co.cu.

²Laboratory of Applied *In Vitro* Plant Biotechnology, Universidad de Gent.

La morera (*Morus alba*) es una especie forrajera, reconocida a nivel mundial por su alto contenido nutricional y sus usos en la alimentación animal. Esta especie normalmente se propaga por métodos tradicionales, sin embargo, el empleo de las técnicas de cultivo *in vitro* permiten disponer de mayor número de plantas en un menor periodo de tiempo. Para cumplir con este propósito se incluyen citoquininas como 6-BAP en los medios de cultivo, otra alternativa lo constituye el uso de la metatopolina, pero aún son limitadas las referencias de su uso en el cultivo *in vitro* de la morera. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la metatopolina riboside en la multiplicación *in vitro* de *Morus alba* var. Acorazonada. Segmentos nodales de plantas *in vitro*, fueron colocados en cámara de crecimiento con luz blanca, en un medio de cultivo con las sales MS 100%, tiamina 1.0 mg l⁻¹, mio-inositol 0.1 g l⁻¹, sacarosa 30 g l⁻¹, ácido naftalenacético 0.5 mg l⁻¹, Agar 6.0 g l⁻¹, pH 5,7 y diferentes concentraciones de metatopolina riboside (0, 1.0, 2.0 y 3.0 mg l⁻¹). A los 28 días de cultivo se encontró un efecto beneficioso de la metatopolina en la multiplicación *in vitro* de esta especie, con incrementos en el número y longitud de los brotes formados.

Palabras clave: cultivo de tejidos, micropropagación, morera, topolinas

Effect of meta-topolin on the *in vitro* multiplication of *Morus alba*

The mulberry (*Morus alba*) is a forage species, recognized worldwide for its high nutritional content and its uses in animal feed. This species is normally propagated by traditional methods, however, the use of *in vitro* culture techniques allows a greater number of plants to be available in a shorter period of time. To fulfill this purpose, cytokinins such as 6-BAP are included in the culture media; another alternative is the use of meta-topolin, but references to its use in the *in vitro* cultivation of mulberry are still limited. This work was carried out with the objective to evaluate the effect of meta-topoline riboside on the *in vitro* multiplication of *Morus alba* var. Acorazonada. Nodal segments from plants *in vitro*, were placed in a growth chamber with white-light, in a culture medium with MS 100% salts, thiamin 1.0 mg l⁻¹, myo-inositol 0.1 g l⁻¹, sucrose 30 g l⁻¹, naphthaleneacetic acid 0.5 mg l⁻¹, Agar 6.0 g l⁻¹, pH 5.7 and different concentrations meta-topolin riboside (0, 1.0, 2.0 and 3.0 mg l⁻¹). After 28 days of culture, a beneficial effect of meta-topolin was found in the *in vitro* multiplication of this species, with increases in the number and length of the buds formed.

Keywords: tissue culture, micropropagation, mulberry, topolins

Physical-chemical characterization of the biodiesel obtained from the oil of *Jatropha curcas* L. seeds

Luis Cepero Casas

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Ministerio de Educación Superior. Central España Republicana 44280, Matanzas, Cuba. e-mail: cepero@ihatuey.cu

Biodiesel production from non-edible plant oils constitutes a viable and ecological alternative in the face of the current situation with fossil fuels due to their high prices, inevitable depletion and contamination level. *Jatropha curcas* L. is a non-edible plant with high oil content in the seeds for which it constitutes an important natural source for obtaining biodiesel. The objective of this work was to make a physical-chemical characterization of the biodiesel obtained from *Jatropha curcas* L. seed oil in a 100-L/batch reactor made in Costa Rica, belonging to the EEPFIH. The biosiesel was obtained through a transesterification reaction using *J. curcas* oil; a batch was made in a reactor for which 100 liters of oil were mixed, heated at a temperature of 65 °C with methanol and anhydrous sodium hydroxide with a purity of 99.9%. After the reaction with continuous agitation for a time of 50 minutes, it was left to rest for 24 hours until the separation of the two phases: (lower glycerol and upper biodiesel). The following parameters were determined: water content, density, viscosity, acidity index, free and total glycerol, methanol and esters, according to the ASTM and EN regulations. The obtained results are in correspondence with the established regulations for this type of fuels in most parameters, but not in

acidity index and total glycerol, whose values are higher than the reported ones, aspect which could be related to not performing the decanting and cleansing process of biodiesel. This biodiesel with previous decanting and cleansing process can be used as substitute of conventional fossil fuel, in agricultural rural zones, thus decreasing the emissions of greenhouse gases.

Keywords: *Jatropha curcas*, oils, biodiesel, biofuels, transesterification

Determinación de compuestos fenólicos en extractos etanólicos de hojas y raíces de *Jatropha curcas*

Inelvis Castro Cabrera, Yudit Lugo Morales, Maykelis Díaz Solares, Leydi Fonte Carballo, Nancy Altunaga Pérez, Liliet González Sierra

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Central España Republicana 44280, Matanzas, Cuba. e-mail: inelvis.castro@ihatuey.cu

Los compuestos fenólicos constituyen un grupo de metabolitos secundarios asociados a numerosas actividades biológicas como antioxidante, antimicrobiana, insecticida, antihelmíntica y antiinflamatoria. La actividad antioxidante de los flavonoides y fenoles, de manera general, está dada por su capacidad secuestradora de radicales libres, quelante de hierro, así como por inhibición de enzimas oxidasas. *Jatropha curcas* es una especie multipropósito ampliamente utilizada en la medicina tradicional por sus propiedades curativas. Por ello este trabajo tuvo como objetivo: realizar determinación cualitativa y cuantitativa de flavonoides y fenoles totales en extractos de hojas y raíces de *J. curcas*. Los ensayos se realizaron con extractos etanólicos de hojas y raíces de *J. curcas*, procedencia Cabo Verde. Para la identificación cualitativa de fenoles se realizó una prueba rápida colorimétrica utilizando el método de cloruro férrico, mientras que la determinación de flavonoides se realizó por el ensayo de Shinoda. El contenido de fenoles totales en los extractos se estimó mediante el método de Folin-Ciocalteu. Se midió la absorbancia a 620 nm y se empleó ácido gálico como estándar. La concentración de flavonoides totales se determinó mediante el método de cloruro de aluminio. La absorbancia se midió a 405 nm y se utilizó quercetina como estándar. Ambos métodos se realizaron por triplicado en microplacas de 96 pozos. El contenido de fenoles totales fue de 104.32 mg ácido gálico/g de extracto para el extracto etanólico de hojas y 129.13 mg ácido gálico/g de extracto para el extracto etanólico de raíces. La concentración de flavonoides en el extracto etanólico de hojas fue de 832.29 mg de quercetina/g de extracto, mientras que para el extracto etanólico de raíces fue de 33.77 mg de quercetina/g de extracto. Los extractos etanólicos de hojas y raíces de *J. curcas* constituyen una fuente natural de compuestos fenólicos.

Palabras clave: antioxidantes, fenoles, flavonoides, *Jatropha curcas*

Determination of phenolic compounds in ethanol extracts of *Jatropha curcas* leaves and roots

Phenolic compounds constitute a group of secondary metabolites associated with many biological activities such as antioxidant, antimicrobial, insecticide, anthelmintic and anti-inflammatory. The antioxidant activity of flavonoids and phenols, in general, is given by their capacity to sequester free radicals, iron chelator, as well as by inhibition of oxidase enzymes. *Jatropha curcas* is a multipurpose species widely used in traditional medicine due to its healing activity. Thus, the objective of this work was to conduct qualitative and quantitative determination of flavonoids and total phenols in extracts of *J. curcas* leaves and roots. The essays were conducted with ethanol extracts from leaves and roots of *J. curcas*, provenance Cape Verde. For the qualitative identification of phenols a fast colorimetric test was made using the ferric chloride method, while flavonoid determination was carried out by Shinoda's essay. The content of total phenols in the extracts was estimated by the Folin-Ciocalteu method. The absorbance was measured at 620 nm and gallic acid was used as standard. The concentration of total flavonoids was determined by the aluminum chloride method. The absorbance was measured at 405 nm and quercetin was used as standard. Both methods were performed in triple in 96-well microplates. The content of total phenols was 104.32 mg galic acid/g of extract for the ethanol leaf extract and 129.13 mg gallic acid/g of extract for the ethanol root extract. The concentration of flavonoids in the ethanol leaf

extract was 832.29 mg of quercetin/g of extract; while for the ethanol root extract it was 33.77 mg of quercetin/g of extract. The ethanol extracts of *J. curcas* leaves and roots constitute a natural source of phenolic compounds.

Keywords: antioxidants, phenols, flavonoids, *Jatropha curcas*

Actividad antioxidante de extracto etanólico de hojas de *Tithonia diversifolia*

Liliet González Sierra, Maykelis Díaz Solares, Inelvis Castro Cabrera, Leydi Fonte Carballo, Nancy Altunaga Pérez

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Central España Republicana 44 280, Matanzas, Cuba. e-mail: liliet.gonzalez@ihatuey.cu

Tithonia diversifolia, es una especie que muestra gran plasticidad ecológica y un alto contenido de nutrientes. Además, presenta diversidad de compuestos bioactivos asociados a sus diferentes usos benéficos como antioxidante, antimicrobiano, antiinflamatorio, y para combatir la malaria, la diabetes y el cáncer. En particular, los compuestos fenólicos están relacionados con estas propiedades debido a su acción eliminadora de radicales libres. Por ello, el propósito de este trabajo estuvo encaminado a determinar cualitativa y cuantitativamente la actividad antioxidante del extracto etanólico de hojas de *T. diversifolia*. La colecta de las hojas se realizó al azar en el área de investigación de la Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Las hojas secas fueron pulverizadas y se extrajeron los metabolitos secundarios con etanol comercial mediante maceración. Posteriormente el solvente fue retirado utilizando rotoevaporador sobre vacío. La determinación cualitativa de los metabolitos se realizó a través del sistema no paramétrico de cruces, por el ensayo de Shinoda para el caso de flavonoides y para fenoles por el método del cloruro férrico. La cuantificación se efectuó por triplicado en microplacas de 96 pocillos. Los fenoles fueron determinados por el método de Folin- Ciocalteu y los flavonoides por el ensayo del cloruro de aluminio. La lectura espectrofotométrica se llevó a cabo a 620 nm y 405 nm respectivamente. Los resultados mostraron la presencia cualitativa de flavonoides y fenoles. La cuantificación de flavonoides indicó una concentración de 531.88 mg de quercetina/g de extracto mientras que en el caso de los fenoles fue de 183.46 mg de ácido gálico/g de extracto. Se estimó que el extracto etanólico de hojas de *T. diversifolia* presenta altas concentraciones de importantes metabolitos secundarios por lo que constituye una alternativa para la medicina natural y tradicional y se recomienda incluirla en la dieta de diferentes categorías animales.

Palabras clave: actividad antioxidante, fenoles, flavonoides, *Tithonia diversifolia*

Antioxidant activity of ethanol extract of *Tithonia diversifolia* leaves

Tithonia diversifolia is a species that shows high ecological plasticity and high nutrient content. In addition, it shows diversity of bioactive compounds associated to its different beneficial uses as antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, and to fight malaria, diabetes and cancer. In particular, phenolic compounds are related to these properties due to their action in eliminating free radicals. For such reasons, the purpose of this work was to determine qualitatively and quantitatively the antioxidant activity of the ethanol extract of *T. diversifolia* leaves. The leaves were randomly collected in the research area of the Research Station Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. The dry leaves were ground and the secondary metabolites were extracted with commercial ethanol by maceration. Afterwards, the solvent was withdrawn using vacuum rotary evaporator. The qualitative determination of the metabolites was made through the non-parametric system of crosses, by Shinoda's essay for the case of flavonoids and for phenols through the ferric chloride method. The quantification was made in triple in 96-well microplates. The phenols were determined by the Folin-Ciocalteu method and flavonoids, through aluminum chloride. The spectrophotometric reading was carried out at 620 nm and 405 nm, respectively. The results showed the qualitative presence of flavonoids and phenols. The quantification of flavonoids indicated a concentration of 531.88 mg of quercetin/g of extract while in the case of phenols it was 183.46 mg of gallic acid/g of extract. It was estimated that the ethanol extract of *T. diversifolia* leaves shows high

concentrations of important secondary metabolites for which it constitutes an alternative for natural and traditional medicine and it is recommended to be included in the diet of different animal categories.

Keywords: antioxidant activity, phenols, flavonoids, *Tithonia diversifolia*

Cuantificación de β caroteno en hojas de diferentes variedades e híbridos de *Morus alba*

Maykelis Díaz Solares¹, Yudit Lugo Morales¹, Marlene Prieto Abreu¹, Yanio E. Milián Rodríguez², Inelvis Castro Cabrera¹

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Central España Republicana, CP 44 280, Matanzas, Cuba. e-mail: maykelis.diaz@ihatuey.cu

²Universidad de Antofagasta, Chile.

Los betacarotenos tienen una función importante por ser precursores de la vitamina A. Están considerados como los carotenoides más abundantes en la naturaleza y de gran importancia para la dieta humana. Son compuestos esenciales protectores de la salud relacionados con la visión, la inmunidad, el desarrollo embrionario y la reproducción. Con el objetivo de cuantificar el nivel de β caroteno presente en las hojas de morera, se estudiaron variedades y híbridos de *Morus alba* cultivadas en la Estación Experimental Indio Hatuey (Indonesia, Cubana, Acorazonada, Criolla, Tigreada, IZ-13/6, IZ-15/7, IZ-40, IZ-64, IZ-56/4). Se obtuvieron extractos de n-hexano a partir del material vegetal seco y molido que posteriormente fueron evaporados bajo régimen de vacío y secados por corriente de nitrógeno. Los residuos sólidos se disolvieron en alcohol isopropílico-n-hexano (10:90). La separación cromatográfica de los compuestos se ejecutó mediante HPLC (Waters Alliance 2695) en una columna Spherisorb S3W (4.6 mm x 100 mm). Se empleó una mezcla de n-hexano/alcohol isopropílico (95:5 v/v) como fase móvil, con un flujo isocrático de 1 ml/minuto en cromatografía de fase normal. La detección se realizó a 450 nm. La señal correspondiente al compuesto de β -caroteno se identificó comparando con los tiempos de retención de las soluciones estándares. Los mayores niveles de β -caroteno detectados fueron en las variedades Acorazonada, Cubana, Criolla y Tigreada, entre ellas. Se sugiere la utilización de *Morus alba* como suplemento nutricional en la alimentación animal y humana por sus propiedades beneficiosas para la salud.

Palabras clave: β -caroteno, extractos de hojas, *Morus alba*

Quantification of β carotene in leaves from different varieties and hybrids of *Morus alba*

Beta-carotenes have an important function because they are vitamin A precursors. They are considered as the most abundant carotenoids in nature and highly important for the human diet. They are essential health-protective compounds related to eyesight, immunity, embryo growth and reproduction. In order to quantify the level of β carotene present in the mulberry leaves, varieties and hybrids of *Morus alba* cultivated in the Research Station Indio Hatuey (Indonesia, Cubana, Acorazonada, Criolla, Tigreada, IZ-13/6, IZ-15/7, IZ-40, IZ-64, IZ-56/4) were studied. N-hexane extracts were obtained from the dried and ground plant material, which were later evaporated under vacuum regime and dried by nitrogen current. The solid residues were dissolved in isopropyl-n-hexane alcohol (10:90). The chromatographic separation of the compounds was executed through HPLC (Waters Alliance 2695) in a Spherisorb S3W column (4.6 mm x 100 mm). A mixture of n-hexane/isopropyl alcohol was used as mobile phase, with an isocratic flow of ml/minute in normal-phase chromatography. The detection was made at 450 nm. The signal corresponding to the β -carotene compound was identified by comparing with the retention times of the standard solutions. The highest β -carotene levels detected were in the varieties Acorazonada, Cubana, Criolla and Tigreada, which did not differ among them. The utilization of *Morus alba* is suggested as nutritional supplement in animal and human feeding due to its beneficial properties for health.

Keywords: β -carotene, leaf extracts, *Morus alba*

Cuantificación de antocianinas y capacidad antioxidante en siete variedades de frutos de *Morus alba*

Yudit Lugo Morales, Maykelis Díaz Solares, Nancy Altunaga Pérez, Inelvis Castro Cabrera, Leydis Fonte Carballo, Liliet González Sierra, Luis Cepero Casas

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Universidad de Matanza. Central España Republicana. CP 44 280. Municipio Perico. Provincia Matanzas. e-mail: yudit.lugo@ihatuey.cu

Los frutos de morera contienen metabolitos de importancia biológica dentro de los que se incluyen los polifenoles, las vitaminas C y E, los carotenoides y las antocianinas que son beneficiosas para la salud. Las antocianinas, responsables del color de los frutos disminuyen la presencia de radicales libres retrasando así el daño oxidativo. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de antocianinas totales y la capacidad antioxidante total en frutos de diferentes variedades de morera. Para los ensayos se utilizaron frutos de variedades de *Morus alba* cultivadas en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey: Yu-12, Yu-62, Acorazonada, Universidad, Universidad mejorada, Nueva y Cubana. Estos fueron cosechados e inmediatamente transportados al laboratorio. La determinación del contenido de antocianinas totales se realizó por el método del pH diferencial a partir del jugo fresco y para la capacidad antioxidante total (actividad de captura del radical fosfomolibdato) se utilizaron los extractos etanólicos. La actividad antioxidante total fue mayor en los extractos de las variedades Universidad, Yu-12, Nueva y Yu-62 y el contenido de antocianinas totales, expresadas como equivalente Cyanidina-3 glucósido (mg l^{-1}) fue significativo en las variedades Yu-62, Universidad mejorada y Yu-12. Se recomienda promover el consumo de los frutos de *M. alba* en humanos y en la dieta animal como fuente antioxidante natural.

Palabras clave: actividad antioxidante, antocianinas, frutos, *Morus alba*

Quantification of anthocyanins and antioxidant capacity in seven varieties of *Morus alba* fruits

Mulberry fruits contain biologically important metabolites including polyphenols, vitamins C and E, carotenoids and anthocyanins which are beneficial for health. Anthocyanins, responsible for fruit color, decrease the presence of free radicals thus delaying oxidative damage. For such reason, the objective of this work was to determine the content of total anthocyanins and total antioxidant capacity in fruits from different mulberry varieties. For the essays, fruits from *Morus alba* varieties cultivated at the Pastures and Forages Research Station Indio Hatuey were used: Yu-12, Yu-62, Acorazonada, Universidad, Universidad mejorada, Nueva and Cubana. They were harvested and immediately transported to the laboratory. The content of total anthocyanins was determined by the differential pH method from the fresh juice and for total antioxidant capacity (activity of sequestration of the radical phosphomolybdate) the ethanol extracts were used. The total antioxidant activity was higher in the extracts of the varieties Universidad, Yu-12, Nueva and Yu-62 and the content of total anthocyanins, expressed as cyanidin-3-glucoside equivalent (mg l^{-1}), was significant in the varieties Yu-62, Universidad mejorada and Yu-12. To promote the use of *M. alba* fruits in humans and in the animal diet as natural antioxidant source is recommended.

Keywords: antioxidant activity, anthocyanins, fruits, *Morus alba*

Caracterización antinutricional de la torta de *Jatropha curcas*

Rosa María Rodríguez Calle, José Ángel Sotolongo Pérez, Liliana León López, Daniel Martínez Chairez

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Central España Republicana CP 44280, Matanzas, Cuba. e-mail: rosa.maria@ihatuey.cu

El sector ganadero cubano juega un papel clave en la alimentación de la población; sin embargo, no ha sido posible satisfacer la demanda existente, debido a los insuficientes niveles productivos, fundamentalmente por no contar con una base alimentaria que cubra los requerimientos del ganado.

Los coproductos de *Jatropha curcas* constituyen una alternativa de alimento para el ganado, dentro de ellos, la torta de *Jatropha curcas* es un coproducto obtenido de la semilla una vez que se le extrae el aceite, el cual tiene poco valor comercial debido principalmente a la presencia de compuestos tóxicos (ésteres de fórbol) y factores antinutricionales (inhibidores de tripsina, fitatos, saponinas, taninos y compuestos fenólicos totales). Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado el objetivo del estudio fue realizar una caracterización antinutricional de la torta de *J. curcas*. Para ello se determinaron los siguientes indicadores: inhibidores de tripsina, fitatos, saponinas, taninos y compuestos fenólicos totales mediante el método espectrofotométrico. Se obtuvieron los siguientes valores: 540,5415199 \pm 7,039117427 mg eq Ac. fit./100 g de muestra para los fitatos, 1319,508712 \pm 56,45247336 mg eq. Diosg/100 g de muestra para las saponinas, 171,0990558 \pm 2,356098491 mg. eq. Ac. gal./100g de muestra para los compuestos fenólicos totales, resultando niveles no detectables para los inhibidores de tripsina y los taninos. Se concluye que la mayor concentración se obtuvo en las saponinas, seguido de los fitatos y de los compuestos fenólicos totales, resultados preliminares importantes para el empleo de dicho coproducto con elevado por ciento de proteínas para su uso en la alimentación animal, por lo que desarrollar innovaciones que permitan la generación de tecnologías para el aprovechamiento y utilización de coproductos ricos en proteína y energía constituye una prioridad para la ganadería cubana.

Palabras clave: alimentación animal, compuestos antinutricionales, coproductos

Organogénesis indirecta en *Medicago sativa* L. var. Gilboa

Maribel Regla Quintana Sanz, José Ángel Nápoles Gómez, Yaldreisy Tania Galdo Rodríguez

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Sancti Spíritus. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. Carretera Central km 395. Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: maribelquintana@yayabo.inf.cu; pastosp@enet.cu

La alfalfa se considera dentro de las plantas forrajeras más destacadas de la ganadería en muchos países. Su introducción en Cuba comenzó a hace alrededor de 40 años, pero la no disponibilidad de semillas, así como de variedades adaptadas a las condiciones del clima han sido factores que limitan su explotación. La biotecnología ofrece técnicas que pueden lograr variedades con tolerancia a factores de estrés, adaptadas a diferentes condiciones climáticas, lo cual necesariamente tiene que comenzar creando la base cognoscitiva del cultivo de tejidos de la planta que permita su manipulación *in vitro*. Una de las técnicas que pueden facilitar dicha proyección es el desarrollo de un protocolo de regeneración *in vitro* vía organogénesis indirecta. El objetivo del trabajo fue lograr la formación de brotes a partir de callos en *Medicago sativa* L. var. Gilboa. En la inducción de callos se determinó el efecto del tipo de explante con tres concentraciones (1, 3, 5 mg l⁻¹) de ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y un tratamiento control. Para la proliferación y regeneración de callo se evaluaron tres concentraciones de 2,4-D (2, 3 y 4 mg l⁻¹) con 6-BAP (2, 3 y 4 mg l⁻¹) y como control el medio de cultivo MS. Al inducir los callos en la especie probada los segmentos de folíolos inmaduros tomados a partir de hojas de plantas cultivadas *in vitro* mostraron los índices más elevados. Se pudo comprobar que la multiplicación de células indiferenciadas necesita de la presencia auxínica para un mejor crecimiento de la masa celular, los resultados superiores en la formación de callo (85%) se obtuvieron con la concentración media de 2,4-D (3 mg l⁻¹). La proliferación de callo fue eficiente, pero la formación de brotes sólo fue superior en el medio de cultivo donde se combinó 6-BAP (4 mg l⁻¹) y 2,4-D (2 mg l⁻¹).

Palabras clave: callos, explante, leguminosa forrajera, regeneración

Indirect organogenesis in *Medicago sativa* L. var. Gilboa

The alfalfa is considered one of the most important forage plants in livestock feeding all over the world. The introduction in Cuba began about 40 years ago, but difficulties of seed reproductions and varieties well adapted to our climate conditions have been the main factors to limit its exploitation. Plant biotechnology offers many techniques that can achieve new varieties with stress tolerance, and adapted to our climate conditions, but all of these have to begin creating the cognitive bases of tissue culture to permit the *in vitro* plant manipulation. This projection can be developed using an *in vitro* regeneration via

organogenesis protocol. The objective of this work was to obtain shoots formation from morphogenetic callus in *Medicago sativa* L. var. Gilboa. Different explants were studied for callus induction using three concentrations (1, 3, 5 mg l⁻¹) of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and a control treatment. Three concentration of 2,4-D (2, 3 y 4 mg l⁻¹) combined with 6-benzylaminopurine (2, 3 y 4 mg l⁻¹) and a MS medium as control treatment were evaluated to achieve proliferation and regeneration of callus. The highest percentage of callus induction was observed for immature leaf explants. Auxin presence was a necessary requirement for a better growth of cellular mass during callus multiplication. Highest percentage of callus formation (85%) was observed with 3 mg l⁻¹ 2,4-D. Callus proliferation was efficient, but shoot formation was only superior when 6-BAP (4 mg l⁻¹) and 2,4-D (2 mg l⁻¹) were combined into the culture medium.

Keywords: callus, explant, forage legume, regeneration

Micropagación comercial de plátanos y bananos (*Musa* spp.) por embriogénesis somática en la Biofábrica de Mayabeque

Dany Marrero López, Maricel Méndez Borges, Madelin Ramírez, Madian Rivera, Marilis Almentero, Anaily Benítez

Biofábrica, UEB Semillas Mayabeque, MINAGRI.

La micropropagación de plátanos y bananos se ha desarrollado en la Biofábrica de Mayabeque desde el año 1992 por el método de organogénesis directa, con tasas de multiplicación entre 2.3-2.8 y costos productivos de \$ 0.99 CUP por planta. A partir del año 2015 se introdujo la tecnología de obtención de plantas por embriogénesis somática desarrollada en el Instituto de Biotecnología de las Plantas. Esta tecnología ha permitido disminuir en un 40% los costos de producción directos al proceso productivo. Entre las ventajas que presenta están la disminución del volumen de medio de cultivo por cada fase del proceso, el aprovechamiento de la capacidad en cámara de crecimiento por m² ya que no se necesitan grandes cantidades de material vegetal en proceso para obtener iguales cantidad de plantas. Su implementación ha permitido la introducción de cultivares altamente demandada por los productores y de limitada propagación por organogénesis. Se ha logrado una mejor calidad morfológica en las plantas para su transferencia al área de adaptación y el incremento de la supervivencia. Estas bondades han permitido tener una alta productividad, con beneficios en el salario de los trabajadores, se ha logrado la estabilidad laboral del personal, aspecto negativo en años anteriores. Por esta tecnología se han introducido los cultivares FHIA-01, FHIA-04, FHIA-18 y FHIA-21 de excelentes rendimientos en condiciones de campo, y se han beneficiado 52 productores pertenecientes a las diferentes formas productivas de la agricultura.

Palabras clave: costo, FHIA, tecnología, producción

Efecto de las concentraciones de sales MS en la maduración y germinación de embriones somáticos de banano cv. 'Grande naine' (*Musa* AAA)

Daily Torres-Cabrera, Leyanes García-Águila, Alexis Rodríguez, Blanca Pérez, Miladys León, Zaida Pérez, Mayelin Rodríguez, Mariana La O, Deivis Mirabal

Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: daily@ibp.co.cu

La propagación de los plátanos y bananos por embriogénesis somática ofrece la posibilidad de formación y multiplicación ilimitada de embriones somáticos con capacidad de germinación y regeneración de plantas completas. Las sales minerales de Murashige y Skoog (MS) tienen una gran influencia porque intervienen en las funciones celulares y en el metabolismo de las plantas. Es por ello, que en este trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la concentración de sales minerales durante la maduración y germinación de embriones somáticos de banano cv. 'Grande naine'. Se estudiaron dos concentraciones de sales MS (50 y 100%) y a los 30 y 45 días de cultivo se evaluó el

aspecto morfológico de los embriones somáticos y se cuantificó el número de embriones germinados por frasco. Los resultados mostraron que se puede utilizar las sales MS a una concentración del 50% en la fase de maduración, ya que no se observaron diferencias con respecto al aspecto morfológico de los embriones en las dos concentraciones de sales MS analizadas. En esta fase los embriones mostraron un color blanco y otros con exposición de la plúmula. De igual forma los embriones cultivados en esta concentración presentaron el mayor número de embriones germinados con presencia de hojas abiertas, pseudotallo definido y raíces. Estos resultados brindan una información importante para el incremento de la eficiencia en el proceso de propagación de plantas a escala comercial.

Palabras clave: embriogénesis somática, morfológico, Musa

Repetitive Somatic Embryogenesis of Ackee (*Blighia sapida*): implications for a genetically stable regeneration system for Ackee

Seymour A. Webster^{1, 2}, Marcia Roye², Sylvia Mitchell²

¹College of Agriculture, Science and Education, Faculty of Agriculture; Passley Gardens P.O. Box 170, Port Antonio, Portland, Jamaica

²The University of the West Indies, The Biotechnology Centre, St Andrew Mona Campus, Jamaica.
e-mail: seymour.webster@case.edu.jm

Ackee (*Blighia sapida*) is the cornerstone of the agro-processing industry in Jamaica; with export earnings of more than J\$ 2.5 Billion, in 2016. Despite its potential as a stellar foreign exchange-earner, there are lingering doubts surrounding its GRAS-compliant status. The presence of Hypoglycin-A (HG-A)—a non-proteinogenic amino acid—is the single most important threat to its compliance with GRAS standards, which limits its potential to gain access into unconventional ethnic markets. Further, its use as an additive or bulking agent in other value chain or network is restricted, thereby restricting access to new and emerging markets in the food industry. We have developed a repetitive somatic embryogenesis system for ackee, as a first step, towards addressing these economic and food safety issues. The main objectives were to: 1. develop a repetitive somatic embryogenic system from primary somatic embryo propagules, and 2. assess the genetic stability of cotyledonary-stage somatic embryos. Repetitive somatic embryogenic cultures were established from primary somatic embryos generated from nodular callus. Explants cultured on BM supplemented with TDZ at 0.4 μ M, produced most nodular callus ($80 \pm 5.0\%$; $p=0.34$) at an average of 8.0 ± 1.90 . Proliferation and maturation of ackee somatic embryos were achieved on BM supplemented with 2.40 μ M TDZ and 1.8 μ M ABA. Repetitive somatic embryogenesis was established from first generation somatic embryos; which resulted in a 76.5% (26.5 ± 4.5 ; $p < 0.0001$) increase in the number of somatic embryos produced in the third somatic generation (SG3) compared with that of the first somatic generation (SG1). RAPD or ISSR analyses of cotyledonary-stage somatic embryos, suggest that a complete regeneration system, with the antecedents described herein, might be genetically stable.

Keywords: ackee, embryogenesis, Hypoglycin-A, TDZ

Embriogénesis somática repetitiva de ackee (*Blighia sapida*). Implicaciones para un sistema de regeneración genéticamente estable para el ackee

Ackee (*Blighia sapida*) es la piedra angular de la industria de procesamiento de productos agrícolas en Jamaica, con ingresos de exportación de más de J \$ 2.5 mil millones, en 2016. A pesar de su potencial como gran fuente de divisas, hay dudas persistentes en torno a su estado de GRAS-obediente. La presencia de Hipoglicina-A (HG-A) -un aminoácido no proteinogénico- es la amenaza más importante para el cumplimiento de los estándares GRAS. Lo que limita su potencial para obtener acceso a mercados étnicos no convencionales. Además, su uso como aditivo o agente de carga en otra cadena de valor o red está restringido, lo que restringe el acceso a los mercados nuevos y emergentes en la industria alimentaria. Se ha desarrollado un sistema de embriogénesis somática repetitiva para el ackee, como primer paso, para abordar estos problemas económicos y de seguridad alimentaria. Los

principales objetivos fueron: 1. Desarrollar un sistema embriogénico somático repetitivo a partir de propágulos de embriones somáticos primarios, y 2. Evaluar la estabilidad genética de los embriones somáticos en etapa cotiledonar. Se establecieron cultivos embriogénicos somáticos repetitivos a partir de embriones somáticos primarios generados a partir de callos nodulares. Los explantes cultivados en BM con TDZ a $0.4 \mu\text{M}$ produjeron la mayoría del callo nodular ($80 \pm 5.0\%$, $p = 0.34$) a un promedio de 8.0 ± 1.90 . La proliferación y la maduración de los embriones somáticos de Ackee se lograron en BM con $2.40 \mu\text{M}$ TDZ y $1.8 \mu\text{M}$ ABA. La embriogénesis somática repetitiva se estableció a partir de embriones somáticos de primera generación; que resultó en un aumento del 76.5% (26.5 ± 4.5 ; $p < 0.0001$) en el número de embriones somáticos producidos en la tercera generación somática (SG3) en comparación con la de la primera generación somática (SG1). Los análisis de RAPD o ISSR de embriones somáticos en fase cotiledonar sugieren que un sistema de regeneración completo, con los antígenos descritos en este documento, podría ser genéticamente estable.

Palabras clave: ackee, embryogenesis, Hypoglycin-A, TDZ

Diferenciación de embriones somáticos de *Swietenia mahagoni* (L) Jacq

Mariana La O, Raúl Collado, Yenny Padrón

Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP-54 830. e-mail: raulc@ibp.co.cu

Un incremento significativo en la población de plantas de caoba (*Swietenia* spp.) y la disponibilidad de híbridos con ganancia genética superiores a sus progenitores son propósitos difíciles de lograr utilizando el método tradicional de propagación, debido al extenso ciclo del cultivo y las barreras de hibridación sexual entre estas y otras especies de la misma familia. Por ello, en un futuro inmediato, constituye una prioridad de los programas de reforestación y mejoramiento genético de estas especies del género *Swietenia*, dar un salto tecnológico y poner a punto la técnica de propagación in vitro vía embriogénesis somática. Investigaciones relacionadas con la temática se han desarrollado en el Instituto de Biotecnología de las Plantas. Existen avances significativos en la formación de embriones somáticos en las especies *Swietenia macrophylla* King y *Swietenia mahagoni* (L) Jacq. Sin embargo, aún son necesarios esfuerzos adicionales para mejorar la diferenciación y germinación de los embriones somáticos de *Swietenia* spp. Por ello, este trabajo se enfocó en comparar dos medios de cultivos para la diferenciación de embriones somáticos de *S. mahagoni*. Como material vegetal inicial se empleó tejido embriogénico de seis meses de cultivo. Se colocaron 100 mg l^{-1} de masa fresca de tejido embriogénico por frasco de cultivo. Se utilizaron dos variantes de medio de cultivo. A los 30 días de cultivo se cuantificó el número de embriones somáticos en etapa cotiledonar. En la variante dos de medio de cultivo, el número de embriones somáticos en etapa cotiledonar incrementó como promedio en 86 unidades con respecto a la variante uno. El empleo de un medio de cultivo modificado mejoró la diferenciación de embriones somáticos de *S. mahagoni*.

Palabras clave: caoba, embriogénesis, propagación in vitro

Jueves / Thursday, 10 de mayo de 2018

Sesión I. Taller Mejoramiento genético e interacción planta-microorganismo / *Workshop Plant Breeding and plant microorganisms interaction*

Presentaciones orales / *Oral presentations*

Transformación genética de cloroplastos de tabaco con fines biotecnológicos

Yeosvany Cabrera, María T. Barceló, Onel Valdivia, Raúl Armas, Enrique Pérez, Lisbet Ulloa

Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Circunvalante Norte s/n. Olivos III. Sancti Spíritus. CP 60 200, Cuba. e-mail: yeosvany.cabrera@cigb.edu.cu

Las plantas han sido propuestas como un sistema económico y de fácil escalado para la producción de proteínas recombinantes. La transformación de cloroplastos ha sido desarrollada como alternativa a la expresión nuclear y constituye una nueva herramienta con varias ventajas sobre las plantas transgénicas convencionales, principalmente por los altos niveles de expresión del transgen. El bombardeo de partículas es el método más ampliamente usado en la transformación de plastidios. Partículas de oro son recubiertas con el vector de ADN y disparadas hacia los cloroplastos de la hoja de tabaco. La recombinación homóloga media la integración del transgen. Luego de la transformación, las plantas transplastómicas son regeneradas por organogénesis directa. Para alcanzar la homoplasma las plantas transformadas necesitan dos o tres rondas de selección. Exploramos la posibilidad que brinda esta tecnología para producir plantas que expresen biofarmacéuticos con altos niveles de expresión. El anticuerpo contra el antígeno principal del virus HB ha sido exitosamente sintetizado en plantas transgénicas nucleares. Insertamos los genes de las cadenas del anticuerpo en el ADN plastidial, pero la expresión fue indetectable, aun cuando los niveles del ARNm fueron superiores a la inserción en el núcleo. Como alternativa, trabajamos con su fragmento de anticuerpo simple cadena fusionado a los primeros residuos de la proteína LpdA de Neisseria y los niveles de expresión de esta proteína quimérica en el plastidio alcanzaron el 2% de las PTS. Además intentamos la expresión del gen estreptoquinasa en cloroplastos de tabaco y obtuvimos plantas transplastómicas que expresaban este trombolítico activo a niveles superiores al 30%. La proteína recombinante fue purificada por cromatografía de intercambio iónico usando Q-sefarsa con más de un 85 % de pureza y un rendimiento de 0.5 g de estreptoquinasa por kilogramo de hoja. La identificación de regiones para integrar los transgenes y las secuencias reguladoras endógenas es esencial para construir un vector para cloroplastos. Nosotros construimos un vector de transformación para dirigir los genes a continuación del sitio de unión al ribosoma del gen plastidial de la rubisco y su regulación natural fue usada para el control de los genes foráneos.

Palabras clave: transformación de cloroplasto, plastidio, farmacéuticos en plantas

Genetic transformation of tobacco chloroplast for biotechnological purposes

Plants have been proposed as cost effective and easily scalable production system for the production of recombinant proteins. As an alternative to nuclear expression, the chloroplast transformation has been developed as new tool with several advantages over conventional transgenic plants, mainly for the high levels of transgene expression. Particle bombardment is the most widely used method for transforming plastids. Gold particle are coated with vector DNA and shot into chloroplasts of tobacco leaf. Homologous recombination mediates transgene integration. After transformation, transplastomic plants are regenerated by direct organogenesis. Two or three rounds of selection are needed before the transformed plants having reached homoplasmy. In order to increase the expression levels we explored the feasibility of this technology to produce tobacco plants expressing biopharmaceuticals. Antibody targeted to major surface antigen of HB virus has been successfully synthesized in nuclear transgenic tobacco plants. We inserted antibody chain genes into tobacco plastid DNA but the antibody expression was undetectable even when mRNA levels were higher than nuclear transformed. As alternative, we

worked with its single chain antibody fragment translational fused to the first residues of LpdA protein of *Neisseria* and the expression levels of this chimerical protein in plastid reached up to 2% of TSP. Also we attempted expression of the thrombolytic streptokinase gene in tobacco chloroplast. We obtained transplastomic plants expressing active streptokinase at levels higher than 30%. The recombinant protein was purified by ionic exchange chromatography using Q-sepharose with up to 85% of purity and the yield was 0.5g of streptokinase per kilogram of leaf. Identification of regions to integrate transgenes and endogenous regulatory sequences is essential to construct a chloroplast vectors. We constructed a plastid transformation vector to target genes after the ribosome-binding site of the plastidial rubisco gene and the native regulation was used to control the foreign genes.

Keywords: chloroplast transformation, plastid, plant-made pharmaceuticals

Generación de variabilidad en cultivo *in vitro* de *Stevia rebaudiana* (Bertoni)

Héctor Nakayama, Carlos Mussi, Rubén Duré

Universidad Nacional de Asunción – Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT-DGICT-UNA). Campus universitario, San Lorenzo, Paraguay. e-mail: cemit@rec.una.py
hnakayama@rec.una.py

Stevia rebaudiana Bertoni (Bertoni) es una especie nativa del Paraguay donde es conocida por el nombre Ka'a he'ë (hierba dulce). Esta especie, una de las dos únicas de este género que producen glicósidos de esteviol, con capacidad endulzante 300 veces mayor a la sacarosa, fue utilizada como edulcorante por el pueblo guaraní, mucho antes de la colonización de las Américas. Actualmente la *Stevia* está siendo estudiada ampliamente en todo el mundo para lograr una producción eficiente y adecuada. Los pasos necesarios para ello son el buen conocimiento en cuanto al desarrollo de una semilla, plántula y sistema de producción, incluyendo información sobre insumos optimizados para el cultivo, control de malezas y enfermedades, métodos de manejo y cosecha y un programa de mejoramiento direccionado principalmente en la optimización del contenido de glicósidos y características sensoriales. Las técnicas de mutación en combinación con métodos de cultivo de tejidos han demostrado ser un método invaluable para producir variación deseada y multiplicar rápidamente los mutantes seleccionados y el material parental en un estado libre de enfermedad. Los mutágenos químicos son herramientas importantes para el mejoramiento por inducción, entre ellos, ázida sódica crea una mutación puntual en el genoma de las plantas. El trabajo consistió en la evaluación de la dosimetría sometiendo a segmentos nodales de *Stevia rebaudiana* a dosis crecientes de ázida sódica. Fueron utilizadas plantas mantenidas en cultivo *in vitro*, los cuales fueron expuestas al agente químico contenido en el medio de cultivo por 4 días. Fueron evaluadas la supervivencia, altura promedio y se determinó la GR₄₀. La dosis sugerida para inducir variabilidad genética con ázida sódica es de 200µM con exposición por 4 días en medio Murashige y Skoog.

Palabras clave: *in vitro*, mutagénesis, *Stevia rebaudiana*, variabilidad

Estrategias biotecnológicas para el mejoramiento genético de *Musa* spp. a la Marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*)

Idalmis Bermúdez-Carabaloso, María I. Oloriz, Mayrenis Concepción-Hernández, Milady Mendoza-Rodríguez, Mileidy Cruz-Martín, Mayelin Rodríguez, Maritza Reyes, Mayra Acosta-Suárez, Bárbara Ocaña, Marilín Hernández, Leonardo Rivero

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: idalmis@ibp.co.cu

La Marchitez por *Fusarium* causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) es una de las enfermedades más destructivas que ataca a las musáceas a nivel mundial. Con la aparición de la raza tropical de Foc (TR4) los estándares para la exportación en los cultivos del subgrupo Cavendish se han visto seriamente afectados. En el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP), se han

empleado diferentes estrategias biotecnológicas para el mejoramiento genético a esta enfermedad. La combinación de agentes mutagénicos físicos (rayos Gamma fuente ^{60}Co) sobre yemas adventicias y suspensiones celulares embriogénicas ha permitido la inducción y selección de mutantes con niveles de resistencia al patógeno en varios cultivares de banano y plátanos como 'Grande naine' (AAA), 'Gros Michel' (AAA) y 'Burro Cernusa' (ABB), los cuales se encuentran en proceso de evaluación a nivel de casa de cultivo y campo frente a Foc (RT4). Por otro lado, se desarrolló un protocolo para la transformación genética de suspensiones celulares de banano cv. 'Grande naine' con genes de resistencia al patógeno, lo cual permitió la obtención de 68 líneas positivas posibles transformadas que portan el gen de la proteína inhibidora de poligalacturonasa 2 de *Phaseolus vulgaris* L. En cuanto al manejo de la enfermedad a nivel de casa de cultivo se han empleado inductores de resistencia como el ácido giberélico y ácido el jasmónico en la respuesta de plantas de banano. Con ello se logró la reducción de los índices de infección en hojas y en raíces en plantas de dos meses de cultivo en 'Manzano' (AAB) y 'Gros Michel' (AAA). Finalmente se han realizado pruebas de antagonismo in vitro de cepas de microorganismos como *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* spp. con propiedades antifúngicas frente a Foc, lo cual ha conducido a la selección de cuatro cepas (CCIBP-Trich-11, CCIBP-Trich-15, CCIBP-A5, CCIBP-F1). La combinación de todas las estrategias permitirá un mejor manejo de la enfermedad en condiciones de producción de bananos y plátanos.

Palabras clave: cultivo de tejidos, inductores de resistencia, microorganismos, radiaciones gamma, transgénesis

Regeneración *in vitro* y transformación genética de *Phaseolus vulgaris* L.

Raúl Collado López¹, Lourdes García Rodríguez¹, Idalmis Bermúdez Caraballos¹, Novisel Veitía Rodríguez¹, Dámaris Torres Rodríguez¹, Carlos Romero Quintana¹, Amanda Martirena Ramírez¹, Geert Angenon², Bárbara Ocaña¹, Luis Emelio Rojas¹, Leonardo Rivero Quintana¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní. km 5.5. Santa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: raulc@ibp.co.cu

²Laboratory of Plant Genetics, Vrije Universiteit Brussel (VUB), Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium

Disponer de un protocolo de transformación genética vía *Agrobacterium tumefaciens* eficiente, reproducible, genotipo independiente y rutinario para obtener plantas transgénicas de *Phaseolus vulgaris* L., es un propósito de los programas de mejoramiento genético. Para contribuir a este propósito, el objetivo de este trabajo fue establecer diferentes sistemas de regeneración en *P. vulgaris*, y su aplicación para el desarrollo de un método de transformación genética vía *Agrobacterium tumefaciens*. Se estableció un procedimiento reproducible para la regeneración vía organogénesis directa de *P. vulgaris* cultivares: CIAP7247F, BAT93, BAT304, BAT482 e ICA Pijao, utilizando secciones de tallo como explante. El pre-cultivo de los explantes en medio de cultivo líquido con TDZ, no descrito para esta especie en la literatura científica consultada, fue un paso determinante para la inducción de yemas múltiples. La optimización de varios parámetros que intervienen en la transferencia de ADN en combinación con la organogénesis directa, permitió regenerar plantas de *P. vulgaris* a partir de tejido transformado con *A. tumefaciens*. Para esta especie por vez primera se obtuvieron a nivel mundial embriones somáticos que alcanzaron la etapa cotiledonal. Se estableció un protocolo para la regeneración in vitro vía organogénesis indirecta en los cultivares comerciales CIAP7747F, BAT93, BAT304, BAT482 e ICA Pijao. Sobre la base de la regeneración vía organogénesis indirecta, se llevó a cabo la transformación mediada por *A. tumefaciens* en frijol común. El uso de callos nodulares verdes, que no se habían utilizado antes como explante para la transformación de frijol, jugó un papel importante para obtener plantas transgénicas. Este sistema permitió obtener plantas transgénicas que transmitieron a sus progenies los transgenes con proporción Mendeliana (3:1), lo que demostró su valor para la transformación genética de frijol. Estos resultados permitieron disponer de un protocolo de transformación genética vía *A. tumefaciens* que puede ser empleado para la obtención de cultivares de frijol mejorados.

Palabras clave: *Agrobacterium tumefaciens*, callos, embriones somáticos, frijol, plantas transgénicas

Evaluación de mutantes de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de altas temperaturas

María Caridad González Cepero, Novisel Veitía Rodríguez, Rodolfo Guillama Alonso, Yaritza Rodríguez Llanes, Humberto Izquierdo Oviedo, Dayné Horta Fernández

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Carretera a Tapaste km 3½, Gp. # 1, San José de las Lajas, CP 32700, Mayabeque. e-mail: mcaridad09@yahoo.es

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), representa el 50% de la leguminosa consumida en el mundo y es de las más importante en nuestro país, sin embargo, diferentes factores abióticos tales como las altas temperaturas afectan su producción, por lo que se ha hecho necesario obtener nuevas variedades tolerantes a estas condiciones. La inducción de mutaciones ha demostrado ser una poderosa herramienta para generar variaciones no existentes en el germoplasma disponible por lo que se desarrolló un programa de mejoramiento genético dirigido a la obtención de nuevas variedades de frijol con buen comportamiento agronómico para las altas temperaturas. Se partió del cultivar 'BAT-93', resistente a la antracnosis, a la mancha angular de la hoja y a la bacteriosis, pero susceptible a las altas temperaturas y se irradiaron semillas con rayos gamma de ^{60}Co , las cuales fueron cultivadas in vitro e in vivo. Las líneas M3 obtenidas en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) las cuales mostraron una amplia variabilidad genética tanto en el color, forma de los granos se evaluaron en condiciones de campo en siembras de verano (Junio) . Se seleccionaron un grupo de líneas que superan al control 'BAT-93' en el número de vainas por planta, número de granos por planta y el rendimiento en condiciones de altas temperaturas. Estos resultados ponen de manifiesto la factibilidad de empleo de la inducción de mutaciones en la mejora genética del frijol para condiciones de altas temperaturas.

Palabras clave: altas temperaturas, cultivo in vitro, frijol común, mutagénesis, selección

Respuesta morfoagronómica de nuevos cultivares de sorgo guinea (*Sorghum bicolor* (L.) Moench subsp. *bicolor* raza guinea) en dos épocas de siembra

Víctor Daniel Gil Díaz¹, Lesly Díaz Suárez¹ y Lenay Martín Cruz²

¹Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas (UCLV). Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. e-mail: victorgil@uclv.edu.cu

²Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas (UCLV). Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba.

El sorgo es el quinto cereal de mayor importancia en el mundo, en Cuba es muy demandado para la formulación de concentrados con sus granos para la alimentación de cerdos y aves, así como para usarlo como forraje en el ganado vacuno. Los cultivares MC10-002, MC10-010 y MC10-014 de sorgo guinea (*Sorghum bicolor* (L.) Moench subsp. *bicolor* raza guinea) fueron obtenidos en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas (UCLV), en Santa Clara, Cuba. El objetivo de la investigación fue determinar la respuesta morfoagronómica de estos cultivares en siembras en junio y diciembre, las que se efectuaron en el año 2016, sobre Suelo Pardo Mullido carbonatado. En ambos momentos, se determinó el ciclo biológico, se realizó la caracterización morfológica, y se estimó el rendimiento y el índice de cosecha. Se encontró que la duración de los ciclos biológicos en la siembra de junio fue superior en 14 días respecto a la de diciembre, donde la principal diferencia se presentó en la duración de la fase vegetativa. Los caracteres cualitativos analizados no presentaron diferencias relevantes entre las épocas de siembra; en cambio, los caracteres morfológicos cuantitativos examinados, entre otros, longitud de las plantas, rendimiento en granos y biomasa, alcanzaron valores significativamente superiores en la siembra de junio. Sin embargo, el índice de

cosecha de granos fue superior en la siembra en diciembre. Las respuestas morfoagronómicas encontradas se corresponden con la sensibilidad al fotoperiodo de días cortos que presenta la raza guinea. En todos los caracteres analizados, el cultivar MC10-010 presentó la menor variación entre épocas de siembra, considerándolo así el más estable.

Palabras clave: ciclo biológico, índice de cosecha, rendimiento, respuesta morfoagronómica, sorgo

Morphoagronomic response of new guinea sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* (L.) Moench subsp. *bicolor* race *guinea*) in two sowing seasons

Sorghum is the fifth most important cereal in the world, in Cuba it's very demanded for the formulation of concentrates with its grains for the feeding of pigs and birds, as well as for use as forage in cattle. The cultivars MC10-002, MC10-010 and MC10-014 of guinea sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench subsp. *bicolor* race guinea) were obtained in the Center for Agricultural Research (CIAP) of the Central University Marta Abreu of Las Villas (UCLV), in Santa Clara, Cuba. The objective of the research was to determine the morphoagronomic response of these cultivars in the sowings in June and December, which were carried out in 2016, on soil brown fluffy carbonated. In both moments, the biological cycle was determined, the morphological characterization was carried out, and the yield and the harvest index were estimated. It was found that the duration of the biological cycles in the sowing in June was 14 days higher than in December, where the main difference was in the duration of the vegetative phase. The qualitative characteristics analyzed did not show relevant differences between the sowing seasons; on the other hand, the quantitative morphological characters examined, among others, length of the plants, yield in grains and biomass, reached values significantly higher in the sowing in June. However, the grain harvest index was higher in the sowing in December. The morphoagronomic responses found correspond to the short-day photoperiod sensitivity of the guinea race. In all the characters analyzed, the cultivar MC10-010 showed the smallest variation between sowing times, considering it to be the most stable.

Keywords: biological cycle, harvest index, morphoagronomic response, sorghum, yield

Identificación molecular de aislados de *Macrophomina phaseolina* (TASSI) Goid. provenientes de distintas zonas geográficas de Paraguay

Mongelós-Franco Y, Samdio-Oggero A, Romero-Rodríguez MC

Laboratorio de Biotecnología, Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas, Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Nacional de Asunción CEMIT-DGICT-UNA. Mcal. Estigarribia km 10 ½, San Lorenzo, Paraguay. www.una.py/dgict e-mail: yeruti91@gmail.com

Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. es el agente causal de la pudrición carbonosa de la raíz y el tallo, una enfermedad que afecta a numerosas especies vegetales de importancia económica alrededor del mundo. El fitopatógeno presenta un amplio rango de hospederos y una gran variabilidad genética que le permite adaptarse a las más diversas condiciones. El objetivo del presente estudio fue identificar molecularmente 14 aislados de *M. phaseolina* provenientes de distintos puntos geográficos del país, para posteriores estudios de diversidad genética en la población. Los aislados fueron obtenidos de plantas infectadas de soja (*Glycine max*) y sésamo (*Sesamum indicum*). Los mismos fueron cultivados en medio PDB líquido, y el micelio obtenido fue utilizado para la extracción de DNA por el método CTAB. La identificación molecular se realizó mediante PCR con los cebadores MpKF1 y MpKR1, específicos para *M. phaseolina*, que amplifican una región conservada del 5.8S rRNA, y generan un producto de 335 bp aproximadamente. Los productos amplificados fueron analizados por electroforesis en geles de agarosa al 2%. La totalidad de los aislados estudiados dieron resultado positivo para *M. phaseolina*, dando productos de amplificación del tamaño esperado. Los aislados así identificados serán utilizados para futuros estudios de diversidad genética en poblaciones de *M. phaseolina* provenientes de distintos hospederos y puntos geográficos de Paraguay.

Palabras clave: *Macrophomina phaseolina*, identificación molecular, 5.8S rRNA.

Molecular identification of *Macrophomina phaseolina* (TASSI) GOID. isolates from Paraguay

Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. is the causal agent of the charcoal root, a disease that affects many plant species of economic importance around the world. The phytopathogen has a wide host range and a great genetic variability that allows it to adapt to the most diverse conditions. The objective of the present study was the molecular identification of 14 isolates of *M. phaseolina* from different geographical areas, for later studies of genetic diversity in the population. The isolates were obtained from infected plants of soybean (*Glycine max*) and sesame (*Sesamum indicum*). They were cultivated in liquid PDB medium, and the obtained mycelium was used for the extraction of DNA by the CTAB method. The molecular identification is detected by PCR with the primers MpKF1 and MpKR1, specific for *M. phaseolina*, these amplify a conserved region of the 5.8S rRNA, and generate a product of approximately 335 bp. All of the isolates studied were positive for *M. phaseolina*, giving amplification products of the expected size. The isolates thus identified will be used for future studies of genetic diversity in populations of *M. phaseolina* from different hosts and geographic areas of Paraguay.

Keywords: *Macrophomina phaseolina*, molecular identification, 5.8S rRNA.

Protección del banano a la Marchitez por *Fusarium* mediante fitohormonas

María Ileana Oloriz, Bárbara Ocaña, Naylin Machado, Marilin Hernández, Mayra Acosta-Suárez

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní, km 5.5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54830

El banano (*Musa* spp.) es un cultivo de gran importancia por ser alimentos básico y fuente de ingresos para países en vías de desarrollo. La Marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Snyder y Hansen) es una de las enfermedades más destructivas para el cultivo en la actualidad. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los ácidos jasmónico y giberélico en la respuesta de *Musa* spp. a la Marchitez por *Fusarium* en casa de cultivo. Se inocularon plantas de 90 días en fase de aclimatación de los cultivares 'Manzano' (AAB) y 'Gros Michel' (AAA), con una suspensión de estructuras reproductivas del hongo *F. oxysporum* raza 1. A las 24 h, se les asperjó la solución de hormona utilizada en cada tratamiento: ácido jasmónico, ácido giberélico y el control (agua). Se realizaron evaluaciones de los síntomas de la enfermedad semanalmente hasta los 78 días posteriores a la inoculación. También, se determinó la actividad de las enzimas fenilalanina amonio liasa, polifenol oxidasa y peroxidasa a las 3, 27 y 51 h posteriores a la inoculación (hpi). Una de las hormonas redujo la incidencia de la enfermedad, el estado de los síntomas y el índice de infección en hojas y rizoma en los cultivares 'Manzano' y 'Gros Michel' con respecto al control (plantas inoculadas). Además, ambas hormonas mejoraron el número de hojas totales y el número de hojas verdes. Se encontraron variaciones en la actividad enzimática específica en los tratamientos de hormonas a plantas inoculadas. Los resultados de este estudio sientan las bases para continuar profundizando en el conocimiento de la interacción *Musa* – *F. oxysporum* y en la búsqueda de alternativas para el manejo del banano encaminado al control de la enfermedad.

Palabras clave: *Fusarium oxysporum*, *Musa* spp., resistencia inducida

Banana protection to *Fusarium* wilt by phytohormone

Bananas (*Musa* spp.) is an important crop because is basic food and a source of income for developing countries. *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense Snyder and Hansen) is one of the most destructive banana diseases of modern times. The objective of this study was to determine the effect of jasmonic and gibberellic acids on the response of banana to *Fusarium* wilt at the greenhouse. Three

months old plants of 'Manzano' (AAB) and 'Gros Michel' (AAA) cultivars were inoculated with a suspension of reproductive structures of the fungus *F. oxysporum* race 1. At 24 h, the hormone solution used in each treatment was sprayed: jasmonic acid, gibberellic acid and the control (water). Subsequently, weekly disease symptom assessments were performed up to 78 days post inoculation. In addition, the activity of the phenylalanine ammonia lyase, polyphenol oxidase and peroxidase enzymes at 3, 27 and 51 h post inoculation (hpi) was determined. One of the hormones reduced the incidence of the disease, the state of symptoms and infection index in leaves and rhizome in 'Manzano' and 'Gros Michel' cultivars with respect to the control. In addition, both hormones improved the number of total leaves and the number of green leaves. Variations in the specific enzymatic activity were found in the hormones treatments of inoculated plants. The results of this study are the bases to continue deepening the knowledge of the *Musa* - *F. oxysporum* interaction and in the search of alternatives for plant management to disease control.

Keywords: *Fusarium oxysporum*, induced resistance, *Musa* spp.

Efecto de derivados sintéticos de diosgenina en la formación de biopelículas de bacterias con potencial uso agrícola

Leonardo Martín, Néstor Mora, Rolando Morán, Laritza Dominguez, Marcia Rojas, Daymara Sánchez, Arletys Verdecia, Eleanys Borges Hernández, Yamilet Coll

CEPN (Centro de Estudio de Productos Naturales), Facultad de Química, Universidad de La Habana. Zapata s/n entre G y Carlitos Aguirre. CP 10400. e-mail: lmrios@estudiantes.fbio.uh.cu

El estudio de las relaciones planta-microorganismo revela continuamente importantes herramientas para el desarrollo de una agricultura sostenible, encaminada a explotar los mecanismos naturales para incrementar el rendimiento vegetal. El campo de estudio de las biopelículas bacterianas muestra una amplia gama de posibles investigaciones relacionadas con el fin agrícola, entre las que se encuentra la búsqueda de compuestos estimuladores o inhibidores de la formación de estas microestructuras biológicas. Teniendo en cuenta la actividad biológica de la diosgenina (sapogenina encontrada libre o en forma de heterósidos glucosídicos en la naturaleza), se evaluó el efecto de varios derivados sintéticos obtenidos en el Centro de Estudio de Productos Naturales (CEPN) sobre la formación de biopelículas de diferentes cepas bacterianas de interés agrícola. Los datos obtenidos fueron procesados por el programa GraphPad encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos, existiendo una relación dosis/compuesto específicas para cada cepa estudiada. Estos resultados constituyen evidencias preliminares para realizar estudios posteriores que permitan utilizar este tipo de compuestos esteroidales para aumentar la eficiencia de estos microorganismos en su interacción con las plantas hospederas.

Palabras clave: bacterias, biopelículas, esteroides

Effect of diosgenin-derived synthetic compounds on biofilm formation in bacteria with potential agricultural use

The study of plant-microorganism relationships continuously reveals important tools for the development of sustainable agriculture, aimed to the exploitation of natural mechanisms to increase plant yield. The field of study of bacterial biofilms shows a wide range of potential research related to agriculture, among which is the search for compounds able to stimulate or inhibit the formation of these biological microstructures. Taking into account the biological activity of diosgenin (free sapogenin or as glycosidic glycosides in nature), we evaluated the effect of several synthetic derivatives obtained at the Center for the Study of Natural Products (CEPN) on the formation of biofilms of different bacterial strains of agricultural interest. The data obtained were processed by the GraphPad program and there were significant differences between the treatments, with a specific dose / compound ratio for each strain studied. These results constitute preliminary evidences to carry out further studies focused to the use of

this type of steroidal compounds to increase the efficiency of these microorganisms in their interaction with host plants.

Keywords: bacteria, biofilms, steroids.

Sesión de póster / Poster session

Inducción de variabilidad en *Pennisetum purpureum* Schum. mediante Azida sódica

Carlos Mussi Cataldi, Héctor David Nakayama

Universidad Nacional de Asunción, Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica, Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas, Paraguay. e-mail: cemit@rec.una.py
e-mail: hnakayama@rec.una.py

Pennisetum purpureum Schum. es una especie perenne de la familia de las poaceas. En el Paraguay, este pasto es utilizado por productores ganaderos para la alimentación de su ato debido a que esta especie posee un alto contenido proteico, buena palatabilidad y digestibilidad, además, presenta altos rendimientos por superficie cultivada. Las propiedades organolépticas que caracterizan a esta especie sufren variaciones al momento en que las plantas entran al estadio de floración, viéndose estas disminuidas, por lo que es necesario implementar herramientas de mejoramiento genético que prolonguen el ciclo del cultivo, atrasando el momento de la floración. También, para generar genotipos con mejores cualidades nutricionales. La inducción de mutaciones ha probado ser una vía de mejoramiento efectiva para la generación de variabilidad en la fenología de especies de interés agropecuario. El objetivo de la investigación fue evaluar la generación de variabilidad en el crecimiento de plantas de *P. purpureum* inducidas a mutación mediante Azida sódica. El experimento consistió en la exposición de segmentos nodales a distintas concentraciones del agente mutagénico, siendo estas 0.15, 0.30, 0.45, 0.60, 0.75 y 0.90 mM (milimolar), estas soluciones fueron, estabilizadas mediante un buffer fosfato a pH 3. Cada tratamiento constó de 16 repeticiones. Teniendo como control a segmentos sin tratamiento con el agente y con los cuales se realizó el contraste al momento de la evaluación. El tiempo de exposición a las distintas soluciones fue de 6 horas. Los segmentos fueron dispuestos en sustrato preparado para su crecimiento y evaluación a los treinta días luego del trasplante. Mediante un análisis de varianza de datos y comparación de medias se constató que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Se concluye que el tratamiento de segmentos de *P. purpureum* con Azida sódica en las concentraciones en cuestión, no resulta efectivo para la generación de variabilidad en la especie.

Palabras clave: inducción, variabilidad, *P. purpureum*, Azida sódica

Potenciación de la producción de cardenólidos en plantas transgénicas de *Digitalis purpurea* L. que expresan el gen *vep1*

Elizabeth Kairúz Hernández-Díaz^{1,2}, Naivy Pérez-Alonso², Alina Capote², Anabel Pérez², Adrian Espinosa Antón¹, Elio Jiménez², Geert Angenon³, Borys Chong-Pérez²

¹ Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830
e-mail: kairuzhd@uclv.edu.cu

² Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

³ Laboratory of Plant Genetics, Institute for Molecular Biology and Biotechnology, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium

La ingeniería metabólica es una prometedora herramienta biotecnológica a emplear para potenciar la biosíntesis de cardenólidos in vitro en *Digitalis purpurea* L. Con este objetivo se han desarrollado esquemas de selección con antibióticos y protocolos de transformación vía *Agrobacterium tumefaciens*. En este trabajo se expresó el gen *vep1* de *Arabidopsis thaliana* L. en plantas de *D. purpurea*. Se empleó eficientemente la higromicina B como agente selectivo durante el proceso de inducción y multiplicación de callos. La inserción de los transgenes *hpt* y *vep1* en el genoma de la planta transformada fue confirmada por PCR. Además, se determinó la actividad transcripcional del gen *vep1* mediante amplificación en cadena de la polimerasa cuantitativa del reverso transcripto. El contenido de cardenólidos de las líneas transgénicas fue cuantificado por HPLC y comparado con plantas germinadas in vitro. Las líneas transgénicas produjeron concentraciones de digitoxina entre 500 y 755 µg/gMS. La transformación genética permitió potenciar la producción de cardenólidos con mayor eficiencia que otras estrategias biotecnológicas empleadas con este objetivo. La producción uniforme de biomasa y cardenólidos in vitro, permitirá obtener medicamentos imprescindibles como la digoxina, en países donde existen limitaciones para su cultivo.

Palabras clave: *Agrobacterium tumefaciens*, digitoxina, *hpt*, Progesterona-5β-reductasa, transformación genética

Enhancing cardenolides production by *vep1* gene expression in transgenic *Digitalis purpurea* L.

Metabolic engineering of *Digitalis purpurea* L. has risen as a powerful biotechnological tool to enhance in vitro cardenolides biosynthesis. On this goal antibiotic selection systems and *Agrobacterium tumefaciens* mediated transformations have been developed. In this work *Arabidopsis thaliana* L. *vep1* gene was expressed in cardenolides-producing *D. purpurea* plants. Hygromycin B was efficiently used as selectable marker in calli induction and multiplication media. PCR analysis confirmed *hpt* and *vep1* genes on genomic DNA of transformed plants. Also, *vep1* transcriptional activity were measured by reverse transcription-quantitative PCR. Cardenolides content in transgenic lines was quantified by HPLC and compared with non-transgenic germinated plant. Transgenic lines produced digitoxin concentrations between 500 and 755 µg/gDW. Genetic transformation allowed to enhance cardenolides production with higher efficiency than other biotechnology strategies. Biomass and uniform cardenolides production in vitro will contribute to obtain widely use drugs, as digoxin, in countries where *D. purpurea* is not cultivated.

Keywords: *Agrobacterium tumefaciens*, digitoxine, genetic transformation, *hpt*, Progesterone-5β-reductase

Field-grown transgenic pineapple clone evaluation for the third vegetative generation

Lourdes Yabor¹, Bárbara Valle¹, Daviel Gómez, José Carlos Lorenzo¹

¹Laboratory for Plant Breeding, Bioplant Center, University of Ciego de Avila, Ciego de Ávila, 69450, Cuba. e-mail: lyabor@bioplantascu

²Leibniz University Hannover, Institute of Botany, Herrenhaeuser Str. 2, D-30419 Hannover, Germany. e-mail: Jutta.Papenbrock@botanik.uni-hannover.de

³Thünen Insititut of Biodiversity, Federal Research Institut for Rural Areas, Forestry and Fisheries, Braunschweig, Germany. e-mail: christoph.tebbe@ti.bund.de

Genetic modifications of pineapple provide the potential to increase fungal resistance without the use of pesticides. Previously, we developed a procedure for pineapple callus transformation, introducing the antifungal chitinase and AP24 genes, and the herbicide-tolerance conferring bar gene as a selectable marker. The three recombinant genes were under the control of the constitutively expressing promoters OCS-35S CaMV-rice actin I, 35S CaMV, and maize Ubi1, respectively. The objective of this study was to analyze whether these genetic modifications caused unintentional side effects on growth-related properties under field conditions. We analyzed the third vegetative generation of a transgenic pineapple

clone, approximately 7 years after the genetic modification occurred. Plant height and diameter, chlorophyll and phenolic contents, fruit mass and D leaf (middle-age) mass, water content, succulence, sap pH, transpiration, CO₂ assimilation, and water use efficiency were recorded and compared to a micro-propagated cultivar. A macro-propagated variant was also cultivated at the field site in order to distinguish unintended effects of the propagation method from that of the genetic modification. While all parameters analyzed in this study were highly similar to each other for the three cultivars, statistically analyses revealed significant deviations of the genetically modified variant for the succulence index being higher at in the morning and evening, carbon dioxide assimilation being lower at noon and, at night, the water use efficiency was lower. The minor deviations were all within the range which can be expected between common cultivars grown together.

Keywords: *Ananas comosus* (L.) Merr, Plant transformation, Field performance

Efectos bioquímicos del manitol y la azida sódica mutagénica en las primeras etapas de la germinación de maíz

Lázaro Hernández¹, Daviel Gómez¹, Bárbara Valle¹, Gerrit T. S. Beemster², Christoph C. Tebbe³, Jutta Papenbrock⁴, Richard Trethowan⁵, Lourdes Yabor¹, José Carlos Lorenzo¹

¹Laboratory for Plant Breeding, Centro de Bioplasmas, Universidad de Ciego de Ávila, Ciego de Ávila CP 69450, Cuba. e-mail: lazaro@bioplasmas.cu. URL: www.bioplasmas.cu.

²Laboratory for Integrated Plant Physiology Research (IMPRES), University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium. e-mail: gerrit.beemster@uantwerp.be

³Thünen Institute of Biodiversity, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, Braunschweig, Germany. e-mail: christoph.tebbe@thuenen.de

⁴Leibniz University Hannover, Institute of Botany, Herrenhaeuser Str. 2, D-30419 Hannover, Germany. e-mail: Jutta.Papenbrock@botanik.uni-hannover.de

⁵The University of Sydney, Plant Breeding Institute, Faculty of Agriculture and Environment, Australia. e-mail: richard.trethowan@sydney.edu.au

Los mutágenos químicos han atraído el interés de los fitomejoradores durante muchas décadas. El maíz es el segundo cultivo agrícola más importante del mundo. Es bien sabido que la azida sódica induce aberraciones cromosómicas, crea una mutación puntual en el genoma y afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas, altera la actividad metabólica, inhibe la replicación de proteínas y ADN. Por otro lado, el manitol se ha utilizado para simular tensiones por sequía en el cultivo de tejidos. La investigación mostró los resultados de la germinación de las semillas de maíz durante 7 días (cv. Tuzón) bajo el efecto de concentraciones de manitol y azida sódica en condiciones controladas. Se determinaron los niveles de clorofila, carotenoides, compuestos fenólicos y aldehídos. El objetivo de este trabajo fue encontrar marcadores bioquímicos no reportados anteriormente bajo concentraciones de manitol y tensiones de azida sódica para estrés por sequía, que podrían ser utilizados para la identificación rápida de maíz tolerante al estrés putativo. La combinación de manitol y NaN₃ afectó significativamente el crecimiento de las plántulas. Con respecto a las modificaciones bioquímicas causadas por la combinación de manitol y NaN₃ en las raíces, se observaron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de carotenoides. En los tallos, se registró un aumento significativo de compuestos fenólicos solubles. También es importante tener en cuenta el notable efecto negativo de NaN₃ sobre los niveles de clorofila b. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en las raíces (niveles de fenólicos solubles y ligados a la pared celular); en cotiledones (compuestos fenólicos solubles y unidos a la pared celular y malondialdehído); en tallos (clorofila a, carotenoides, malondialdehído, otros aldehídos); y en hojas (clorofila a y b, compuestos fenólicos solubles, malondialdehído y otros aldehídos).

Palabras clave: marcadores bioquímicos, maíz, azida sódica, manitol

Biochemical effects of mannitol and mutagen sodium azide on early stage of maize germination

Chemical mutagens have attracted the interest of plant breeders for many decades. Maize is the second most important agricultural crop worldwide. It is well known that sodium azide induces chromosomal aberrations only at a very low rate compared to other mutagenic treatments, creates point mutation in genome and affects plant growth and development, disturbs the metabolic activity, inhibits the protein and DNA replication. On the other hand, mannitol has been used to simulate drought stresses in tissue culture. The investigation shown the results germination of maize seeds for 7 days (cv. Tuzón) under effect of concentrations of mannitol and sodium azide stresses in controlled conditions. Then levels of chlorophyll, carotenoids, phenolics and aldehydes were determined. The aim of this work was to found biochemical markers previously unreported under concentrations of mannitol and sodium azide stresses for drought stress, which could be used for the rapid identification of putative stress tolerant maize. Sodium azide only or combined with mannitol decreased plantlet fresh weights. Combination of mannitol and NaN_3 significantly affected plantlet growth. Regarding biochemical modifications caused by the combination of mannitol and NaN_3 in roots, statistically significant differences were observed in levels of carotenoids. In cotyledons and leaves, observed a poor effect of mannitol and azide. In stems, a significant increase of soluble phenolics was recorded. Also important to note the remarkable negative effect of NaN_3 on levels of chlorophyll b. Statistically significant differences were observed in roots (levels of soluble and cell wall-linked phenolics); in cotyledons (soluble and cell wall-linked phenolics, and malondialdehyde); in stems (chlorophyll a, carotenoids, malondialdehyde, other aldehydes); and in leaves (chlorophyll a and b, soluble phenolics, malondialdehyde and other aldehydes).

Keywords: biochemical markers, maize, sodium azide, mannitol

Influencia de las variables climáticas en ocho líneas de un programa de mejoramiento genético en el cultivo del tabaco

Janice Álvarez López, Mileidy Cabrera Esmory

UCTB Estación Experimental Cabaiguán. Carretera Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, CP 62 410, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: reserva5@eetcab.co.cu, janicealvarez1993@gmail.com

El cambio climático constituye un factor determinante a la hora de evaluar el potencial productivo de los cultivos y de las características morfo-agronómicas que tributan a la denominación de origen de los mismos. Por sus características físicas y su ubicación geográfica Cuba no queda exenta de la influencia de este fenómeno. En este trabajo se realizó un estudio de la influencia de las variables climáticas en ocho líneas, las cuales forman parte de un programa de mejoramiento genético en el cultivo del tabaco, en la región de Cabaiguán, provincia Sancti Spíritus. Se analizó el comportamiento de la temperatura media, máxima y mínima, precipitaciones y humedad relativa media durante dos campañas tabacaleras, a partir de la información que tributa la Caseta de Meteorología perteneciente a la UCTB Estación Experimental Cabaiguán. De la investigación realizada se evaluaron parámetros morfo-agronómicos entre las líneas, tales como: altura de la planta, longitud y anchura de la hoja mayor, número de hojas útiles, grosor del tallo, distancia entre nudos y días para florecer. En dependencia del comportamiento de estos caracteres acorde a las variaciones climáticas en el área para los períodos analizados, se propusieron las medidas de adaptación idóneas y se realizaron recomendaciones importantes con vista a investigaciones futuras.

Palabras clave: variables climáticas, líneas, potencial productivo, características morfo-agronómicas

Influence of climatic variables in nine lines of a genetic improvement program in tobacco crop

Climate change is a determining factor when evaluating the productive potential of the crops and the morpho-agronomic characteristics that are taxed on the denomination of origin of the same. Due to its physical characteristics and geographical location, Cuba is not exempt from the influence of this phenomenon. In this work, a study of the influence of climatic variables on eight lines, which are part of

a program of genetic improvement in tobacco cultivation, in the region of Cabaiguán, province Sancti Spíritus. The behavior of the average, maximum and minimum temperature, rainfall and average relative humidity during two tobacco campaigns was analyzed, based on the information provided by the Meteorology Station belonging to the UCTB Cabaiguán Experimental Center. From the research carried out morpho-agronomic parameters between the lines were evaluated, such as: height of the plant, length and width of the greater leaf, number of useful leaves, thickness of the stem, distance between knots and days to flower. Depending on the behavior of these characters according to the climatic variations in the area for the periods analyzed, suitable adaptation measures were proposed and important recommendations were made with a view to future research.

Keywords: climatic variables, lines, productive potential, morpho-agronomic characteristics

Inducción de estrés de sequía durante la micropropagación de caña de azúcar en biorreactores de inmersión temporal

Daviel Gómez¹, Lázaro Hernández¹, Bárbara Valle¹, Julia Martínez¹, Gerrit T.S. Beemster², Christoph C. Tebbe³, Jutta Papenbrock⁴, Lourdes Yabor¹, José Carlos Lorenzo¹

¹Laboratory for Plant Breeding, Bioplant Center, University of Ciego de Ávila, Carretera a Morón km 12, Universidad de Ciego de Ávila, CP 65100, Ciego de Ávila, CP 69450, Cuba. e-mail: daviel@bioplantass.cu

²Laboratory for Integrated Plant Physiology Research (IMPRES), University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium, E-mail: gerrit.beemster@uantwerp.be

³Thünen Institute of Biodiversity, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, Braunschweig, Germany; E-mail: christoph.tebbe@thuenen.de

⁴Leibniz University Hannover, Institute of Botany, Herrenhaeuser Str. 2, D-30419 Hannover, Germany, E-mail: Jutta.Papenbrock@botanik.uni-hannover.de

Existe una gran demanda de material de siembra de caña de azúcar tolerante a la sequía en Cuba. Los biorreactores de inmersión temporal (BIT) son eficaces para aumentar significativamente la tasa de proliferación de brotes de caña de azúcar de 1: 4 en contenedores convencionales a aproximadamente 1:35. La micropropagación de caña de azúcar en BIT bajo estrés de manitol puede ayudar a seleccionar y seleccionar variantes somaclonales con tolerancia a la sequía. El experimento se desarrolló para identificar una concentración de manitol capaz de provocar estrés en BIT. A los 30 días de iniciación del cultivo con diferentes niveles de manitol: 0, 50, 100, 150 y 200 mM, la tasa de multiplicación del explante, la masa fresca del racimo de brotes y los niveles de aldehydos, clorofilas, carotenoides y compuestos fenólicos se determinaron en el material vegetal. El contenido de fenoles solubles en el medio de cultivo también se evaluó. El manitol 200 mM causó la alteración más significativa de la bioquímica y fisiología de la caña de azúcar en las condiciones experimentales descritas. La adición de manitol disminuyó la tasa de multiplicación de brotes de caña de azúcar y la masa fresca. A nivel bioquímico, se registraron varias diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con manitol, pero los efectos más notables se observaron en el aumento del contenido de otros aldehydos y en los compuestos fenólicos solubles excretados al medio de cultivo. Esta investigación puede ser útil para futuros experimentos de selección in vitro de nuevos materiales genéticos de caña de azúcar con tolerancia a la sequía. El cincuenta por ciento de la tasa de multiplicación se redujo con 123 mM de manitol que se puede usar para estresar los brotes durante la micropropagación en BIT y eventualmente detectar variantes somaclonales con tolerancia a la sequía.

Palabras clave: experimentos de ciencias vegetales, selección simultánea de varios caracteres, cultivo in vitro, estrés abiótico, sequía

Induction of drought stress during the micropropagation of sugarcane in temporary immersion bioreactors

There is a great demand for planting material for sugarcane that is tolerant to drought in Cuba. Temporary immersion bioreactors (TIBs) are effective in significantly increasing the proliferation rate of sugarcane shoots from 1: 4 in conventional containers to approximately 1:35. The micropropagation of sugarcane in TIB under stress of mannitol can help to select and select somaclonal variants with tolerance to drought. We developed the experiment to identify a concentration of mannitol capable of causing stress in TIB. At 30 days of initiation of the culture with different levels of mannitol: 0, 50, 100, 150 and 200 mM, the multiplication rate of the explant, the fresh mass of the cluster of shoots and the levels of aldehydes, chlorophylls, carotenoids and compounds Phenolics were determined in the plant material. The content of soluble phenols in the culture medium was also evaluated. 200 mM mannitol caused the most significant alteration of the biochemistry and physiology of sugarcane under the experimental conditions described here. The addition of mannitol decreased the multiplication rate of sugarcane shoots and the fresh mass. At the biochemical level, several statistically significant differences were recorded between the treatments with mannitol, but the most notable effects were observed in the increase in the content of other aldehydes and in the soluble phenolic compounds excreted in the culture medium. This research may be useful for future experiments in in vitro selection of new sugarcane genetic materials with tolerance to drought. Fifty percent of the multiplication rate was reduced with 123 mM of mannitol that can be used to stress outbreaks during micropropagation in TIB and eventually detect somaclonal variants with drought tolerance.

Keywords: plant science experiments, simultaneous selection of several characters, in vitro culture, abiotic stress, drought

Nuevo cultivar de tabaco negro resistentes a las principales enfermedades para la región central y oriental de Cuba

Yoan Rodríguez Marrero, Mileidy Cabrera Esmory Leonardo H Luna, Antonio Nuñez Mancito.

(UCTB) Estación Experimental Cabaiguán. Carretera Santa Lucia km 2^{1/2}. Cabaiguán. Sancti Spíritus.
e-mail: genetica@eetcab.co.cu

En los últimos años, en las plantaciones tabacaleras el moho azul, la pata prieta y la necrosis ambiental se han convertido en las enfermedades más amenazadoras para el cultivo del tabaco en Cuba. En la UCTB Cabaiguán, provincia Sancti Spíritus, durante las campañas tabacaleras 2016-2017 y 2017-2018 se realizó una prueba de concursantes con cuatro líneas resultantes de un trabajo que se lleva a cabo en dicha estación y el control 'Sancti Spíritus-2006', resistentes al moho azul y a la pata prieta con el objetivo de seleccionar una o más para la producción tabacalera de las provincias centrales y orientales del país. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y se midieron los caracteres: altura de la planta con inflorescencia, días para florecer, grosor del tallo, número de hojas botánicas y útiles, longitud y anchura máxima de la hoja mayor, distancia de entrenudos, rendimiento agrícola y rendimiento en clases superiores en la selección del tabaco seco. Las líneas estudiadas presentaron características morfológicas superiores al control. En el valor de rendimiento total, clases de consumo nacional y clases superiores la línea 7 superó significativamente a la variedad 'Sancti Spíritus-2006'.

Palabras clave: genes, mejoramiento, moho azul, pata prieta, necrosis ambiental, resistencia

New cultivar of black tobacco resistant to the main diseases for the central and eastern region of Cuba

In recent years, in the tobacco plantations, blue mold, brown paw and environmental necrosis have become the most threatening diseases for the cultivation of tobacco in Cuba. At the UCTB Cabaiguán, Sancti Spíritus province, during the tobacco campaigns 2016-2017 and 2017-2018 a contestants' test was conducted with four lines resulting from a work carried out in said station and the witness' Sancti Spíritus-2006', resistant to blue mildew and brown paw with the objective of selecting one or more for the tobacco production of the central and eastern provinces of the country. An experimental design of

random blocks with four repetitions was used and the characters were measured: height of the plant with inflorescence, days to flower, stem thickness, number of botanical and useful leaves, maximum length and width of the greater leaf, distance of internodes, agricultural yield and performance in upper classes in the selection of dry tobacco. The lines studied presented morphological characteristics superior to the control. In the value of total yield, classes of national consumption and higher classes line 7 significantly exceeded the variety 'Sancti Spíritus-2006'.

Keywords: blue mold, breeding, brown leg, environmental necrosis, genes, resistance

Estudio entre siete líneas de tabaco negro resistente a las principales enfermedades que afectan al tabaco

Mileidy Cabrera Esmory, Yoan Rodríguez Marrero

UCTB Estación Experimental de Cabaiguán. Carretera a Santa Lucía km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: especialista_principal@eetcab.co.cu

En la UCTB Estación Experimental de Cabaiguán, provincia Sancti Spíritus, durante tres campañas tabacaleras se realizaron estudios comparativos con siete líneas de tabaco negro resistente a las enfermedades que atacan a este cultivo, de buena calidad industrial y de alto potencial de rendimiento con el fin de determinar las de mayores perspectivas para su cultivo en la zona central del país. Se empleó un diseño de bloque al azar, con cuatro repeticiones y se determinaron los caracteres: altura de planta con inflorescencia, días para florecer, grosor del tallo, número de hojas útiles, longitud y anchura de la hoja mayor distancia entre nudo, rendimiento agrícola y el rendimiento en clases de mayor valor comercial en la selección de tabaco seco. Después de varias generaciones de autofecundación y selección por el método genealógico se obtuvieron un grupo de líneas resistentes entre las que se destacaron: L-6 y L-7 por resultaron tener los mejores rendimientos en clase.

Palabras clave: cruzamiento, enfermedades, líneas, resistencia, rendimiento

Study among seven lines of black tobacco resistant to the main diseases affecting tobacco

In the UCTB Experimental Station of Cabaiguán, province Sancti Spíritus, during the three tobacco campaign comparative studies were carried out with seven lines of black tobacco resistant to the diseases that attack this crop, of good industrial quality and high yield potential in order to determine those with the best prospects for their cultivation in the central zone of the country. A random block design was used, with four repetitions and the characters were determined: height of plant with inflorescence, days to flower, stem thickness, number of useful leaves, length and width of the blade, greater distance between knots, agricultural yield and the yield in classes of greater commercial value in the selection of dry tobacco. After several generations of selfing and selection by the genealogical method we obtained a group of resistant lines among which stood out: L-6 and L-7 because they had the best performance in class

Keywords: crossbreeding, diseases, lines, performance, resistance

Identificación de promotores en secuencias de ADN de *Escherichia coli* mediante un sistema multclasificador

Lester René Santos Martínez¹, Leidys Cabrera Hernández², Gladys Casas Cardoso², Gonzalo Nápoles Ruiz², Alejandro Morales Hernández²

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: lester@ibp.co.cu

²Facultad de Matemática, Física y Computación. Centro de Estudios Informáticos (CEI). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830

En bioinformática los sistemas de clasificación constituyen una alternativa computacional de gran ayuda para la identificación de promotores. *Escherichia coli* es la especie modelo más utilizada en la predicción de regiones promotoras en segmentos de ADN a partir del empleo de herramientas informáticas. Un problema relacionado con la predicción de genes es precisamente la predicción de promotores. Los promotores son elementos de ADN localizados en los sitios donde inician los genes, ellos funcionan como sitios de unión en el proceso de transcripción de genes y son identificados tradicionalmente por análisis experimental. Este proceso es extremadamente laborioso y tardado; por esta razón la predicción computacional de promotores y elementos reguladores es útil para sustituir este proceso, sin embargo sigue siendo una tarea difícil. Un multclasificador es un conjunto de clasificadores cuyas predicciones individuales se combinan de alguna forma para así obtener una predicción final conjunta. En este sentido, sería de gran utilidad para los investigadores contar con un software para clasificación y comparación que permita la detección de promotores en *E. coli* con un mayor grado de exactitud. Es por ello que el presente trabajo tuvo como objetivo implementar la herramienta computacional Splicing v1.4 para la detección de promotores en *E. coli*. Se utilizó la biblioteca de WEKA y el software fue desarrollado en Java. Como resultado se obtuvo un sistema multclasificador que detectó aproximadamente el 95% de los casos a partir de un número pequeño de clasificadores. La herramienta puede ser utilizada para la detección de promotores en procariotas.

Palabras clave: bacteria, genes, meta heurística, sistema clasificador

Efectividad de los rayos gamma de ⁶⁰Co en brotes cosechados de tubérculos de papa en la variedad 'Rosi'

Jorge L. Salomón Díaz*, María C. González Cepero, Juan G. Castillo Hernández

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Carretera a Tapaste km 3½, Gp. # 1, San José de las Lajas, CP 32700, Mayabeque. e-mail: salomon@inca.edu.cu

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el cultivo no cereal más importante del mundo. La búsqueda de nuevas variedades pueden resolver las problemáticas relacionadas con el suministro de tubérculos-semilla, transporte, almacenamiento, enfermedades cuarentenadas asociados con los tubérculos-semilla, costos y mercados. Las mutaciones pueden usarse para corregir los caracteres indeseables, negativos o para obtener una nueva combinación de genes, lo cual es deseable sin cambiar la mayor parte de su configuración genética total. En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, se utilizaron para irradiar grelos cosechados de tubérculos de la variedad de papa 'Rosi'. De cada tratamiento dosis de rayos Gamma (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80 Gy), se seleccionaron aleatoriamente 15 plantas para registrar datos sobre diferentes caracteres y el control para una evaluación comparativa. En el brote, la cantidad máxima de yemas activadas al octavo día después de la siembra, el control alcanzó una activación de 77.8%. Las dosis de 10, 20 y 30 Gy estuvieron entre 40 y 70%, mientras que las dosis de 50, 60, 70 y 80 Gy inhibieron la activación de yemas. En el porcentaje de emergencia de yemas, masa verde de la parte aérea, masa verde de la parte subterránea, número de estolones, longitud de los estolones, supervivencia, altura de las plantas disminuyeron sus valores con el aumento en la dosis de irradiación.

Palabras clave: Brotes, papa, rayos gammas, variedad

Efecto combinado de bajas dosis de rayos X y Biobras-16 en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. 'Vyta' en condiciones de salinidad

Yanelis Camejo Serrano, Yanelis Camejo Serrano, Ramiro Ramírez Fenández, María Caridad González Cepero

Instituto de Investigaciones Agrícolas "Jorge Dimitrov" (IIAJD). Carretera de Bayamo a Manzanillo, km 17, Peralejo. Bayamo, Granma. e-mail: yanecamejo77@gmail.com

La salinidad es una de las condiciones adversas del medio que mayores estragos causa a los cultivos agrícolas. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto combinado de bajas dosis de rayos X y diferentes concentraciones de Biobras-16 en plantas de tomate, cultivadas en condiciones de salinidad. El experimento se desarrolló en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", en los años 2009 hasta el 2012. Se irradiaron semillas frescas de tomate cv. 'Vyta', con bajas dosis de rayos X (20 y 25 Gy) y a los 15 días después del trasplante, las plantas crecidas se asperjaron con dos concentraciones (1.5 y 2.0 mg l⁻¹) de Biobras-16. Se emplearon dos sustratos, uno constituido por un suelo Vertisol salinizado con conductividad eléctrica de 6 dS m⁻¹ del extracto de saturación y un suelo Vertisol no salino. Se observó que la mejor combinación de tratamientos fue 25 Gy+1.5 mg l⁻¹, la cual incrementó significativamente ($p \leq 0.05$) la tolerancia a la salinidad, el rendimiento y sus componentes en las plantas de tomate.

Palabras clave: radioestimulación, brasinosteroides, tolerancia, estrés salino

Respuesta en casa de cultivo de tres cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. a condiciones de estrés hídrico y térmico

Lourdes R. García, Amanda Martirena-Ramírez, Novisel Veitía, Raúl Collado, Luis Rojas, Damaris Torres, Leonardo Rivero

La producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tiene gran importancia en Cuba, sin embargo, diversos factores afectan el rendimiento de este cultivo y no todos los cultivares de frijol responden de la misma forma a las condiciones estresantes. El objetivo de este trabajo fue determinar la respuesta de tres cultivares de *P. vulgaris*, a diferentes frecuencias de riego en condiciones de estrés térmico. Se utilizaron como material vegetal el cv. ICA Pijao, BAT-93 y Tio Canela-75 con conocida respuesta al estrés hídrico y térmico en condiciones de campo. El experimento se realizó en condiciones ex vitro con una temperatura diurna promedio de 35°C y humedad relativa de 47.7%. Se evaluaron diferentes frecuencias de riego: un riego semanal (RS), dos RS, tres RS y riego todos los días a capacidad de campo con un contenido de agua en base a volumen de 0.16 cm³/cm³. Los resultados mostraron que la disminución de la frecuencia de riego afectó las variables morfológicas evaluadas en los tres cultivares. No obstante, la afectación fue mayor en los cultivares susceptibles (ICA Pijao y BAT-93). Este último fue el cultivar más sensible. La frecuencia de riego de dos veces a la semana permitió diferenciar entre el cultivar tolerante (Tio Canela-75) y los susceptibles para la variable supervivencia a los 60 días. En este cultivar el 53.3% de las plantas sobrevivieron, mientras que en los cultivares ICA Pijao y BAT-93 solamente se obtuvieron valores de 26.6% y 13.3% respectivamente.

Palabra clave: Factores abióticos, frijol común, sequía

Caracteres fenológicos, morfológicos y agronómicos de nueve líneas mutantes de *Phaseolus vulgaris* L. en dos épocas de siembra en casa de cultivo

Novisel Veitía¹, Amanda Martirena-Ramírez¹, Lourdes R. García¹, Raúl Collado¹, Damaris Torres¹, Leonardo Rivero¹, Miriam Ramírez-López²

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: novisel@ibp.co.cu

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) forma parte de la alimentación básica de la población en Cuba, pero sus rendimientos son insuficientes ya que son afectados por las condiciones en que se cultiva esta

leguminosa y la mala distribución de cultivares adaptados a los diferentes ambientes. El presente estudio se realizó en casa de cultivo ubicada en el Instituto de Biotecnología de las Plantas con el objetivo de evaluar los caracteres fenológicos, morfológicos y agronómicos de líneas mutantes de frijol en tercera generación. La primera siembra se realizó en noviembre de 2016 y la segunda en junio de 2017. Se sembraron tres líneas de grano negro y seis de grano rojo y se incluyó el cultivar BAT-93 como control. Se evaluaron las siguientes variables: germinación, color del tallo, inicio de la floración, color de la flor y la legumbre, número de legumbres por planta, número de granos por legumbre y el peso de 100 semillas (g). Se observó que las líneas en estudio mostraron en general diferencias significativas en cuanto al color del tallo, los días a la floración y el color de la flor respecto al control en las dos épocas de siembra. El número de legumbres por planta y el número de granos por legumbre varió en dependencia de la época de siembra. En la segunda época de siembra las líneas de grano negro lograron la formación de legumbres a diferencia del control que no logró la formación de legumbres en estas condiciones. Teniendo en consideración los resultados se recomienda evaluar las líneas en condiciones de campo en diferentes épocas para determinar los rendimientos potenciales de estas.

Palabras clave: germinación, legumbre, rendimiento, tercera generación, variedades

Características morfo-fisiológicas de líneas de frijol común relacionadas con la adaptación al déficit hídrico en casa de cultivo

Amanda Martirena-Ramírez¹, Novisel Veitía¹, Lourdes R. García¹, Raúl Collado¹, Damaris Torres¹, Leonardo Rivero¹, Miriam Ramírez- López²

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: amanda@ibp.co.cu

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

El desarrollo de variedades adaptadas es una de las estrategias que contribuye a garantizar la seguridad alimentaria en zonas productoras de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con estrés por sequía. En el Instituto de Biotecnología de las Plantas se desarrolla un programa de mejoramiento genético encaminado a la obtención de cultivares de frijol común tolerantes al déficit hídrico. Es por ello, que el presente trabajo tuvo como objetivo determinar las características morfo-fisiológicas de líneas de frijol común relacionadas con la adaptación al déficit hídrico en casa de cultivo. Se evaluaron líneas de grano negro, marrón y rojo bajo riego y en condiciones de déficit hídrico. Se seleccionaron 20 plantas al azar en cada tratamiento donde se evaluaron las siguientes variables: color del tallo y del hipocótilo, forma de la hoja y color de la flor, área foliar y contenido de clorofila. Como resultados se encontraron variaciones en los caracteres morfológicos evaluados. Desde el punto de vista morfológico predominaron las hojas con márgenes lobulados. En las plantas procedentes de granos rojos y negros predominaron los tallos de color rojo a diferencia del control que mostró tallos de color verde. Desde el punto de vista fisiológico no se observaron diferencias entre las líneas y el control en cuanto al área foliar en ambas condiciones de riego establecidas. Sin embargo, el contenido de clorofila varió según las condiciones de riego evaluadas. Tres líneas del total mostraron valores superiores en el contenido de clorofila (unidades SPAD) respecto al control y las restantes líneas. A partir de estos resultados se toman en consideración tres líneas promisorias para evaluar en condiciones de déficit hídrico.

Palabras clave: área foliar, color del tallo, forma de la hoja, *Phaseolus vulgaris*, mutantes

Determinación de parámetros para la selección *in vitro* a altas temperaturas en *Phaseolus vulgaris* L. cv. ICA Pijao

Damaris Torres, Lourdes R. García, Sinesio Torres, Novisel Veitía, Raúl Collado, Amanda Martirena-Ramírez, Leonardo Rivero

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: damaris@ibp.co.cu

La producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es afectada por varios factores bióticos y abióticos, por lo que se hace necesario un programa de mejoramiento genético para obtener nuevas variedades. La biotecnología vegetal junto a las técnicas de mejoramiento genético in vitro pueden facilitar la obtención de genotipos tolerantes frente a condiciones adversas como las altas temperaturas. El objetivo de este trabajo fue determinar el tipo de explante y la temperatura a utilizar en los experimentos de selección in vitro a altas temperaturas en el cultivar ICA Pijao. Como material vegetal se utilizaron semillas y callos de los cultivares ICA Pijao (Susceptible) y Tío Canela-75 (Tolerante). Estos explantes fueron expuestos a diferentes temperaturas: 28°C (control), 35°C y 45°C. Los resultados mostraron diferencias entre los dos tipos de explantes empleados. Cuando se utilizaron callos se encontraron grandes afectaciones en todas las temperaturas estudiadas y en los dos cultivares. Cuando las semillas fueron expuestas a 45°C se logró obtener diferencias significativas entre los cultivares en las variables formación de callos, masa fresca y contenido de prolina.

Palabras clave: callos, frijol común, semillas, tolerancia a altas temperaturas

Respuesta de mutantes de *Phaseolus vulgaris* L. al déficit de fósforo en cultivo de hidroaerponía

Luis Rojas-Jiménez¹, Raúl Collado¹, Drevon Jean Jacques², Novisel Veitia¹, Amanda Martirena-Ramírez¹, Trives Segura Carlos², Lourdes García¹, Leonardo Rivero¹, Bárbara Ocaña¹, Marilyn Hernández¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

²Laboratorio de Ecología y Suelos. INRA. Place Pierre Viala. Montpellier, Francia

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las principales fuente de proteínas en América Latina, África y Asia. Este cultivo es afectado por factores bióticos y abióticos que limitan su producción. La obtención de cultivares mejorados para incrementar su rendimiento es el objetivo principal de los programas de mejoramiento genético. El empleo de la mutagénesis es una vía eficiente para la creación de cultivares con caracteres deseados, en ello juegan un papel importante los agentes mutagénicos químicos como el metano sulfonato de etilo (EMS). Con el objetivo de determinar la tolerancia al déficit de fósforo en líneas mutantes de *Phaseolus vulgaris* L., semillas del cultivar DOR 364, fueron tratadas con diferentes concentraciones de EMS. Líneas mutantes provenientes del cv. DOR 364 se cultivaron en presencia de diferentes concentraciones de fósforo inorgánico en condiciones de hidroaerponía para estudios de nodulación. Se determinó la actividad fitasa en nódulos y se midió su oscilación en el tiempo. La actividad fitasa se correlacionó con la respuesta fenotípica de los mutantes cultivados con diferentes concentraciones de fósforo. La concentración óptima del agente mutagénico fue de 30 mM. Se observaron líneas mutantes provenientes del cultivar DOR 364 que presentaron tolerancia al déficit de fósforo inorgánico en cultivo hidroaeropónico. Estas líneas en condiciones insuficientes de fósforo mantuvieron un desarrollo similar a los controles que se cultivaron en soluciones nutritivas con concentraciones suficientes de fósforo. Esto indicó un aprovechamiento más eficiente de este nutriente. Sin embargo, no se observaron diferencias en el patrón de actividad enzimática entre los controles y las plantas tolerantes al déficit de fósforo. La respuesta fenotípica observada en las líneas mutantes no se correspondió con los resultados de la determinación enzimática, lo que sugiere que la fitasa nodular no es la única enzima implicada en el uso eficiente del fósforo en el proceso de la fijación simbiótica del nitrógeno.

Palabras clave: actividad enzimática, frijol común, fitasa nodular

Retos del programa cubano de mejoramiento genético de la caña de azúcar ante el cambio climático

Mesa López. JM, García Pérez. H, Rodríguez Regal. M y La O Hechavarría. M

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera. CUJAE km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, e-mail: mesa@inica.azcuba.cu

El programa cubano de Fitomejoramiento de la caña de azúcar ante el desafío que constituyen las variaciones meteorológicas en el desarrollo de microorganismos y plantas asume estrategias para atenuar el impacto que presupone el cambio climático a la producción cañera. Estas se basan en un mejor aprovechamiento y manejo de los recursos genéticos. Además, se perfecciona el esquema de selección en cada una de sus etapas, con énfasis ante las demandas de los productores. Para lo cual se fortalecen los servicios científico-técnicos, con la perspectiva de cerrar el ciclo de las investigaciones, garantizar semilla de calidad y la protección del cultivo ante agentes bióticos y abióticos.

Palabras clave: caña de azúcar, mejoramiento genético, cambio climático

Challenges of the cuban sugarcane genetic improvement program in front of the climatic change

Before the challenge that constitute the meteorological variations in the development of microorganisms and plants, are presented in the sugarcane the Cuban genetic improvement strategies that attenuate the impact presupposes climatic change in the production. That's start from the use and handling of the genetic resources. The improvement of the selection outline in each one of their stages, as well as the exit to the producer in form of scientific services of varieties, seeds and plant protection against biotic or abiotic agents. All that will contribute with the perspective of closing cycle among the demands of the production and the scientific projects.

Keywords: sugarcane, genetic improvement, climatic change

Regeneración de brotes a partir de tejido transformado en *Phaseolus vulgaris* L. cultivares 'ICA pijao' y 'BAT 93'

Dianella Iglesias^{1,2}, Lyselle Ruiz de León², Damaris Torres¹, Raúl Collado¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

²Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: diglesias@uclv.cu

Phaseolus vulgaris L. es una leguminosa de gran importancia debido a su aporte proteico a la dieta humana. La transformación genética vía *Agrobacterium tumefaciens* constituye una alternativa en esta especie para la obtención de cultivares con tolerancia o resistencia a condiciones ambientales desfavorables. Sin embargo, la condición cultivar dependiente y la baja regeneración del tejido transformado en los protocolos establecidos para *P. vulgaris*, han limitado el empleo de esta tecnología a un grupo reducido de cultivares. El objetivo de este trabajo fue regenerar brotes a partir de tejido transformado en *P. vulgaris* cultivares 'ICA Pijao' y 'BAT 93'. Se determinó el efecto de la concentración de la suspensión bacteriana, la infiltración por vacío y el periodo de co-cultivo sobre la regeneración de brotes a partir de callos. Además, se determinó la efectividad de la geneticina y el glufosinato de amonio para la selección de los brotes regenerados. Los mayores porcentajes de regeneración de brotes se lograron al inocular los callos con una suspensión bacteriana ajustada a una densidad óptica de 0.1, sin infiltración con vacío y manteniéndolos 3 días en co-cultivo. La geneticina y el glufocinato de amonio fueron efectivos para la selección de brotes regenerados a partir de callos inoculados con *A. tumefaciens*. Con la estandarización de parámetros que intervienen en la transformación genética, se

logró la regeneración de brotes a partir de tejido transformado vía *A. tumefaciens* en *P. vulgaris* cultivares 'ICA Pijao' y 'BAT 93'.

Palabras clave: callos, selección, transformación genética

Respuesta agronómica de líneas de frijol común en condiciones de campo

Leonardo Rivero, Novisel Veitía, Amanda Martirena-Ramírez, Lourdes R. García, Raúl Collado, Damaris Torres

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: novisel@ibp.co.cu

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo de gran importancia para Cuba, se hace necesaria la implementación de estrategias para aumentar los rendimientos medio anuales, ya que están muy por debajo de la demanda nacional. Entre los factores que afectan la producción de frijol se encuentra las diversas condiciones ambientales en que se cultiva. Es por ello, que contribuir a la seguridad alimentaria de zonas productoras de frijol en Cuba, es pertinente y necesario, el desarrollo de variedades adaptadas a condiciones de alta temperatura y sequía. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la respuesta agronómica de líneas de frijol común seleccionadas en casa de cultivo en época tardía (enero/2018) en campo. En el estudio se utilizaron semillas maduras de seis líneas mutantes de frijol común obtenidas a partir del cultivar BAT- 93 como parte del programa de mejoramiento genético que se desarrolla en el IBP. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación, número de legumbre/planta y el número de granos /planta. Se seleccionaron tres líneas promisorias por presentar valores superiores al control en cuanto al número de legumbres y granos por planta.

Metodología para la selección temprana de tolerancia a salinidad, altas temperaturas y sequía de las accesiones de *Nicotiana* almacenadas en el banco de germoplasma

Rocío Grechen Ramos Aquino, Juan Luis Pérez-Rodríguez, Mayara Ramos Meneses

UCTB Estación Experimental Cabaiguán. Carretera Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, CP 62410, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: reserva6@eetcab.co.cu, rociogrechen92@gmail.com

Las condiciones medioambientales adversas limitan el rendimiento de las cosechas y la calidad del producto final. En tal sentido los programas de mejoramiento del Instituto de Investigaciones del Tabaco se proyectan en función de obtener variedades de *Nicotiana tabacum* L. tolerantes frente al estrés abiótico. En este trabajo se desarrolló una metodología para la selección temprana de tolerancia a salinidad, altas temperaturas y sequía de las accesiones de *Nicotiana* almacenadas en el banco de germoplasma. Tres accesiones: *Nicotiana megalosiphone*, *Nicotiana rustica*, y *Nicotiana tabacum* L. cv. Sancti-Spíritus 96, por su diametral comportamiento frente a los diferentes estreses fueron sometidas a condiciones extremas de salinidad, altas temperaturas y sequía. Se determinaron por análisis estadístico los parámetros medios de comparación. En el caso de las altas temperatura y la sequía se determinó el t_{50} 4.67 y 9.5 días respectivamente. Para la salinidad se determinó la concentración crítica de Cloruro de Sodio, 1.035 M para la cual, a los 10 días accesiones que tengan más del 50% de las plantas vivas serán tolerantes. Este trabajo servirá de base para una futura caracterización de las accesiones del banco de germoplasma.

Palabras clave: estrés abiótico, sequía, salinidad, altas temperaturas

Methodology for the early selection of tolerance to salinity, high temperatures and drought of *Nicotiana* accessions stored in the germplasm bank

Adverse environmental conditions limit the yield of the crops and the quality of the final product. In this regard, the improvement programs of the Institute of Tobacco Research are designed to obtain varieties of *Nicotiana tabacum* L. tolerant against abiotic stress. In this work, a methodology was developed for

the early selection of tolerance to salinity, high temperatures and drought of the *Nicotiana* accessions stored in the germplasm bank. Three accessions: *Nicotiana megalosiphone*, *Nicotiana rustica*, and *Nicotiana tabacum* L. cv. Sancti-Spíritus 96, due to their diametrical behavior in front of the different stresses were subjected to extreme conditions of salinity, high temperatures and drought. The average parameters of comparison were determined by statistical analysis. In the case of high temperatures and drought the t_{50} was determined to be 4.67 and 9.5 days respectively. For the salinity the critical concentration of Sodium Chloride, 1.035 M was determined, for which, at 10 days, accessions that have more than 50% of live plants will be tolerant. This work will serve as the basis for a future characterization of the accessions of the germplasm bank.

Keywords: Abiotic stress, drought salinity, high temperatures

La androesterilidad y su importancia para la protección de los recursos fitogenéticos en el cultivo del tabaco

Emis C. Mena Padrón, Miguel Díaz Hernández

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero. km 22 ½ Carretera Panamericana. San Juan y Martínez. Pinar del Río. Cuba. CP 2300.
e-mail: investigacion2@eetsj.co.cu

Los recursos fitogenéticos constituyen la base para el desarrollo de la agricultura del país. Estos poseen un uso actual o potencial, y son la materia prima que los agricultores y mejoradores utilizan para aumentar la calidad y la productividad de cultivos. La androesterilidad masculina citoplasmática es una herramienta dentro del mejoramiento genético que se utiliza para la protección de los recursos fitogenéticos en todos los cultivos. Esta puede definirse como la incapacidad de un gameto masculino para fecundar el óvulo, a causa de su falta de funcionalidad por causas genéticamente determinadas. La obtención de plantas estériles es de interés económico para la producción de semillas híbridas y es por ello que la esterilidad masculina citoplasmática (EMC) se ha empleado mundialmente para facilitar la producción de semilla híbrida comercial de tabaco. En Cuba se ha comenzado a trabajar en la incorporación de la esterilidad masculina citoplasmática como protección a los recursos fitogenéticos en el cultivo del tabaco ya que los análogos androestériles de los nuevos cultivares que se obtengan, se podrán utilizar en la comercialización y como fuente de mejoramiento en los nuevos cruces que se realizarán. Las líneas androestériles de tabaco son de gran importancia porque se emplean para trabajos de mejora genética como parentales femeninos para la incorporación de determinados caracteres. Un cultivar que ya posee determinados caracteres de resistencia logrados por los métodos convencionales de mejoramiento, puede transformarse en androestéril por retrocruzamiento, y servir de progenitor femenino para lograr un híbrido de características intermedias a sus parentales.

Palabras clave: androesterilidad, híbridos, mejoramiento, tabaco

The male sterility and its importance for the protection of plant genetic resources in the cultivation of tobacco

Plant genetic resources are the basis for the development of agriculture in the country. These have a current or potential use, and are the raw material that farmers and breeders use to increase the quality and productivity of crops. Cytoplasmic masculine male sterility is a tool within genetic improvement that is used for the protection of plant genetic resources in all crops. This can be defined as the inability of a male gamete to fertilize the ovule, due to its lack of functionality due to genetically determined causes. Obtaining sterile plants is of economic interest for the production of hybrid seeds and that is why male cytoplasmic sterility (EMC) has been used worldwide to facilitate the production of commercial hybrid seed of tobacco. In Cuba, work has begun on the incorporation of cytoplasmic male sterility as a protection to plant genetic resources in tobacco cultivation, since the androesteriles analogues of the new cultivars obtained can be used in commercialization and as a source of improvement in the new crossings that will be made. The male sterile lines of tobacco are of great importance because they are used for genetic improvement work as female parents for the incorporation of certain characters. A

cultivar that already has certain characteristics of resistance achieved by conventional methods of breeding, can be transformed into androsterile by backcrossing, and serve as a female parent to achieve a hybrid of intermediate characteristics to their parents.

Keywords: androsterility, breeding, hybrids, tobacco

Estudio comparativo de nuevos genotipos de tabaco negro cultivados bajo tela

Nancy Santana Ferrer, Vivaldo García Morejón

UCTB. Estación Experimental del Tabaco (E.E.T.), Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba. e-mail: investigacion9@eetsj.co.cu

Con el objetivo de obtener una variedad comercial de tabaco negro, con mayor rendimiento en capas que las comerciales, resistente al moho azul (*Peronospora tabacina* Adam), a la pata prieta (*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*) y a la necrosis ambiental se inició un programa de cruzamiento durante la campaña tabacalera 2008-2009 en la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez. Después de cinco generaciones de autofecundación y selección por el método genealógico se obtuvieron siete variedades. Durante las campañas tabacaleras 2014/2015 y 2015/2016 se realizó un estudio comparativo entre las nuevas variedades y las comerciales 'Criollo 98' y 'Criollo 2010', cultivadas bajo tela. Las nuevas variedades manifestaron resistencia a las principales enfermedades estudiadas. La 'V-4' y 'V-20' superaron a las comerciales en rendimientos de capas y fueron similares en rendimiento total.

Palabras clave: cultivares, rendimiento, tabaco

Comparative study of new dark tobacco genotypes cultivated under cloth

With the objective of obtaining a commercial variety of dark tobacco, with greater wrappers yield than commercial ones, resistant to blue mold (*Peronospora hyoscyami*, de Bary f. sp. *Tabacina*), to the brown leg (*Phytophthora nicotianae* Breda de Haan) and weather fleck a program was started of crossing during the tobacco campaign 2008-2009 in the Experimental Station of Tobacco of San Juan y Martínez. After five generations of self- pollination and selection by the genealogical method, seven varieties were obtained. During the 2014/2015 and 2015/2016 tobacco campaigns, a comparative study was made between the new varieties and the commercials 'Criollo 98' and 'Criollo 2010', grown under cloth. The new varieties showed resistance to the main diseases studied. The 'V-4' and 'V-20' surpassed the commercial ones in wrappers yields and were similar in total yield.

Keywords: cultivars, tobacco, yields

Actualización de la colección núcleo del germoplasma cubano de la caña de azúcar

Yumarys Zambrano, Héctor García, Víctor Caraballoso, Gelasio Pérez, Sandra Vidal

Institución de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Carretera CUJAE km 2 ½, La Habana, Cuba.
e-mail: hector.garcia@gesacf.azcuba.cu e-mail: yumarys@inica.azcuba.cu

La experiencia de más de 50 años en el mejoramiento de la caña de azúcar en Cuba, condujo a perfeccionar los procedimientos para la selección y a incrementar su eficiencia. Fue objetivo del presente trabajo actualizar la "colección núcleo" para utilizar de manera más eficiente los recursos dedicados a la conservación y utilización del banco de germoplasma. De la colección base preliminarmente se eligieron 161 accesiones, a través de la consulta de expertos apoyados en la información de su catálogo. También se analizó el historial de producción del período 1931-2015, accesiones presentes, período de explotación y aporte como progenitores a los nuevos cultivares liberados. Finalmente se establecieron las distancias genéticas a través del coeficiente de coancestría entre las posibles candidatas. Quedó actualizada la colección núcleo con 56 accesiones que

representan 2% de la colección base, lo que sugiere su ampliación mediante el intercambio e importación con otros programa de mejora. Se estableció un nuevo plan de cruzamientos y un cronograma para su validación.

Palabras clave: accesiones, colección núcleo, mejoramiento genético

Updating the Cuban core sugarcane germplasm collection

The experience of more than 50 years of Cuban sugarcane breeding led to improve the selection methods in order to increase their efficiency. The goal of this research was to update the “core collection” in order to make a more efficient use of the resources for conservation and utilization of germplasm collection. Supported by an expert team, 161 materials were selected from the basis collection according to the information of the data base. The data of the production record of the period 1931-2015, the items present, the exploitation period and the contribution as parents of the new released cultivars were also analyzed. Finally the genetic distances were established through the coancestry between the possible candidates. The core collection with 56 items representing 2% of the base collection was updated; this suggests its widening though the exchange and import of other breeding programs. A new schedule and crossing program were established for their validation.

Keywords: breeding program, core collection, items

Caracterización de los recursos fitogenéticos del programa de mejora genética de la caña de azúcar de Irán

Héctor García¹, Parvisi Masout², Rolando González¹, Hassam Hamdi²

¹Institución de Investigaciones de la Caña de Azúcar, Carretera CUJAE km 2½ La Habana, Cuba.
e-mail: hector.garcia@gesacf.azcuba.cu

²Instituto de Investigaciones y Entrenamiento de la Caña de Azúcar, Ahwaz, Irán.

Acorde con la prioridad de la caña de azúcar en Irán dentro de los cultivos de importancia económica, se estableció un Programa de Mejora para la obtención de cultivares que garanticen satisfacer la demanda interna de azúcar. Caracterizar los recursos fitogenéticos para orientar los cruzamientos y la importación de nueva variabilidad, fue el objetivo del presente trabajo. Se partió de una prospección, localización e identificación de todo el material introducido hasta el año 2008 (144 accesiones) y su plantación conjuntamente con CP48-103, CP57-614 y CP69-1062 utilizadas como controles, de acuerdo a su difusión en la producción comercial y la variabilidad del contenido azucarero y período de cosecha. En las evaluaciones de planta y retoño se determinó según el Componente Principal, la existencia de variabilidad para el rendimiento agrícola y la necesidad ampliarla para el contenido azucarero, así como la posibilidad de aprovecharla de manera eficiente a partir de seis grupos definidos por el análisis discriminante de acuerdo con los objetivos de mejora.

Palabras clave: accesiones, cultivares, cruzamientos, prospección, variabilidad

Charachterization of genetic resources of the sugarcane breeding of Iran

Due to the priority of sugarcane in Iran among the economic important crops, a Sugarcane Breeding Program was established in order to guarantee the internal sugar consumption. The goal of the program was the characterization of genetic resources in order to decide the crossings and to import new variability. The localization and identification of all the introduced genetic resources until the year 2008 were the genetic materials used. The total genetic material for characterization was 144 entries and the cultivars CP48-103, CP57-614 and CP69-1062 were used as check cultivars because those were important commercial cultivars. All the materials were grown as plant cane and 1rst. ratoon and genetic variability for agricultural yield was found using a Principal Component Analysis; however, the genetic

variability for sugar content was low. The creation of six groups of variability using the statistical discriminant analysis was proposed.

Keywords: accession, crossings, cultivars, prospection, variability

Recursos fitogenéticos forrajeros para incrementar la biodiversidad en áreas ganaderas

Yuseika Olivera, Lisset Castañeda, Odalys Toral

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Central España Republicana, CP 44280 Matanzas, Cuba. e-mail: yuseika@ihatuey.cu

Se estudió dos colecciones de leguminosas forrajeras, una de 69 accesiones de *Centrosema* spp. (colección 1) y otra de 27 accesiones de *Teramnus* spp. (colección 2) en dos ambientes con diferentes condiciones edafoclimáticas, con el objetivo de seleccionar las accesiones que más se adapten a dichos ambientes y contribuir así al incremento de la biodiversidad. La colección 1 se estudió en un suelo ácido (pH ~4.9) y la colección 2 en un suelo de baja fertilidad. En ambas investigaciones no se utilizó riego ni fertilización. Para obtener la variabilidad y la relación entre las variables, se efectuó el análisis de componentes principales (ACP); mientras que, para agrupar los tratamientos con características semejantes, se realizó un análisis de conglomerado. Mediante el ACP se constató la existencia de un 85.3% y 76.85% de variabilidad total para la colección 1 y 2, respectivamente, sobre la base de las variables, altura de la planta, hojiosidad, cobertura, vigor y rendimiento. A través del análisis de conglomerado, en la colección 1, se formaron cinco grupos, entre los que sobresalieron los grupos I, II y V (con 11, 3 y 2 accesiones respectivamente). Entre estas se destacaron las accesiones C. molle CIAT- 5151, PII- 89 y la CIAT- 476 y en la colección 2, se identificaron la formación de siete grupos, sobresaliendo las accesiones del grupo II, T. labialis CIAT-926, CIAT-21197 y CIAT-9128. Se concluye que se cuenta con un grupo de leguminosas forrajeras que se adaptan a ambientes estresantes y con ello se incrementa la biodiversidad de especies forrajeras para mejorar las áreas dedicadas a la alimentación del ganado.

Palabras clave: leguminosas forrajeras, suelo ácido, suelo de baja fertilidad

Plant genetic resources for increasing biodiversity in animal husbandry areas

Two collections of forage legumes were studied, one of 69 *Centrosema* spp. accessions of (collection 1) and another of 27 *Teramnus* spp. accessions of (collection 2) in two environments with different edaphoclimatic conditions, with the objective of selecting the accessions that best adapt to these environments and thus contribute to the increase of biodiversity. Collection 1 was studied on an acid soil (pH ~ 4.9) and collection 2 on a low-fertility soil. In both studies, neither irrigation nor fertilization was used. To obtain the variability and the relationship between the variables, the principal components analysis (PCA) was used; while, to group the treatments with similar characteristics, a cluster analysis was used. Through the PCA, the existence of 85.3 % and 76.85 % of total variability for collection 1 and 2, respectively, was found, based on the variables plant height, leafiness, cover, vigor and yield. Through the cluster analysis, in collection 1, five groups were formed, among which groups I, II and V (with 11, 3 and 2 accessions, respectively) stood out. Among these were the accessions C. molle CIAT-5151, PII-89 and CIAT-476; and in collection 2, the formation of seven groups was identified, highlighting the accessions of group II, T. labialis CIAT-926, CIAT -21197 and CIAT-9128. It is concluded that there is a group of forage legumes that adapt to stressful environments; and with this the biodiversity of forage species is increased to improve the areas dedicated to cattle feeding.

Keywords: forage legumes, acid soil, low fertility soil

Efecto de tres hongos benéficos sobre la roya, *Uromyces appendiculatus* (Link) Unger, en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L).

Deilyn Moreno Ramos

Unidad científica tecnológica de base, Alquizar. Instituto de investigaciones de fruticultura tropical. Carretera de Pestana. Kilómetro 2.5, Alquizar. e-mail: deiynmoreno@nauta.cu

El presente trabajo se realizó en la Finca “La Berta” perteneciente al pequeño agricultor Marcos Martín Ramos Hernández ubicada en el Consejo Pulido-Guanímar en el municipio de Alquizar de la provincia de Artemisa con el objetivo de evaluar la efectividad de tres hongos benéficos en el control de la roya, *Uromyces appendiculatus* (Link) Unger, en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), mediante un experimento de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro réplicas. Se utilizó el cultivar de frijol común CC-25-9N. Los tratamientos se realizaron con suspensiones conidiales de los hongos *Lecanicillium lecanii* (Zimm) Zare & Gams, *Trichoderma harzianum* Rifai y *Metarhizium anisopliae* sensu lato (Metsch.) Sorokin, a una dosis de 10^{12} conidios.ha⁻¹, y se comparó con el fungicida recomendado en la Estrategia Fitosanitaria 2013-2014 y un control, sin aplicación. En total se realizaron 10 aplicaciones de los hongos, con un intervalo semanal, a partir del momento en que se detectó la enfermedad en campos aledaños al experimento. Los tres hongos mantuvieron un índice de intensidad de la enfermedad inferior al control durante todo el período evaluado, aunque se destacó *L. lecanii* con una densidad de alrededor de 1 soro.cm⁻², muy similar al tratamiento químico recomendado. Las aplicaciones con los hongos provocaron también un efecto positivo en el rendimiento del cultivo y en algunos de sus componentes, como el número de vainas por planta, número de granos por vaina y masa de 100 granos.

Palabras clave: *Trichoderma harzianum*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, antagonistas, entomopatógenos

Caracterización de la interacción planta-bacterias diazotróficas en *Oryza sativa* L. y su efecto en la toma de nutrientes del suelo

Gema Pijera Fernández, Yeised de la Fe Pérez, Maybel Almenares Casanova, Acela Díaz de la Osa, Annia Hernández-Rodríguez

Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Calle 25 # 455. Plaza, Ciudad Habana, Cuba. CP 10347.

e-mail: annia@rect.uh.cu

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cereales más cultivados en el mundo. En Cuba, los principales polos productivos de este cereal se caracterizan por tener suelos con pH ácido y bajo contenido de nutrientes como nitrógeno (N) y fósforo (P), esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas. La aplicación de fertilizantes químicos basados en N y P no resuelve estas deficiencias e incrementa la incidencia de plagas con la consecuente contaminación de los suelos. El uso de microorganismos que promueven el crecimiento de las plantas constituye una alternativa ecológica factible para estos fines. El objetivo de este trabajo fue seleccionar bacterias diazotróficas solubilizadoras de fosfatos inorgánicos con actividad promotora del crecimiento de *Oryza sativa* L. El aislamiento se realizó de la rizosfera, la raíz y las partes aéreas de plantas de 21 días de edad cultivar INCA-LP7. Se evaluó su capacidad para solubilizar fosfatos inorgánicos (Ca-P, Al-P, Fe-P), producir compuestos indólicos y actividad antagonista frente a cepas de los patógenos fúngicos *Curvularia* y *Bipolaris*, así como la producción de enzimas líticas y sideróforos. *Herbaspirillum* RJ1442 y *Pseudomonas* SN4528 se destacaron por la mayor producción de metabolitos en condiciones in vitro y el mayor potencial estimulador del crecimiento vegetal en experimentos in vivo. Estos resultados demuestran que las bacterias diazotróficas promueven el crecimiento de *Oryza sativa* L., aportan nutrientes a la planta y mitigan el deterioro provocado por plagas, efectos relacionados con el tipo y fertilidad del suelo.

Palabras clave: antagonistas, bacterias diazotróficas, interacción planta-microorganismos, *Oryza sativa* L., solubilización de fosfato

Characterization of the plant-diazotrophic bacteria interaction in *Oryza sativa* L. and its effect on the soil nutrients uptake

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most cultivated cereals in the world. In Cuba, the main productive poles of this cereal are characterized by having soils with acid pH and low content of nutrients such as nitrogen (N) and phosphorus (P), essential for plant growth and development. The application of chemical N and P based fertilizers does not solve these deficiencies and increases the incidence of pests with the consequent pollution of soils. The use of plant growth promoting microorganisms is a feasible ecological alternative for these purposes. The objective of this work was to select diazotrophic bacteria with ability to solubilize inorganic phosphates with growth promoting activity of *Oryza sativa* L. Isolation was performed from the rhizosphere, root and aerial parts of 21-day-old plants cultivar INCA-LP7. It was evaluated their ability to solubilize inorganic phosphates (Ca-P, Al-P, Fe-P), produce indole compounds and antagonistic activity against strains of the fungal pathogens *Curvularia* and *Bipolaris*, as well as the production of lytic enzymes and siderophores. *Herbaspirillum* RJ1442 and *Pseudomonas* SN4528 were noted for the increased production of metabolites under in vitro conditions and the greatest potential for stimulating plant growth in in vivo experiments. These results demonstrate that diazotrophic bacteria promote the growth of *Oryza sativa* L., provide nutrients to the plant and mitigate the deterioration caused by pests, effects related to the type and fertility of the soil.

Keywords: antagonists, diazotrophic bacteria, plant-microorganisms interaction, *Oryza sativa* L., phosphate solubilization

***Pseudomonas chlororaphis* CP07 induce respuestas de defensa contra *Phytophthora palmivora* (Butl.) en cacao**

Yulien Miguélez-Sierra¹, Annia Hernández-Rodríguez², Mondher El Jaziri³

¹Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo, Avenida Che Guevara, km 1,5, Carretera a Jamaica, Guantánamo, Cuba. e-mail: yulien@cug.co.cu

²Laboratorio de Ecología Microbiana, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Calle 25 # 455 e/ J e I, Vedado, La Habana, Cuba. e-mail: annia@fbio.uh.cu

³Laboratorio de Biotecnología vegetal, Universidad Libre de Bruselas, Rue Adrienne Bolland, 8, 6041 Charleroi, Bélgica. e-mail: jaziri@ulb.ac.be

La pudrición negra del fruto causada por *Phytophthora palmivora* es una de las enfermedades más importantes de *Theobroma cacao* en Cuba y en el mundo. Las Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPB) son consideradas una alternativa para el control de la enfermedad en el contexto del manejo integrado. Con el objetivo de evaluar el efecto de *Pseudomonas chlororaphis* CP07, aislada de la rizosfera del cacao, en la inducción de respuestas de defensa ante *Phytophthora palmivora* en plantas de cacao cultivadas in vitro, se realizó el ensayo de resistencia foliar en tres genotipos de cacao tradicional cubano del tipo Trinitario de la región de Baracoa y en el genotipo híbrido UF677. Los tratamientos consistieron en plantas intactas, plantas inoculadas con CP07, plantas infectadas con *P. palmivora* Mab1 y plantas inoculadas con CP07 e infectadas con Mab1. La severidad de los síntomas de la enfermedad se redujo dependiendo del genotipo en los ensayos de resistencia foliar en cámara húmeda y con plantas intactas. En ambos ensayos se obtuvo que en los genotipos EICB-371 y EICB-385 la severidad de los síntomas se redujo significativamente en plantas inoculadas con CP07 en comparación con las plantas inoculadas con Mab1, en el primero fue desde 81.4% hasta 20% y en el segundo de 39% a 29.5%. Los genotipos EICB-384 y UF677 presentaron una severidad con Mab1 de 98.5% y 78%, que se redujo a 92.3% y 70.9%, respectivamente, en plantas inoculadas con la bacteria pero sin efecto significativo lo cual indica una relación específica en la interacción bacteria-planta-patógeno. Se demostró que CP07 tiene un potencial en la bioprotección de las plantas de *T. cacao* contra la pudrición negra del fruto lo cual brinda la posibilidad de usar la bacteria en el control biológico de la enfermedad.

Palabras clave: control biológico, pudrición negra del fruto, *Pseudomonas chlororaphis*, *Theobroma cacao*

***Pseudomonas chlororaphis* CP07 induces defense responses against *Phytophthora palmivora* (bButl.) in cacao**

The black pod rot caused by *Phytophthora palmivora* is one of the most important diseases of *Theobroma cacao* in Cuba and worldwide. The Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) are considered an alternative for the control of the disease in the context of the integrated management. In order to evaluate the effect of *Pseudomonas chlororaphis* CP07, isolated from the cacao rhizosphere, in the induction of defense responses against *Phytophthora palmivora* in plants of cacao cultured in vitro, foliar resistance tests were carried out with three genotypes of traditional Cuban cacao of the type Trinitario of the Baracoa region and the hybrid genotype UF677. The treatments consisted of intact plants, plants inoculated with CP07, plants infected with *P. palmivora* Mab1 and plants inoculated with CP07 and infected with Mab1. The severity of the symptoms of the disease was reduced depending on the genotype in both, the foliar resistance test in humid chamber and the intact plants. In EICB-371 and EICB-385 the severity of symptoms was significantly reduced in plants inoculated with CP07 compared to plants inoculated with Mab1, from 81.4% to 20% in the first one and from 39% to 29.5% in the second one. The genotypes EICB-384 and UF677 showed a severity of 98.5% and 78% with Mab1, which was reduced to 92.3% and 70.9%, respectively, in plants inoculated with the bacteria but there was not a significant effect which indicates a specific relationship in the bacterium-plant-pathogen interaction. It was demonstrated that CP07 has a potential in the bioprotection of *T. cacao* plants against the black pod rot what gives the possibility of using the bacteria in the biological control of the disease.

Keywords: biological control, black pod rot, *Pseudomonas chlororaphis*, *Theobroma cacao*

Comportamiento natural de 35 accesiones del Banco de Germoplasma del género *Nicotiana* frente a *Tospovirus*

Milagros Domínguez, José Crespo, Jaiza Negrin

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera Tumbadero km 8 ½. San Antonio de los Baños.
e-mail: biologia4@iitabaco.co.cu

Los tospovirus afectan a más de 1 000 especies de plantas. En la actualidad se han calculado pérdidas de hasta 17% en la producción de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y 10% en otros cultivos. Estos patógenos se consideran entre las 10 entidades virales más importantes del mundo. Constituyen una enfermedad importante para Cuba, así como su prevención y manejo, dado fundamentalmente por la presencia de algunos de sus vectores y por la creciente emergencia en países de la región de América Latina y el Caribe. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de 35 especies de *Nicotiana* y cultivares de *N. tabacum* L. de forma natural frente a *Tospovirus*. Se realizó un experimento de campo de 35 parcelas, con 5 surcos cada una, de 25 plantas. Estas se evaluaron semanalmente para la presencia natural de tospovirus. Las plantas fueron diagnosticadas para la confirmación de las evaluaciones. Se pudo observar bajo nivel de resistencia a tospovirus en el germoplasma evaluado. De los 35 genotipos solo dos no se afectaron de forma natural con el virus: *Nicotiana glauca* y *Nicotiana glauca*. Al ser retados estos dos genotipos de forma directa se observó que existía cierto grado de resistencia, pues bajo las mismas condiciones tiene un retardo en la aparición del virus, no se observan síntomas y pasado un tiempo el virus no se detecta, lo que resulta de interés para posteriores estudios de resistencia.

Palabras clave: resistencia, tabaco, virus

Natural behavior of 35 accessions of the Germplasm Bank of the genus *Nicotiana* against tospovirus

Tospoviruses affect more than 1 000 plant species. At present, important losses such as 17% in tobacco production and 10% in other crops have been estimated. Tospovirus are an important disease for Cuban crops, as well as its prevention and management, mainly due to the presence of some of its vectors and

the growing emergency in countries of the Latin American and Caribbean region. The objective of this work was to evaluate the natural behavior of 35 *Nicotiana* species and *N. tabacum* L. cultivars against tospovirus. A field experiment was carried out on 35 plots, with 5 grooves each, of 25 plants. These were evaluated weekly for the natural presence of tospovirus. The plants were diagnosed for confirmation of the evaluations. They showed a low level of tospovirus resistance in the evaluated germplasm. Only two of the 35 genotypes were not naturally affected with the virus: *Nicotiana ingulba* and *Nicotiana rustica*. When these two genotypes were challenged directly a certain degree of resistance was observed, because under the same conditions there is a delay in the appearance of the virus, no symptoms are observed and the virus is not detected after some time. This is of interest for later resistance studies.

Keywords: resistance, tobacco, virus

Caracterización de la expresión de la Isocitrato Liasa de *Pseudocercospora fijiensis* en medios de cultivo con diferentes fuentes de carbono

Barbará Ocaña¹, Claudia B. Rodríguez Sierra², Mayra Acosta-Suarez¹, Marilyn Hernández¹, Monica Höfte³, Elio Jiménez¹, María I. Oloriz¹, Orelvis Portal²

¹ Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830

² Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: orelvis@ibp.co.cu

³ Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, Gent 9000, Belgium

La Sigatoka negra es una enfermedad causada por el ascomicete *Pseudocercospora fijiensis*, un hongo hemibiotrófico que causa reducciones significativas en el área foliar y provoca grandes pérdidas en los bananos y plátanos. Durante su ciclo de vida, el hongo puede activar vías metabólicas que posibilitan la degradación y aprovechamiento de los compuestos de la planta, dentro de las que se encuentra el ciclo del glioxilato. El objetivo de esta investigación fue caracterizar la expresión de la Isocitrato liasa (ICL) en medios de cultivo con diferentes fuentes de carbono. Con tal motivo, *P. fijiensis* se creció en medio de cultivo mínimo con etanol y glucosa y se determinó la expresión de la icl y de los factores de transcripción FacB y CreA. Además, se determinó la influencia en el crecimiento de *P. fijiensis* del 3-nitropropionato, un inhibidor de la ICL. *P. fijiensis* creció en ambos medios de cultivo, en los cuales se apreció una expresión de la icl, así como en los factores de transcripción que regulan su expresión. Las diferentes concentraciones usadas del 3-nitropropanato inhibieron el crecimiento de *P. fijiensis*, a las 96 h después de la inoculación. Los resultados mostraron que el ciclo del glioxilato es necesario para el crecimiento de *P. fijiensis* en fuentes de dos carbonos, por lo que pudiera jugar un papel importante en la utilización de formas carbonadas con similar estructura durante el proceso de colonización en *Musa* spp.

Palabras clave: bananos y plátanos, ciclo del glioxilato, fuentes de carbono, Sigatoka negra

Caracterización fenotípica de un mutante de caña de azúcar bajo estrés biótico y abiótico

Marilyn Hernández¹, María Ileana Oloriz¹, Borys Luis Valdés^{1,2}, Osmany Aday², Víctor Gil³, Bárbara Ocaña¹, Luis Rojas¹, Annia, González⁴, Leonardo Rivero¹

¹ Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. e-mail: maria@uclv.edu.cu

² Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera al CAI Martínez Prieto km 1½. Boyeros. La Habana. Cuba.

³Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5.5, 54 830 Santa Clara, Cuba

⁴Centro de Información y Gestión Tecnológica. Buen viaje 18 e/ Maceo y Parque. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.

La caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es de gran importancia a nivel mundial por el valor de su producción y la cantidad de materia prima que aporta. El estrés biótico a abiótico al que se encuentra sometido el cultivo provoca considerables pérdidas en su producción, las que pueden ser superiores en un futuro, debido al cambio climático. La búsqueda de resiliencia en el cultivo frente a las condiciones de un clima cambiante es una prioridad para los mejoradores genéticos. El objetivo de este trabajo es caracterizar morfológicamente un mutante de caña de azúcar por su respuesta frente a *Puccinia melanocephala*, *Puccinia kuehnii* y el estrés salino. Se inocularon plantas de dos meses de edad en casa de cultivo con suspensiones de los dos hongos basidiomicetes por separado. Se evaluó el tipo de respuesta frente a la infección en cuanto al período de incubación, período de latencia y se comparó con la variedad donante. También se colocaron plantas de ambos cultivares en condiciones de estrés salino (NaCl, 200mM) y se determinó la capacidad de retención de las clorofilas en el tiempo. Se demostró que el mutante desarrolla una respuesta hipersensible frente a ambos hongos en un período corto de tiempo y que es capaz de superar el estrés salino. Los resultados son un aporte para futuros estudios de las bases moleculares de la resistencia al estrés en caña de azúcar y demuestra la posibilidad de obtener cultivares con resiliencia al cambio climático a través de la inducción de mutaciones.

Palabras claves: estrés salino, *Puccinia kuehnii*, *Puccinia melanocephala*

Respuesta de plantas transgénicas de *Musa* cv. 'Grande naine' a la inoculación con *Pseudocercospora fijiensis* Morelet en casa de cultivo

Mairenys Concepción-Hernández, Mayra Acosta-Suárez, Bárbara Ocaña, Marilín Hernández, Borys Chong-Pérez, María Ileana Oloriz

Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.
e-mail: mairenys@ibp.co.cu

La Sigatoka negra causada por *Pseudocercospora fijiensis* Morelet es la enfermedad foliar más destructiva que afecta a los bananos y plátanos. Es controlada parcialmente por el uso extensivo de fungicidas en las plantaciones comerciales, mientras que la mayoría de los pequeños agricultores no tienen acceso a estos productos. Por otro lado, el mejoramiento por técnicas convencionales resulta difícil debido a las características de triploidía, y esterilidad de los cultivares más importantes de *Musa* spp. Por tanto, la obtención de variedades con incrementos en la resistencia mediante la transformación genética pudiera contribuir al manejo integrado de esta enfermedad. El objetivo de este trabajo fue determinar la respuesta de líneas transgénicas de *Musa* cv. 'Grande naine' a la inoculación con *P. fijiensis* en condiciones de casa de cultivo. Para esto las tres primeras hojas abiertas de seis líneas de banano que expresan el gen PGIP2 de *Phaseolus vulgaris* L. se inocularon con el aislado de *P. fijiensis* CCIBP-Pf-83. Se emplearon plantas no transformadas como control de susceptibilidad y los cultivares FHIA-21 y Yangambi km 5.5 fueron usados como patrones parcialmente resistentes y resistentes, respectivamente. Posteriormente se evaluaron las variables epifitológicas tiempo de evolución de los síntomas, tiempo de desarrollo de la enfermedad e índice de infección, así como el área de las lesiones necróticas. Se observaron diferencias entre las líneas evaluadas, así como con los controles empleados.

Palabras clave: inoculación artificial, PGIP2, variables epifitológicas

Response of transgenic *Musa* cv. 'Grande naine' plants to inoculation with *Pseudocercospora fijiensis* Morelet in greenhouse

Black Sigatoka caused by *Pseudocercospora fijiensis* Morelet is the most destructive foliar disease that affects bananas and plantains. It is partially controlled by the extensive use of fungicides in commercial plantations, while most of small farmers do not have access to these products. On the other hand, the conventional breeding is difficult due to the characteristics of triploidy, and sterility of the most important *Musa* spp. cultivars. Therefore, obtaining varieties with improved resistance through genetic transformation could contribute to the integrated management of this disease. Thus, the objective of this work was to evaluate the response of transgenic lines of *Musa* cv. 'Grande naine' to the inoculation with *P. fijiensis* in greenhouse conditions. For this, the first three open sheets of six banana lines expressing the PGIP2 gene of *Phaseolus vulgaris* L. were inoculated with the *P. fijiensis* isolate CCIBP-Pf-83. Non-transformed plants were used as susceptibility control, and the cultivars FHIA-21 and Yangambi km 5.5 were used as partially resistant and resistant standards, respectively. Subsequently, the epidemiological variables time of symptoms evolution, time of disease development and infection index, as well as the area of necrotic lesions were evaluated. Differences among the studied lines and with the controls were observed.

Keywords: artificial inoculation, epidemiological variables, PGIP2

Effect of H₂O₂ application in 'Gros Michel' response to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* infection

Milady F. Mendoza-Rodríguez, Bárbara Ocaña, Marilín Hernández, Mayra Acosta-Suárez

Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: milady@ibp.co.cu

Fusarium wilt in *Musa* spp. caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) is a serious constraint both to their commercial production as well as to the subsistence of these crops. The chemical control is not economically effective and is hazardous to the environment and human health that is why, the search of new strategies to obtain disease resistance plants constitutes a priority. According to the previous information, the objective of this study was to evaluate the response of 'Gros Michel' (AAA) cultivar to Foc infection, after leaves and roots treatment with different concentrations of hydrogen peroxide (H₂O₂). In this cultivar the first three open leaves of the plants were sprayed with H₂O₂ (20 and 30 mmol l⁻¹) respectively, three days before the pathogen inoculation. Besides, in another set of assays using the root dipping method, plant roots were immersed separately in (0.5 and 1 mmol l⁻¹) of H₂O₂ before the infection. For every concentration the roots were incubated during five and ten minutes respectively. The evaluation of the different assays consisted on to assess the disease severity, through the visual observation of internal symptoms (rhizome discoloration) at 82 days post inoculation. In rhizome of 'Gros Michel' plants, no disease symptoms were observed after H₂O₂ application to leaves respect to control plants. However, in roots a similar stage of Foc symptoms evolution were reached in treated as well as control plants. These preliminary results suggest the possible role of reactive oxygen species during this interaction.

Keywords: *Fusarium oxysporum*, hydrogen peroxide, *Musa* spp.

Activation of genes related with plant innate immunity by application of brassinosteroids

Vladimir Niebla Morejón

Facultad de Química. Universidad de la Habana. La Habana. Cuba.

Brassinosteroids (BRs) is a group of phytohormones that regulates many common developmental processes throughout the plant life cycle. It was shown that the exogenous applications of BRs induce protection against different pathogens and can provide plants tolerance/resistance to different abiotic stresses. Similar to other growth regulators, BRs play ambiguous roles in molding pathological outcomes, the effects of which may depend not only on the pathogen's lifestyle and infection strategy,

but also on specialized features of each interaction. In this work we show the effect of exogenous treatment with a natural BR (24- epibrasinolide (eBL)) and two synthetic spirostanoic analogues, on expression of different genes associated with the defence of *Arabidopsis thaliana* plants. These results suggest that BRs plays a role in the activation of innate immunity in *Arabidopsis* plants, which envisages the potential for a new safer strategy, alternative to agrochemicals, for crop health management.

Keywords: *Arabidopsis thaliana*, brassinosteroids, phytohormones

Jueves / Thursday, 10 de mayo de 2018

Sesión 2. Taller Bioproductos para uso agrícola / *Workshop Bioproduct for agricultural use*

Presentaciones orales / *Oral presentations*

Cepas bacterianas con potencial para el manejo de la Sigatoka negra

Mileidy Cruz-Martín, Yelenys Alvarado-Capó, Eilyn Mena, Mayra Acosta-Suárez, Berkis Roque, Tatiana Pichardo

Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: mileidy@ibp.co.cu

El control de la Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis* Morelet) representa un gran reto y requiere el desarrollo de programas de manejo integrado que incluyan alternativas biológicas que permitan disminuir el uso de fungicidas químicos. Sin embargo, el empleo de bioproductos en Cuba para el control de esta enfermedad es limitado. Este trabajo tuvo como objetivo determinar el potencial de cepas de *Bacillus* spp. aisladas de la filosfera de *Musa* spp. como agentes de biocontrol de *P. fijiensis*. Se realizaron aislamientos de la filosfera de *Musa* spp. y se comprobó la presencia de bacterias productoras de metabolitos antifúngicos (volátiles y difundidos) con características promisorias para el control biológico de *P. fijiensis*. Estos resultados constituyen un criterio a tener en cuenta para la selección de estas bacterias como agentes de control biológico, ya que, la multiplicidad de dichos mecanismos es importante para el reforzamiento de las propiedades antifúngicas y una mejor eficiencia en el biocontrol. Se seleccionó la cepa de *Bacillus pumilus* CCIBP-C5 para dilucidar los mecanismos de acción implicados en la actividad antifúngica. El filtrado de cultivo esta cepa (FC) inhibió el crecimiento in vitro de *P. fijiensis*, y provocó cambios en la morfología y estabilidad membrana citoplasmática. Además, tuvo efecto sobre el patógeno y la expresión de la enfermedad en plantas inoculadas artificialmente el cual dependió del momento de aplicación. A partir de los resultados se demostró la presencia de varios mecanismos involucrados en el biocontrol que se interrelacionan entre sí. Como aporte de este trabajo se cuenta con una colección de cepas bacterianas caracterizadas, con potencial para su empleo en la formulación de bioproductos para el manejo de la Sigatoka negra y protocolos para la determinación de la actividad antifúngica in vitro frente de las cepas a *P. fijiensis*. Este resultado fue acreedor del premio anual de la Academia de Ciencias de Cuba en el año 2017.

Palabras clave: bananos, bacterias antagonistas, filtrado de cultivo, manejo integrado

Optimización de la fermentación de un biofertilizante a base de *Pseudomonas fluorescens*

María Cristina Pérez Peñaranda¹, Julio Oramas García¹, Emilio Arcadio Sotolongo Valdés², Alina Miranda Galuzzo³, Yoandra Román Tabío¹, Alain González Soto²

¹Unidad de Desarrollo – Innovación del Grupo Empresarial Laboratorios Biológicos Farmacéuticos (LABIOFAM), Ave. Independencia km 16 ½, Boyeros, La Habana.
e-mail: esp14desarrollo@labiofam, cumcperezpenaranda@gmail.com

²Facultad de Ingeniería. Química. Universidad Tecnológica de La Habana, Calle 114, # 11901, e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, Cujae. La Habana. e-mail: arcadio@quimica.cujae.edu.cu

³Unidad Empresarial de Base VIMANG-LABIOFAM Arroyo Naranjo, La Habana.

El Grupo Empresarial LABIOFAM tiene entre sus misiones el desarrollo y producción de biofertilizantes con el propósito de consolidar los esquemas de producción sostenible de la agricultura cubana. Una de

sus líneas de producción incluye un biopreparado líquido a base de *Pseudomonas fluorescens*, capaz de solubilizar los compuestos fosforados presentes en el suelo. Para elaborar el medio de cultivo se emplea melaza cuya composición y calidad varían según el rendimiento. Se realizó este trabajo con el objetivo de optimizar el medio de cultivo y las condiciones de agitación y aeración en fermentadores agitados de laboratorio, para disminuir el tiempo de producción de biomasa y mejorar la calidad del biofertilizante. En la optimización se empleó el método Box y Hunter, 1978, se propuso un diseño factorial 2³, mediante la sustitución de melaza por otra fuente de carbono y la variación de la composición de la fuente de nitrógeno y fósforo. Como variable de respuesta se determinó el crecimiento celular por densidad óptica (DO) $\lambda = 600$ nm. La fermentación se realizó en un fermentador de 12 L de volumen total, para la optimización del crecimiento microbiano en función de la agitación-aeración se utilizó un diseño factorial 2², tomando como variable de respuesta la densidad óptica (DO) $\lambda = 600$ nm. Los resultados fueron procesados por Statgraphics XV-CENTURION y Microsoft Excel para Windows. Se redujo al 29%, 50% y 40% respectivamente las fuentes de carbono, nitrógeno y fósforo. Las nuevas condiciones permitieron reducir el tiempo de fermentación a 12 horas con respecto a las 20 a 22 horas que se empleaban en el esquema de producción.

Palabras clave: biofertilizantes, fermentación, medio de cultivo, optimización, *Pseudomonas fluorescens*

Optimization of the fermentation of a biofertilizers to base *Pseudomonas fluorescens*

The Managerial Group LABIOFAM has the mission of the development and production of biofertilizers with the purpose of consolidating the outlines of a sustainable production in Cuban agriculture. One of their production lines includes a bioprepate liquid made with *Pseudomonas fluorescens*, capable of solubility the compound present phosphates in the soil. To elaborate the medium of cultivation molasses it is used, the composition and quality vary according to the yield it was carried out in this work with the objective of optimizing the medium of cultivation and the conditions of agitation and aeration in upset bioreactor of laboratory, to diminish the time of production of biomass and to improve the quality of the biofertilizers. For the optimization use the method Box and Hunter, 1978, it intends a factorial design 2³, by means of the substitution of the molasses for another source of carbon and the varies the composition of the nitrogen source and the phosphorus. To answer the cellular growth was determined by optic density (DO) $\lambda = 600$ nm. The fermentation was carried out in a bioreactor of 12 L of total volume, for the optimization of the microbial growth in function of the agitation-aeration a factorial design was used 2², taking as answer variable the optic density (DO) $\lambda = 600$ nm. The results were processed by Statgraphics XV-CENTURION and Microsoft Excel for Windows. It decreased to 29%, 50% and 40% respectively the sources of carbon, nitrogen and phosphorus. The new conditions allowed to reduce the time of fermentation at 12 hours with regard to 20 o'clock at 22 hours that were used in the production outline.

Keywords: biofertilizers, fermentation, medium of cultivation, optimization, *Pseudomonas fluorescens*

Análisis cuantitativo de los niveles de transcritos de dos fosfolipasas A tipo patatina de frijol (*Phaseolus vulgaris*) (Pvflap-II α y β), en la simbiosis con la bacteria *Rhizobium tropici* o con el hongo micorrízico *Rhizophagus irregularis*

Ronal Pacheco, Noreide Nava, Yolanda Ortega, Citlali Fonseca, Alejandra Zayas, Marco Juárez, Jorge Solís-Miranda, Carmen Quinto

Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México. e-mail: rpacheco@ibt.unam.mx

Las fosfolipasas A2 son enzimas hidrolíticas de fosfolípidos; en plantas se clasifican de acuerdo con su secuencia y propiedades biológicas. Algunas de ellas son consideradas fosfolipasas A tipo patatinas (FLAp), por la presencia de un dominio patatina. Debido a que hidrolizan galactolípidos, también son nombradas como galactolíipasas. Numerosos estudios han mostrado su importancia en respuesta a patógenos, crecimiento vegetativo y elongación celular. Sin embargo, existen pocos reportes sobre la función de estas proteínas en la simbiosis entre plantas y microorganismos. En nuestro grupo de trabajo, se obtuvo el transcriptoma, por RNA-seq, de raíces de frijol (*Phaseolus vulgaris*) con ganancia o pérdida de función del gen PvRbohB, en simbiosis con la bacteria *Rhizobium tropici* o el hongo *Rhizophagus*

irregularis. Mediante un análisis bioinformático del transcriptoma, se identificaron dos genes (*Pvflap- α* y *β*) con posible efecto antagónico en ambas simbiosis. Estos genes están anotados en el genoma de frijol como galactolipasas y sus secuencias aminoacídicas presentan homología con las FLAp. En este trabajo, mediante análisis in silico, se identificaron 19 FLAp en frijol cuyas secuencias de aminoácidos presentan regiones muy conservadas entre las FLAp de otras especies. Acorde a sus relaciones filogenéticas, se agrupan en tres clados al igual que las FLAp de *Arabidopsis thaliana*. El análisis cuantitativo de niveles de transcritos de *Pvflap- α* y *β* en raíces de frijol inoculadas con *R. tropici* o *R. irregularis* y no inoculadas, mostró mayor acumulación de transcritos de *Pvflap- α* y *β* . En la simbiosis con *R. tropici*, ambos genes tuvieron bajos niveles de expresión en etapas tardías de la nodulación. En la micorrización, los niveles de transcritos de *Pvflap- α* y *β* más elevados se encontraron en etapas tardías, contrario a lo observado para *Pvflap- α* y *β* . Dado el interés de conocer el efecto de *Pvflap- α* y *β* en las simbiosis mencionadas, se generaron dos construcciones para su estudio mediante genómica reversa.

Palabras clave: transcriptoma, secuencias aminoacídicas, nodulación

Bioplaguicidas, Tendencia Mundial. Bioproductos Agrícolas, LABIOFAM

Bertha Carreras Solís

Unidad de Desarrollo e Investigación, Grupo Empresarial LABIOFAM, ave independencia, km 16 ½, Boyeros, La Habana, Cuba. e-mail: esp9.desarrollo@labiofam.cu

El desarrollo innovador de plaguicidas sostenibles para uso en Manejo Integrado de Plagas está progresando rápidamente, especialmente cuando se trata de productos basados en microorganismos. Esto se debe, principalmente, al aumento de inversión mediante la fusión de compañías pequeñas con conocimiento específico en este campo, con compañías grandes de la industria tradicional de plaguicidas químicos. Mientras el mercado de los plaguicidas tradicionales crece al 2% anual, los bioplaguicidas lo están haciendo a tasas cercanas al 10%. En el año 2000, el mercado global de plaguicidas era de US\$24.600 millones y los bioplaguicidas representaban 900 millones. Hoy el mercado alcanza US\$30.000 millones y los bioplaguicidas ya suman US\$2000 millones. Si los bioplaguicidas se transforman en la fuente principal de control, impulsados por la creciente preocupación por la sustentabilidad y el crecimiento de la población, esta industria puede llegar a US\$20500 millones al 2020. En Cuba, el desarrollo de bioproductos con fines agrícolas ha sido la consecuencia de las políticas en materia educacional y científico-técnica trazada por la dirección del país desde los primeros años posteriores al triunfo de la Revolución. La eficacia demostrada en campo en diferentes cultivos y sistemas agrícolas, así como, la aceptación y demanda por los productores agrícolas hizo que el país trazara como estrategia, la transferencia de tecnologías de producción de un grupo de bioproductos agrícolas al Grupo Empresarial LABIOFAM para su comercialización, de manera que, actualmente asume dentro de sus líneas de producción los bioplaguicidas THURISAVE 13, THURISAVE 24®, THURISAVE 26, TRICOSAVE 34®, VERTISAVE 5, METASAVE 11, OLEONIM 80® y los biofertilizantes DIMARGON®, FOSFORINA®, FERTIMAG®, MICROORGANISMOS EFICIENTES. Se hace referencia a las características y uso propuesto de cada producto, balance general de producción 2014-2017, las proyecciones para incrementar capacidad productiva y las acciones de I+D para lograr productos que respondan a las exigencias del mercado.

Palabras clave: bioplaguicidas, plaguicidas tradicionales, tendencia bioplaguicidas

Biopesticides, World Trend. Agricultural Bioproducts, LABIOFAM

The innovative development of sustainable pesticides for use in Integrated Pest Management is progressing rapidly, especially when it comes to products based on microorganisms. This is mainly due to the increase in investment through the merger of small companies with specific knowledge in this field, with large companies in the traditional chemical pesticide industry. While the market for traditional pesticides grows at 2% per year, biopesticides are doing so at rates close to 10%. In 2000, the global pesticide market was US \$ 24,600 million and biopesticides represented 900 million. Today the market

reaches US \$ 30,000 million and biopesticides already amount to US \$ 2,000 million. If biopesticides become the main source of control, driven by the growing concern for sustainability and population growth, this industry can reach US \$ 20500 million by 2020. In Cuba, the development of bioproducts for agricultural purposes has been the consequence of the educational and scientific-technical policies drawn up by the country's leadership since the first years after the triumph of the Revolution. The effectiveness demonstrated in the field in different crops and agricultural systems, as well as the acceptance and demand by agricultural producers made the country trace as a strategy the transfer of production technologies from a group of agricultural bioproducts to the LABIOFAM Entrepreneurial Group for commercialization, so that, at present, it assumes within its production lines the biopesticides THURISAVE 13, THURISAVE 24®, THURISAVE 26, TRICOSAVE 34®, VERTISAVE 5, METASAVE 11, OLEONIM 80® and the biofertilizers DIMARGON®, FOSFORINA®, FERTIMAG®, EFFICIENT MICROORGANISMS. Reference is made to the characteristics and proposed use of each product, overall balance of production 2014-2017, projections to increase productive capacity and R + D actions to achieve products that respond to market demands.

Keywords: biopesticides, traditional pesticides, biopesticides trend

Aislamiento de microorganismos de suelo con potencial para la biodegradación de residuos agrícolas del cultivo de banano (*Musa AAA*) en Costa Rica

Natalia Villalobos Sequeira, Luis Adrián Vega Corrales, Claudiana Carr Rodríguez

Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Apdo. 86-3000, Heredia, Costa Rica. e-mail: nataliavillalobossequeira@gmail.com

El cultivo del banano (*Musa* spp.), en términos de producción, es el cuarto más importante a nivel mundial y es una de las principales actividades socioeconómicas de Costa Rica. No obstante, alrededor del 67% de la biomasa total producida son residuos agrícolas (RA), como pseudotallos, hojas y raquis. Estos RA están compuestos principalmente por biopolímeros como la celulosa y la lignina, los cuales se descomponen lentamente en el campo. La biodegradación asistida por microorganismos es una alternativa biotecnológica para el manejo de los RA, la reincorporación de nutrientes y materia orgánica al agroecosistema y la reducción del alto costo del uso de fertilizantes dentro de la producción comercial del cultivo del banano. Se realizó la bioprospección de microorganismos de suelo con potencial para la biodegradación de RA del cultivo de banano (*Musa AAA*). Muestras compuestas de suelo de plantaciones bananeras se inocularon en el medio de enriquecimiento Bushnell Haas con 1% de RA como única fuente de carbono. Los cultivos de enriquecimiento se incubaron durante tres periodos. Posterior a cada uno de los periodos de enriquecimiento, se aislaron cepas de microorganismos con potencial celulolítico y lignolítico en placas con agar Bushnell Haas suplementado, respectivamente, con 0.5% de carboximetilcelulosa y 0.5% de lignina alcalina (guaiacol 0.2%). Posteriormente, se reveló la actividad hidrolítica y se determinó el halo de hidrólisis alrededor de la colonia de cada una de las cepas aisladas. Se aislaron 19 cepas con actividad celulolítica, con halos de hidrólisis entre 2-14 mm y no se aislaron cepas con actividad lignolítica. La bioprospección de microorganismos de suelo con actividad hidrolítica representa una alternativa para el desarrollo de tecnologías de producción sostenible y buenas prácticas agrícolas que incorporen medidas de manejo y conservación de los recursos naturales utilizados en la industria bananera.

Palabras clave: biomasa residual, celulosa, lignina, actividad hidrolítica, agroecosistema

Efecto antifúngico del aceite esencial de *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) frente a hongos fitopatógenos del cultivo del tabaco

Verónica Toledo Sampedro, Angélica González Sampedro

Instituto de Investigaciones del Tabaco, Carretera Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba. CP. 38100

En Cuba el aceite esencial de *Melaleuca* (AEM) se ha utilizado como insecticida, bactericida, antiviral y fungicida. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del AEM sobre el crecimiento micelial de hongos patógenos de suelo, y determinar su efectividad para disminuir en el suelo el potencial de inóculo de *Phytophthora nicotianae*, agente causal de la enfermedad pata prieta en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). La actividad antifúngica del AEM se evaluó utilizando la metodología del crecimiento del hongo en medio agarizado al que se le incorporó el AEM a las concentraciones de 0.1, 0.2 y 0.3%. Para la disminución del potencial de inóculo se asperjaron concentraciones del AEM de 1%, 2%, y 3% cada 10 días de forma independiente en suelo inoculado con *P. nicotianae*. Se demostró la inhibición del crecimiento micelial de los patógenos fúngicos *P. nicotianae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* a las concentraciones 0.1%, 0.2% y 0.3% del AEM con niveles de toxicidad que oscilaron de ligeramente tóxico a tóxico. La concentración más alta (3%) produjo una mayor disminución en la densidad de inóculo de *P. nicotianae*, y contribuyó a reducir la intensidad de ataque del patógeno cuando fue sembrado el cultivar "Criollo 98". Estos resultados son novedosos para el cultivo del tabaco ya que abre nuevas alternativas para el manejo de las enfermedades de origen fúngico en el cultivo.

Palabras clave: aceite esencial, actividad antifúngica, *Melaleuca quinquenervia*, tabaco

Antifungal effect of the essential oil of *Melaleuca quinquenervia* (CAV.) against phytopathogens fungi of tobacco crop

Secondary metabolism are increasingly used as alternatives to control diseases in agricultural crops. The *Melaleuca quinquenervia* (Cav.) is an evergreen tree native of Australia. The *Melaleuca* oil has been used in Cuba, showing hopeful results, being safe for animal and plant health. The objective of this work is to evaluate the effect of Essential oil *Melaleuca* on mycelial growth of pathogenic soil fungi, and determining its effectiveness in reducing inoculum density of *P. nicotianae* in soil. The mycelial growth inhibition of *Phytophthora nicotianae*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* and *Rhizoctonia solani* fungal pathogens using 0.1%, 0.2% and 0.3% essential oil of *Melaleuca*, was confirmed. The highest concentrations of the essential oil of *Melaleuca* (3%) produced a greater decrease in the density of inoculum of *P. nicotianae*, contributing to decrease the intensity of pathogen attack when the Criollo 98 crop was planted. These results this are novel for the tobacco crop researches being an alternative choice in the management of tobacco plant fungal diseases.

Keywords: essential oil, antifungal activity, *Melaleuca quinquenervia*, tobacco

Promoción del crecimiento en cultivos de interés agrícola mediante el uso del bioproducto CBQ-AgroG

Yelenys Alvarado-Capó¹, Tatiana Pichardo¹, Robelio Ramos², Zenaida Rodríguez², Rolando Mesa³, Mayda Morales⁴

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: yelenys@ibp.co.cu

²Centro de Bioactivos Químicos, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

³UBP Cultivos Protegidos y Semiprotegidos. Empresa Agropecuaria Valle del Yabú. Carretera a Sagua km 4.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

La necesidad de disminuir los efectos ambientales negativos de plaguicidas y fertilizantes químicos empleados para la producción agrícola ha conllevado a la búsqueda de alternativas dentro de las cuales se encuentran los productos biológicos. El Instituto de Biotecnología de las Plantas y el Centro de Bioactivos Químicos han trabajado en el desarrollo de un bioproducto que pueda utilizarse para la

promoción del crecimiento en plantas. El objetivo de este trabajo fue presentar los avances en estas investigaciones. Mediante fermentación microbiana se obtuvo el bioproducto CBQ-AgroG que se ha aplicado a la semilla, al suelo o foliar a diferentes cultivos tales como frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), *Musa* spp., *Anthurium andreaeanum* L. y *Coffea* spp. obtenidos a partir de semilla botánica o biotecnológica. Se realizaron ensayos de laboratorio, casa de cultivo y campo que demostraron el efecto promotor del crecimiento del bioproducto. Además, se incluyó el trabajo de formación de profesionales de carreras agropecuarias que se vincularon a estas actividades y desarrollaron habilidades investigativas. El bioproducto CBQ-AgroG se presenta como una alternativa para la nutrición de cultivos agrícolas.

Palabras clave: nutrición, cultivo protegido, semillas, formación profesional

Optimización de una tecnología para la producción y formulación de TRICOSAVE 34 PH, formulado en polvo humedecible de *Trichoderma harzianum* A-34

Jorge Luis Ayala¹, Yamilka Lugones², Ceila Ferral³, Jorge Luis Armas³, Bertha Carreras¹, Nelson Benítez², Migdalia de los Ríos², Ana M. Cancio²

¹Unidad de Desarrollo e Investigación, Grupo Empresarial LABIOFAM.
e-mail: ayala.sifontes16@gmail.com

²Área de Lucha Biológica, LAPROSAV, MINAG, Sancti Spíritus.

³Unidad Provincial de Control Biológico, Sucursal Labiofam. Sancti Spíritus.

El uso de hongos biocontroladores es reconocido como una alternativa eficiente para el control de plagas de importancia agrícola y su utilización ha ido en aumento. Aunque el hecho de contar con cepas específicas que actúan sobre una plaga determinada, es un factor fundamental para el éxito de este tipo de control, también se necesita que existan formulaciones adecuadas para reducir la pérdida de viabilidad y aumentar la permanencia de los hongos en el suelo. En Cuba, las actuales producciones bifásicas para la obtención de bioplaguicidas a partir de hongos, dan como resultado productos sólidos que al ser solamente recobrados y secados, presentan un aspecto granulado con tiempos de estabilidad tan limitados que dificultan su comercialización, de manera que, el objetivo del trabajo fue desarrollar una formulación en forma de polvo humedecible a base de *Trichoderma harzianum* A-34. Se evaluaron dos tipos de soportes sólidos para producciones masivas bifásicas con destino a la separación de esporas; diferentes medios líquidos para la producción del inóculo y su efecto sobre la producción de conidios; así como diferentes inertes para la formulación. El trigo (máx. 1.5×10^9) fue mucho menos eficiente que el arroz (máx. 4.48×10^9) en la producción de conidios por gramo de sustrato. Los formulados basados en bentonita y zeolita solos, la bentonita con azúcar crudo y el carbonato de calcio con azúcar crudo lograron mantener una viabilidad por encima del 70% a los 8 meses a 22-24°C. El costo de protección de las semillas resultó económico para los agricultores e incluso más barato en las aplicaciones al suelo y para los productores del biofungicida sólido granulado, por cada 200 kg de producto pueden obtener una ganancia neta de más de 5000 pesos si lo formulan, que si lo venden sin procesar.

Palabras clave: *Trichoderma harzianum*, formulación, polvo humedecible

Optimization of a technology for the production and formulation of TRICOSAVE 34 PH, formulated in wettable powder of *Trichoderma harzianum* A-34

The use of biocontrol fungi is recognized as an efficient alternative for the control of pests of agricultural importance and its use has been increasing. Although the fact of having specific strains that act on a given pest is a fundamental factor for the success of this type of control, it is also necessary that there are adequate formulations to reduce the loss of viability and increase the permanence of fungi in the soil. In Cuba, the current biphasic productions for the production of biopesticides from fungi, result in solid products that, when only recovered and dried, present a granulated appearance with limited stability

times that make it difficult to commercialize them, so that the objective of the work was to develop a formulation in the form of wettable powder based on *Trichoderma harzianum* A-34. Two types of solid supports were evaluated for massive biphasic productions destined to the separation of spores; different liquid media for the production of the inoculum and its effect on the production of conidia; as well as different inerts for the formulation. Wheat (max 1.5×10^9) was much less efficient than rice (max 4.48×10^9) in the production of conidia per gram of substrate. The formulations based on bentonite and zeolite alone, the bentonite with raw sugar and the calcium carbonate with raw sugar managed to maintain a viability above 70% at 8 months at 22-24°C. The cost of seed protection was economical for farmers and even cheaper in soil applications and for the producers of the granulated solid biofungicide, for each 200 kg of product they can obtain a net profit of more than 5000 pesos if they formulate it, that if they sell it without processing.

Keywords: *Trichoderma harzianum*, formulation, wettable powder

Identificación de un miembro del género *Tetragenococcus* y evaluación de su potencial de empleo en los procesos fermentativos del tabaco en Cuba

Rosario Domínguez Larrinaga¹, Yunior Miguel Morán Gómez¹, Osmani Chacón Chacón², José Mario Guardiola Pedroso¹

¹Instituto de investigaciones del Tabaco (IIT). Carretera al Tumbadero km 8 y medio. San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba. CP 38100. e-mail: biologia7@iitabaco.co.

²Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB). Ave 31 e/ 158 y 190, Playa, Ciudad de la Habana, Cuba. CP 10600.

La fermentación de las hojas del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) es fundamental para alcanzar la calidad deseada del producto, pues este proceso modifica las características físicas y químicas de la materia prima, y como consecuencia, también sus características organolépticas. Se conoce que existen microorganismos, entre ellos bacterias, que intervienen positivamente en dicho proceso, acelerándolo y mejorando el color, sabor y olor de la materia prima. Por ello se hace indispensable su identificación para implementar programas de manejo encaminados a mejorar el proceso. Los objetivos fueron caracterizar el aislado T1L308 desde el punto de vista molecular, morfológico, fisiológico y bioquímico, así como evaluar su potencial de empleo en una estrategia de manejo del proceso fermentativo. Se amplificó y secuenció el gen que codifica el ARNr 16S. Las secuencias ensambladas se compararon mediante el servicio BLAST de la base de datos de nucleótidos del GenBank. Con las distancias filogenéticas se generó un árbol filogenético. Durante la caracterización morfológica, fisiológica y bioquímica, se evaluó la respuesta al Gram, el crecimiento en agar nutriente a diferentes valores de pH, la actividad de la catalasa y oxidasa, la prueba de la motilidad y la tolerancia al NaCl. Finalmente se hicieron inoculaciones al tabaco. En base a la secuencia nucleotídica del gen del ARNr de 16S, el aislado T1L308 se encuentra dentro del género *Tetragenococcus* y muestra su mayor identidad nucleotídica (98.0%) con *Tetragenococcus muriaticus*. Los resultados de las pruebas morfológicas, fisiológicas y bioquímicas corroboran su inclusión en el género. Es la primera vez que se informa el género *Tetragenococcus* asociado a los procesos fermentativos del tabaco. Las determinaciones químicas efectuadas a la materia prima inoculada mostraron una disminución de la nicotina y un aumento del pH lo que apunta hacia un posible uso del aislado en una tecnología encaminada a mejorar el proceso fermentativo del tabaco.

Palabras clave: bacterias, fermentación, propiedades organolépticas, tabaco, *Tetragenococcus*

Identification of a member of the genus *Tetragenococcus* and evaluation of its potential for use in the fermentative processes of tobacco in Cuba

The fermentation of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) leaves is essential to achieve the desired quality of the finished product. This process modifies the physical and chemical characteristics of the raw material, and due, also its organoleptic characteristics. Microorganisms, among them bacteria, which positively

involve in this process. These accelerate it and improving the color, flavor and odor of the raw material. Therefore, it is essential to identify them in order to implement management programs aimed at improving the process. The objectives were to characterize the isolate T1L308 from the molecular, morphotintorial, physiological and biochemical point of view, as well as to evaluate its employment potential in a strategy of fermentative process management. The gene encoding the 16S rRNA was amplified and sequenced. The assembled sequences were compared using the BLAST service of the GenBank nucleotide database. A phylogenetic tree was generated with the phylogenetic distances. During morphotintorial, physiological and biochemical characterization, the response to Gram, nutrient agar growth at different pH values, the activity of catalase and oxidase, motility test and the tolerance to NaCl was evaluated. Finally, tobacco inoculations were made. Based on the nucleotide sequence of the 16S rRNA gene, the T1L308 isolate is found within the genus *Tetragenococcus*. This one showed highest nucleotide identity (98.0%) with *Tetragenococcus muraticus*. Morphothintorial, physiological and biochemical tests corroborated their inclusion in the genus. It is the first time that the genus *Tetragenococcus* associated with the fermentative processes of tobacco is reported. The chemical determinations achieve on the inoculated raw material showed a decrease in nicotine and an increase in pH, which points towards a possible use of the isolate in a technology aimed at improving the fermentative process of tobacco.

Keywords: bacteria, fermentation, organoleptic properties, tobacco, *Tetragenococcus*

Empleo del método bifásico para la obtención de conidios viables del aislado autóctono Bn de *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin

Dairon Rodríguez Guzmán, Anabel Ibarra Mederos, Daniel Correa Ferran, Yudeyki Almuiña Guerra, Deliany González Hernández, Lisay Barrios Cossio

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba. CP 38100

La presente investigación se desarrolló en los Laboratorios de Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez". Se evaluó la producción de conidios del aislado autóctono BN de *Beauveria bassiana* mediante una alternativa de cultivo bifásico. Para la producción de blastosporas se utilizó un medio de cultivo líquido a base de Melaza y Levadura Industrial ambos al 2% en agua corriente y para la producción de conidios se usaron varios sustratos sólidos (bagazo de caña y viruta de madera, ambos enriquecidos con distintas combinaciones de Melaza y levadura *Torula* y arroz partido, como control). Además se determinaron los indicadores de calidad (viabilidad y efectividad biológica) de los conidios producidos. Se demostró que el mejor sustrato para la producción de conidios fue el arroz con 2.39×10^9 conidios g^{-1} de sustrato, seguido de la combinación de Bagazo+*Torula* con 1.51×10^9 conidios g^{-1} de sustrato. En todos los sustratos estudiados la mayor producción de conidios se obtuvo a los 14 días y la viabilidad fue superior al 90% en los sustratos arroz y Bagazo+*Torula*. La efectividad biológica, sobre *Cylas formicarius*, fue superior al 90% a los 11 días. Los resultados constituyen aportes a nuevas metodologías para la producción masiva de *B. bassiana* con efecto entomopatógeno.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*, producción masiva, cultivo bifásico, viabilidad

Synthesis, characterization and biological evaluation of a new *Spirostanic brassinosteroid* analogue from Diosgenin as an agricultural bioproduct

Giselle Hernández Campoalegre

Facultad de Química. Universidad de la Habana. Cuba. e-mail: giselle_hernandez@fq.uh.cu

Diosgenin, a spirostan, is obtained by hydrolysis of Dioscin, found in the roots of *Dioscorea composita* and *Dioscorea floribunda*. It is one of the most used steroids as starting material in the synthesis of compounds with wide biological activity. The structural modifications of said steroid has yielded active

principles of biostimulant formulations with agricultural applications. For several years now, the Center of Natural Products Studies of the Faculty of Chemistry has synthesized a variety of spirostane biologically active brassinosteroids analogues. The search for new structures with a similar biological function in plants to that of the natural compounds, is currently a top priority to the Center. In this research, a new spirostane analogue was synthesized for the first time, using diosgenin as starting material through epoxidation, epoxide opening, oxidation, ketone α -halogenation and elimination reactions. The compound was obtained with a 77% overall yield and was characterized using ^1H , ^{13}C -1D-NMR and DEPT-135 techniques. Furthermore, the stimulating activity of the analogue on plant growth on tomato seeds of the variety Campbell 28 in green houses was assessed; also, stem height was also studied. These tests proved that the synthesized compound stimulates plant germination and growth when compared to the non-treated control population, which suggests its application as an agricultural bioproduct.

Keywords: bioestimulants, brassinosteroids analogues, diosgenin, steroids

Bioseguridad en la producción y uso de bioproductos agrícolas

José Rodríguez Dueñas

Unidad de Desarrollo e Investigación, Grupo Empresarial LABIOFAM, ave independencia, km 16½, Boyeros, La Habana, Cuba, e-mail: jrduenas@instec.cu

Los bioproductos agrícolas, clasificados en bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes son organismos vivos que se multiplican y liberan al medio ambiente con el propósito de desarrollar la lucha biológica contra plagas y enfermedades, para el mejoramiento de los suelos y estimular el crecimiento de las plantas. Sin embargo, presentan múltiples riesgos asociados con la naturaleza biológica de los microorganismos que se utilizan y otros más allá de las propiedades biológicas y la tecnología productiva empleada las que se relacionan con el medio ambiente y la salvaguarda. El MINAG, mediante el Programa de Bioproductos Agrícolas ha encargado al Grupo Empresarial LABIOFAM como ejecutor del programa convirtiéndose en una instalación biotecnológica. En Cuba los procesos biotecnológicos, el riesgo biológico y los problemas ambientales se regulan mediante, leyes, decretos y resoluciones. Los instrumentos regulatorios nacionales establecen que toda actividad con riesgo o susceptible de producir efectos significativos sobre el medioambiente o que requiera de un debido control a los efectos del cumplimiento de lo establecido por la legislación ambiental vigente, estará sujeta al otorgamiento de la licencia ambiental correspondiente. Es obligatorio someter a la consideración del CITMA, para efectuar un proceso de evaluación de los riesgos y del impacto ambiental, los nuevos proyectos de obras o actividades relativas a la biotecnología, productos y procesos biotecnológicos. LABIOFAM, presenta como particularidades que manipula los agentes biológicos en gran escala, más de 10 litros por operación y altas concentraciones, tiene gran cantidad de fermentadores de grandes volúmenes y se realizan operaciones con niveles I y II de bioseguridad. Se utilizaron para la preparación de esta conferencia, donde se explican los procesos de las autorizaciones otorgadas, los métodos de investigación empírico analítico, el histórico y el de investigación documental combinándolas con las técnicas de revisión documental, el estudio comparado de los instrumentos legales nacionales e internacionales.

Palabras clave: bioseguridad, medio ambiente, salvaguarda, productos biológicos

Biosecurity in the production and use of agricultural bioproducts

Agricultural bioproducts, classified into biopesticides, biofertilizers and biostimulants are living organisms that multiply and release the environment with the purpose of developing the biological fight against pests and diseases, for the improvement of soils and stimulate the growth of plants; however, they present multiple risks associated with the biological nature of the microorganisms that are used and others beyond the biological properties and the productive technology used that are related to the environment and the safeguard. MINAG, through the Agricultural Bioproducts Program, has entrusted the LABIOFAM Entrepreneurial Group as executor of the program, becoming a biotechnological

installation. In Cuba, biotechnological processes, biological risk and environmental problems are regulated by laws, laws decrees, decrees and resolutions. National regulatory instruments establish that any activity with risk or susceptible to produce significant effects on the environment or that requires due control for compliance with the provisions of current environmental legislation will be subject to the granting of the corresponding environmental license. It is mandatory to submit for the consideration of the CITMA, to carry out a process of evaluation of risks and environmental impact, new projects of works or activities related to biotechnology, products and biotechnological processes. LABIOFAM, presents as peculiarities that manipulates biological agents on a large scale, more than 10 liters per operation and high concentrations, has a large number of fermenters of large volumes and operations are carried out with levels I and II of biosecurity. They were used for the preparation of this conference, where the processes of authorizations granted, analytical empirical research methods, historical and documentary research combined with the techniques of documentary review, the comparative study of national legal instruments are explained international.

Keywords: biosecurity, environment, safeguard, biological products

Sesión de póster / Poster session

Comportamiento agro productivo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes frecuencia de aplicación del VIUSID agro

Dailín Pérez Gómez¹, Kolima Peña Calzada²

¹Estación Experimental de Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2. Cabaiguán, Santi Spíritus, Cuba.

²UNISS José Martí Pérez, Santi Spíritus, Cuba. e-mail: reserva9@eetcab.co.cu

Los bioestimulantes son sustancias que incrementan el crecimiento vegetativo. Dentro de estos se encuentra el VIUSID agro®, el cual es un regulador de crecimiento vegetal que estimula y promueve el desarrollo de las plantas. Para obtener el efecto de dicho producto, se realizó un experimento con el objetivo de evaluar el comportamiento agro productivo del cultivo del tomate con diferentes frecuencias de aplicación del mismo. Para esto se empleó un diseño de cuadrado latino con cuatro tratamientos y cuatro replicas. Los tratamientos fueron VIUSID agro 1.5ml cada 5L de agua en siembra y cada 7 días, 1.0ml cada 5L de agua en siembra y cada 14 días, 1.5ml cada 5 L de agua en siembra y cada 21 días y un control (sin tratar). Las variables dependientes fueron altura de la planta a los 30 y 50 días después de la siembra, los frutos por planta, la masa de los frutos y el rendimiento agrícola. En cuanto a la altura de las plantas a los 30 y 50 días después de la siembra el mejor comportamiento fue el de la aplicación semanal y cada 14 días. En el número de frutos por plantas el mayor efecto estimulante fue el tratamiento semanal con un incremento con respecto al control de 41.25%. En las variables masa de los frutos y rendimiento agrícola el mejor efecto fue la variable semanal. El comportamiento agro productivo del tomate se favoreció con la aplicación de VIUSID agro a razón de 1.5 ml por cada 5 litros de agua con frecuencia semanal no siendo así con la de 14 y 21 días.

Palabras clave: aplicación, calidad, efecto, estimulante, variables, VIUSID agro

Utilización de Viusid agro, Bayfolan forte y Fitomas-E en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.)

Yariel Fernando Veloso Herranz¹, Jorge F. Meléndrez Rodríguez², Antonio Núñez Mansito¹

¹UCTB Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucía km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: especialista9@eetcab.co.cu

²Universidad Sancti Spíritus "José Martí". Sancti Spíritus. Cuba.

El trabajo se realizó en la UCTB Estación Experimental del Tabaco, municipio Cabaiguán, provincia de Sancti Spiritus durante el período comprendido entre noviembre de 2015 y febrero de 2016, fue determinada la influencia de VIUSID agro, Bayfolán forte y FitoMas-E sobre los parámetros morfoagronómicos del cultivo del tabaco para lo cual se realizó un experimento de campo, con un diseño experimental de parcelas divididas, utilizando la variedad Sancti Spiritus 2006, sobre un suelo Pardo Sialítico Carbonatado. Se realizaron dos evaluaciones, en las que se midieron la altura de la planta, el diámetro del tallo, el ancho y largo de la hoja central, en plantas seleccionadas aleatoriamente del surco central de cada tratamiento. Se obtuvo como resultado que los tres tratamientos tuvieron efecto estimulante en el cultivo con diferencias significativas con el control y que el tratamiento que consistió en la utilización de VIUSID agro manifiesta su mayor efecto a partir de la cuarta aplicación.

Palabras clave: estimulantes, parámetros morfoagronómicos, tabaco

Hidrolizado de proteínas foliares de *Moringa oleífera* Lam como bioestimulante vegetal en Pimiento dulce

Lianny Pérez¹, Danilo Pina², Evelio Luis Báez³, Ivan Andújar², Claudia Linares¹, Yemeys Quirós¹, Yanelis Capdesuñer¹, Susett La Rosa¹, Maribel Rivas¹, Janet Quiñones¹, Geeisy A. Cid¹, Carol Carvajal¹, Elaine Rodríguez⁴, Aurora Pérez¹

¹Laboratorio de Ingeniería Metabólica. Centro de Bioplasmas. Universidad de Ciego de Ávila, Cuba, CP 69450, Cuba. e-mail: lianny@bioplasmas.cu

²Laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos. Centro de Bioplasmas. Universidad de Ciego de Ávila, Cuba.

³Laboratorio de Computación Aplicada. Centro de Bioplasmas. Universidad de Ciego de Ávila.

⁴Centro de Investigaciones de Agronomía. Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Cuba.

Moringa oleífera Lam., es una planta fácil de cultivar y de buena adaptación en toda la región intertropical. Recientemente se han descrito múltiples usos medicinales para esta especie. Además, se reconoce que sus hojas tienen alto valor nutricional debido a su elevado contenido de proteínas, y a que posee 19 de los 20 aminoácidos necesarios para la síntesis de proteínas. La fertilización en la agricultura es cada vez más frecuente por la demanda nutricional de los cultivos de alto rendimiento, sin embargo, esta técnica a largo plazo tiene impactos negativos sobre el medio ambiente. Los bioestimulantes basados en aminoácidos y péptidos de cadena corta obtenidos como resultado de la hidrólisis enzimática de extractos vegetales pueden constituir una alternativa prometedora para promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. El presente trabajo tuvo como objetivos obtener y caracterizar un hidrolizado proteico obtenido a partir de hidrólisis enzimática de proteínas foliares de *Moringa oleífera* Lam., y evaluar la actividad bioestimulante de este hidrolizado proteico en Pimiento dulce. El hidrolizado proteico obtenido presentó un grado de hidrólisis de 19.66% (hidrolizado extensivo) y un elevado contenido de fenoles (0.897mg ml⁻¹), carbohidratos totales (9.7 mg ml⁻¹), Ca (6.91mg g⁻¹ masa seca) y potasio (2.7 mg g⁻¹ masa seca). Se evaluaron tres diluciones del hidrolizado proteico: 1/10, 1/20 y 0 (v/v) para la aplicación foliar en Pimiento dulce. Los mejores resultados se obtuvieron para la dilución 1/20 (v/v), la cual incrementó los indicadores de vigor en las plantas de pimiento tratadas como el área foliar, longitud del tallo, grosor del tallo, masa fresca y masa seca, con diferencias significativas. El área de la canopia visible también se incrementó respecto al control. Solo el número de hojas verdaderas no aumentó con la aplicación de esta dilución del hidrolizado.

Palabras clave: *Moringa oleífera* Lam, hidrolizados proteicos, bioestimulante vegetal, pimiento dulce

Foliar protein hydrolysate of *Moringa oleífera* Lam as vegetable bioestimulant in Sweet pepper

Moringa oleífera Lam. is an easy plant to grow and well adapted throughout the intertropical region. Multiple medicinal uses have been described for this species. In addition, it is recognized that its leaves have high nutritional value due to its high protein content, and that it has 19 of the 20 amino acids

necessary for protein synthesis. Fertilization in agriculture is increasingly frequent due to the nutritional demand of high yield crops, however, this long-term technique has negative impacts on the environment. Biostimulants based on amino acids and short chain peptides obtained as a result of the enzymatic hydrolysis of plant extracts can be a promising alternative to promote the growth and development of plants. The objective of this work is to obtain and characterize a protein hydrolyzate obtained from the enzymatic hydrolysis of foliar proteins of *Moringa oleifera* Lam., And to evaluate the biostimulant activity of this protein hydrolyzate in sweet pepper. The protein hydrolyzate obtained showed a degree of hydrolysis of 19.66% (extensive hydrolyzate) and a high content of phenols (0.897mg ml⁻¹), total carbohydrates (9.7mg ml⁻¹), Ca (6.91mg g⁻¹ dry mass) and potassium (2.7 mg g⁻¹ dry mass). Three dilutions of the protein hydrolyzate were evaluated: 1/10, 1/20 and 0 (v / v) for the foliar application in sweet pepper. The best results were obtained for the 1/20 dilution (v / v), which increased the vigor indicators in pepper plants treated as the leaf area, stem length, stem thickness, fresh mass and dry mass, with significant differences. The area of visible canopy also increased with respect to control. Only the number of true leaves did not increase with the application of this dilution of the hydrolyzate.

Keywords: *Moringa oleifera* Lam, protein hydrolysates, Sweet pepper, vegetable biostimulant

La comercialización de bioproductos agrícolas en paquetes tecnológicos

Jorge L. Ayala-Sifontes

Unidad de Desarrollo e Investigación, Grupo Empresarial LABIOFAM.
e-mail: ayala.sifontes16@gmail.com

Como consecuencia del desarrollo científico-técnico cubano, las instituciones de investigación y universidades han desarrollado múltiples bioproductos que abarcan bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes y cada institución promueve su uso aún en limitados territorios. Al recibir LABIOFAM la misión de producir y comercializar estos productos para sustentar el programa agrícola nacional se crean condiciones, mejor que nunca antes, para proponerles a los agricultores un conjunto de productos que ayuden en una forma más sustancial a sus necesidades de manejo de agentes nocivos a los cultivos y su nutrición. En la provincia de Sancti Spíritus se elaboraron ocho paquetes tecnológicos y se ha ido trabajando en su implementación práctica. Se ofrece un ejemplo con el paquete del frijol que puede incluir un máximo de 10 productos de acuerdo con la necesidad y la disponibilidad, tres productos para el tratamiento de la semilla: TRICOSAVE 34, ECOMIX y BIOFER, tres biofertilizantes o bioestimulantes: FitoMas E, Biobras y ME 50, tres bioplaguicidas de uso foliar: THURISAVE 26, THURISAVE 13 y NICOSAVE y un entomófago, *Trichogramma* sp. La comercialización dentro de la provincia se incrementó de un año para otro de un 29 a un 87% y el incremento de las ventas ascendió al 40%. Se debe trabajar por lograr las producciones necesarias para abastecer todos los productos clave para los cultivos principales e interactuar más con los agricultores para su capacitación y medir los resultados de la integración de los bioproductos en la práctica productiva.

Palabras clave: comercialización, bioproductos, mercadotecnia

The commercialization of agricultural bioproducts in technological packages

As a result of the Cuban scientific-technical development, research institutions and universities have developed multiple bioproducts that include biopesticides, biofertilizers and biostimulants and each institution promotes its use even in limited territories. When LABIOFAM receives the mission of producing and commercializing these products to support the national agricultural program conditions are created, better than ever before, to propose to the farmers a set of products that help in a more substantial way to their needs of handling of harmful agents to the crops and their nutrition. In the province of Sancti Spíritus, 8 technological packages were developed and their practical implementation has been worked on. An example is given with the bean package that can include a maximum of 10 products according to the need and availability, three products for the treatment of the seed: TRICOSAVE 34, ECOMIX and BIOFER, three biofertilizers or biostimulants: FitoMas E, Biobras and ME 50, three foliar biopesticides: THURISAVE 26, THURISAVE 13 and NICOSAVE and an entomophagus, *Trichogramma* sp. Marketing

within the province increased from one year to another from 29 to 87% and the increase in sales amounted to 40%. Work must be done to achieve the necessary productions to supply all the key products for the main crops and to interact more with the farmers for their training and to measure the results of the integration of the bioproducts in the productive practice.

Keywords: commercialization, bioproducts, marketing

Influencia de los inoculantes microbianos *Azotobacter* y *Bacillus* en los contenidos de nutrientes de las hojas de tabaco

Yarilis León González, Bernardo Dibut Álvarez, Nelson Rodríguez López, Raymundo Vento Tielves

UCTB. Estación Experimental del Tabaco (E.E.T.), Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba. e-mail: investigacion1@eetsj.co.cu

La producción de inoculantes microbianos a partir de bacterias y hongos, es una práctica validada en Cuba con notables avances desde la década del 90. Estos están destinados a estimular el desarrollo y rendimiento de especies vegetales de interés agrícola y a la vez, reducir los impactos ambientales asociados al uso y manejo de agroquímicos en la agricultura. El experimento se realizó durante las campañas tabacaleras 2012/2013 y 2013/2014 en la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez, Pinar del Río. El objetivo fue determinar el efecto de los inoculantes microbianos *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megatherium* en los contenidos de nutrientes de las hojas de tabaco. Para ello se utilizaron 18 tratamientos, a partir de la combinación de dos niveles de fertilizante nitrogenado (el 100% y el 75% del fertilizante total), tres niveles de fertilizante fosfórico (el 100%, el 75% y el 50% del fertilizante total) y dos biofertilizantes DIMARGÓN® y AZOMEG®. Los resultados mostraron que los biofertilizantes tuvieron una influencia positiva en las características químicas de las hojas de tabaco Negro cultivadas al sol, alcanzando las plantas un adecuado estado nutricional.

Palabras clave: *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium*, inoculantes microbianos, tabaco

Influence of microbial inoculants *Azotobacter* and *Bacillus* on the nutrient contents of tobacco leaves

The production of microbial inoculants from bacteria and fungi is a practice validated in Cuba with notable advances since the 90s. These are intended to stimulate the development and yield of plant species of agricultural interest while reducing environmental impacts associated with the use and management of agrochemicals in agriculture. The experiment was conducted during the tobacco crop 2012/2013 and 2013/2014 at the Experimental Tobacco Station of San Juan y Martínez, Pinar del Río. The objective to determine the effect of microbial inoculants *Azotobacter chroococcum* and *Bacillus megatherium* on the nutrient contents of tobacco leaves. It was used eighteen treatments were formed starting from the combination of two levels of nitrogenate fertilizer (the 100% and the 75% of the total fertilizer), three levels of phosphorous fertilizer (the 100%, the 75% and the 50% of the total), and two biofertilizer DIMARGÓN® and AZOMEG®. The results showed that the biofertilizers had a positive influence in the chemical characteristics of tobacco leaves, reaching the plants an adequate nutritional status.

Keywords: *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium*, microbial inoculants, tobacco

Influencia de la aplicación del Quitomax en la producción de tabaco negro en Pinar del Río

Yenssi Acosta Aguiar, Yarilis León González, Milagro García Rubido

Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río. CP 23200. e-mail: investigacion7@eetsj.co.cu

En la Estación Experimental del Tabaco, San Juan y Martínez, Pinar del Río se desarrolló una investigación durante las campañas tabacaleras 2014/2015; 2015/2016 y 2016/2017 con el objetivo de determinar la influencia de la aplicación del QuitoMax en la producción de tabaco negro bajo tela. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con 13 tratamientos y tres réplicas. Los que se evaluaron a partir de las diferentes concentraciones 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, mg/planta de QuitoMax y la variante control. La aplicación del QuitoMax se realizó de forma foliar en dos momentos, en la fase de semillero y en el tape de palito. Los resultados demostraron que al aplicar 0.5 mg/planta de QuitoMax se alcanzaron los mejores resultados en las variables morfológicas: longitud, anchura, masa fresca y seca de la hoja central de la planta y los mayores valores en capas de exportación, consumo nacional y rendimiento total, con el menor por ciento de afectación de pata prieta.

Palabras clave: Quitomax, tabaco, bioproducto

Influence of the application of Quitomax in the production of black tobacco in Pinar del Río

At the Experimental Station of Tabaco, San Juan and Martínez, Pinar del Río, an investigation was developed during the tobacco campaigns 2014/2015; 2015/2016 and 2016/2017 with the objective of determinate the influence of the application of QuitoMax in the production of black tobacco under cloth. A randomized experimental block design was used, with 13 treatments and three replicates. Those that were evaluated from the different concentrations 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, mg/plant of QuitoMax and the control variant. The application of the QuitoMax was done in foliar form in two moments, in the seedlings phase and on the stick tape. The results obtained showed that the morphological variables: length, width, fresh and dry mass of the central leaf of the plant, reached the best results and the highest values in layers of export, national consumption and total yield, with the lowest percent of diseased paw.

Keywords: Quitomax, tobacco, yield

Actividad antimicrobiana de aceites esenciales de flores de *Gliricidia sepium* y de propóleos de *Melipona beecheii* frente a patógenos que afectan el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

Leydi Fonte Carballo, Jacqueline Aparecida Takahashi², Maykelis Díaz Solares¹, Aura Blandón Osorio, Denise ²Sande Santos², Norma Duran Osorio², Inelvis Castro Cabrera¹, Yudit Lugo Morales¹ y Nancy Altunaga Pérez¹

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas, Cuba, Central España Republicana. e-mail: leydis.fonte@ihatuey.cu

²Departamento de Química, Instituto de Ciencia Exactas, Universidad Federal de Minas Gerais, Av. Pres. Antonio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte,- MG, 31270-901, Brazil.

Uno de los cultivos de mayor importancia para el consumo de los humanos es la papa (*Solanum tuberosum* L.). Sin embargo entre las limitaciones productivas de este tubérculo que generan cuantiosas pérdidas económicas, se encuentran las enfermedades causadas por microorganismos fitopatógenos. Por ello, el propósito de esta investigación estuvo encaminado a evaluar la actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales obtenidos de flores de *Gliricidia sepium* y propóleos de *Melipona beecheii* frente a tres microorganismos que afectan el cultivo de la papa. Los aceites esenciales se evaluaron frente a la bacteria *Erwinia corotovora* IBSBF 226 y los hongos *Fusarium solani* IMI 314228 y *Alternaria solani* ATCC 32904, mediante la técnica de microdilución en caldo a una concentración fija de 1000 µg ml⁻¹ y solubilizados en Dimetilsulfóxido (DMSO). Se utilizaron microplacas de ELISA de 96 pocillos y el ensayo fue realizado por triplicado. Las microplacas fueron incubadas a temperatura ambiente, la lectura se realizó a las 24 y 48 horas según el género evaluado, a una longitud de onda fija de 492 nm. Los resultados indicaron, que de los microorganismos evaluados, *Erwinia corotovora* resultó ser la más susceptible al efecto antimicrobiano de los aceites esenciales al obtener un 62% de inhibición para el caso del propóleos y un 39% para las flores de *G. sepium*. Se concluye que el aceite esencial de propóleos presentó los porcentajes de inhibición más altos frente a los tres microorganismos evaluados.

Las abejas utilizan naturalmente el propóleo para la protección de sus colmenas por su efecto bactericida y fungicida, por lo que podría valorarse su potencial como biocontrolador promisorio de agentes fitopatógenos que afectan el cultivo de la papa.

Palabras clave: actividad antimicrobiana, aceites esenciales, fitopatógenos, papa

Antimicrobial activity of essential oils of *Gliricidia sepium* flowers and *Melipona beecheii* propolis against pathogens that affect the potato crop (*Solanum tuberosum*)

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is considered one of the most important crops for human consumption. However, among the productive limitations of this tuber which generate high economic losses, are the diseases caused by phytopathogens. For such reason, the purpose of this research was aimed at evaluating the in vitro antimicrobial activity of the essential oils obtained from *Gliricidia sepium* flowers and *Melipona beecheii* propolis against three microorganisms that affect the potato crop. The essential oils were evaluated against the bacteria *Erwinia corotovora* IBSBF 226 and the fungi *Fusarium solani* IMI 314228 and *Alternaria solani* ATCC 32904, through the technique of microdilution in broth at a fixed concentration of 1000 µg ml⁻¹ and solubilized in dimethyl sulfoxide (DMSO). ELISA microplates of 96 wells were used and the test was conducted in triplicate. The microplates were incubated at ambient temperature; the reading was performed at 24 and 48 hours according to the evaluated genus, at a fixed wavelength of 492 nm. The results indicated that from the evaluated phytopathogens, *Erwinia corotovora* turned out to be the most susceptible to the antimicrobial effect of the essential oils as 62 % was obtained for the case of propolis and 39 %, for the *G. sepium* flowers. It is concluded that the essential oil of propolis showed the highest inhibition percentages against the three evaluated microorganisms. Bees use propolis naturally for the protection of their beehives due to its bactericide and fungicide effect, for which its potential as promising biocontrol of phytopathogens that affect the potato crop could be evaluated.

Keywords: antimicrobial activity, essential oils, phytopathogens, potato

Extractos fenólicos de *Theobroma cacao* L. con actividad antifúngica *in vitro*

Susett La Rosa, Yanelis Capdesuñer, Yemeis Quirós, Reinaldo Trujillo, Claudia Linares, Geeisy Cid, Maribel Rivas, Lianny Pérez, Janet Quiñones-Galvez

Centro de Bioplantitas. UNICA. MES. Laboratorio Ingeniería Metabólica. Carretera a Morón km 9½. UNICA. Ciego de Ávila. CUBA. CP 069450.

Las plantas son fuente de metabolitos secundarios con usos potenciales en la agricultura, la alimentación y formulación de medicamentos. Se conoce que los alimentos derivados de *Theobroma cacao* L. son ricos en productos naturales de alto valor agregado entre los que se destacan los compuestos fenólicos. En el Centro de Bioplantitas se desarrollaron un conjunto de experimentos con el objetivo de obtener extractos fenólicos crudos con actividad antifúngica a partir de la selección del mejor método de extracción en hojas y semillas de *T. cacao*. Para ello se determinó el contenido de compuestos fenólicos en extractos etanólicos de hojas y semillas de *T. cacao*, obtenidos de extracciones con soxhlet, sonicador y método convencional. Se seleccionó el mejor método de extracción, de acuerdo con la concentración de fenoles y se comprobaron los perfiles metabólicos por cromatografía de capa fina (TLC). Se determinó la actividad antifúngica in vitro de extractos fenólicos de hojas y semillas. Los mayores contenidos de compuestos fenólicos se registraron para los extractos de semillas y extracción con soxhlet. Para los extractos de hojas el comportamiento fue similar. En los extractos de semillas y hojas analizados por TLC, se demostró la presencia de altos contenidos de compuestos fenólicos de naturaleza química diferente. Se demostró que los extractos evaluados tienen actividad antifúngica in vitro, en relación con su composición química. Los extractos de mayor actividad fueron los de semillas con inhibición del crecimiento de los hongos (*S. solani* y *R. solani*).

Palabras clave: *S. solani*, *R. solani*, soxhlet, hojas, semillas

Phenolic extracts of *Theobroma cacao* L. with antifungal activity *in vitro*

Plants are a source of secondary metabolites with potential uses in agriculture, food and drug formulation. It is known that foods derived from *Theobroma cacao* L. are rich in natural products of high added value among which phenolic compounds stand out. In the Bioplants Center a set of experiments was developed with the objective of obtaining crude phenolic extracts with antimicrobial activity from the selection of the best method of extraction in leaves and seeds of *T. cacao*. For this, the content of phenolic compounds in ethanolic extracts of leaves and seeds of *T. cacao*, obtained from extractions with soxhlet, sonicator and conventional method, was determined. The best extraction method was selected according to the concentration of phenols and the metabolic profiles were checked by thin layer chromatography (TLC). The *in vitro* antifungal activity of phenolic extracts of leaves and seeds was determined. The highest contents of phenolic compounds were recorded for extracts of *T. cacao* seeds and soxhlet extraction. For leaf extracts the behavior was similar. In the extracts of seeds and leaves analyzed by TLC, the presence of high contents of phenolic compounds of different chemical nature was demonstrated. It was demonstrated that the extracts evaluated have antifungal activity *in vitro*, relative to their chemical composition. The most active extracts were those of seeds with inhibition of growth of the fungi (*S. solani* and *R. solani*).

Keywords: *S. solani*, *R. solani*, soxhlet, leaves, seeds

Estandarización de parámetros operacionales para la obtención de antraquinonas bioactivas con potenciales usos en cultivos de importancia agrícola

Geeisy Angela Cid, Reinaldo Trujillo, Yemeys Quirós, Maribel Rivas, Yanelis Capdesuñer, Janet Quiñones, Claudia Linares, Lianny Pérez, Susett La Rosa, Aurora Pérez, Carol Carvajal, Martha Hernández

Laboratorio de Ingeniería Metabólica. Centro de Bioplasmas, Universidad Máximo Gómez Báez de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila. Carretera a Morón km 9. CP 69450. Cuba. e-mail: geesyc@bioplasmas.cu

Las antraquinonas de *Morinda royoc* L. son productos naturales con actividad antimicrobiana probada frente a diferentes patógenos que afectan a las plantas. Los rendimientos de extracción de estos compuestos a escala de laboratorio son elevados, lo que permite sugerir el escalado del proceso. Para establecer el escalado deben garantizarse rendimientos, en términos de actividad, iguales o superiores a los de laboratorio, lo que conlleva a un estudio de las posibles variables operacionales que inciden directamente en el proceso. Este trabajo se realizó, como parte de la optimización de la extracción de antraquinonas provenientes de raíces de *M. royoc* L. crecidas en ambiente natural, con el objetivo de estudiar la influencia de variables operacionales en la extracción de antraquinonas para el establecimiento de la tecnología a escala de laboratorio y la determinación de un factor para su escalado a nivel de banco. Se realizó la comparación de los rendimientos de extracción con el empleo del método Soxhlet y el método convencional previamente establecido. Se determinó la influencia del tiempo de extracción, la razón de proporción sólido-líquido y la interacción de ambos en el proceso de extracción. Por último, se identificaron por Cromatografía en Placa Fina, los metabolitos de interés, responsables de las actividades biológicas previamente demostradas. Los mejores rendimientos se obtuvieron al utilizar el método Soxhlet, con un 30% de extracción de antraquinonas superior al método convencional. La mayor eficiencia de extracción se alcanzó con un tiempo de extracción de 24 horas y la relación de proporción 1:35 (m:v). Sin embargo, con la interacción de ambas variables la mayor eficiencia se obtuvo con la relación 1:40 (m:v) y 72 horas de extracción. Por cromatografía en placa fina se comprobó la presencia de compuestos mayoritarios y biológicamente activos en los extractos obtenidos.

Palabras clave: antraquinonas, escalado, actividad antimicrobiana, optimización, parámetros operacionales

Standardization of operational parameters for obtaining bioactive anthraquinones with potential uses in agriculturally important crops

Morinda royoc L. anthraquinones are natural products with proven antimicrobial activities against different pathogens affecting plants. Extraction yields of these compounds at laboratory scale are high, which allows suggest the scaling of the process. In order to establish scaling, yields must be equal to or higher than of laboratory yields in activity terms, because of that it is necessary to study all possible operational parameters that are directly involved in the process. This work involves optimization studies for improving anthraquinones extraction from Morinda royoc L. and the main objective is studying operational parameters influences in anthraquinones extraction in order to establish a laboratory scale technology and to determine a factor to scaling at the bench level. It was compared obtained extraction yields both Soxhlet method and conventional previous established method. It also was determined extraction time influence, solid-liquid ratio and the interaction of these variables in extraction procedures. At the end, biologically active metabolites were identified applying Thin Layer Chromatography. Soxhlet method offered better anthraquinones extraction yields than conventional method. The best extraction time and solid-liquid ratio was 24 hours and 1:35 (m:v) respectively. However, interaction of both variables offered best results at 72 hours extraction time and 1:40 (m:v) solid-liquid ratio. According to Thin Layer Chromatography, anthraquinone compounds with previously demonstrated biological activity were showed in the obtained extracts from Morinda royoc roots.

Keywords: Anthraquinones, scaling, antimicrobial activity, optimization, operational parameters

Efecto antifúngico *in vitro* de exudados foliares de *Nicotiana tabacum* L.

Yanelis Capdesuñer¹, Janet Quiñones-Galvez¹, Maribel Rivas¹, Claudia Linares¹, Geeisy Cid¹, Erinelvis Rodríguez², Madelín Gallo¹, Nestor Mora¹, Rolando Morán³, Aurora Pérez¹

¹Laboratorio de Ingeniería Metabólica, Centro de Bioplasmas. P. O. Box 69450, Cuba.
e-mail: ycapdesuner@bioplasmas.cu.

²Instituto de Investigaciones del Tabaco. UCTB-Estación Experimental Cabaiguán.

³Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología. Camagüey. Cuba.

Las plantas son fuente de moléculas biológicamente activas con usos en la agricultura y la alimentación, afectadas por enfermedades que causan pérdidas a cultivos agrícolas. Generalmente se controlan con productos químicos que producen problemas de desequilibrio ambiental, salud humana y el surgimiento de plagas más agresivas y resistentes. En el Centro de Bioplasmas se desarrollaron un conjunto de experimentos con el objetivo de evaluar la actividad antifúngica de extractos obtenidos a partir de exudados foliares de accesiones seleccionadas de tabaco crecidas en bolsas bajo condiciones semicontroladas y con el empleo de etanol comercial como solvente de extracción. Se evaluó la actividad frente a patógenos que afectan a cultivos de importancia agrícola. El extracto de la accesión Nic 1015 inhibió el crecimiento de *Rhizoctonia solani* con PIC de 60% a las concentraciones evaluadas, con mayor efecto que la BHmN (PIC 30%). Para el caso de *Stemphylium solani* a las 48h se logró una mayor inhibición del crecimiento para las concentraciones de 2.5 $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$ hasta 0.625 $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$ con el extracto de Nic 1015 y sólo para la máxima concentración evaluada de 2,5 $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$ con el extracto de la BHmN. Para el caso de *Sarocladium oryzae* sólo el extracto de la Nic 1015 mostró inhibición del crecimiento con las concentraciones de 2.5 $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$ y 1.25 $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$. El diterpeno cis abienol no mostró una inhibición significativa del crecimiento de los hongos evaluados a las concentraciones probadas, por lo que a estas concentraciones el cis abienol también presente en la variedad BHmN no parece ser uno de los responsables de la actividad antifúngica mostrada de los extractos crudos. Estos resultados sugieren que los extractos presentan compuestos antifúngicos y por tanto es posible el uso de estos en el control de estos patógenos.

Palabras clave: S. oryzae, S. solani, R. solani, tabaco, diterpeno

***In vitro* antifungal effect of *Nicotiana tabacum* L. leaf exudates**

Plants are a source of biologically active molecules with multiple uses in agriculture and food, which are affected by pests and diseases that cause severe losses annually in agricultural crops. Usually they are controlled with chemicals that cause environmental imbalance problems, human health and the emergence of more aggressive and resistant pests. In Bioplants Center a set of experiments were performed in order to evaluate the antifungal activity of extracts obtained from leaf exudates of accessions selected (BHmN, Nic 1015) grown in bags under controlled conditions and with the use of ethanol commercial as the extraction solvent. The activity was evaluated against pathogens affecting crops of agricultural importance: *Rhizoctonia solani*, *Sarocladium oryzae* and *Stemphylium solani*. The extract of Nic 1015 accession inhibited growth of *R. solani* with PIC 60% in concentrations evaluated, with greater effect than BHmN (PIC 30%). In the case of *S. solani* at 48 h more growth inhibition was achieved for concentrations of $2.5 \mu\text{g } \mu\text{l}^{-1}$ to $0.625 \mu\text{g } \mu\text{l}^{-1}$ with Nic 1015 extract and only for the highest concentration tested $2.5 \mu\text{g } \mu\text{l}^{-1}$ with BHmN extract. For the case of *S. oryzae* only Nic 1015 extract showed growth inhibition with concentrations of $2.5 \mu\text{g } \mu\text{l}^{-1}$ and $1.25 \mu\text{g } \mu\text{l}^{-1}$. The diterpene *cis* abienol showed no significant inhibition of growth of the fungi tested at the concentrations tested, so that at these concentrations the abienol *cis* also present in the variety BHmN not seem to be one of those responsible for the antifungal activity shown in crude extracts. These results suggest that the extracts have antifungal compounds and therefore it is possible to use these to control these pathogens.

Keywords: *S. oryzae*, *S. solani*, *R. solani*, soxhlet, tobacco, diterpene

Aislamiento y caracterización de endófitos de caña de azúcar sobre el cultivar C87-51

María La O Hechavarría, José Raúl Torres, Juana Pérez Pérez, Mario Casas González, Javier Delgado Padrón, Yaquelin Puchades Izaguirre

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Carretera. CUJAE km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, e-mail: lao@inica.azcuba.cu

Las bacterias endófitas se encuentran en los tejidos y órganos de diferentes especies vegetales. Estas tienen variados efectos beneficiosos: como fijadoras biológicas del nitrógeno atmosférico, promotoras del crecimiento y activadoras de mecanismos defensivos. El presente trabajo se realizó con el objetivo de aislar y caracterizar bacterias endófitas en el cultivar C87-51, así como determinar su interacción con *Xanthomonas albilineans* agente causal de la escaldadura foliar. Se tomaron 20 hojas +3 de plantas con diez meses de edad. Se obtuvieron en medio de cultivo 15 aislamientos bacterianos, a los que se le realizó caracterización bioquímica convencional y análisis molecular con la amplificación del ADN_r16S digerido con las enzimas Xba1 y Tru 9. Las pruebas bioquímicas que más influyeron en la formación de los grupos fueron tinción de Gram, oxidasa, catalasa, y utilización de azúcares como fuente de carbono. El corte con las enzimas de restricción confirmó la similitud entre aislamientos. Se distinguió el aislamiento Q22, que no se agrupó con el resto en ninguno de los casos y demostró actividad antagónica *in vitro* contra *X. albilineans*, ya que inhibe significativamente su crecimiento. La posibilidad de emplear bacterias endófitas como controles biológicos de enfermedades es una biotecnología muy prometedora para reducir los efectos nocivos del empleo indiscriminado de plaguicidas en la agricultura.

Palabras clave: caracterización endófitas, bacteria, caña de azúcar

Isolation and characterization of sugarcane endophytes on C87-51 cultivar

Endophytic bacteria were found in tissue of different vegetable species. There are a variety of beneficial effects such as: nitrogen fixation, stimulation of plant growth and induction of resistance to plant pathogens. This paper has the aim to isolate and characterize endophytic bacteria from the sugarcane cultivar C87-51, and also to determine its interaction with the pathogen *Xanthomonas albilineans*, causal agents of leaf scald. 20 leaves +3 were taken from plants aged 10 months old. 15 bacterial isolates were obtained in culture media, they were characterized by traditional methods and molecular analysis with the amplification of ADNr16S digested by restriction enzymes Xba1 and Tru 9. The variables that showed more influence in the grouping were Gram stain, oxidase, and catalase and employed of sugars as carbon source. Although, Q22 isolate could not be grouped with the rest. It was found *in vitro*

antagonism with the Q22 isolate by the inhibition of *X. albilineans* growth. The possibility to employ endophytic bacteria as biological control of plant diseases is a promising biotechnology to reduce dangerous effects to the environment by indiscriminate use of pesticides in agriculture.

Keywords: endophytic characterization, bacteria, sugarcane

Evaluación del efecto estimulante de *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34) en tres variedades de caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)

Esli Lobaina-Lobaina¹, Siannah María Más-Diego², Teresa Orberá de los Milagros Ratón³, Jonathan Pozo Serrano⁴

¹Universidad Máximo Gómez Báez. Ciego de Ávila. Cuba. e-mail: esli@sma.unica.cu

²Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Santiago de Cuba. Cuba.

³Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.

⁴Universidad de Holguín. Cuba

La presente investigación se realizó en la sala de fermentación perteneciente al Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, en Santiago de Cuba y los experimentos de campo se realizaron en la UEICA-H, teniendo como objetivo evaluar el empleo de *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34) obtenido por fermentación en fase sólida en la producción de frijol caupí. El empleo de este hongo como bioplaguicida y bioestimulante del crecimiento vegetal desempeña un papel fundamental en la agricultura en la protección de las plantas afectadas por las plagas y otros hongos que las afectan. El diseño estadístico empleado en los experimentos fue un diseño de Parcelas Dividas o Cuadrados Latinos con tres factores y tres niveles, donde se realizó un ANOVA II Clasificación doble. A las plantas de frijol caupí se les cuantificó porcentaje de emergencia, diámetro del tallo, alto de la plantas, número de vainas por plantas, semillas por vainas y se determinó el rendimiento final del cultivo. Los resultados mostraron un efecto positivo de la aplicación de *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34) como estimulador del crecimiento vegetal. Se obtuvo un incremento en los rendimientos de 819.43 kg ha⁻¹, 665.81 kg ha⁻¹, 60.45 kg ha⁻¹ para las variedades V-1, V-2 y V-3, a las que se aplicó *Trichoderma* con respecto al tratamiento control.

Palabras clave: bioestimulante, biofertilizante, *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34), *Vigna unguiculata* (L.) Walp

Evaluation of the stimulating effect of *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34) in three varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)

The present investigation was developed at the fermentation area at the National Center of Applied Electromagnetism (CNEA) and the field experiments were done at the Agricultural Extension, Research and Training Unit of the province of Holguín (UEICA-H), with the objective of evaluate the stimulating effect of *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34) obtained by solid substrate fermentation in the cowpea production. The use of this fungus as a biopesticide and biostimulant of plant growth plays a fundamental role in agriculture in protecting plants affected by pests and other fungi that affect them. The statistical design used in the experiments was a design of Divided Plots or Latin Squares with three factors and three levels, where an ANOVA II Double classification was done. Emergency percentage, stem diameter, height of the plants, number of pods per plant, seeds per pods and the final yield of the crop of cowpea plants were quantified. The results showed a positive effect of the application of *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34) as a stimulator of plant growth. An increase in yields of 819.43 kg ha⁻¹, 665.81 kg ha⁻¹, 60.45 kg ha⁻¹ for the varieties V-1, V-2 and V-3 with the application of *Trichoderma* in regard to the control ones were obtained.

Keywords: biostimulant, Biofertilizer, *Trichoderma harzianum* Rifai (A-34), *Vigna unguiculata* L. Walp.

Efecto del VIUSID Agro en la aclimatización *ex vitro* de plantas de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) cultivar C90-469

Rafael Gómez-Kosky, Dunia Núñez Jaramillo, Pablo Machado Armas, Carlos Reyes Esquiro, Aydiloide Bernal Villegas, Midiala Bermúdez, Jorge Cruz Bolaño, Boris Luis Álvarez Fuentes

Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA) Centro Villa Clara. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Autopista Nacional km 246, Ranchuelo, Villa Clara. Cuba. CP 53 100. e-mail: rafael.kosky@inicavc.azcuca.cu

Un factor crítico en un protocolo de propagación *in vitro* de caña de azúcar es la supervivencia y crecimiento de las plantas en condiciones *ex vitro* de cultivo. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de VIUSID Agro® durante la aclimatización *ex vitro* de caña de azúcar cultivar C90-469, en condiciones de umbráculo. Se evaluaron tres disoluciones del bioestimulante (0, 0.5 y 0.8 ml l⁻¹) en comparación con el Fitomas-E®. Se realizaron dos aplicaciones diarias, los primeros tres días de cultivo y posteriormente una vez por semana. Los experimentos se llevaron a cabo en época de seca y lluvia. En la época seca se emplearon plantas *in vitro* con una altura mayor a 3 cm y en la época de lluvia se utilizaron dos grupos de plantas ≤ 3 cm y > 3 cm. Las diferentes variables evaluadas fueron la supervivencia a los 15 días, ahijamiento a los 21 días y las morfo-fisiológicas a los 60 días después del trasplante. El mejor resultado se alcanzó con la disolución de 0.8 ml l⁻¹ de VIUSID Agro® con plantas mayores de 3 cm en la época de seca. Este bioestimulante tuvo un efecto positivo al incrementar la supervivencia en un 20.0%, así como en el ahijamiento y las diferentes variables de crecimiento evaluadas. En la época de lluvia no se encontraron diferencias entre disoluciones y tipo de bioestimulantes, para la variable supervivencia, pero sí superaron al control en más de 21.0% para ambos tamaños de plantas. Respecto al ahijamiento, con 0.8 ml l⁻¹ de VIUSID para ambos tamaños de plantas se alcanzaron los mejores resultados. De forma integral 0.5 ml l⁻¹ de VIUSID tuvo un mayor efecto sobre las variables morfo-fisiológicas en las plantas mayores de 3 cm y 0.8 ml l⁻¹ para las plantas menores de 3 cm.

Palabras clave: bioestimulante, protocolo, propagación

Influencia del momento de aplicación del extracto de *Aloe vera* L. (sábila) en la calidad de las hojas de los pisos foliares inferiores de la planta de tabaco cultivado bajo tela

Betty Hernández García

Estación Experimental de Tabaco, San Juan y Martínez, Cuba.

En un estudio realizado en la Estación Experimental del Tabaco, ubicada en San Juan y Martínez, en la campaña tabacalera 2015-2016, se evaluó la influencia de la aspersión foliar del extracto acuoso de *Aloe vera* en la resistencia al estrés poscosecha de las hojas del tabaco negro cultivado bajo tela. Para ello, se montó un experimento en diseño de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, para determinar el momento óptimo de aplicación del extracto de *A. vera* en la resistencia al estrés de los pisos foliares inferiores de la planta de *Nicotiana tabacum* L., variedad de tabaco negro 'Criollo 98'. Al realizar aplicaciones de extracto de *A. vera* a los 12-22-32-42-52-62 días después del trasplante, se lograron los mejores efectos en cuanto al área foliar, contenido de clorofila durante el ciclo del cultivo, resistencia al estrés poscosecha, así como se logró una correcta eliminación de la clorofila remanente en la fase de poscurado e incrementos en los rendimientos totales y en capas de 844.6 y 919 kg ha⁻¹ respectivamente.

Palabras clave: *Aloe vera*, cosecha, estrés

Respuesta de *Canavalia ensiformis* (L.) a la inoculación con diferentes cepas de hongo micorrízico arbuscular en un suelo ferralítico amarillento

Milagros García Rubido¹, Ramón Rivera Espinosa², Yoanna Cruz Hernández¹, Yenssy Acosta Aguiar¹, José Ramón Cabrera¹

¹UCTB. Estación Experimental del Tabaco (E.E.T.), Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba. e-mail: investigacion6@eetsj.co.cu

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, La Habana, Cuba. e-mail: rrivera@inca.edu.cu

Con el objetivo de evaluar la respuesta de la *Canavalia ensiformis* a la inoculación con diferentes cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en un tipo genético de suelo Ferralítico Amarillento Rojizo Lixiviado (FARL) dedicado al cultivo de tabaco, se realizó una investigación con un diseño experimental de bloques al azar, con cinco variantes y cuatro repeticiones, que incluyen la canavalia inoculada con las cepas *Rhizophagus intraradices*, *Funneliformis mosseae*, *Glomus cubense* y *Glomus claroideum* y la variante sin inoculación como control. Los resultados demostraron que la cepa *Glomus cubense* presentó la mejor respuesta para este tipo de suelo. Se alcanzó el mayor crecimiento y desarrollo de canavalia por la inoculación con la cepa *G. cubense*, con una producción de masa seca foliar de 7,3 t ha⁻¹ y se lograron los mayores contenidos de nutrientes NPK (264.9 kg N ha⁻¹, 37.6 kg P ha⁻¹, 226.7 kg K ha⁻¹ respectivamente). La utilización de canavalia inoculada con las cepas *Glomus cubense* y *Rhizophagus intraradices* incrementó el funcionamiento micorrízico en un suelo tabacalero.

Palabras clave: abono verde, inoculación, nutrientes, suelo

Response of *Canavalia ensiformis* (L.) to inoculation with different arbuscular mycorrhize fungi in a ferrallitic yellow soil

The aim of the study was to evaluate the response of *Canavalia ensiformis* to inoculation of different arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) strains in a Ferrallitic Yellow Reddish and Lixivated soil dedicated to tobacco production. The experiment was carried out using random blocks with five variants, the four strains inoculated in *Canavalia ensiformis* and a control without inoculation. The results demonstrated that *G. cubense* strain has the best response for this type of soil. The largest growth and development of canavalia was reached with the application of *G. cubense*. Dry mass foliar production was 7.3 t ha⁻¹ and the highest levels of nutrients such as N, P, K (264.9 kg N ha⁻¹, 37.6 kg P ha⁻¹, 226.7 kg K ha⁻¹) were obtained. The use of inoculated *Canavalia ensiformis* with *Glomus cubense* and *Rhizophagus intraradices* had a significant response and increased the mycorrhizae functioning in soil used for tobacco production.

Keywords: green manure, inoculation, nutrients, soil

Antagonismo *in vitro* de cepas de *Bacillus* spp. frente a *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Liliana Leyva Rodríguez^{1,2}, Mileidy Cruz-Martín², Mayra Acosta-Suárez², Tatiana Pichardo Moya², Idalmis Bermúdez-Caraballosa², Yelenys Alvarado-Capó²

¹Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Cuba. CP 54 830.
e-mail: mileidy@ibp.co.cu

²Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Cuba. CP 54 830

Dentro de las enfermedades que más afectan al cultivo de plátanos y bananos (*Musa* spp.) se encuentra la Marchitez por *Fusarium*, causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Sm.) W. C. Snyder & H. N. Hansen (Foc). Hasta el presente, los métodos químicos y culturales empleados para su manejo

han sido poco efectivos. No obstante, una alternativa prometedora podría ser el empleo de bacterias antagonistas. Este trabajo tuvo como objetivo de determinar la capacidad antagonica de cepas de *Bacillus* spp. frente a Foc raza 1. Para ello, mediante técnicas de cultivo dual, se determinó y cuantificó la actividad antagonica de las cepas bacterianas, así como su capacidad de producir metabolitos antifúngicos volátiles y difundidos. De las 17 cepas estudiadas, nueve mostraron capacidad antifúngica. De estas nueve, una no produjo metabolitos difundidos ni volátiles (CCIBP-B4), siete presentaron metabolitos difundidos y solo una (CCIBP-A5) ambos tipos de metabolitos. De todas las cepas estudiadas la CCIBP-A5, muestra las mejores potencialidades para el posible manejo de Foc raza 1.

Palabras clave: biocontrol, cultivo dual, metabolitos antifúngicos, *Musa* spp.

Efecto *in vitro* del filtrado de cultivo de *Trichoderma harzianum* Rifai CCIBP-Trich 15 sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (R1)

Mayra Acosta-Suárez¹, Mileidy Cruz-Martín¹, Liliana Leiva^{1,2}, Tatiana Pichardo¹, Eloísa Rodríguez¹, Idalmis Bermúdez-Carabaloso¹, Yelenys Alvarado- Capó¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830. e-mail: mayra@ibp.co.cu

²Facultad Ciencias Agropecuarias, Departamento Biología, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830.

Dentro de las necesidades de investigación con vistas a la erradicación de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) agente causal de la marchitez de los bananos está la selección de hongos antagonistas. Aunque se han realizado estudios de control biológico *in vitro* y en casas de cultivo no existen resultados confiables a nivel de campo. En este sentido, se han evaluado cepas de *Trichoderma* con efecto antagonista *in vitro* frente a Foc pero se desconoce el efecto de sus filtrados de cultivo sobre el hongo fitopatógeno. Esta investigación tuvo el objetivo de determinar el efecto *in vitro* del filtrado de cultivo (FC) de *Trichoderma harzianum* CCIBP-Trich 15 sobre el micelio y los conidios de *F. oxysporum* R1. Se obtuvo filtrado de cultivo de CCIBP-Trich 15 a partir de su inoculación en medio de cultivo Caldo Papa Dextrosa en condiciones de agitación durante 12 días. Este se centrifugó, se filtró y se difundió en placas Petri con medio de cultivo Agar Papa Dextrosa. Se determinó el efecto del FC de *T. harzianum* sobre el crecimiento de la colonia, la integridad de la membrana citoplasmática y los conidios de Foc. El FC de *T. harzianum* inhibió el crecimiento radial del hongo patógeno hasta un 40%. Se observaron daños estructurales en las hifas de Foc y se detectaron daños en la integridad de la membrana citoplasmática. Se observó una disminución en el número de conidios y deformaciones en estos. El filtrado de cultivo de *T. harzianum* tuvo un efecto negativo sobre el micelio y los conidios de Foc. Estudios en casa de cultivo y campo se requerirán para validar los resultados obtenidos *in vitro* e incluirse esta cepa en el manejo integrado de esta enfermedad.

Palabras clave: antagonismo *in vitro*, metabolitos difundidos, daño oxidativo membrana citoplasmática

Influencia del medio de cultivo sobre el efecto antifúngico de metabolitos excretados por *Bacillus* sp. aislada de suelos ultramáficos

Jéssica Mendoza Rodríguez¹, Nayra Ochoa Viñals², Orquídea Coto Pérez³

¹Centro de Bioplantillas. Carretera a Morón km 9 ½. UNICA, Ciego de Ávila, Cuba. CP 069450. e-mail: jmendoza@biplantillas.cu

²Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar.

³Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Calle 25 No. 455 entre J e I. La Habana. Cuba.

La producción de metabolitos antifúngicos con aplicaciones en la biotecnología agrícola como agentes de control biológico ha permitido disminuir las consecuencias negativas generadas por el uso de plaguicidas. La rizosfera de las plantas hiperacumuladoras de níquel, que habitan en ecosistemas extremos, como los suelos ultramáficos, constituye fuentes potenciales para la prospección de microorganismos con actividades biológicas. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar diferentes medios de cultivo para la producción de metabolitos antifúngicos excretados por una rizobacteria aislada de *Mosiera bullata*, planta hiperacumuladora de níquel. Para lo cual se evaluó la influencia de diferentes fuentes de carbono mediante un diseño factorial sobre la producción de metabolitos antifúngicos, la síntesis de proteasas y el crecimiento bacteriano. Estas fuentes fueron: almidón, caseína y miel final de caña de azúcar a concentraciones de 4, 7 y 10 g l⁻¹. A los sobrenadantes de estos cultivos se les determinó la actividad antagonista frente a los hongos fitopatógenos (*F. sporotrichum*, *F. oxysporum* y *A. alternata*); y además la actividad proteolítica. Los resultados demostraron que los metabolitos excretados en los medios formulados fueron capaces de inhibir el crecimiento de los tres hongos en más de un 60%. Se excretaron proteasas a concentraciones mayores de 0.50 $\mu\text{moles min}^{-1} \text{ml}^{-1}$ en todos los medios de cultivos evaluados. Los suelos ultramáficos son fuente potencial para la bioprospección de metabolitos con actividad biológica y potencialidad de empleo en la agricultura.

Palabras clave: actividad antagonista, hongos fitopatógenos, medio de cultivo, proteasas

Influence of the culture medium on the antifungal effect of metabolites excreted by *Bacillus* sp. isolated from ultramafic soils

The production of antifungal metabolites as agents of biological control has allowed to diminish the negative consequences generated by the indiscriminate use of pesticides. The rhizosphere of the hyperaccumulating nickel plants that inhabit ultramafic soils constitute potential sources for the prospection of microorganisms with biological activities. The aim of this work was to evaluate different culture media for the production of antifungal metabolites excreted by a rhizobacteria isolated from *Mosiera bullata*, a hyperaccumulating nickel plant. The effect of different carbon sources on the production of antifungal metabolites, the synthesis of proteases and bacterial growth was evaluated through a factorial design. These sources were: starch, casein and final sugar cane syrup at concentrations of 4, 7 and 10 g l⁻¹. The antagonistic activity against the phytopathogenic fungi (*F. sporotrichum*, *F. oxysporum* and *A. alternata*) and the proteolytic activity were determined in the supernatants of these cultures. Our results showed that the metabolites excreted in the formulated media were able to inhibit the growth of the three fungi by more than 60%. Proteases were excreted at concentrations greater than 0.50 $\mu\text{mol.min}^{-1} \text{m l}^{-1}$ in all culture media evaluated. Ultramafic soils are a potential source for the bioprospecting of metabolites with biological activity and potential for use in agriculture.

Keywords: antagonistic activity, culture medium, phytopathogenic fungi, proteases

Determinación de la composición de la pulpa del henequén (*Agave fourcroydes*)

Elaine Rodríguez Contrera¹, Ángel Mollineda Trujillo¹, Delfín Gutiérrez², Arabel Elías², Raciél Lima¹

¹Centro de Investigaciones Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: amollineda@uclv.cu

²Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque. Cuba

Esta investigación profundiza en la determinación de la composición de la pulpa del Henequén (*Agave fourcroydes*) con el objetivo principal de determinar indicadores bromatológicos, mineralógicos y microbiológicos que aportan resultados importantes en base a la composición de esta planta. Se determinó la composición mineralógica en base a la masa seca de las muestras que incluyeron la determinación de Cu, Fe, Ca, Zn, Co, Mn, Mg, Na y K y se realizó un análisis microbiológico de las muestras. La importancia de esta caracterización radica en ampliar la documentación existente en Cuba sobre el valor nutritivo del henequén para su posterior empleo como alimento animal y profundizar en el

conocimiento y divulgación de esta planta para ser aplicada con estos fines. Los resultados demostraron altos contenidos mineralógicos lo cual aporta un alto valor nutricional; así como la determinación de los microorganismos presentes evidencia las diversas aplicaciones que pueden darse a esta planta en buen uso y aprovechamiento de los recursos que posee para el desarrollo de una agricultura sostenible.

Palabras clave: henequén, *Agave fourcroydes*, composición mineralógica, valor nutritivo

Determination of the composition of the henequen pulp (*Agave fourcroydes*)

This investigation deeps in the determination of the composition of the Henequen pulp (*Agave fourcroydes*) with the main objective of determining bromatological, mineralogical and microbiological indicators that provide important results based on the composition of this plant. The mineralogical composition was determined based on the dry weight of the samples that included the determination of Cu, Fe, Ca, Zn, Co, Mn, Mg, Na and K and a microbiological analysis of the samples was carried out. The importance of this characterization lies in expanding the existing documentation in Cuba on the nutritional value of Henequen for its subsequent use as animal feed and deepening the knowledge and dissemination of this plant to be applied for these purposes. The results obtained showed high mineralogical contents which contributes a high nutritional value; as well as the determination of the microorganisms present evidences the diverse applications that can be given to this plant in good use and use of the resources that it has for the development of a sustainable agriculture.

Keywords: Henequen, *Agave fourcroydes*, mineralogical composition, nutritional value

Manejo Integrado de Plagas en almacenes de la Empresa Agroindustrial de Granos, Sur del Jíbaro, Sancti Spíritus

Lázaro I. Baracaldo Madrigal, Miguel Zaya Zaya, Yaumara León Ávila

Sucursal LABIOFAM, MINAG, Sancti Spíritus

Las plagas de almacén causan pérdidas importantes en los alimentos y semillas almacenadas, durante años se estuvieron haciendo fumigaciones con gases como el bromuro de metilo, pero su efecto sobre la capa de ozono hizo que el Protocolo de Montreal estableciera la reducción de la producción y empleo de este biocida. En Cuba se realizaron varios proyectos de investigación para sustituir este gas y el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal lideró un proyecto para el manejo integrado de plagas de almacén que implementó en la práctica. Al recibir LABIOFAM la misión de producir y comercializar estos productos para sustentar el programa agrícola nacional se crean condiciones para el MIP en almacenes en forma práctica como un contrato de servicios y se decidió hacerlo en arroz por ser el cereal más producido y consumido en Cuba. El programa abarca el control biológico de roedores (BIORAT), aspersión mensual preventiva de THURISAVE 13 y THURISAVE 26, BASISAVE 1 y METASAVE 11 contra ácaros e insectos, en las paredes, debajo de los pallet, sobre la parte externa de las estivas y todas las superficies en el interior del almacén y una liberación mensual de *Trichogramma* sp. Si las plagas incrementan su población se hacen aspersiones de insecticidas químicos de baja residualidad y toxicidad, se suspende la liberación de *Trichogramma* y se mantienen los bioplaguicidas. El programa ha hecho innecesario los carpeos en tres años y como consecuencia se han reducido significativamente los gastos para la empresa arrocera. Trabajos realizados han demostrado el incremento de insectos beneficiosos y la reducción de las plagas en las muestras recibidas en el LAPROSAV. Se demostró la eficacia de las liberaciones de *Trichogramma* en valores superiores al 60 % sobre todo a las dosis de 300 y 400 ind./m³. Se recomienda profundizar en la evaluación de la eficacia de los bioplaguicidas.

Palabras clave: plagas de almacén, manejo integrado de plagas, bioplaguicidas, *Trichogramma*

Integrated Pest Management in warehouses of the Agroindustrial Company of Grains, Sur del Jíbaro, Sancti Spiritus

Warehouse pests cause significant losses in stored food and seeds, for years they were fumigated with gases such as methyl bromide, but its effect on the ozone layer caused the Montreal Protocol to establish the reduction of production and employment of this biocide. In Cuba, several research projects were carried out to replace this gas and the Plant Health Research Institute led a project for integrated pest management of the warehouse that it implemented in practice. When LABIOFAM received the mission of producing and marketing these products to support the national agricultural program, conditions were created for the MIP in warehouses in practical form as a service contract and it was decided to do it in rice because it is the most produced and consumed cereal in Cuba. The program covers the biological control of rodents (BIORAT), monthly preventive spraying of THURISAVE 13 and THURISAVE 26, BASISAVE 1 and METASAVE 11 against mites and insects, on the walls, under the pallets, on the outside of the estivas and all the surfaces inside the warehouse and a monthly release of *Trichogramma* sp. If the pests increase their population, chemical insecticides with low residuality and toxicity are sprays, the release of *Trichogramma* is suspended and the biopesticides are maintained. The program has made the carpeos unnecessary in three years and, consequently, the expenses for the rice company have been significantly reduced. Work done has shown the increase of beneficial insects and the reduction of pests in the samples received in the LAPROSAV. The efficacy of *Trichogramma* releases in values above 60% was demonstrated, especially at doses of 300 and 400 ind./m³. It is recommended to deepen the evaluation of the efficacy of bioplaguicides.

Keywords: warehouse pests, integrated pest management, biopesticides, *Trichogramma*

Producción de frutos *Jatropha curcas* y cultivos asociados por efecto de la poda y la aplicación de Fitomas-E

Yolai Noda-Leyva, Julio Brunet-Zulueta

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Universidad de Matanzas. Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.
e-mail: noda@ihatuey.cu

Jatropha curcas (L.), se cultiva con fines agroenergéticos. La eficiencia de su producción depende del manejo agronómico. La poda y el empleo de bioproductos que estén en armonía con el ambiente son prácticas importantes para alcanzar los rendimientos esperados de frutos. Considerando estos beneficios, es oportuno utilizar sistemas de cultivos alimenticios en asociación, por su factibilidad para mejorar el aprovechamiento del suelo, con prácticas de manejo limpias que no afectan ni contaminan al ambiente y se evita la dependencia de un solo cultivo. Con el objetivo de determinar el efecto de la poda y de la aplicación de FitoMas-E en el rendimiento de *Jatropha curcas* y de cultivos asociados, mediante un diseño en bloques completamente aleatorizados, se estudiaron seis tratamientos: T1: control sin poda y sin aplicación foliar; T2: control sin poda con aplicación foliar; T3: poda a 50 cm sin aplicación foliar; T4: poda a 50 cm con aplicación foliar; T5: poda a 100 cm sin aplicación foliar; T6: poda a 100 cm con aplicación foliar. Se evaluaron los días de brotación, el número de brotes emergidos, el número de ramas productivas por planta, el número de racimos por rama, el número de frutos por racimo, los frutos cosechados, el peso de los frutos, el peso de las semillas, y además se estimó el rendimiento de frutos y el de semillas. Durante la etapa experimental se sembró calabaza y frijol y se calculó el rendimiento agrícola. T4 fue el más precoz en brotar (6 días), y además alcanzó el mayor número de brotes (10), de ramas productivas (12) y 1.2 t de semilla ha⁻¹. La calabaza y el frijol tuvieron rendimientos de 7.0 y 2.7 t ha⁻¹, respectivamente. Se concluye que la poda, combinada con la aplicación foliar de FitoMas-E influye favorablemente en las variables morfológicas y productivas de *J. curcas*.

Palabras clave: bioestimulantes, brotación, rendimiento de cultivos

Fruit production of *Jatropha curcas* and associated crops due to the effect of pruning and application of Fitomas-E

Jatropha curcas (L.), is cultivated for agroenergy purposes. The efficiency of its production depends on agronomic management. Pruning and the use of bioproducts that are in harmony with the environment

are important practices to achieve the expected yields of fruit. Considering these benefits, it is appropriate to use food crop systems in association, because of their feasibility to improve the use of the soil, with clean management practices that do not affect or pollute the environment and avoids the dependence on a single crop. In order to determine the effect of pruning and application of FitoMas-E on the yield of *Jatropha curcas* and associated crops, through a completely randomized block design, six treatments were studied: T1: control without pruning and without leaf application; T2: control without pruning with leaf application; T3: pruning at 50 cm without leaf application; T4: pruning at 50 cm with leaf application; T5: pruning at 100 cm without leaf application; T6: pruning at 100 cm with leaf application. The days to sprouting, number of emerged sprouts, number of productive branches per plant, number of racemes per plant, number of fruits per raceme, harvested fruits, weight of the fruits, weight of the seeds, were evaluated, and the fruit and seed yields were also estimated. During the experimental stage squash and beans were intercropped and the agricultural yield was calculated. T4 was the most precocious in sprouting (6 days), and it also reached the highest number of sprouts (10), of productive branches (12) and 1.2 t of seed ha⁻¹. The squash and beans had yields of 7.0 and 2.7 t ha⁻¹, respectively. It is concluded that pruning, combined with the leaf application of FitoMas-E influences favorably the morphological and productive variables of *J. curcas*, for which continuing these studies is recommended.

Keywords: biostimulators, sprouting, crop yield

Efecto del bioproducto CBQ-AgroG en la germinación de semillas

Tatiana Pichardo¹, Eloísa Rodríguez¹, Robelio Ramos¹, Berkis Roque¹, Yelenys Alvarado-Capó¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830. e-mail: yelenys@ibp.co.cu

²Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830.

El uso de bioproductos para el tratamiento de semillas puede convertirse en una alternativa para reducir el empleo de productos químicos en la agricultura. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del bioproducto CBQ-AgroG en la germinación de semillas. Se emplearon semillas botánicas de *Phaseolus vulgaris* L., *Cucumis sativus* L., *Solanum lycopersicum* L y *Capsicum annuum* L. El bioproducto se empleó en una dilución en agua de 1:10 y se empleó un control con agua. Las semillas se sumergieron por 5 min, se dejaron secar y se colocaron en oscuridad a 26 ± 2 °C. A los 3, 5 y 7 días se cuantificó el número de semillas germinadas y se midió el largo de la radícula y el hipocotilo (mm). Además, se cuantificó el número de semillas contaminadas con microorganismos en cada tratamiento. Los resultados indicaron un efecto estimulador de la germinación de las semillas y menor contaminación por microorganismos.

Palabras clave: radícula, hipocotilo, in vitro

Desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de ciencias agropecuarias vinculados al trabajo con bioproductos

Mayda Morales¹, Yelenys Alvarado-Capó², Robelio Ramos³, Rolando Mesa⁴, Tatiana Pichardo²

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: maydamg@uclv.cu

²Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

³Centro de Bioactivos Químicos, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

⁴UBP Cultivos Protegidos y Semiprotegidos. Empresa Agropecuaria Valle del Yabú. Carretera a Sagua km 4.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.

La educación superior en el presente siglo plantea nuevos retos en el proceso educativo, en el que la calidad de la formación y superación de los recursos humanos adquiere gran pertinencia. Para lograr éxito en esta actividad se requiere de la preparación de los estudiantes con una formación que combine armónicamente la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades profesionales e investigativas. El presente trabajo tuvo como objetivo contribuir al desarrollo de habilidades investigativas de los estudiantes de ciencias agropecuarias a través del vínculo con el trabajo con bioproductos. Se consideró la teoría del maestro investigador; la metodología de la investigación acción participativa, la tutoría individual y grupal para el trabajo colaborativo, la concepción de la organización de la actividad científica por proyectos, el trabajo con los grupos científicos estudiantiles, el trabajo metodológico y la integración a los centros de investigación de la universidad (IBP, CBQ) y de producción del territorio (Empresa de cultivos varios Valle del Yabú). La vinculación de los estudiantes a las investigaciones con el bioproducto CBQ-AgroG a través del grupo científico estudiantil les permitió la adquisición de conocimientos sobre metodología de investigación, el diseño y evaluación de experimentos en el laboratorio, casas de cultivo y campo. Además, consolidaron conocimientos teórico-prácticos sobre el manejo agronómico de diferentes cultivos y adquirieron habilidades en nuevas prácticas agrícolas que incluyen la aplicación del bioproducto a semillas, suelo y plantas.

Palabras clave: bioproducto, formación de profesionales, grupo científico estudiantil

Desarrollo de un nuevo bioproducto para aplicaciones agrícolas: CBQ-AgroG

Robelio Ramos-Méndez¹, Yelenys Alvarado-Capó², Tatiana Pichardo², Zenaida Rodríguez¹

¹Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830. e-mail: robeliorm@uclv.edu.cu

²Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830

A nivel mundial existe una demanda de productos amigables con el ambiente que puedan tener aplicaciones agrícolas y disminuir el uso de agroquímicos. Con el objetivo de desarrollar un bioproducto de origen microbiano se realizaron investigaciones a nivel de laboratorio, escalado y producción comercial. En la etapa experimental se determinaron y ajustaron las condiciones de fermentación con materias primas locales. Posteriormente se realizaron evaluaciones de uso. El escalado productivo incluyó 500 ml, 24, 200 y 2100 litros, hasta el diseño y acondicionamiento de una planta con capacidad para 50 000 litros mensuales. Además, se estableció el flujo productivo, las condiciones de producción y almacenamiento. Obtenido el bioproducto se establecieron los parámetros de calidad y se solicitó la marca CBQ-AgroG.

Palabras clave: fermentación, escalado, planta de producción

Caracterización de las propiedades físico-químicas y determinación del perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de tabaco

Yatelier Hernández Santana¹, Déborah Geada Lopéz², Humberto García Lino¹, Daniel Correa Ferrán¹, Sandra Vargas Rodríguez¹, Yudeyki Almuiña Guerra¹, Deliany González Hernández¹

¹Intituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba. CP 38100. e-mail: dir.investigaciones@iitabaco.co.cu

²Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de la Habana. Calle 25 No. 455 e/J e I. Vedado. La Habana. Cuba.

Las semillas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) pueden aportar alimento y aceites. El aceite de la semilla del tabaco (TSO) es considerado como una potencial fuente de energía renovable y aporta casi el 38 % del peso seco de la semilla, además de proteínas, fibra cruda, carbohidratos y materiales inorgánicos. Se caracterizaron cinco constantes físico-químicas del aceite obtenido a partir de semillas de tabaco de dos genotipos (*Nicotiana tabacum* var. 15.5 c y *Nicotiana rustica* var. 3001), así como el perfil de ácidos grasos de cada una de ellas. Además, las constantes físico-químicas del aceite de semillas de ambos genotipos son similares a las del aceite de girasol y las reportadas en la literatura para tabaco. Por otra parte, se determinó por primera vez en Cuba el perfil de ácidos grasos de los genotipos estudiados y se demostró su similitud con los publicados para tabaco. Los triglicéridos principales del TSO son el trilinolenico y el palmitodilinoico (90%). Los ácidos grasos mayoritarios son el ácido linoleico (66-76%), oleico (17-27%), palmítico (7-10%) y esteárico (3.1%). Los índices de secado y yodo son 55-75 y 135-147 respectivamente. Por eso, este aceite es clasificado como un aceite semi-secante, esta además libre de nicotina y es comparable a los aceites comestibles. Debido a su baja proporción de ácidos grasos saturados, se considera como nutricionalmente apropiado, comparable a otros aceites vegetales. El biocombustible obtenido tiene propiedades combustibles dentro de los límites prescritos por los estándares americanos y europeos. La obtención del aceite de las semillas es uno de los usos no convencionales de la planta de tabaco que más se ha trabajado en Cuba por el posible empleo comestible y para obtener pinturas y barnices.

Palabras clave: aceite de semilla de tabaco, propiedades químico-físicas, perfil de ácidos grasos, usos no convencionales del tabaco

Characterization of physical and chemical properties and determination of the fatty acid profile in oil of tobacco seeds

Tobacco seeds can provide food and oils. Tobacco seed oil (TSO) is considered a potential source of renewable energy and contributes almost 38% of the dry weight of seeds. Remaining parts are proteins, crude fiber, carbohydrates and inorganic materials. Five physicochemical constants of TSO together with the fatty acids profile of two tobacco genotypes (*Nicotiana tabacum* var. 15.5C and *Nicotiana rustica* var. 3001) were characterized. The physicochemical constants of TSO from both genotypes are similar to those of the sunflower oil and to the ones reported in the literature for tobacco. Moreover, it was determined for the first time in Cuba the fatty acid profile of the genotypes studied; which showed similarity with those published for tobacco. The main triglycerides of TSO are trilinolenic and palmitodilinoic (90%). The main fatty acids are linoleic acid (66-76%), oleic acid (17-27%), palmitic acid (7-10%) and stearic acid (3.1%). The drying index and iodine are 55-75 and 135-147 respectively. Consequently, this oil is classified as a semi-drying linoleic oil, it is also free of nicotine and is comparable to edible oils. Due to its low proportion of saturated fatty acids, it is considered as nutritionally appropriate, comparable to other vegetable oils. Additionally, the TSO is known to be a resource for the production of biodiesel. The biofuel obtained has combustible properties within the limits prescribed by the American and European standards. Obtaining seed oil is one of the non-commercial uses of the plant of tobacco that best has worked in Cuba for possible employment and edible for paints and varnishes.

Keywords: tobacco seed oil, chemical-physical properties, fatty acid profile, unconventional use of tobacco

El manejo tecnológico de los sistemas agrícolas y su influencia sobre indicadores biológicos de los suelos pardos mullidos carbonatados

Lizandra Rubio Alonso¹, Sirley Gattorno Muñoz¹, Osvaldo Fernández Martínez², René Cupull Santana¹, Roldán Torres Gutiérrez¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. CP 54830. Cuba. e-mail: sirley@uclv.edu.cu

²Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara. CP 54830. Cuba

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la influencia de sistemas agrícolas de producción convencional (estatal) y tradicional (privado) sobre indicadores biológicos en suelos Pardos Mullido Carbonatado. Se tomaron muestras de suelos en las áreas de productores privados y la Empresa de Cultivos Varios Valle del Yabú, todas ubicadas en el municipio de Santa Clara en la provincia de Villa Clara, de las cuales se cuantificó los principales grupos microbianos, tales como: bacterias, hongos, actinomicetos, Azotobacter, bacterias solubilizadoras de fósforo (BSF) y hongos celulolíticos. Los resultados demostraron que estos indicadores biológicos se incrementan en el sistema no estatal, aunque no existieron diferencias significativas en cuanto a los hongos, actinomicetos y hongos celulolíticos para ambos sistemas. Azotobacter y las BSF mostraron un incremento significativo en el sistema tradicional, mientras que las bacterias totales se beneficiaron en el sistema estatal.

Palabras clave: Biología del suelo, indicadores biológicos, microbiología, sistemas agrícolas

Technological management of farm systems and its influence on biological indicators from the brown calcareous soils

A research work was carried out with the aim of evaluating the influence of conventional farming systems (state farms) and traditional farming systems (private farms) on biological indicators from the brown calcareous soils. Soil samples were taken from fields of private farmers and the state enterprise "Valle del Yabú", which are located in the municipality of Santa Clara, Villa Clara province. For each sample was quantified the main microbial groups, such as: bacteria, fungi, Actinomyces, Azotobacter, phosphorus solubilizing bacteria (PSB), and cellulolytic fungi. The results demonstrated that these biological indicators are increased in the traditional farming systems (private farms), although did not exist significant differences regarding fungi, Actonomyces and cellulolytic fungi for both farming systems. Azotobacter and phosphorus solubilizing bacteria (PSB) showed a significant increase in the traditional system, whereas the total bacteria benefitted in the state farming system.

Keywords: Soil biology, biological indicators, microbiology, farming systems

Viernes / Friday, 11 de mayo de 2018

Sesión I. taller Cultivo *in vitro* de células, tejidos y órganos / Workshop *In vitro* culture of cells, tissues and organs

Presentaciones orales / Oral presentations

Floración *in vitro* de pepino (*Cucumis sativus* L.), una alternativa ante los efectos del cambio climático

Amelia Capote Rodríguez, Odalys Llorente Osorio, Odalys Pérez Díaz, Elena Lago Parolis

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt (INIFAT).
Calle 188 #38754 e/ 397 y Linderos, Santiago de las Vegas. Municipio Boyeros. La Habana. Cuba. e-mail: dircientifica@inifat.co.cu

El aumento de la temperatura es uno de los efectos más importantes del cambio climático actualmente, que provoca pérdida de la capacidad de floración y fructificación y por ende una reducción de la productividad agrícola de los cultivos de importancia económica. Los métodos biotecnológicos han posibilitado la inducción *in vitro* de la floración precoz, la cual permite acelerar el desarrollo reproductivo, estudiar el control de la floración y la hibridación entre especies. La aplicación de estas técnicas ha sido reportada en las cucurbitáceas y en particular se ha planteado la inducción de flores a partir de segmentos de hipocótilos y cotiledones de pepino cultivados *in vitro*, especie considerada modelo para los estudios de transformación genética mitocondrial. Se presentan los resultados obtenidos al emplear segmentos nodales y ápices provenientes de plántulas germinadas *in vitro* de pepino, cv. 'Hatuey-1' y cv. 'H x S', los cuales se sembraron sobre medio Murashige y Skoog (MS) con ANA (0.1 y 0.5 mg l⁻¹) y KIN (0.5 mg l⁻¹). El desarrollo de plantas completas y la inducción de flores masculinas estuvieron en dependencia del genotipo, el tipo de explante y el medio de cultivo utilizado. La mayor eficiencia de multiplicación (72.7%) se obtuvo en el cv. 'Hatuey-1', mientras que el cv. 'H x S' mostró los mayores porcentajes de plantas florecidas (100%), lo que indica el efecto del genotipo en la respuesta obtenida. El mayor porcentaje de floración (100%) y número de flores por planta (2.5) se obtuvieron al utilizar los ápices como explantes. La tinción con acetocarmín y las pruebas de germinación mostraron que el polen aislado de las flores obtenidas fue altamente viable.

Palabras clave: cambio climático, floración *in vitro*, pepino, viabilidad del polen

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) *in vitro* flowering: an alternative to climate change effects

Temperature increase is one of the main effects of climate change, reducing flowering and fruiting capacity, and by this, the productivity of economically important crops. Biotechnological methods have enabled *in vitro* induction of early flowering, which allowed the acceleration of reproductive development, the study of flowering control and species hybridization. The uses of these techniques have been reported in *Cucurbitacea*, particularly the flowering induction from cucumber hypocotyls segments and cotyledons cultured *in vitro*, a model plant for mitochondrial genetic modification studies. Results are presented of the employment of nodal and apical segments from *in vitro* germinated cucumbers cv. 'Hatuey-1' and 'H x S', grown on Murashige and Skoog (MS) media supplemented with NAA (0.1 y 0.5 mg l⁻¹) and KIN (0.5 mg l⁻¹). Complete plant development and male flowering induction depended on genotype, explants type and growth media. The highest multiplication efficiency (72.7%) was seen on cv. 'Hatuey-1', while cv. 'H x S' showed the highest percentage of flowered plants (100%), highlighting the genotype effect on the response. The highest flowering percentage (100%) and flower number per plant (2.5) were obtained by using apexes as explants. Acetocarmín and germination tests showed that the isolated pollen was highly viable.

Keywords: climate change, *in vitro* flowering, cucumber, pollen viability

Mejoramiento genético y propagación masiva de plantas ornamentales por biotecnología

Leonardo Julio Moreno-Bermúdez, Lourdes R. García, Martha Pérez, Raúl Barbón, Manuel de Fera, Maité Chávez, Marisol Freire-Seijo, Mayelin Rodríguez, Dámaris Torres, Mariana La O, Yenny Padrón, Yanet Fernández, Deivis Mirabal

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5, Santa Clara, Villa Clara. CP 54830, Cuba. e-mail: ljmoreno@ibp.co.cu

Las plantas ornamentales y flores de corte constituyen un importante sector para muchos países. Cuba posee una gran diversidad de especies con potencial ornamental, y cuenta con un clima tropical idóneo para la producción de plantas de este tipo durante todo el año. Sin embargo, el sector florícola cubano no está completamente desarrollado por la existencia de problemas como el uso de tecnologías obsoletas, de variedades y especies con bajo potencial de rendimiento, y de semillas de baja calidad entre otros. La biotecnología vegetal podría constituir una alternativa para satisfacer parte de las demandas de flores y plantas ornamentales presentes en el país. Mediante técnicas biotecnológicas como el cultivo *in vitro* se pueden obtener grandes volúmenes de plantas en tiempos relativamente cortos. En este sentido, el Instituto de Biotecnología de las Plantas ha trabajado durante varios años en especies de interés ornamental, por ejemplo: *Spathiphyllum wallissi*, *Anthurium andraeanum*, *A. cubense*, *A. crystallinum*, *Platycerium bifurcatum*, *Strelitzia reginae*, *Kalanchoe blossfeldiana*, orquídeas de los géneros *Phalaenopsis* y *Cattleya*, Clavel y Gladiolos. Como resultados se han obtenido protocolos de micropropagación por las vías de embriogénesis somática y organogénesis. Estos protocolos incluyen las fases de establecimiento de las plantas en el laboratorio, multiplicación, enraizamiento, y culminan con la adaptación en la fase de aclimatización. El cierre de ciclo, dado finalmente por la comercialización de las plantas con pequeños productores, biofábricas, y con el sector turístico, demuestra que la biotecnología podría contribuir a mejorar el desarrollo del sector florícola y ornamental en el país.

Palabras clave: biotecnología, cultivo de tejidos, micropropagación

Vitrofur®[®], la experiencia de más de 15 años en el mercado

Raquel Hernández González, Zenaida Rodríguez Negrín, Belkis Morales Vázquez, Ileana González Cunill

Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

El Vitrofur®[®], un producto con más de 15 años en el mercado, se presenta como un inhibidor de la contaminación microbiana en los medios de cultivos para la producción masiva de plantas *in vitro*, que sustituye el proceso convencional de esterilización por autoclave. Fue registrado en Cuba con el número de permiso 013/99 en 1999. Su empleo se ha hecho extensivo a todas las biofábricas de la Empresa Productora y Comercializadora de Semillas del Ministerio de la Agricultura, en Cuba, así como en Centros que laboran en la esfera de la biotecnología agrícola dentro de los que se destacan el Instituto de Biotecnología de las Plantas y el Centro de Bioplasmas. Su eficacia ha sido verificada en laboratorios de América Latina y se ha exportado a instituciones de México, Chile, Perú, Ecuador y Brasil. Este trabajo se realiza con el objetivo de promover el producto entre clientes potenciales respaldados por la experiencia acumulada durante estos años. Se muestran los datos de seguridad del producto, los testimonios que evidencian las ventajas de su empleo en la micropropagación de diferentes especies vegetales y las informaciones que reflejan la sostenibilidad en la comercialización del producto tanto nacional como internacionalmente. Esto demuestra que el Vitrofur®[®] garantiza una disminución significativa de la contaminación microbiana en los medios de cultivo, ventajas económicas con respecto al método tradicional en cuanto a disminución de la cantidad de agente gelificante y al ahorro de energía eléctrica. Además, es seguro para la manipulación de los operarios, así como para el medioambiente.

Palabras clave: contaminación microbiana, Vitrofur®¹, plantas *in vitro*

Changes in the redox state of *in vitro* potato explants modify organ development

J. Dobránszki¹, G. Asbóth², D. Homoki², P. Bíró-Molnár², J. A. Teixeira da Silva³, J. Remenyik²

¹Research Institute of Nyíregyháza, IAREF, University of Debrecen; P.O. Box 12, H-4400 Nyíregyháza, Hungary; dobranszki@freemail.hu

²Institute of Food Technology, Faculty of the Agricultural and Food Science and Environmental Management, University of Debrecen; Böszörményi street 138, H-4032 Debrecen, Hungary; georgina.asboth@gmail.com, homokidz@agr.unideb.hu, piroska.biro.molnar@gmail.com, remenyik@agr.unideb.hu

³P. O. Box 7, Miki-cho post office, Ikenobe 3011-2, Kagawa-ken, 761-0799, Japan jaimetex@yahoo.com

The redox state of a plant interacts with plant hormones regulating both axillary and adventitious organ development *in vitro*. This is mainly determined by the actual levels of ascorbic acid and glutathione. We studied axillary shoot and adventitious root development from single-node explants of potato. Adding exogenous plant growth regulators to medium is not necessary for the development of potato shoots and roots from nodal segments. Thereby the potential effects of exogenous plant growth regulators can be avoided. A change in the redox state of nodal explants was induced after they were ultrasonicated with 35 kHz (70 W) for 20 min. Enzymatic and non-enzymatic antioxidants were biochemically analyzed at 0 h, 24 h, 1 week and 4 weeks after ultrasonication. At the end of the subculture (4 week), the number and fresh weight of roots and shoots that developed from control and ultrasonicated nodal explants were determined. Shoot growth was accelerated but root growth was temporarily inhibited, 24 h after ultrasonication, which might be due to a decrease in the level of ascorbic acid immediately after ultrasonication, i.e., at 0 h. 24 h after ultrasonication, the level of ascorbic acid increased three-fold, stimulating the development of root primordia and resulting in no differences in the length and fresh weight of roots by the 4th week compared to ultrasonicated and control samples. Ultrasonication showed an after-effect, namely the improvement of shoot growth (20% and 24% increase in the length and fresh weight of shoots, respectively) at the end of the 4-week subculture. These developmental changes were in agreement with the biochemical changes measured after ultrasonication, i.e., modification of the ratios of ascorbic acid/glutathione and reduced/oxidized glutathione, resulting in modification of the redox state.

Keywords: ascorbic acid, shoot and root growth, tissue culture, ultrasonication

Desarrollo de un sistema para la microinjertación *in vitro* de vid (*Vitis vinifera* L.)

Estefany Alejandra Sánchez Mendoza, Eugenio Martín Pérez, Moplhe Balch, Otilio Vázquez Martínez, José Francisco Morales Domínguez

Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. e-mail: fanni.sanchez.m@hotmail.es

En México, cinco estados concentran el 95% de la superficie cosechada de vid. Zacatecas y Aguascalientes ocupan el 2° y 4° lugar en la producción e importancia económica para concentrados de uva y exportación de uva de mesa y vinos. (SIACON, 2016) La problemática de los viñedos donde las variedades se cultivan en pie franco se debe a la susceptibilidad a enfermedades y la sensibilidad a las malas condiciones del suelo, entre otros. Por lo anterior es indispensable utilizar portainjertos tolerantes a dichas condiciones; no obstante, la forma convencional de injertación puede agregar un nivel de riesgo cuando se realiza utilizando materiales que no están libres de enfermedades. La micropropagación ofrece una alternativa para la solución de este problema. El objetivo de esta investigación fue multiplicar y microinjertar variedades de vid sobre portainjertos comerciales mediante el uso de ápices y segmentos nodales. Se establecieron *in vitro* las variedades de: uva de mesa Crimson, Red Globe, las variedades para uva de vinificación Malbec y Tinta Toro y, los portainjertos

SO₄, Dog Ridge, 110-Richter y Rupestris du Lot en medio MS modificado adicionado con 0.2 mg l⁻¹ IBA, pH 6.4. Se desarrolló un sistema de multiplicación simple a partir de segmentos nodales, se evaluó el crecimiento de los cultivos y el porcentaje de brotación. Se injertaron segmentos apicales de las variedades sobre segmentos nodales de portainjertos, ambos de 2 cm, unidos en forma de "V". Después de cuatro semanas se obtuvo para Crimson/Dog Ridge un prendimiento del 40% y para Tinta Toro/Dog Ridge 63%. Se obtuvieron plantas microinjertadas de dos variedades de vid sobre DogRidge, portainjerto de gran importancia agronómica, mediante la unión de ápices sobre segmentos nodales, en condiciones *in vitro*.

Palabras clave: microinjerto, micropropagación, portainjertos, variedades, vid

Producción de filantósidos con actividad anticáncer a partir de raíces pilosas (hairy roots) de *Phyllanthus acuminatus*

Pamela Alfaro Vargas

Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas. Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional. Costa Rica. e-mail: palfarov07@hotmail.com

Phyllanthus acuminatus es un árbol con capacidad de producir compuestos filantósidos los cuales actúan como agentes antitumorales inhibiendo el crecimiento de células cancerígenas. Estos metabolitos secundarios se encuentran en mayor concentración en la raíz por lo tanto, su extracción se considera destructiva. El objetivo de este trabajo consistió en introducir un cultivo *in vitro* de esta planta con el fin de establecer un protocolo de transformación genética para generar raíces pilosas de *P. acuminatus* con miras a la producción de filantósidos. La introducción del material vegetal se realizó a partir de semillas y embriones, una vez establecido el cultivo se llevó a cabo la transformación genética utilizando dos cepas de *Agrobacterium rhizogenes*. Además, se diseñó un protocolo de extracción de filantósidos provenientes de material vegetal *in vitro* y con estos extractos se ejecutaron ensayos de citotoxicidad en la línea celular cancerígena NCIH460. Los porcentajes de germinación utilizando semillas fueron bajos mientras que con la introducción de embriones logró alcanzar hasta un 40% de germinación produciendo plantas de calidad. Los ensayos de agroinfección mostraron diferencias en la eficiencia de las cepas, además los resultados indican que la transformación sí produce un crecimiento acelerado de las raíces. Por otro lado, el protocolo de extracción diseñado permitió obtener tres extractos los cuales se utilizaron en ensayos de citotoxicidad indicando que la viabilidad de células cancerígenas se ve afectada en un 92.1%, comparado con la actividad de la Doxorubicina, fármaco utilizado en el tratamiento contra el cáncer, el cual reduce la viabilidad en un 89.4%. Los resultados obtenidos hasta el momento exponen un buen panorama en la investigación, ya que muestra como extraer los metabolitos de interés, bajo condiciones controladas que, potencialmente, sirvan como fuente productora constante, con altos rendimientos y permita proteger las plantaciones naturales de esta especie.

Palabras clave: *Agrobacterium rhizogenes*, filantósidos, *Phyllanthus acuminatus*, raíces pilosas, Doxorubicina

Aplicación de técnicas biotecnológicas en la valorización de los compuestos bioactivos de la mashua de importancia farmacéutica y alimentaria

Peña, Gilmar¹, Carhuaz Roxana¹, Quispe Alina¹, Fernández Kelyn¹, Aramburú Jorge, Andía, Vidalina²

¹Laboratorio de Biología Celular y Molecular. Facultad de Ciencias Biológicas.
e-mail:gilmar_p@yahoo.com

²Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

La mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav) considerada como el cultivo "milenario de los andes" posee gran diversidad de compuestos bioactivos de importancia medicinal y alimentaria que son utilizados por el poblador altoandino para el tratamiento de diferentes enfermedades y en algunos casos se utiliza para el tratamiento de *Helicobacter pylori*. La mashua tiene propiedad antiinflamatorio, anticancerígeno del colon y próstata; además es un potente regenerante de las células. El Perú es poseedor de la biodiversidad nativa y el Departamento de Ayacucho ostenta más de 180 morfotipos de esta especie promisorio que tiene la particularidad de crecer en suelos pobres y mayores altitudes que otras raíces y tuberosas andinas como la papa, oca y olluco. Con el objetivo de recolectar, caracterizar y aplicar las técnicas biotecnológicas para obtener semilla libre de virus, micropropagación utilizando las nanopartículas de plata, implementar el sistema de inmersión temporal automatizado para la obtención de microtubérculos y caracterizar los compuestos bioactivos se utilizó morfotipos de mashua procedentes de los departamentos de Ayacucho y Abancay. En la primera etapa del proyecto "Ruta de la mashua" se logró la recolección de más de 180 morfotipos, posteriormente se logró la introducción y micropropagación utilizando el medio Murashige Skoog (MS) con nanopartículas de plata. Además, se realizó la liberación de los virus en termoterapia y finalmente se obtuvo microtubérculos de mashua en sistema de inmersión temporal. Proyecto financiado por CIENCIACTIVA-MINEDU, Convenio 199-2015-FONDECYT – UNSCH.

Palabras clave: inmersión temporal, microtubérculos, micropropagación, *tropaeolum*

Application of biotechnological techniques in the valorisation of the bioactive compounds of the mashua of pharmaceutical and food importance

The mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav) considered as the "millenary crop of the andes" has a great diversity of bioactive compounds of medicinal and alimentary importance that are used by the high andean inhabitant for the treatment of different diseases and in some cases it is used to the treatment of *Helicobacter pylori*. Mashua has anti-inflammatory, anti-carcinogenic properties of the colon and prostate; It is also a powerful cell regenerator. Peru is the holder of the native biodiversity and the Department of Ayacucho has more than 180 morphotypes of this promising species that has the peculiarity of growing in poor soils and higher altitudes than other andean roots and tubers such as potatoes, oca and olluco. In order to collect, characterize and apply biotechnological techniques to obtain virus-free seed, micropropagation using silver nanoparticles, implement the automated temporary immersion system to obtain microtubers and characterize the bioactive compounds, *Mashua morphotypes* were used. the departments of Ayacucho and Abancay. In the first stage of the project "Ruta de la mashua" the collection of more than 180 morphotypes was achieved, then the introduction and micropropagation was achieved using the Murashige Skoog (MS) medium with silver nanoparticles. In addition, the virus was released in thermotherapy and finally, mashua microtubers were obtained in a temporary immersion system. Project financed by CIENCIACTIVA-MINEDU, Agreement 199-2015-FONDECYT - UNSCH.

Keywords: microtubers, temporary immersion, *Tropaeolum*, micropropagation

Sesión de póster / poster session

Propagación *in vitro* de plantas de *Stevia rebaudiana* Bertoni a partir de ápices de plantas cultivadas *ex vitro*

Alina Capote¹, Dionys González Hernández², Anabel Pérez¹, Leonardo Rivero¹, Elizabeth Kairúz Hernández-Díaz^{1,2}, Borys Chong-Pérez¹, Naivy Pérez-Alonso¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830

²Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830

Stevia rebaudiana Bertoni es una especie reconocida a nivel mundial por sus propiedades medicinales. Su cultivo y consumo se han incrementado, por el alto contenido de edulcorantes naturales no calóricos (esteviósidos y rebaudiósidos) que presenta que pueden ser empleados por pacientes con alteraciones del metabolismo de los carbohidratos y diabetes mellitus. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un protocolo para la propagación de *Stevia rebaudiana* a partir de explantes *ex vitro*. Para ello se seleccionaron brotes de plantas de esta especie, crecidos en casa de cultivo. Se procedió a su establecimiento *in vitro*, para lo cual se determinó el efecto de la concentración de hipoclorito de sodio y el tiempo de desinfección, sobre la supervivencia del explante. Los ápices caulinares establecidos fueron transferidos a medio de cultivo de multiplicación, en el cual se determinó el efecto de los reguladores de crecimiento (6-bencilaminopurina y ácido indolacético) y el número de subcultivos, sobre el coeficiente de multiplicación. Luego, se evaluó la respuesta de las plantas micropropagadas durante la fase de aclimatización, en comparación con plantas propagadas mediante corte de esquejes. La variabilidad de ambas se comparó empleando el análisis de los patrones de amplificación aleatoria de segmentos polimórficos de ADN. Se recomienda el empleo de hipoclorito de sodio al 1.0% durante 10-20 minutos para la desinfección de los explantes. El proceso de multiplicación debe realizarse en medio de cultivo sin reguladores de crecimiento, durante cinco subcultivos cada 15 días como máximo. Es posible emplear diversas composiciones de sustrato durante la aclimatización de las plantas micropropagadas. Estas desarrollaron mayor número de hojas y altura, que las propagadas convencionalmente. Ambos grupos mantienen la variabilidad genética intrínseca de la especie. El protocolo propuesto permite micropropagar plantas de *S. rebaudiana* en corto tiempo, con alta eficiencia (45 plántulas por explante inicial), menor costo y gran versatilidad.

Efecto de diferentes combinaciones de citoquininas en la formación de yemas adventicias en *Musa* cv. 'Manzano' (AAB)

Alejandro Jiménez Padrón¹, Mayelín Rodríguez Urquiza², Idalmis Bermúdez Caraballos²

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Biología Aplicada, Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. e-mail: alejandroj@ibp.co.cu

²Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuani km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.

Las citoquininas se emplean para la formación de yemas adventicias pero altas concentraciones pueden tener efectos negativos en la regeneración de plantas. La presente investigación se llevó a cabo con el objetivo determinar el efecto de diferentes combinaciones de citoquininas en la formación de yemas adventicias en *Musa* cv. 'Manzano' (AAB). Se utilizaron diferentes concentraciones de 6-Bencilaminopurina (2.0, 4.0 y 6.0 mg l⁻¹) y de Tidiazuron (0.6, 0.8 y 1.0 mg l⁻¹) para lograr la formación de las yemas adventicias *in vitro*. Se emplearon dos controles los cuales se usan de manera sistemática para estos fines, el C1 (22.5 mg l⁻¹ de 6-BAP) y C2 (2.0 mg l⁻¹ de TDZ). El mayor porcentaje de formación de yemas adventicias se logró con la combinación de 6.0 mg l⁻¹ y 0.8 mg l⁻¹ de ambas citoquininas respectivamente, con un 72%, resultados superiores al resto de las combinaciones y ambos controles. Con esta combinación se logró un promedio de 4.92 yemas adventicias por explante y 1.28 brotes por explante a los 60 días de cultivo. Finalmente se seleccionó esta combinación para la formación de yemas adventicias, ya que permitió la disminución de los niveles de 6-BAP y TDZ que poseen efectos negativos en la posterior regeneración de las plantas.

Palabras clave: bananos, 6- Bencilaminopurina, Tidiazuron

Efecto de la sacarosa sobre la actividad antioxidante de brotes de *Bambusa vulgaris* Schrad ex. Wendl. cultivados en Sistemas de Inmersión Temporal

Yudith García-Ramírez¹, Marisol Freire-Seijo¹, Raúl Barbón¹, Martha Pérez¹, Sinesio Torres García²

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: yudith@ibp.co.cu

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54830

Las condiciones *in vitro* pueden influir en las características anatómicas, fisiológicas y morfológicas de las plantas de bambúes y causar afectaciones a las plantas durante la aclimatación *ex vitro*. Este trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la sacarosa sobre el estrés oxidativo en brotes de *Bambusa vulgaris* Schrad. ex Wendl. cultivados en Sistema de Inmersión Temporal (TIS). Para ello, se adicionaron al medio de cultivo dos concentraciones de sacarosa (20 y 30 g l⁻¹) y un tratamiento de control (medio de cultivo sin sacarosa). Las actividades totales de enzimas de respuesta al estrés oxidativo se midieron a los 30 días al final de la fase *in vitro*. Los estudios demostraron que la sacarosa aumentó el estrés oxidativo de los brotes a través del aumento de las actividades de las enzimas antioxidantes. Los brotes cultivados con alto contenido de sacarosa evidenciaron una activación de las enzimas del ciclo ascorbato-glutatión (mayor actividad APX, DHAR y MDHAR), pero también las actividades de otros sistemas de respuesta que contribuyen a reducir el daño por estrés oxidativo (CAT), esto afectó el crecimiento *ex vitro* de las plántulas durante la aclimatación. Por otra parte, los brotes provenientes del tratamiento sin sacarosa mostraron una elevada capacidad antioxidante y con mecanismos de respuesta a estrés oxidativo activados desde la fase *in vitro*, que les permitió sobrevivir con una alta calidad morfo-fisiología durante la aclimatación. Los hallazgos del presente estudio serán útiles para mejorar la fisiología y bioquímica de las plántulas de *B. vulgaris* durante la transición *in vitro-ex vitro*.

Palabras clave: bambúes, crecimiento *ex vitro*, estrés oxidativo

Diseño de un sistema de riego automatizado en casas de cultivo para plantas obtenidas por métodos biotecnológicos

Alexandra Madruga Peláez¹, Iván Santana Ching², Richar Sosa López²

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830.
e-mail: alexandra@ibp.co.cu

²Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830.

El riego proporciona a la planta el agua indispensable para su crecimiento y desarrollo, de su disponibilidad depende la formación de nueva biomasa vegetal. Para asegurar el suministro de agua de cuándo y cuánto necesita la planta se puede utilizar un sistema de riego automatizado, para evitar el derroche de agua y el uso eficiente. Las redes de sensores inalámbricos constituyen una alternativa viable para la automatización del riego distribuido en casas de cultivo de plantas obtenidas por métodos biotecnológicos. En la presente investigación se diseñó la arquitectura de *hardware* y *software*; y los modelos basados en Mapas Cognitivos Difusos de una aplicación de este tipo. Se establecieron los modos de trabajo para los nodos, equipados con un sensor de humedad del suelo, de temperatura ambiente e iluminación, regulados por el microcontrolador Arduino; además cuentan con un módulo de radio Xbee, el cual utiliza el estándar 802.15.4 destinado al bajo consumo de las redes inalámbricas. La Raspberry Pi se utilizó como coordinador de la red. Para la autonomía de dicha propuesta se requiere tener en cuenta los factores ambientales y las características de los cultivos. Por ello, se realizaron modelos basados en Mapas Cognitivos Difusos a partir del criterio de los expertos y de datos históricos existentes. Se obtuvieron modelos capaces de describir y predecir la necesidad de irrigación de las plantas. El desarrollo del prototipo debería ser considerado para aplicaciones a gran escala, pues brinda un sistema de bajo costo con ahorro de recursos hídricos y energéticos.

Palabras clave: automatización, casas de cultivo, riego

Respuesta agronómica de tubérculos de papa cv. 'Yara' expuestos a diferentes condiciones de temperatura y fotoperiodo durante la etapa final de almacenamiento

Ortelio Hurtado, Novisel Veitía

Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5.5 Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: ortelio@ibp.co.cu

La producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) en casas de cultivo, puede garantizar la obtención de semilla y tubérculos para su comercialización. El objetivo de este trabajo fue determinar la respuesta agronómica de tubérculos de papa expuestos a diferentes condiciones de temperatura y fotoperiodo durante la etapa brotación. Se emplearon tubérculos de calibres menor que 1.5 cm, (entre 1.6-2.8 y 2.9-3.5 cm) almacenados en cámaras refrigeradas a 5°C. Se diseñaron tres tratamientos, T1: la temperatura se aumentó de 5 °C a 24 °C en 5 días (4 °C por día), se eliminaron los brotes desde el primer día y se mantuvo un fotoperiodo de 24 h, T2: la temperatura se aumentó de 5 °C a 24 °C en 5 días sin eliminar los brotes, se mantuvo un fotoperiodo de 24 h, T3: la temperatura se aumentó gradualmente hasta 24 °C en 10 días, se eliminaron los brotes desde el primer día y un fotoperiodo de 24 h por 10 días (2 °C por día) y un control donde la temperatura se aumentó según norma ramal y se extrajeron los tubérculos cuando la temperatura alcanzó 20 °C. Posteriormente los tubérculos fueron plantados en casa de cultivo con sustrato de zeolita, donde se cuantificó, el número de tallos por tubérculo, la densidad de tallos (número de tallos/m²), el número de tubérculos por planta y el rendimiento. Se utilizó una distancia entre surcos de 0.30 m y entre plantas de 0.40 m. El manejo de las condiciones de temperatura y fotoperiodo durante la etapa final de almacenamiento de los tubérculos de papa cv. 'Yara' tuvo efecto sobre la respuesta agronómica del cultivo. Independientemente del calibre empleado, las plantas provenientes de los tubérculos expuestos al tratamiento uno y tres, presentaron mayor número de tallos por tubérculo y de tubérculos por planta, así como rendimiento y densidad de tallos superior al resto de los tratamientos.

Palabras clave: densidad, número, rendimiento, tallos

Conservación de semilla original de variedades cubanas de *Solanum tuberosum* L. 'Ibis' y 'Yuya'

Ivis Laura Méndez Bernal^{1,2}, Leyanis García-Águila², Mayelin Rodríguez², Mariana La O², Maiyra Acosta-Suárez², Tatiana Pichardo², Yelenys Alvarado-Capó², Manuel De Fera², Ortelio Hurtado², Juan Castillo³

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830

²Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: leyanis@ibp.co.cu

³Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA). Carretera a Tapaste km 3.5. Gaveta Postal 1. San José de las Lajas. Mayabeque. Cuba. CP 32700.

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es uno de los cultivos alimenticios más importantes a nivel internacional. Los procesos de producción de semilla de papa garantizan la rápida propagación de variedades promisorias adaptadas a las condiciones climáticas de Cuba. Estos incluyen la propagación *in vitro* de las plantas, la obtención de los microtubérculos (semilla original) en casa de cultivo y su posterior conservación. Este trabajo tuvo como objetivo determinar la respuesta a la conservación de semilla original de las variedades cubanas 'Ibis' y 'Yuya'. Los tubérculos se conservaron en cámara frigorífica, a 4 °C, 90% de humedad relativa y en condiciones de completa oscuridad. Después de 8 meses, los tubérculos se describieron morfológicamente y se determinó la masa fresca (g) para calcular

las pérdidas (%), se midió el diámetro (cm), se cuantificó el número de brotes, los tubérculos con síntomas de enfermedad y el porcentaje de pérdidas totales. Los resultados mostraron diferencias morfológicas con respecto al número de brotes por tubérculo ('Yuya' 4.6 e 'Ibis' 2.8) y a la masa fresca ('Yuya' 14.4 e 'Ibis' 10.1) después del periodo de conservación, el cual estuvo asociado al genotipo. El diámetro de los tubérculos se observó de manera similar. Los valores de pérdida de masa fresca fueron del 14.3% en 'Yuya', mientras que en 'Ibis' fue del 3.8%. La incidencia de microorganismos patógenos fue inferior al 1.5% en ambas variedades. Se detectó la presencia de bacterias del género *Erwinia* y *Streptomyces* y entre los hongos se identificaron *Fusarium*, *Aspergillus* y *Rhizopus*. Este resultado indicó que la variedad 'Ibis' es más tolerante a las condiciones de conservación que la 'Yuya' y proporcionan información importante para establecer procedimientos de trabajo para el manejo de los tubérculos semilla durante la conservación de las dos variedades.

Palabras clave: masa fresca, papa, tubérculos

Effect of cytokinins on *in vitro* growth parameters of winter wheat landraces

Nóra Mendler-Drienyovszki, Judit Dobránszki, László Zsombik, Katalin Magyar-Tábori

University of Debrecen IAREF Research Institute of Nyíregyháza, 4400, Nyíregyháza, Westsik V. u. 4-6, Hungary. e-mail: mendlernedn@gmail.com

In vitro cultures of winter wheat landraces were established to test their abiotic stress tolerance. However, growth of shoot cultures was fast, the rate of multiplication and root development was too low. Cytokinins (zeatin: ZEA, meta-topolin: TOP, thidiazuron: TDZ) in three concentrations (1.0; 2.0 and 3.0 mg l⁻¹) were tested to find the best medium to solve the problems. Shoot cultures of 'Tápiószelei', 'Szajlai' and 'Kecskeméti' landraces were grown on Murashige-Skoog medium. Gibberellic acid (GA₃) and naphthalenic acetic acid (NAA) were added at 1.0 and 0.25 mg l⁻¹ level, respectively. Shoot cultures were grown under 16 h photoperiod, 22±2°C and 65 µmol s⁻¹ m⁻² PPF. The number and length of shoots and roots of shoot-clusters were observed after 7 days. The shortest shoots developed on media containing 2.0 mg l⁻¹ TDZ ('Tápiószelei'), or 1.0 mg l⁻¹ TOP ('Szajlai'), or 1.0 mg l⁻¹ ZEA ('Kecskeméti'). The most new shoots developed on media with 2.0 mg l⁻¹ TOP ('Tápiószelei'), or 1.0 mg l⁻¹ TDZ ('Szajlai'), or 2.0 mg l⁻¹ TDZ ('Kecskeméti'). The most roots were detected on media containing 2.0 mg l⁻¹ ZEA ('Tápiószelei'), or 3.0 mg l⁻¹ TOP ('Szajlai'), or 1.0 mg l⁻¹ ZEA ('Kecskeméti'). The longest roots were found on media with 2.0 mg l⁻¹ ZEA ('Tápiószelei'), or 1.0 mg l⁻¹ TOP ('Szajlai'), or 1.0 mg l⁻¹ ZEA ('Kecskeméti'). In general, the most shoots were observed on media containing TOP or TDZ, while the ZEA and TOP enhanced the root development. However, considering each parameter only 'Szajlai' landrace responded well to medium containing 3.0 mg l⁻¹ TOP.

Keywords: wheat, shoots, growth regulators

Producción de compuestos anti-inflamatorios y ansiolíticos por un cultivo de células en suspensión de *Tilia americana* variedad mexicana

Daniel Cisneros Torres, Francisco Cruz Sosa, Maribel Lucila Herrera Ruiz, Manasés González Cortázar, María del Pilar Nicasio Torres

Universidad Autónoma Metropolitana, México. Centro de Investigación Biomédica del Sur.
e-mail: dc_torres_fa422@yahoo.com.mx

Tilia americana variedad mexicana es un árbol mexicano con propiedades sedantes y antiartríticas reportadas en la medicina tradicional que han sido validadas científicamente. Se estableció el cultivo de células en suspensión de *T. americana* var. mexicana en matraces y se realizaron cinéticas tipo lote utilizando un inóculo del 6%. Las biomásas celulares se extrajeron con metanol (1:20) y se analizaron por HPLC. Se realizaron curvas de calibración de los estándares escopoletina, esculetina y 3-β-D-glucósido de quercetina (µg ml⁻¹) y la cuantificación en los extractos. El cultivo de células en suspensión se caracterizó con base en sus parámetros cinéticos después de 28 días: biomasa máxima (X = 21.45

g l⁻¹), tiempo de duplicación (td = 6.17 d), velocidad específica de crecimiento (μ = 0.1145 d⁻¹) rendimiento de biomasa respecto al sustrato (YX/S = 0.715). La producción del antiinflamatorio escopoletina (Tr = 11.5 min) y del ansiolítico 3- β -D-glucósido de quercetina (Tr = 9.58 min) está asociada al crecimiento de la suspensión celular. La concentración máxima de ambos compuestos se obtuvo a los 14 días de cultivo: escopoletina 0.4 mg l⁻¹ con un rendimiento de 0.018 mg/g biomasa, 3- β -D-glucósido de quercetina 0.8 mg l⁻¹ con un rendimiento de 0.036 mg g⁻¹ biomasa. En los extractos también se detectó esculetina a niveles no cuantificables, además de señales correspondientes a compuestos fenólicos simples, los cuales aparecen conforme transcurren los días de cultivo. Se aplicará una estimulación abiótica a los cultivos para incrementar la producción de escopoletina y estimular la producción de otros compuestos con actividades antiinflamatoria y ansiolítica. El cultivo de células en suspensión de *T. americana* var. mexicana es una técnica útil para la obtención de compuestos con actividad antiinflamatoria, alterna al empleo de brácteas del árbol cuya colecta está restringida al ser clasificado como una especie en peligro de extinción.

Palabras clave: escopoletina, 3- β -D-glucósido de quercetina, HPLC, metabolismo secundario

Production of anti-inflammatory and anxiolytic compounds in *Tilia americana* variedad mexicana cell suspension cultures

Tilia americana variedad Mexicana is a mexican tree with sedative and antiarthritic properties reported in traditional medicine that have been validated scientifically. Cell suspension cultures of *T. americana* var. mexicana were established in flasks and batch cultures kinetics were performed with 6% inoculum. Cell biomasses were extracted with methanol (1:20) and extracts were analyzed with HPLC. Calibration curves were made for scopoletin, esculetin and quercetin 3- β -D-glucoside standards (μ g ml⁻¹) and quantification in the extracts. The cell suspension culture was characterized on its kinetic parameters after 28 days: maximum biomass (X = 21.45 g l⁻¹), doubling time (td = 6.17 d), specific growth rate (μ = 0.1145 d⁻¹) biomass yield with respect to the substrate (YX / S = 0.715). The production of the anti-inflammatory scopoletin (Tr = 11.5 min) and of the anxiolytic quercetin 3- β -D-glucoside (Tr = 9.58 min) is associated with the growth of the cell suspension. The maximum concentration of both compounds was obtained after 14 days of culture: scopoletin 0.4 mg l⁻¹ with a yield of 0.018 mg g⁻¹ biomass, quercetin 3- β -D-glucoside 0.8 mg l⁻¹ with a yield of 0.036 mg / g biomass. Esculetin was also detected at non-quantifiable levels in the extracts, in addition to signals corresponding to simple phenolic compounds, which appear as the days of culture progress. Abiotic stimulation will be applied to the cultures to increase the production of scopoletin and to stimulate the production of other compounds with anti-inflammatory and anxiolytic activities. The culture of suspension cells of *T. americana* var. mexicana is a useful technique for obtaining compounds with anti-inflammatory activity, alternates the use of bracts of the tree whose collection is restricted to be classified as an endangered species.

Keywords: scopoletin, quercetin 3- β -D-glucoside, HPLC, secondary metabolism

Optimización de la producción y calidad de la plantas de *Stevia rebaudiana*, bert. obtenidas por micropropagación

Susana Vilariño Rodríguez¹, José Luis García Fernández², Marta Calvo Pérez¹, Manuel Cantos Barragán²

¹Vitrosur Lab SLU. Algodonera del Sur. Calle Desarrollo 2, Los Palacios. 41720. Sevilla.
e-mail: svilarino@algosur.com

²Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS). CSIC. Avda. Reina Mercedes nº 10. 41012. Sevilla.

El exceso en el consumo de sacarosa en alimentación está asociado a enfermedades cardiovasculares, diabetes y obesidad. El extracto obtenido de plantas de *Stevia rebaudiana* Bert posee una elevada capacidad edulcorante pero sin riesgos para la salud. La reproducción sexual de esta especie, caracterizada por la baja eficiencia de la germinación de sus semillas y por la alta heterogeneidad de

las poblaciones resultantes, hace que se prefiera la propagación asexual y, particularmente la micropropagación, para obtener un elevado número de plantas homogéneas genéticamente y con un estado sanitario óptimo en un tiempo corto. La optimización del factor de multiplicación y de la calidad de las plantas micropropagadas de *Stevia* se considera de gran interés dado el elevado número de plantas necesarias para obtener las cantidades de edulcorante demandadas por el mercado actual y futuro. El objetivo del presente estudio fue optimizar el coeficiente de multiplicación de yemas de *Stevia rebaudiana* micropropagadas mejorando la calidad de la planta resultante. Para ello, se contrastaron diferentes ensayos utilizando dos variedades (S6 y S9) de *Stevia*, tres medios de cultivo nutritivos (MS, MSM y G), distintos balances de citoquinina (BAP), auxina (ANA) y sacarosa, dos sistemas de cultivo: el tradicional (medio de cultivo semisólido) y el Sistema de Inmersión Temporal (SIT) y tres condiciones lumínicas (artificial con fluorescentes, natural y mezcla de ambas). Tras 30 días de cultivo se observó un mayor coeficiente de multiplicación en las plantas de S9 en condiciones SIT. Los niveles de pigmentos, malondialdehído (MDA) y nutrientes foliares indicaron un estado fisiológico correcto de las plantas obtenidas. El medio de cultivo semisólido MS + 30 g l⁻¹ de sacarosa sin BAP mostró mejor desarrollo en longitud con luz artificial. No obstante, el cultivo en SIT con MSM + 30 g l⁻¹ de sacarosa + BAP con luz natural, mostró un coeficiente de multiplicación mayor.

Palabras clave: medio líquido, micropropagación, Sistema Inmersión Temporal, *Stevia rebaudiana*

Obtención de microtubérculos de *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón "mashua"

Peña Rojas Gilmar¹, Yancce Allcaco², Víctor Raúl, Quispe Calle Alina¹

¹Laboratorio de Biología Celular y Molecular. Facultad de Ciencias Biológicas.

²Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. e-mail:gilmar_p@yahoo.com

La mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es uno de los cultivos muy importantes del poblador andino, constituye el patrimonio genético de las generaciones presentes y futuras y, es la fuente de la seguridad alimentaria mundial. El presente trabajo tuvo como objetivo obtener microtubérculos de mashua utilizando diferentes concentraciones de Bencil amino purina (BAP) y sucrosa en el medio de cultivo Murashige y Skoog. Se procedió con la introducción y micropropagación del morfotipo MAC-03 "mashua" procedente de la localidad de Pampa Cangallo, Ayacucho. En la tuberización se empleó el medio de cultivo MS líquido con 1, 3 y 5 ppm de BAP y 4, 8 y 12% (m/v) de sacarosa. Los frascos de 250 ml que contenían las plántulas fueron cubiertos con láminas de papel aluminio y se mantuvieron en un agitador orbital de 60 rpm. Las condiciones de crecimiento fueron 16 horas-luz/día y 20± 2°C durante dos meses. Se logró obtener microtubérculos de mayor tamaño utilizando el medio de cultivo MS con 5 ppm de BAP y 12% de sacarosa, siendo significativamente diferente al T1 y T2 (nivel de significancia $\alpha = 0.05$) y el mejor peso de los microtubérculos se logró utilizando el medio de cultivo MS básico líquido con 1, 3 y 5 ppm de BAP y 4, 8 y 12% (m/v) de sacarosa. De otro lado, también se determinó el costo de producción *in vitro* desde la preparación de medios de cultivo, micropropagación y obtención de microtubérculos.

Palabras clave: microtubérculos, micropropagación, *tropaeolum*, tuberización

Production of microtubers from *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón "mashua"

Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) is one of the most important crops of the Andean people. It constitutes the genetic heritage of present and future generations and it is the source of world food assurance. The aim of this study was to extract mashua microtubers by using different concentrations of Benzyl amino purine (BAP) and sucrose in the Murashige and Skoog culture medium. We proceeded introducing and micropropagating the MAC-03 morphotype "mashua" from the town of Pampa Cangallo, Ayacucho. In the process of tuberization, the liquid MS culture medium supplemented with 1, 3 and 5 ppm of BAP and 4, 8 and 12% (w/v) of sucrose was used. The bottles of 250 mL containing the seedlings were covered with sheets of aluminum foil and kept in a 60 rpm. orbital agitator. Growth conditions were 16 light-hours

/ day and 20 ± 2 °C for two months (Rivera et al., 2008). It was possible to get larger microtubers employing the MS medium supplemented with 5 ppm of BAP and 12% of sucrose which is significantly different from T1 and T2 (level of significance $\alpha = 0.05$) in this way the best weight of the microtubers was achieved by using the liquid basic MS medium with 1, 3 and 5 ppm of BAP and 4, 8 and 12% (w/v) of sucrose. On the other hand, the cost of *in vitro* production was also determined from the preparation of media, micropropagation and finally the extraction of microtubers.

Keywords: microtubers, micropropagation, tropaeolum, tuberization

Effect of coronatine on glucosinolate production and the gene expression involved in their biosynthesis pathway in *Brassica oleracea* var. Italica cell cultures

Pedro Joaquín Sánchez-Pujante, Jorge Cerón-Hernández, Ana Belén Sabater-Jara, Sarai Belchi-Navarro, María Borja, María Ángeles Pedreño, Lorena Almagro

Plant Biology Department, Faculty of Biology, University of Murcia, E-30100, Murcia, Spain
e-mail: pedrojoaquin.sanchez@um.es

Brassica vegetables have received significant attention in recent years due to their health beneficial properties. In particular, broccoli contains a wide range of nutrients, dietary fibre, and phytochemicals with health-related properties. These compounds have beneficial effect on human health because they are strong antioxidants and they have potent cardiovascular, antidiabetic, antimicrobial and antitumoral activities. Due to all the properties described, the demand for glucosinolates has enormously increased, and therefore, new strategies that allow the production of these compounds to be improved are needed. The use of elicited plant *in vitro* cultures is emerging as a biotechnological strategy to obtain glucosinolates. Taking into account all of the above, in the present study we have analysed the influence of coronatine on the expression profiles of several biosynthetic pathway genes associated with the production of glucosinolates in broccoli cell cultures. The results have showed that the presence of coronatine induced glucosinolate production in broccoli cell cultures reaching the maximal levels after 72 h of elicitation (over 27 mg/ g dry weight). Regarding biosynthetic gene expression, a strong positive relationship was observed between the transcript level of targeted genes and glucosinolate production in broccoli cell cultures elicited with coronatine. This work was supported by "Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia" (Project 19876/GERM/15).

Keywords: broccoli, cell cultures, coronatine, gene expression, glucosinolates

Efecto de coronatina sobre la producción de glucosinolatos y la expresión de los genes implicados en su ruta de biosíntesis en cultivos celulares de *Brassica oleracea* var. Italica

Las hortalizas del género *Brassica* tienen una gran importancia en los últimos años debido a sus propiedades beneficiosas para la salud. En particular, el brócoli contiene una amplia gama de nutrientes, fibra dietética y fitoquímicos con propiedades relacionadas con la salud. Estos compuestos tienen una fuerte actividad antioxidante, antidiabética, antimicrobiana y antitumoral. Debido a todas las propiedades descritas, la demanda de glucosinolatos ha aumentado enormemente y, por lo tanto, se necesitan nuevas estrategias para mejorar la producción de estos compuestos. Así, el uso de cultivos celulares vegetales está emergiendo como una estrategia biotecnológica para obtener glucosinolatos. Teniendo en consideración todo lo anterior, en el presente estudio se analizó el efecto de la coronatina, un análogo estructural y funcional del jasmonato de metilo, sobre los perfiles de expresión de varios genes implicados en la ruta de biosíntesis de glucosinolatos en cultivos celulares de brócoli. Los resultados mostraron que la presencia de coronatina incrementó enormemente la producción de glucosinolatos respecto al control alcanzando los máximos niveles después de 72 h de tratamiento (27 mg/ g de masa seca). Con respecto a la expresión génica, se observó una relación positiva entre el nivel de transcritos de los genes diana y la producción de glucosinolatos en cultivos celulares de brócoli elicitados con coronatina. Este trabajo ha sido financiado por el "Programa de Ayuda a Grupos de Excelencia de la

Región de Murcia, Fundación Seneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia" (Proyecto 19876 / GERM / 15).

Palabras clave: brócoli, coronatina, cultivos celulares, expresión génica, glucosinolatos

Protein staining with plant fluorescent pigments

María Alejandra Guerrero-Rubio, Paula Henarejos-Escudero, Berenice Guadarrama-Flores, Fernando Gandía-Herrero, Mercedes Jiménez Atienzar

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular A de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia. Murcia. España. e-mail: mariaalejandra.guerrero@um.es

Betalains are nitrogen-containing natural pigments that provide bright coloration to fruits, flowers, and roots of plants of the Caryophyllales order. They are divided into two groups: violet betacyanins and yellow betaxanthins. Both groups share betalamic acid as their structural and chromophoric unit, which is condensed with cyclo-DOPA in the betacyanins and with amines and amino acids in the betaxanthins. Among the edible sources of betalains, the roots of red beet (*Beta vulgaris*) and the fruits of the cactus *Opuntia ficus-indica* are especially relevant in human diet. In addition, betaxanthins present autofluorescence after excitation with blue light. Structurally, betaxanthins result from the condensation between the aldehyde group of betalamic acid and an amino group of an amine or amino acid. In this research, the semi-synthesis of betaxanthins derived from macromolecules is achieved for the first time by exploiting the reactivity of amine groups belonging to proteins. The derivatization with betalamic acid yielded protein-betaxanthins yellow in color that exhibited fluorescent properties. Positive results have been applied to the detection of proteins in electrophoresis gels by reaction of betalamic acid with the proteins present in the gel. Moreover, staining can be started from purified betalamic acid or directly from raw red beet root extracts. Thus, protein-betaxanthins were synthesized *in situ* and then visualized thanks to their fluorescent properties. These results show a new utility of betaxanthins as fluorescent probes with multiple biological applications. Acknowledgements: This work was supported by "Ministerio de Economía y Competitividad" (MEC-FEDER, Spain) (AGL2014-57431) and by "Programa Ayudas Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia" – Spain (19893/GERM/15). M. Alejandra Guerrero-Rubio holds a contract financed by MEC-FSE.B.G.-F. holds a postdoctoral fellowship from "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología" (CONACYT, Mexico).

Keywords: betalains, betalamic acid, fluorescence, labeling, pigments

Characterization of antioxidant power in differently colored quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties

Paula Henarejos-Escudero¹, M. Alejandra Guerrero-Rubio¹, Berenice Guadarrama-Flores¹, Luz Rayda Gómez-Pando², Juana Cabanes Cos¹, Fernando Gandía-Herrero¹
e-mail: jcabanes@um.es

¹Department of Biochemistry and Molecular Biology A. University of Murcia. Spain.

²Cereal Research Program, National Agricultural University La Molina, Lima, Peru.

Quinoa has gained relevance as an alternative crop to cereals due to its excellent nutritional value. It belongs to the order *Caryophyllales*. Besides white or black varieties in color, quinoa grains may also appear as yellow or red-violet. Recently the pigment betanin have been described in red-violet varieties. Betalains are nitrogenous pigments of plants of the *Caryophyllales* order. They have strong bioactive properties. So, this work is aimed at studying the betalains content in quinoa edible grains, including the previously unconsidered yellow varieties. The antioxidant and free radical scavenging capacities of the grains was evaluated. Extracts of quinoa grains were assayed for antioxidant and free radical scavenging activities using the FRAP, ORAC and ABTS radical assays respectively. TEAC (Trolox equivalent

antioxidant activity) values of the extracts were then calculated. Yellow quinoa grains extracts show remarkable antioxidant activity in comparison with the white and black ones: POQ-133 (12.5 mmol Trolox/kg) and POQ-132 (15.2 mmol Trolox/kg). Regarding the ABTS₊ radical assay, a decrease in the concentration of the radical was observed in all samples but this was higher for the yellow varieties than the white ones. The highest value determined was 44.1 mmol Trolox/kg. The tendency marked by the ABTS assay was maintained in the hydrogen transfer ORAC assay. The yellow quinoa extracts have high antioxidant and free radical scavenging activities, highest than those of fruits' extracts of recognized antioxidant capacity as blackberry or raspberry. This work was supported by "Ministerio de Economía y Competitividad" (MEC-FEDER, Spain) (AGL2014-57431) and by "Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia" – Spain (19893/GERM/15). M.A. Guerrero-Rubio holds a contract financed by MEC-FSE. B. Guadarrama-Flores holds a postdoctoral fellowship from "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología" (CONACYT, Mexico).

Keywords: Bioactive, antioxidant, pigments, quinoa

Caracterización del poder antioxidante en variedades de diferente color de quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La Quinoa ha ganado importancia como cultivo alternativo a los cereales debido a su excelente valor nutricional. Además de las variedades blancas o negras en color, también hay granos de quinoa amarillos o rojo-violáceos. Pertenecen al orden *Caryophyllales*. Recientemente el pigmento betanina se ha descrito en variedades rojo- violáceas. Las betalainas son pigmentos nitrogenados de plantas del orden *Caryophyllales* con potentes propiedades bioactivas. Así, este trabajo tiene como objetivo estudiar las betalainas en granos comestibles de quinoa de variedades amarillas no estudiadas y evaluar las capacidades antioxidantes y antiradical de dichos granos utilizando los métodos ORAC, FRAP y radical ABTS respectivamente. Se han determinado los valores TEAC (actividad antioxidante equivalente de Trolox) de los extractos analizados. Los extractos de granos de quinoa amarilla mostraron una notable actividad antioxidante en comparación con los blancos y negros: POQ-133 (12.5 mmol Trolox/kg) y POQ-132 (15.2 mmol Trolox/kg). En las medidas con el radical ABTS₊, se observó una disminución en la concentración de los radicales en todas las muestras, pero esta fue mayor para las variedades amarillas que para las blancas. El mayor valor determinado fue 44.1 mmol Trolox/kg. La tendencia marcada por el ensayo ABTS se mantuvo en el análisis ORAC de transferencia de hidrógeno. Se ha demostrado que los extractos de quinoa amarilla tienen altas capacidades antioxidante y antiradical, más altas incluso que los de extractos de frutos de reconocida capacidad antioxidante como zarzamora o frambuesa. Este trabajo fue financiado por el "Ministerio de Economía y Competitividad" (MEC-FEDER, España) (AGL2014-57431) y por el "Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia", España (19893/germen/15). M.A. Guerrero-Rubio tiene un contrato financiado por MEC-FSE. B. Guadarrama-Flores tiene una beca postdoctoral del "Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología" (CONACYT, México).

Palabras clave: bioactivos, antioxidantes, pigmentos, quinoa

Characterization of glucosinolate production from *Brassica oleracea* var. Italica

Pedro Joaquín Sánchez-Pujante, Jorge Cerón-Hernández, Matteo Gionfriddo, Pilar Hellín¹, Lorena Almagro, María Angeles Pedreño

Plant Biology Department, Faculty of Biology, University of Murcia, E-30100, Murcia, Spain

¹Departamento de Calidad Alimentaria, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), E-30150, Murcia, Spain. e-mail: pedrojoaquin.sanchez@um.es

An important aspect of broccoli is its ability to synthesize an enormous variety of bioactive compounds known as glucosinolates. These compounds have beneficial effects on human health because they are

strong antioxidants and they have potent cardiovascular, antidiabetic, antimicrobial and antitumoral activities. Beside the glucosinolate extraction from plant raw material, our research group has developed a biotechnological alternative for the production of glucosinolates by using plant cell cultures. Among the different strategies available to increase the large-scale production process of glucosinolates by *in vitro* cell cultures, it is important to highlight the correct choice of productive cell lines, optimization of the culture media and elicitation. In a previous work, we have demonstrated that coronatine, a functional and structural analogue of methyl jasmonate, is able to increase the production of glucosinolates in broccoli cell cultures. More recently, we have optimized the coronatine concentrations as well as the time of elicitation. Therefore, the main goal of this work is to analyze the effect of coronatine on the levels of glucosinolate production in broccoli cell cultures, using different cell densities, different concentrations of carbon source and varying the mineral composition of the culture medium. The levels of glucosinolate production were measured after 72 hours of treatments with different concentrations of coronatine. This work was supported by "Programa de Ayudas a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia" (Project 19876/GERM/15).

Keywords: broccoli, cell cultures, coronatine, gene expression, glucosinolates

Caracterización de la producción de glucosinolatos en cultivos celulares de *Brassica oleracea* var. *Italica*

Un aspecto característico del brócoli es su capacidad para sintetizar una enorme variedad de compuestos bioactivos entre los que destacan como mayoritarios los glucosinolatos. Estos compuestos tienen propiedades beneficiosas para la salud humana ya que presentan una fuerte actividad antioxidante, antidiabética, antimicrobiana y antitumoral. Junto a la extracción directa de estos compuestos a partir de materia vegetal, nuestro grupo de investigación ha desarrollado el cultivo de células vegetales como una alternativa para la producción de glucosinolatos. Entre las posibles estrategias para rentabilizar el proceso de producción de glucosinolatos por cultivo *in vitro* destaca el incremento de la productividad mediante la selección de la línea celular productora junto con la optimización del medio de cultivo y la elicitación. En un trabajo anterior se ha demostrado que la coronatina, un análogo estructural y funcional del jasmonato de metilo, es capaz de incrementar la producción de glucosinolatos en cultivos celulares de brócoli. Más recientemente, se ha optimizado la concentración de coronatina para incrementar la producción de estos compuestos así como el tiempo de tratamiento de los cultivos celulares sometidos a elicitación. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de la coronatina sobre los niveles de producción de glucosinolatos en cultivos celulares de brócoli, utilizando diferentes densidades celulares, diferentes concentraciones de fuente carbonada y variando la composición mineral del medio de cultivo. Los niveles de producción de glucosinolatos se midieron tras 72 horas de tratamiento con diferentes concentraciones de coronatina. Este trabajo ha sido financiado por el "Programa de Ayuda a Grupos de Excelencia de la Región de Murcia, Fundación Seneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia" (Proyecto 19876 / GERM / 15).

Palabras clave: brócoli, coronatina, cultivos celulares, glucosinolatos

Evaluación de la actividad antioxidante de hojas de la *Mansoa alliacea* – sachá ajo de la amazonia ecuatoriana

Andrade-Yucailla Sandra¹, Jorge- Rodríguez Elisa², Bravo Luis¹, Vargas-Burgos JC¹, Andrade-Yucailla Verónica¹

¹Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador. e-mail: se.andradey@uea.edu.ec

²Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas (UCLV). Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

El sachá ajo (*Mansoa alliacea*) es una especie de planta trepadora o liana que mide cuatro metros de largo aproximadamente crece en la selva, en zonas de bosque húmedo premontano, cuyas hojas poseen propiedades antioxidantes, sedante, antiaritmico, antiinflamatorio y analgésico, produce semillas más de una vez en su vida, sus hojas no se caen a lo largo de un año, los comuneros las utilizan en curaciones shamanicas, medicina y condimento en la alimentación. El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica en el Laboratorio de Plantas Medicinales de la Universidad Estatal Amazónica ubicado en el catón Carlos Julio Arosemena Tola, en el km 45 vía. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad antioxidante del extracto metanólico estandarizado de las hojas de *Mansoa alliacea*. Para el estudio se utilizaron dos tipos de hojas provenientes de la provincia de Pastaza, cantón Santa Clara, y cantón Mera. El tamizaje fitoquímico se realizó a partir de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso en donde se encontró la presencia de triterpenos, esteroides, fenoles, taninos, alcaloides, flavonoides, saponinas, catequinas, aceites esenciales y la actividad antioxidante fue determinada por el ensayo de inhibición de DPPH y actividad quelante. En el análisis fitoquímico hubo mayor concentración de compuestos fenólicos y el efecto secuestrador se presentó a 45 y 85%, respectivamente, con un IC 50 de 101-145 $\mu\text{g ml}^{-1}$ la actividad quelante con un IC 50 de 2.5 – 3 mg ml^{-1} . Estos resultados permiten concluir que las hojas de *Mansoa alliacea* de las dos zonas altitudinales localizadas en la amazonia ecuatoriana presentan alta concentración de actividad antioxidante propicio para utilizar en la prevención y solución de problemas desde el punto farmacológico, nutricional entre otros.

Palabras clave: DPPH, extracto, análisis fitoquímico, terpenos

Evaluation of the antioxidant activity of leaves of the *Mansoa alliacea* - sachá garlic of the ecuadorian amazon

The sachá garlic (*Mansoa alliacea*) is a species of climber or liana that measures four meters long approximately grows in the forest, in areas of premontane moist forest, whose leaves have antioxidant, sedative, antiarhythmic, anti-inflammatory and analgesic properties, it produces seeds more than once in its life, its leaves do not fall over a year, the comuneros use them in shamanic cures, medicine and condiment in the diet. The present work was carried out in the Amazonian Postgraduate Research and Conservation Center in the Medicinal Plants Laboratory of the Amazon State University located in the Carlos Julio Arosemena Tola cathasone, at km 45 via. The objective of the present work was to evaluate the antioxidant activity of the standardized methanolic extract of the leaves of *Mansoa alliacea*. Two types of leaves from the province of Pastaza, Santa Clara canton, and Mera canton were used for the study. The phytochemical screening was carried out from the ethereal, alcoholic and aqueous extracts where the presence of triterpenes, steroids, phenols, tannins, alkaloids, flavonoids, saponins, catechins, essential oils was found and the antioxidant activity was determined by the test of inhibition of DPPH and chelating activity. In the phytochemical screening there was a higher concentration of phenolic compounds and the sequestering effect was presented at 45 and 85%, respectively, with an IC 50 of 101-145 $\mu\text{g ml}^{-1}$ chelating activity with an IC 50 of 2.5 - 3 mg ml^{-1} . This allows us to conclude that the leaves of *Mansoa alliacea* from the two altitudinal zones located in the Ecuadorian Amazon have a high concentration of antioxidant activity suitable for use in the prevention and solution of problems from the pharmacological, nutritional point of view, among others.

Keywords: DPPH, extract, phytochemical, screening, Terpenes

Extracción e identificación de solanesol a partir de desechos del tabaco

Daniel Correa Ferrán

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

La planta de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) presenta propiedades que no han sido aprovechadas convenientemente. A nivel internacional, diferentes productos son extraídos de esta planta, para aplicaciones industriales y farmacéuticas. La mayoría de estos productos son resultado del metabolismo

secundario en el tabaco. El tabaco pertenece a la familia de las solanáceas y es la principal fuente natural de solanesol. Este compuesto, que se acumula en las hojas, ha ganado gran atención por ser el principal precursor de la síntesis de quinonas metabólicamente activas como la coenzima Q10 y análogos de la vitamina K. Estudios recientes han demostrado la efectividad de la coenzima Q10, suministrada en la dieta alimentaria, como suplemento nutricional, para el control de la presión arterial y los niveles de glucosa en sangre de pacientes diabéticos, además de presentar actividad antioxidante y anticancerígena. Unido a esto, el solanesol también destaca por sus propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas, antibacterianas y en tratamientos cardiovasculares. Este trabajo tuvo objetivo extraer solanesol a partir de desechos de tabaco. Para la obtención del solanesol se empleó como materia prima desechos generados en la industria tabacalera (residuos de hojas, venas y polvo). La extracción de este compuesto se realizó mediante la técnica de reflujo usando éter de petróleo como disolvente orgánico. La purificación se llevó a cabo en una columna cromatográfica cargada con sílica gel y una mezcla de éter de petróleo/acetato de etilo como fase móvil; mientras que la identificación del producto se realizó por métodos de cromatografía de placa delgada y HPLC. Los resultados mostraron que los desechos de la industria tabacalera representan una importante fuente de materia prima para la obtención de solanesol con una adecuada pureza, aunque resultan necesarios posteriores análisis cuantitativos para determinar el porcentaje de pureza del producto.

Palabras clave: coenzima Q10, metabolitos secundarios, solanesol, tabaco

Las plantas de piña MD-2 micropropagadas (*Ananas comosus* var *comosus*) muestran un mejor desarrollo morfo-fisiológico y bioquímico durante la etapa de aclimatación a menores dosis de fertilización foliar

Gustavo Yasser Lorente González¹, Rene Carlos Rodríguez Escriba¹, Lelurllys Nápoles², Dianne Cardoso¹, Alfonso Alonso¹, Jessica Mendoza³, Yilian Morejón, Lucía Pérez¹, Oscar Concepción Laffite⁴, Justo González Olmedo¹, Romelio Rodríguez Sánchez¹

¹Laboratorio de Agrobiología de los Cultivos, Centro de Bioplasmas, Carretera a Morón km 9 ½. UNICA. Ciego de Ávila. CUBA. CP: 069450. e-mail: gustavolg@bioplasmas.cu

² Centro de Bioplasmas, Subdirección de Escalado y Producción.

³Centro de Bioplasmas, Laboratorio de Interacción Planta Patógenos.

⁴Centro de Bioplasmas, Laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos.

Para lograr una buena calidad y adaptación de las plantas micropropagadas a condiciones de campo es necesario que la etapa de aclimatación ocurra sin problemas. En el Centro de Bioplasmas las vitroplantas de piña (*Ananas comosus* var. *comosus*) que tienen establecido un período de aclimatación de 5 meses y el mismo pudiera reducirse con el empleo de nuevos fertilizantes. Se evaluó el efecto de dos sistemas de fertilización foliar, uno basado en productos producidos por Química Meristem (Tratamiento) y otro basado en fertilización con NPK y Multimicro según el instructivo técnico establecido en el Centro de Bioplasmas (Control); sobre variables morfo-fisiológicas de plántulas de piña "MD-2" durante la fase de aclimatación. Se evaluaron las siguientes variables morfo-fisiológicas: masa fresca y seca de la planta (g), longitud de la planta (cm), masa fresca y seca de la raíz (g), masa fresca y seca de la hoja "D" (g) y porcentaje de supervivencia (%). Además se evaluó contenido de clorofilas y actividad específica de superóxido dismutasa (SOD) (EC 1.15.1.1). Los resultados demostraron que la fertilización basada en productos de la firma Meristem logró mejor desarrollo de las plantas de piña en los cinco meses de aclimatación en comparación con el tratamiento control a pesar de que en este sistema de fertilización se aplicó menos de un 50% de los macronutrientes NPK y la misma cantidad de micronutrientes. En cuanto a las clorofilas, fueron considerablemente menores en el caso del tratamiento en comparación con el control, lo que demuestra que la planta no necesitó invertir en la producción de las mismas para obtener mejores resultados morfo-fisiológicos, economizando energía metabólica. La actividad SOD se mostró mayor en el tratamiento en comparación con el control, sobre todo después de que las plantas fueran sometidas a condiciones de mayor estrés lumínico.

Palabras clave: crecimiento, fertilización, micropropagada, piña

Micropropagated piña MD-2 plants (*Ananas comosus* var. *comosus*) show a better morpho-physiological and biochemical development during the stage of acclimatization at lower doses of foliar fertilization

To achieve good quality and adaptation of micropropagated plants to field conditions it is necessary that the acclimatization stage occurs without problems. At the Bioplasmas Center the micropropagated pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus*) is established a period of acclimatization of 5 months and the same could be reduced with the use of new fertilizers. The effect on morpho-physiological variables of pineapple seedlings "MD-2" during the acclimatization phase of two foliar fertilization systems was evaluated, the first, based on products produced by Meristem Chemical (Treatment) and another based on fertilization with NPK and Multimicro according to the technical instructions established in the Bioplasmas Center (Control). The following morpho-physiological variables were evaluated: fresh and dry mass of the plant (g), length of the plant (cm), fresh and dry mass of the root (g), fresh and dry mass of the leaf "D" (g) and percentage of survival (%). In addition, chlorophyll content and specific activity of superoxide dismutase (SOD) were evaluated (EC 1.15.1.1). The results showed that the fertilization based on Meristem products achieved better development of the pineapple plants in the five months of acclimatization compared to the control treatment despite the fact that in this fertilization system less than 50% of macronutrients NPK was applied and the same amount of micronutrients. As for the chlorophylls, they were considerably lower in the case of the treatment compared to the control, which shows that the plant did not need to invest in the production of the same to obtain better morpho-physiological results, saving metabolic energy. The SOD activity was greater in the treatment compared to the control, especially after the plants were subjected to higher light stress conditions.

Keyword: pineapple, micropropagated, fertilization, growth

Estudios de toxicidad aguda de los residuos del esterilizante químico Vitrofur® para medios de cultivo biotecnológicos en tres biomodelos acuáticos

Edisleidy Águila Jiménez, Osmany Marrero Chang, Miriam Díaz Díaz, Zoe Castañedo Hernández, Rosario Hernández Armengol, Mirieisy Seijo Wals, Niurka Mollineda Diogo, Alfredo Meneses Marcel, Sergio Sifontes Rodríguez, Yuleinys Mederos Hurtado de Mendoza

Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: eaguila@uclv.edu.cu

El Vitrofur®, producido y comercializado por el Centro de Bioactivos Químicos de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas es un esterilizante químico utilizado en los medios de cultivo para el desarrollo y multiplicación de plantas *in vitro* en biofábricas de Cuba y Latinoamérica. Su función es descontaminar el medio de cultivo y evita la esterilización con autoclave. Esto, además de los beneficios en términos de ahorro energético y simplificación de las operaciones, ha permitido reducir las cantidades de agar requeridas y ha demostrado que favorece el desarrollo de las plantas *in vitro*, probablemente a consecuencia de una mayor estabilidad de los componentes del medio de cultivo. Una vez concluido el cultivo de las plantas *in vitro* el medio de cultivo pasa a ser un desecho del proceso biotecnológico, inquietud constante de los clientes acerca del impacto sobre el ambiente. Por esta razón es imprescindible evaluar el posible efecto ecotoxicológico de la fracción biodisponible resultante de este residuo. En el estudio se preparó un lixiviado a partir de un gel con agar y Vitrofur® a la misma concentración de uso del producto en los medios de cultivo. De ahí se evaluaron cinco concentraciones decrecientes del lixiviado sobre peces (*Poecilia reticulata*), moluscos (*Physa cubensis*) y crustáceos (*Artemia* sp.), a diferentes tiempos de obtención, como simulación del vertimiento de los residuos de medios biotecnológicos en las biofábricas. Las variables analizadas fueron la mortalidad por exposición a diferentes concentraciones y la aparición de efectos subletales. Los ensayos se realizaron siguiendo las metodologías emitidas por la OECD y la EPA. En las especies evaluadas no se observó mortalidad ni toxicidad apreciables. Según los resultados se considera que los lixiviados de medios de cultivo

agarizados con Vitrofur® no produjeron toxicidad evidente sobre las especies en estudio, lo que supone que dichos vertimientos no producen un impacto negativo sobre el ecosistema.

Palabras clave: peces *Poecilia reticulata*, moluscos *Physa cubensis*, *Artemia* sp. toxicidad aguda, Vitrofur®

Cultivo *in vitro* en *Capsicum annuum* L.

Yaritza Rodríguez Llanes, María C. González Cepero, Humberto Izquierdo Oviedo, Rodolfo Guillama Alonso, Dayné Horta

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Carretera a Tapaste km 3½, Gp. # 1, San José de las Lajas, CP 32700, Mayabeque. Cuba. e-mail: yaritza@inca.edu.cu

La propagación *in vitro* es un método en el cual se logra una multiplicación más rápida y efectiva de plantas. En Cuba, no existen trabajos de este tipo en *Capsicum annuum* por lo que, se hace necesario establecer la desinfección de las semillas y de un método de propagación, que garantice la regeneración de plantas. Se utilizaron semillas de la línea F6 y como desinfectante, lejía comercial al 5%. Se evaluó el porcentaje de contaminación microbiana y de germinación de las semillas, número de plántulas y altura (cm), así como y el número de raíces y longitud (cm). En cuanto a la propagación *in vitro*, se emplearon ápices entre 1.0-1.5 cm de longitud provenientes de plántulas *in vitro* de pimiento. Se empleó como medio de cultivo basal las sales de Murashige y Skoog (MS) con cinco tratamientos para la regeneración de plantas. Se determinó el porcentaje de supervivencia, formación de nuevos brotes, altura de las plántulas *in vitro* (cm), número de raíces por plántula, longitud de las raíces (cm) y vigor. Se estableció un método de desinfección para las semillas de pimiento donde el tratamiento de 5% de lejía durante 1 minuto fue el de mejor respuesta y para la regeneración de plantas, el tratamiento de AIA (1.5 mg l⁻¹) + BAP (2.5 mg l⁻¹) fue donde se pudo observar un inicio del proceso de regeneración de plantas.

Palabras clave: callos, pimiento, regeneración, semillas

Germinación *in vitro* de semillas de *Dendrocereus nudiflorus* (Wright) Britton & Rose y aclimatización de plantas

Ibian Leyva-Miguel, Yulién Miguélez Sierra, Adileida Mengana Fresco, Livan Rivero Martínez, Gabriel Céspedes Correa

Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo, Avenida Che Guevara, km 1½, Carretera a Jamaica, Guantánamo. Cuba e-mail: ibian@cug.co.cu

Este trabajo tuvo como objetivo establecer una metodología para la propagación *in vitro* de *Dendrocereus nudiflorus* a partir de semillas, especie en peligro de extinción y endémico de Cuba. Se evaluó la desinfección de semillas con hipoclorito de sodio 20% y 40% (v/v) y el medio de cultivo MS (25% y 50% de sales). En la fase de aclimatización se evaluaron diferentes proporciones de suelo y estiércol ovino (3:1, 5:1 y 7:1) combinado o no con micorriza *Rhizophagus intraradices*. Se obtuvo porcentajes de germinación de 98% a los 45 días, con mayor calidad en el medio con 25% de sales y desinfección con hipoclorito de sodio 20% (v/v). En la aclimatización se obtuvo un porcentaje de supervivencia de 76% a los 30 días. Estos resultados indican que el cultivo *in vitro* puede ser una vía para la recuperación y conservación de esta especie.

Palabras clave: germinación *in vitro*, aclimatización

Caracterización histológica a hojas de brotes *in vitro* de caña de azúcar multiplicados en Biorreactores de Inmersión Temporal durante la producción de compuestos fenólicos

Aydiloide Bernal¹, Marta E. Arias², María de la Luz la O³, Ricardo Acevedo³, Rafael Gómez Kosky¹, Mario A. Debes², Ana C. Luque², Atilio P. Castagnaro⁴

¹Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara (ETICA Centro-Villa Clara). Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Autopista Nacional km 246, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba. aydiloide.bernal@inicavc.azcuba.cu

²Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (CSNAT). Universidad Nacional de Tucumán. Argentina. -Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN) Universidad Nacional de Catamarca. Argentina.

³Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).

⁴Instituto de Tecnología Agroindustrial del Noroeste Argentino (ITANOA) y Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), Tucumán, Argentina.

Durante la propagación *in vitro* de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), inicialmente la presencia de los fenoles se consideró como un rasgo indeseable, debido a que su oxidación inhibe el desarrollo del explante y le provocaba la muerte. Sin embargo, en los Biorreactores de Inmersión Temporal se determinó que los compuestos fenólicos en el medio de cultivo líquido no afectaron la multiplicación *in vitro* de los brotes. El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de analizar comparativamente la morfo-anatomía de hojas de brotes *in vitro* multiplicados en Biorreactores de Inmersión Temporal en presencia y ausencia de compuestos fenólicos en el medio de cultivo. Se tomaron 10 muestras de 1.0 cm de largo de la porción media de las hojas de los brotes *in vitro* del cultivar 'C1051-73' a los siete, 14, 21 días de cultivo. Los resultados demuestran la asociación entre los cambios estructurales y bioquímicos resultantes de la excreción de compuestos fenólicos al medio de cultivo por los brotes *in vitro*.

Palabras clave: caña de azúcar, metabolitos secundarios, Sistemas de Inmersión Temporal

Regeneración de yemas adventicias en *Musa* cv. 'Manzano' (AAB)

Maritza Reyes Vega¹, Mayelin Rodríguez Urquiza¹, Alejandro Jiménez Padrón², Idalmis Bermúdez Carabaloso¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830. e-mail: maritza@ibp.co.cu

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Biología Aplicada, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".

El empleo de las tecnologías de cultivo de tejidos para los programas de mejoramiento genético constituye una herramienta de gran potencial, pero se hace necesario disponer de un sistema eficiente y repetible de regeneración de plantas. El uso de yemas adventicias para estos fines en *Musa* spp. ha sido ampliamente utilizado ya que la variabilidad puede incrementarse. El objetivo de esta investigación fue la regeneración de las yemas adventicias *in vitro* del cv. de *Musa* 'Manzano' (AAB). Como material vegetal se utilizaron plantas introducidas *in vitro* en el primer subcultivo en un medio de cultivo con una combinación de 6-Bencilaminopurina (6.0 mg l⁻¹) y Tidiazuron (0.8 mg l⁻¹). Se emplearon dos controles los cuales se usan de manera sistemática para estos fines, el C₁ (22.5 mg l⁻¹ de 6-BAP) y C₂ (2.0 mg l⁻¹ de TDZ). Al evaluar la regeneración de plantas se alcanzó un 100% de plantas normales, no siendo así para ambos controles que mostraron la presencia de plantas fuera de tipo, con hojas de aspecto en

roseta y hojas deformadas entre un 75-100%. A partir de estos resultados se proponen realizar hasta tres subcultivos en un medio de cultivo que combine 6-BAP (6.0 mg l⁻¹) y Tidiazuron (0.8 mg l⁻¹) para la obtención de yemas adventicias en el cultivar 'Manzano' (*Musa* AAB).

Palabras clave: bananos, yemas adventicias, 6- Bencilaminopurina, Tidiazuron

Estrategia para el manejo de la contaminación bacteriana en la propagación *in vitro* de *Colocasia esculenta* cv. 'INIVIT MC-2012'

Yenisey Gutierrez¹, Yelenys Alvarado-Capó², Damicela Reinaldo¹, Maricel Bauta¹, Ayme Rayas¹, Arletys Santos¹, Milagros Basail¹, Jorge López¹, Yoel Beovides¹, Dayana Rodríguez¹

¹ Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Apartado 6, Santo Domingo CP 53 000, Villa Clara, Cuba. e-mail: contam.biotec@inivit.cu

² Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

La malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) es un cultivo de alta demanda en Cuba y a nivel mundial. Sin embargo, las técnicas de propagación *in vitro* han tenido limitaciones debido a la contaminación microbiana, principalmente por bacterias. Este trabajo persiguió como objetivo establecer una estrategia para el manejo de la contaminación bacteriana en la propagación *in vitro* de *Colocasia esculenta* (L.) Schott. cv. 'INIVIT MC-2012'. Se determinó el efecto del explante inicial y se diseñó una estrategia para la disminución de la incidencia de contaminantes bacterianos. Los resultados indicaron que la incidencia de la contaminación por bacterias alcanzó más del 50% asociada al explante inicial. El tratamiento de la planta donante con medidas agrotécnicas y fitosanitarias, el manejo del material vegetal *in vitro* según su origen y el cumplimiento de la disciplina tecnológica permiten disminuir la contaminación bacteriana en la propagación *in vitro* de malanga.

Palabras clave: contaminantes microbianos, bacterias, cultivo *in vitro*

Efecto del número de subcultivos en la multiplicación y regeneración de yemas adventicias en *Musa* cv. 'Gros Michel' (AAA)

Mayelín Rodríguez Urquiza¹, Alejandro Jiménez Padrón², Idalmis Bermúdez Caraballos¹

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54830.
e-mail: mayelin@ibp.co.cu

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Biología Aplicada, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cienfuegos. Cuba

La multiplicación de yemas adventicias requiere sucesivos subcultivos, pero un número elevado de estos puede afectar la posterior regeneración de las plantas. El objetivo de esta investigación fue determinar el número de subcultivos para lograr la multiplicación y regeneración de yemas adventicias *in vitro* de *Musa* cv. 'Gros Michel' (AAA). Se emplearon plantas *in vitro* en el primer subcultivo en un medio de cultivo con 6-BAP (2.0 mg l⁻¹) y Tidiazuron (1.0 mg l⁻¹). Se emplearon dos controles el C₁ (22.5 mg l⁻¹ de 6-BAP) y C₂ (2.0 mg l⁻¹ de TDZ). En los subcultivos dos y tres no se encontraron diferencias significativas con el C₁, el C₂ alcanzó valores superiores. En el tercer subcultivo, se regeneraron un 100% de plantas normales. En los controles se observó un elevado número de plantas fuera de tipo, un 75% con forma de roseta para el C₁ y un 100% con hojas deformadas para el C₂. Se propone realizar hasta tres subcultivos para la obtención de yemas adventicias en el cultivar 'Gros Michel' (*Musa* AAA).

Palabras clave: bananos, 6- Bencilaminopurina, plantas fuera de tipo, Tidiazuron

Viernes / Friday, 11 de mayo de 2018

Sesión II. Taller Propagación, mejoramiento genético y manejo integrado del cultivo de Tabaco en Cuba / *Workshop Propagation, plant breeding and integrated management of tobacco crop in Cuba* (Sala 2 / Room 2)

Presentaciones orales / *Oral presentations*

Efecto de 6-BAP, la densidad de inoculación, la frecuencia de inmersión y el tipo de material vegetal en la producción de biomasa *in vitro* de plantas de tabaco en sistemas de inmersión temporal

Manuel de Feria¹, Maité Chávez¹, Yeosvany Cabrera Artilles², Raúl Armas Ramos², María Teresa Barceló Ávila²

¹Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5.5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830. e-mail: mdeferia@ibp.cu.co

²Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, Cicunvalante norte S/N Olivos III, Santi Spíritus, Cuba. CP 60200.

El empleo de sistemas de cultivo basados en el contacto intermitente del medio de cultivo y la renovación frecuente de la atmósfera interna del vaso donde se desarrollan las plantas *in vitro*, han demostrado ser sistemas eficientes para la producción de biomasa fresca. Con el objetivo de producir elevados volúmenes de biomasa fresca a partir de plantas cultivadas *in vitro* de tabaco (*Nicotiana tabacum*), se procedió a determinar el efecto de diferentes condiciones de cultivo como la concentración de 6-BAP, la densidad de inoculación, la frecuencia de inmersión y el tipo de material vegetal utilizado para inocular los sistemas de inmersión temporal. En un primer resultado, se observó que el mayor valor de masa fresca total (hojas y tallos) se alcanzó en el tratamiento que combinó seis inmersiones al día con 1.0 mg l⁻¹ de 6-BAP y 20 explantes como densidad de inoculación, tratamiento en el que además, se consumió el mayor porcentaje de la sacarosa adicionada al medio de cultivo. Con respecto al efecto de la frecuencia de inmersión se obtuvo que con 10 inmersiones por día se logró el mayor valor de masa fresca total y la mayor longitud promedio de los tallos con 9.55 cm. Se demostró que es posible germinar semillas botánicas de tabaco en los sistemas de inmersión temporal tipo RITA, para luego inocular esas plantas en sistemas de cultivo de mayor volumen. Sin embargo, los mejores resultados en la producción de biomasa fresca total se obtuvieron cuando se inocularon plantas que tienen entre tres y cinco subcultivos *in vitro* en medio de cultivo semisólido. Los resultados permitieron definir las condiciones cultivo necesarias para obtener la mayor producción de biomasa fresca.

Palabras clave: medio de cultivo líquido, *Nicotiana tabacum*, reguladores del crecimiento

Caracterización química de 10 accesiones de *Nicotiana tabacum* L. del banco de germoplasma del Instituto de Investigaciones del Tabaco

Orestes Acosta Díaz, Juan Luis Pérez-Rodríguez

UCTB Estación Experimental Cabaiguán. Carretera Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, CP 62410, Sancti Spíritus. Cuba. e-mail: especialista8@eetcab.co.cu

Nicotiana tabacum L. es una planta de la familia solanaceae y, a diferencia de la gran mayoría de los cultivos, sus cosechas están constituidas por su parte foliar. Mientras que todos los demás productos son consumidos por la humanidad en forma sólida o líquida, el tabaco, además de consumirse en la forma sólida en que se cosecha, se consume en forma de humo durante la transformación del estado de masa sólida al estado gaseoso en un proceso de pirólisis y destilación seca, determinado por la composición química de la hoja. Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar químicamente 10

accesiones del banco de germoplasma del género *Nicotiana* del Instituto de Investigaciones del Tabaco para evaluar su posible uso en los programas de mejoramiento del cultivo. Las plantas de cada accesión evaluada se desbotonaron y cuando presentaron madurez técnica se tomaron tres muestras al azar de las hojas centrales de la planta (10 plantas por accesión) y se realizó con ellas el proceso normal de secado y curado, hasta la fase de pilón y se redujeron a polvo para la determinación de 15 variables químicas. Indicadores determinantes en la calidad del producto final como % de nicotina, % de nitrógeno, % de cloro y % de potasio presentaron una amplia variabilidad, lo que propone a estas accesiones como materiales a utilizar en futuros programas de mejora del cultivo.

Palabras clave: calidad, caracterización química, germoplasma, *Nicotiana tabacum* L., nicotina

Chemical characterization of 10 accessions of *Nicotiana tabacum* L. from the germplasm bank of the Tobacco Research Institute

Nicotiana tabacum L. is a plant of the solanaceae family and, unlike the vast majority of crops, its crops are constituted by its foliar part. While all other products are consumed by mankind in solid or liquid form, the tobacco, in addition to being consumed in the solid form in which it is harvested, is consumed in the form of smoke during the transformation from the state of solid mass to the gaseous state in a pyrolysis process and dry distillation, determined by the chemical composition of the leaf. The objective of this work was to chemically characterize 10 accessions of the germplasm bank of the *Nicotiana* genus of the Tobacco Research Institute to evaluate its possible use in crop improvement programs. The plants of each accession evaluated were unbuttoned and when they had technical maturity three samples were taken at random from the central leaves of the plant (10 plants per accession) and the normal drying and curing process was carried out, until the pylon phase and they were reduced to powder for the determination of 15 chemical parameter. Determinant indicators in the quality of the final product such as % nicotine, % nitrogen, % chlorine and % potassium showed a wide variability, which suggests these accessions as materials to be used in future crop improvement programs.

Keywords: quality, chemical characterization, germplasm, *Nicotiana tabacum* L., nicotine

Tecnología sustentable de desinfección de sustrato para semilleros tecnificados de tabaco

Ismaray Gato Martínez, Antonio Núñez Mansito, Odelvis Carrazana Lorenzo

UCTB Experimental del tabaco. Carretera de Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus.
e-mail: suelo@eetcab.co.cu

La introducción de la tecnología de canteros tecnificados en la producción de postura de tabaco para el centro país, después de varios años de trabajo está afrontando una serie de problemas que pudieran entorpecer la continuidad de la misma. Ya que no se cuenta con un método de desinfección de la materia orgánica eficaz. Por esta razón el objetivo del trabajo fue determinar métodos o estrategias de desinfección que garanticen la continuidad de la tecnología de los semilleros de tabaco tecnificados. Los tratamientos utilizados en la investigación fueron: 1)- Sin desinfectar el sustrato. (Control), 2- Desinfestar el sustrato con Agrocelone, 3- Cachaza fermentada, 4)- Solarización, 5- Aplicación de *Trichoderma* sp., 6- Aplicar materia orgánica (cachaza) sin descomponer antes de la siembra al cantero a razón de 1 t por cantero y 7)- Combinación todos los métodos de desinfección. Los resultados obtenidos plantean que cuando se utiliza la combinación de todos los métodos de desinfección ofrece las mejores perspectivas para ser utilizadas en la producción. El rendimiento promedio de los canteros en el año de la extensión fue de 8 000 a 9000 posturas (en los semilleros tradicionales se obtienen promedio 3 500 posturas por canteros). Cuando se compara la ganancia utilizando el sistema tecnificado se logra 385.00 CUP por cantero de 18 m², Para una hectárea (200 canteros) se obtiene una ganancia de 77 000 pesos en CUP restándole los costos de producción de 12 500.00 CUP, se obtiene neto por hectárea 64 500.00 CUP.

Palabras clave: posturas, semillero, tabaco, tecnificado, tecnología

Sustainable development of a substrate disinfection technology for state-of-the-art tobacco seedlings

The introduction of technology of stonecutters in the production of tobacco posture for the country center, after several years of work is facing a series of problems that could hinder the continuity of the same. Since there is no effective disinfection method for organic matter. For this reason the objective of the work was to determine methods or strategies of disinfection that guarantee the continuity of technology of the technified tobacco seedlings. The treatments used in the research were: 1) - Without disinfecting the substrate. (Control), 2 - Disinfect the substrate with Agrocione, 3 - Fermented cachaça, 4) - Solarization, 5- Application of *Trichoderma* sp., 6- Apply organic matter (cachaza) without decomposing before sowing to the stonecutter at 1 T per stonecutter and 7) - Combine all disinfection methods. The results obtained suggest that when the combination of all disinfection methods is used, it offers the best prospects for use in production. The average yield of the stonecutters in the year of extension was 8 000 to 9000 stances (traditional seeders average 3 500 stallions per stonemasons). When you compare the gain using the technified system, you get 385.00 CUP per 18 m² stonemason. For one hectare (200 stonemasons) you get a profit of 77 000 pesos in CUP, subtracting the production costs of 12 500.00 CUP. Hectare 64 500.00 CUP.

Keywords: technology, seedbed, technified, postures, tobacco

Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y humedad del suelo en el crecimiento, el rendimiento y la calidad del cultivar Burley Pinar – 2010

Jorge Luis Reyes Pozo, Jorge Luis Reyes Pozo, Jorge Luis Reyes Pozo

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero. km 22 ½ Carretera Panamericana. San Juan y Martínez. Pinar del Río. Cuba. CP 2 300.

En la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez, Pinar del Río, durante las cosechas tabacaleras 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013 se realizó un experimento de campo, en un suelo ferralítico cuarcítico amarillo lixiviado típico eútrico, con el objetivo de estudiar el efecto de diferentes niveles de nitrógeno y humedad del suelo en el crecimiento, el rendimiento y la calidad del cultivar "Burley Pinar - 2010". Se utilizó un diseño experimental de bloques parcelas divididas con 12 tratamientos y cuatro repeticiones, producto de la combinación de tres niveles de humedad en el suelo: Parcela mayor (80-80-85%; 80-70-70% y 80-60-60%) y cuatro niveles de nitrógeno como parcela menor (180, 240, 300 y 360 Kg/ha), los niveles de humedad fueron determinados partiendo de la capacidad de campo y antes de llegar al punto de marchitamiento de las plantas. Se evaluó el efecto en rendimiento en clases superiores, así como en el rendimiento total del tabaco. Se obtuvo los mayores valores de rendimiento total y clases exportables cuando se combinaron los niveles de 300 kg/ha de N con 80-80-85% de humedad en el suelo.

Palabras clave: fertilización, humedad, nitrógeno, tabaco

Aplicación de microelementos por vía foliar en el desarrollo del tabaco negro (*Nicotiana tabacum* L.), cultivado bajo tela

Lisay de la Caridad Barrios Cossío, Lisette Monzón Herrera, Joaquín Trémols, Armando Trujillo, Ailyn Villalón

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

El tabaco se considera una planta acidófila que logra su máxima producción en el intervalo de pH de 5.5 – 6.5. Sin embargo, en la actualidad se cultiva en suelos con pH superior a 8 lo que provoca problemas nutricionales en las plantas. El objetivo del presente trabajo es establecer una fertilización

foliar que complemente la edáfica para elevar el rendimiento y la calidad del tabaco tapado de la zona de Partido. Se diseñó un experimento en condiciones controladas completamente aleatorizado, en áreas experimentales del Instituto de Investigaciones del Tabaco, con extensión en la producción. Se incluyeron dos mezclas foliares y el testigo de producción con seis réplicas por variante del cultivar 'Criollo 98', proveniente de un semillero de bandejas flotantes. Las evaluaciones se realizaron a los 45 días después de la siembra. Se determinó la respuesta en las variables del crecimiento y desarrollo, así como algunas propiedades del suelo. La fertilización foliar con la fórmula completa complementa la fertilización edáfica y garantiza plantas con un estado nutricional adecuado. Las plantas tratadas foliarmente alcanzan un estado nutricional adecuado fundamentalmente en el contenido de microelementos. El empleo de la fórmula foliar completa se revirtió en un incremento sustancial de la producción de capas de exportación, el valor unitario del tabaco producido y el valor de la producción por hectárea aplicada en condiciones de producción.

Palabras clave: fertilización foliar, microelementos, tabaco

Interacción de diferentes factores relacionados con la aparición de la mancha verde en tabaco cultivado bajo tela en la región central de Cuba

Nicolasa Rodríguez Santiesteban, Rocio Grechen Ramos Aquino, Mayara Ramos Meneses, Greisy Bárbara Leyva-Jiménez, Juan Luis Pérez-Rodríguez. e-mail: especialista1@eetcab.co.cu

UCTB Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba.

Durante el curado y fermentación del tabaco tapado ocurren una serie de procesos bioquímicos y fisiológicos relacionados con la senescencia de las hojas, proceso estrechamente relacionado con las propiedades organolépticas deseadas para la obtención de capas con óptima calidad. En las hojas afectadas por la mancha verde del tabaco se observa en las zonas afectadas necrosis acelerada acompañada con características que invalidan la hoja para su comercialización. Aunque la aparición de la mancha verde del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) se ha asociado con diferentes factores tanto bióticos como abióticos, su origen es desconocido. Es así que el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la interacción de diferentes factores relacionados con la aparición de la mancha verde en la variedad *Nicotiana tabacum* L. cv. 'Criollo 2010', cultivada bajo tela. El experimento se desarrolló en la UCTB Estación Experimental de Cabaiguán, provincia de Sancti Spíritus. La variedad Criollo 2010 se plantó bajo tela en parcelas de 100 plantas en un marco de plantación de doble hileras (0.90 m x 0.30 m x 0.50 m) y diseño de bloques al azar con 8 tratamientos y 3 réplicas. Al finalizar el proceso de curado no evidenció la presencia de la mancha verde en los tratamientos evaluados, lo que permite descartar factores que anteriormente se habían relacionado con este trastorno fisiológico como estrés hídrico, tanto por exceso como defecto, aplicación de MANCOZEB, entre otros. Los resultados sugieren factores como suelo, ozono troposférico y velocidad de secado durante el proceso de curado como posibles causales de la aparición de este desorden fisiológico.

Palabras clave: curado, mancha verde, *Nicotiana tabacum* L., ozono troposférico, velocidad de secado

Interaction of different factors related to the appearance of the green spot in tobacco cultivated under sheet cloth in the central region of Cuba

During the curing and fermentation of tobacco cultivated under sheet cloth, a series of biochemical and physiological processes related to the senescence of the leaves occur, a process closely related to the desired organoleptic properties for obtaining leaves with optimum quality. In the leaves affected by the green spot of the tobacco, accelerated necrosis is observed in the affected areas, accompanied by characteristics that invalidate the leaf for commercialization. Although the appearance of the green spot in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) has been associated with different factors, both biotic and abiotic, its origin is unknown. Thus, the objective of the present investigation was to determine the effect of the interaction of different factors related to the appearance of the green spot in the variety *N. tabacum* cv Criollo 2010, cultivated under sheet cloth. The experiment was carried out at the UCTB Estación

Experimental de Cabaiguán, province of Sancti Spiritus. The Criollo 2010 variety was planted under sheet cloth in plots of 100 plants in a double row plantation frame (0.90 m x 0.30 m x 0.50 m) and random block design with 8 treatments and 3 replicas. At the end of the curing process it did not show the presence of the green spot in the evaluated treatments, which allows discarding factors that had previously been related to this physiological disorder such as water stress, both excess and defect, application of MANCOZEB, among others. The results suggest factors such as soil, tropospheric ozone and speed of drying during the curing process as possible causes of the appearance of this physiological disorder.

Keywords: cured, green spot, *Nicotiana tabacum* L., tropospheric ozone, drying speed

Tecnología para la obtención de capas de tabaco de color verde

Nelson Rodríguez López

UCTB. Estación Experimental del Tabaco (E.E.T.), Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba. e-mail: director@eetsj.co.cu

Durante las cosechas tabacaleras 2014 / 2015 y 2015 / 2016, se desarrolló en la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez, una tecnología con el objetivo de producir capas para la envoltura de los puros de color verde. Para ello se utilizó la variedad de tabaco negro 'Habana - 2000' plantada en un área de 0.25 ha. La tecnología a estudiar desde el punto de vista agrícola estableció un riego adicional entre los 47 y 49 días del trasplante, desbotonar las plantas en la elongación del botón floral y cosechar las hojas destinadas a esta producción en un solo momento, antes de la madurez técnica establecida para una producción de capa tradicional. Para la curación de las hojas se estableció un programa con temperaturas que comenzaron entre 37 y 38 °C y concluyeron en 70 °C y humedades relativas entre 92 y 25%. Los resultados mostraron hojas de tabaco de color verde, con brillo, textura y elasticidad con posibilidades de ser empleadas en el torcido de puros para la exportación, reservados para los mercados especializados en el consumo de tabacos con capas de color verde.

Palabras clave: capa, capa verde, envoltura, tabaco

Technology for obtaining layers of green tobacco

During the tobacco harvests 2014/2015 and 2015/2016, a technology was developed in the Experimental Station of Tobacco of San Juan y Martínez, with the objective of producing layers for the wrapping of the green colored cigars. To this end, the variety of black tobacco 'Habana - 2000' planted in an area of 0.25 ha was used. The technology to be studied from the agricultural point of view established an additional risk between 47 and 49 days of the transplant, undoing the plants in the elongation of the floral bud and harvesting the leaves destined for this production in a single moment, before the technical maturity. established for a traditional layer production. For the curing of the leaves a program was established with temperatures that started between 37 and 38 °C and concluded at 70 °C and relative humidities between 92 and 25%. The results showed leaves of green tobacco, with brightness, texture and elasticity with possibilities to be used in the twisting of cigars for export, reserved for markets specialized in the consumption of tobaccos with green layers.

Keyword: tobacco, wrapper, layer, green layer

Situación y retos del tabaco Virginia en Cuba

Miguel Díaz Hernández, Emis C. Mena Padrón

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero. km 22 ½ Carretera Panamericana. San Juan y Martínez. Pinar del Río. Cuba. CP 2 300. e-mail: investigacion3@eetsj.co.cu

El cultivo comercial del tabaco Virginia comenzó en Cuba en la cosecha de 1930 a 1931, en la llanura más accidental de la provincia de Pinar del Río, en suelos arenosos de baja fertilidad natural, idóneos para dicho cultivo. Una de las mayores ventajas que ofrece es facilitar la plantación y control de la fertilización, especialmente la nitrogenada, decisiva en el rendimiento y la calidad. El tabaco Virginia es mezclado con el tabaco Burley para usarlo en la fabricación de cigarrillos "suaves", con aromatizantes que le dan un aroma y sabor característicos. El tabaco Virginia que se cultiva en Cuba presenta bajos contenidos de nicotina, de acuerdo a los que exige el mercado y rendimientos agrícolas relativamente bajos. Debido a ello anualmente se realizan grandes importaciones desde Brasil para cumplir con la producción de cigarrillos. Es de vital importancia la creación de nuevas variedades y tecnologías para satisfacer estas demandas, por lo que en la estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez se realizan investigaciones para satisfacer las demandas del mercado nacional e internacional. Como resultado de ellos en los últimos años se han obtenido dos nuevas variedades 'San Luís 23' y 'L-12', resistentes a las principales enfermedades que atacan al cultivo en Cuba, con las que unido a su nueva tecnología de cultivo han permitido el incremento de la productividad y calidad en este tipo de cultivo. Estos resultados son parte del soporte técnico del nuevo proyecto de tabaco Virginia encaminado a satisfacer las demandas de la nueva fábrica Brascuba Cigarrillos S.A que ocupará un área de 10.8 ha y dispondrá de la más avanzada tecnología, lo que permitirá triplicar las capacidades productivas.

Palabras clave: cigarrillos, productividad, tabaco, variedades, Virginia

Situation and challenges of tobacco Virginia in Cuba

The commercial cultivation of Virginia tobacco began in Cuba in the harvest of 1930 to 1931, in the most accidental plain of the province of Pinar del Río, in sandy soils of low natural fertility, suitable for said crop. One of the greatest advantages offered is to facilitate the planting and control of fertilization, especially nitrogen fertilization, which is decisive in yield and quality. Virginia tobacco is mixed with Burley tobacco for use in the manufacture of "soft" cigarettes, with flavors that give it a characteristic aroma and flavor. The Virginia tobacco grown in Cuba has low nicotine content, according to the demands of the market and relatively low agricultural yields. Due to this, large imports are made annually from Brazil to comply with the production of cigarettes. It is of vital importance the creation of new varieties and technologies to satisfy these demands, so that in the Experimental Station of the Tobacco in San Juan and Martinez research is carried out to satisfy the demands of the national and international market. As a result of these, in recent years, two new varieties have been obtained: 'San Luis 23' and 'L-12', resistant to the main diseases that attack the crop in Cuba, with which, together with their new cultivation technology, they have allowed the increase in productivity and quality in this type of crop. These results are part of the technical support of the new Virginia tobacco project aimed at satisfying the demands of the new factory Brascuba Cigarrillos S.A that will occupy an area of 10.8 ha and will have the most advanced technology, which will triple the productive capacities.

Keywords: cigarettes, productivity, tobacco, varieties, Virginia

Disminución de la aplicación de plaguicidas en tabaco Negro curado

Deliany González Hernández, Yudeyki Almuiña Guerra, Sandra Elaine Vargas Rodríguez, Yatelier Hernández Santana, Daniel Correa Ferrán, Dairon Rodríguez Gusmán, Lizay Barrios Cossio

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

Las hojas de la planta de tabaco, después de cosechadas, son sometidas a varios procesos hasta obtener las características adecuadas para la confección de los puros. Durante este tiempo este material vegetal seco es susceptible al ataque de diversas plagas, una de las más dañinas es el insecto *Lasioderma serricorne* L. Este es un coleóptero que puede vivir en temperaturas que van desde los 2 °C a los 36 °C. Infesta todo tipo de tabaco, pero el tabaco Rubio es el más afectado por poseer mayor contenido de azúcares y menos de nicotina. Durante mucho tiempo el tratamiento más extendido fue la utilización de pesticidas. Estos, utilizados en grandes cantidades, pueden dejar residualidad en el

tabaco, algo muy peligroso en este producto puesto que es llevado a la boca para ser fumado y puede ser perjudicial para los consumidores. Para disminuir su utilización actualmente se realiza un Manejo Integrado de Plagas. El objetivo de este trabajo es disminuir la aplicación de plaguicidas en tabaco curado mediante la optimización de las acciones preventivas. El trabajo fue realizado en la casa de cura natural del Instituto de Investigaciones del Tabaco; en un local adaptado como almacén dentro de las áreas del mismo Instituto y en un almacén de una empresa de cigarros. Se realizaron dos experimentos: el primero de ellos como control, sin ningún tipo de medidas preventivas y un segundo donde se propusieron diferentes medidas preventivas, entre las que se encontraban regímenes de limpieza exhaustivos, mantenimiento constructivo adecuado y aplicación de buenas prácticas de almacenaje. Después de 6 meses se pudo constatar que en todos los casos donde se aplicaron las medidas preventivas se logró reducir la aplicación de los diferentes plaguicidas entre (30 y 50) % y disminuyeron por consiguiente los residuos de estos en el producto terminado.

Palabras clave: plagas, plaguicidas, residualidad, tabaco

Decrease in the application of pesticides in cured Dark tobacco

The leaves of the tobacco plant after harvesting are subjected to several processes until obtaining the suitable characteristics for the preparation of the cigars. During this time this dry plant material is susceptible to be attacked by various pests, one of the most damaging is the insect *Lasioderma serricorne* L. This is a coleoptera that can live in temperatures ranging from 2 °C to 36 °C. Infest all types of tobacco, being blond tobacco the most affected because it has a higher content of sugars and less nicotine. For a long time the most widespread treatment was the use of pesticides. These, used in large quantities can leave residuals in tobacco, something very dangerous in this product because it is taken to the mouth to be smoked and can be harmful to consumers. At present to reduce its use an Integrated Pest Management is carried out. The objective of this work is to reduce the application of pesticides in cured tobacco by optimizing preventive actions. The work was carried out in a house of natural cure of the Tobacco Research Institute, in a store adapted as a warehouse within the areas of the same Institute and in a warehouse of a cigar company. Two experiments were carried out, the first as a control, without making any preventive measures and a second one where different preventive measures were proposed, among which were exhaustive cleaning regimes, adequate constructive maintenance and application of good storage practices. After 6 months it was found that in all cases where the preventive measures were applied, it was possible to reduce the application of the different pesticides by 30 to 50%, thereby reducing the residuals of them in the finished product.

Keywords: pests, pesticides, residuals, tobacco

Sesión de poster / Poster session

Comportamiento de variedades comerciales de tabaco negro frente a la pata prieta (*Phytophthora nicotianae* Breda de Haan) en suelo pardo sialítico

Kirenia García Cuellar

UCTB Estación Experimental Cabaiguán. Carretera Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, CP 62410, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: tecnico7@eetcab.co.cu

La enfermedad pata prieta es causada por el hongo *Phytophthora nicotianae*. Puede ser descrita como polí cíclica si el agente causal es capaz de producir esporas y reinfectar plantas durante una temporada de crecimiento, o mono cíclica si el agente causal debe esperar una nueva temporada. En la última década en Cuba se ha incrementado significativamente la incidencia de ésta y por consiguiente una disminución de los rendimientos, situación que por ende se ha visto reflejada en la UCTB Estación Experimental Cabaiguán, provincia Sancti Spíritus, donde se realizó un estudio con el objetivo de determinar las afectaciones por pata prieta en cinco variedades de tabaco negro cultivadas en un suelo pardo sialítico. Los cultivares fueron 'Habana 92', Criollo 2010', Criollo 98', Sancti Spíritus 96', Sancti

Spíritus 2006'. Se utilizó un diseño de parcelas con 4 200 plantas por cada variedad. El tabaco fue plantado bajo las condiciones del tabaco al sol, y solo se tuvo en cuenta, de forma diferenciada, el momento de recolección, respetando la madurez técnica de cada variedad, donde se realizó conteo de plantas enfermas por pata prieta en dos momentos de la plantación (30 días y 60 días). El híbrido comercial 'Criollo 2010' mostró el mayor grado de resistencia a la enfermedad, seguido de la variedad para cultivo al sol 'Sancti Spíritus 2006'. Se concluye que con la utilización del cultivar 'Criollo 2010' se obtuvo el menor número de plantas afectadas por pata prieta.

Palabras clave: variedades, tabaco negro, pata prieta, suelo pardo sialítico

Behavior of commercial varieties of black tobacco against the brown leg (*Phytophthora nicotianae* Breda de Haan) in brown sialitic soil

The disease pata prieta is caused by the fungus *Phytophthora nicotianae*. It can be described as cyclic poly if the causative agent is capable of producing spores and reinfesting plants during a growing season, or cyclic monkey if the causal agent should wait for a new season. In the last decade in Cuba the incidence of this has increased significantly and therefore a decrease in yields, a situation that has been reflected in the UCTB Experimental Station Cabaiguán, Sancti Spíritus province, where a study was carried out with the objective to determine the affectations by pata prieta in five varieties of black tobacco cultivated in a brown sialitic soil. The cultivars were 'Habana 92', Criollo 2010', Criollo 98', Sancti Spíritus 96', Sancti Spíritus 2006'. A plot design with 4 200 plants per variety was used. The tobacco was planted under the conditions of the tobacco in the sun, and only the time of collection was taken into account, in a differentiated way, respecting the technical maturity of each variety, where sick plants were counted by brown leg in two moments of the plantation (30 days and 60 days). The commercial hybrid Criollo 2010 showed the highest degree of resistance to the disease, followed by the variety for sun cultivation Sancti Spíritus 2006'. It is concluded that with the use of the cultivar Criollo 2010, the smallest number of plants affected by brown leg was obtained.

Keywords: varieties, black tobacco, brown leg, brown sialitic soil

Evaluación de la composición química de aguas subterráneas utilizadas para el riego y su influencia sobre suelos dedicados al cultivo del tabaco

José Ramón Cabrera Alfonso

UCTB Estación Experimental del Tabaco San Juan y Martínez. e-mail: Laboratorio1@eetsj.co.cu

La sostenibilidad ambiental y económica del regadío con aguas subterráneas provenientes de acuíferos costeros requieren de monitoreo y análisis periódicos que alerten sobre las posibles afectaciones en su calidad y los efectos contraídos sobre el sistema suelo-planta. El objetivo de este trabajo es evaluar la composición química y la influencia sobre el suelo de las aguas subterráneas utilizadas para el riego en el cultivo del tabaco. Para ello se realizaron determinaciones analíticas de su composición química y la conductividad eléctrica de los suelos. Los resultados indicaron la presencia de intrusión salina una vez que el 85% de las fuentes clasifican como cloruradas sódicas. La influencia de aguas caracterizadas como salinas sobre los suelos mostraron que cuando se realizan los riegos con normas adecuadas se propicia la entrada y salida de los solutos es decir un lavado adecuado del suelo, no siendo así en casos contrarios donde se alcanzan humedades deseadas en los primeros 20 a 40 centímetros pero no hay transporte de solutos en el perfil trayendo como consecuencia la acumulación de sales en la superficie del suelo donde se desarrolla el sistema radical del cultivo del tabaco.

Palabras clave: conductividad eléctrica, hidroquímica, intrusión salina, riego, suelo

Evaluation of the chemical composition of groundwater used for irrigation and its influence on soils dedicated to the cultivation of tobacco

The environmental and economic sustainability of irrigation with groundwater from coastal aquifers

requires periodic monitoring and analysis that warns of possible effects on its quality and the effects on the soil-plant system. The objective of this work is to evaluate the chemical composition and influence on the ground of groundwater used for irrigation in the tobacco growing. For this, analytical determinations were made of chemical composition and the electrical conductivity of soils. The results indicated the presence of saline intrusion once 85% of the sources classified as sodium chlorides. The influence of water characterized as saline on soils showed that when irrigation is carried out with adequate norms, the entry and exit of the solutes is favored, that is to say, an adequate washing of soil, not being so in contrary cases where desired humidity levels are reached in the first 20 to 40 centimeters but there is no transport of solutes in the profile, resulting in the accumulation of salts on the surface of the soil where the root system of tobacco cultivation develops.

Keywords: electrical conductivity, hydrochemistry, saline intrusion, irrigation, soil

Fracción orgánica ligera del suelo y carbono lábil como indicador agroecológico y su estado actual en áreas tabacaleras de la CCS Francisco Blanco

Leonel Martínez Acosta¹, Nelson Rodríguez Pérez, José Ramón Cabrera Alfonso

¹Estación Experimental del Tabaco. San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba.
e-mail: investigacion8@eetsj.co.cu

La calidad de un suelo dedicado al cultivo del tabaco con más de 200 años de explotación y su capacidad para desarrollar una serie de funciones puede verse afectada negativamente por la pérdida de materia orgánica, las fracciones lábiles de las reservas orgánicas y otros elementos nutrimentales de los suelos. El descenso progresivo de las aplicaciones orgánicas y el rápido proceso degradativo de las áreas tabacaleras dedicadas al cultivo del tabaco negro bajo tela en Pinar del Río tienen un marcado impacto sobre la calidad del tabaco negro cubano. Por tales razones, se realizó esta investigación que constó de dos partes: se evaluó la materia orgánica a partir de correlaciones con las respuestas espectrales en los rangos ultravioleta visibles e infrarrojo cercano (Vis-NIR). Se realizaron varios muestreos en diferentes etapas por el método aleatorio en la etapa comprendida en los meses de octubre del 2015 y junio de 2017. Para la calibración se recogieron un total de 18 muestras de las áreas más representativas de la CCS Tomas León. Las muestras fueron analizadas por el método de Walkley-Black. En una segunda parte se determinó el estado real de los contenidos de materia orgánica, bases intercambiables y fracciones orgánicas lábiles de suelo como indicador de manejo agroecológico de la calidad del suelo. Como resultados principales se obtuvieron estadísticos descriptivos de las concentraciones de materia orgánica de 1.89 y 2.07% en las muestras para la calibración y la validación, donde se mostró en ambos casos un máximo que indica la estimación de mediano según los indicadores de clasificación de la materia orgánica. Para el procesamiento de los datos se utilizó el análisis de varianza empleando pruebas de suma de rangos de Friedman y Kruskal-Wallis utilizando un lenguaje estadístico perteneciente al paquete "stats". La fracción del carbono lábil presenta correlaciones significativas, directa con los materiales orgánicos empleados en estos suelos demuestra su posible uso como indicador de la calidad de estos suelos.

Palabras clave: Tabaco, materia orgánica, carbono lábil, calidad del suelo, calibración

Identification and implementation of improvement opportunities in the process approach of the Segundo Quincosa cigarette company

Sandra Terry Cardona, Sandra Elaine Vargas Rodríguez

Instituto de Investigaciones del Tabaco, Artemisa. Cuba.

Process management is a challenge for all organizations, given the current market circumstances where competitiveness governs the success or failure of companies. Previously a diagnosis was with the aim of determine the methodology to introduce the process approach in the Cigarette Company "Segundo Quincosa". The objective of this work is to identify the opportunities for improvement in the Company's

process approach and its implementation. In order to complete this task, the analysis of the maps and diagrams of the process was carried out. In addition, the problems were studied to propose solutions to the improvement opportunities, followed by an adequate follow-up and control of the opportunities implementation. Among the identified opportunities we found that reserve fields were determined, breaks and re-jobs were identified and activities that generate value. In addition, critical success factors were evaluated such as extending the range of services, incorporating new procedures or technologies, reducing environmental damage, improving the quality of processes and working conditions. Regarding the proposals for the improvements: the bases for the reengineering proposal were proposed, through a quantitative study of the needs and estimation of the demand. It was possible to implement changes in the culture of the process, technical and technological changes in a gradual and progressive way in the areas that provide the most value to the clients of the process. Finally, the results were reported to the entire organization, so that the implementation of the changes was transparent. In the monitoring and control, the effective development and implementation of the proposed operations and tasks and the flexibility to introduce continuous improvement measures were verified.

Keywords: cigarettes, implementation, improvement opportunities

Desempeño del riego por surcos con escurrimiento superficial, en un suelo Pardo Sialítico Carbonatado

Ernesto Álvarez Madrigal¹, Manuel Rodríguez González²

¹Estación Experimental de Tabaco. Carretera Santa Lucía km2. Cabaiguán, Santi Spíritus, Cuba.
e-mail: reserva11@eetcab.co.cu

²UNISS José Martí Pérez, Santi Spíritus, Cuba.

Con el objetivo de evaluar el sistema de riego intermitente con diferentes criterios de manejo y compararlo con el riego de flujo continuo en cuanto a los indicadores de desempeño. Se toma como referencia la necesidad de manejo de agua y suelo en el cultivo Tabaco en la finca "La Paneca" de la comunidad "Las Tosas" en suelo Pardo Sialítico Carbonatado. Se empleó un diseño de parcelas en franjas con tres tratamientos: (A) riego con flujo continuo, (B) riego intermitente con criterio de manejo de distancias variables con tiempos incrementales y (C) riego intermitente con criterio de manejo de tiempos variable y distancias constantes. Se evaluaron los principales indicadores de desempeño para el riego por surcos con una magnitud de caudal entre 0.49 – 0.52 L s⁻¹ en la unidad experimental. Los resultados demostraron que con la propuesta del tratamiento B se logra reducir lámina aplicada 1.71 veces (42%) de ahorro de agua respecto al tratamiento A. En cuanto a pérdida de agua y suelo, el tratamiento C logró, reducir las pérdidas de agua 2.25 veces y las de suelo 2.3 veces respecto al método tradicional. El estudio de los indicadores de desempeño del riego, permitió corroborar, que el riego con caudal intermitente es superior al método tradicional, reduce las pérdidas de agua y suelo por escorrentía, se incrementa la eficiencia de aplicación y la productividad del riego.

Palabras clave: escorrentía, pérdidas por percolación, productividad del riego, riego intermitente, riego con flujo continuo, riegos presurizados

Performance of irrigation by furrow with artificial runoff in brown soils Carbonated Sialitycs

With the objective of evaluating intermittent irrigation system, with different criterius and compare with the continues flow irrigation taking in to account. It is taken as a references the necessity of maneing the water and soil, in the planting of beans in farm La Paneca in soil Pardo Sialítico Carbonatado. It was used a design of parcel in fringe, with three treatments (A) continius flow irrigation (B) intermittent irrigation with criterius of maniging variable distances and incremented times and (C) intermittent irrigations with criterius of maniging variable times and constant distances. It we be evaluate the principal acting indicator for the irrigation of the irrigation for rut with a discharge of magnitude between 0.49 - 0.52 L s⁻¹ in the experimental unit. The results showed that the suggestion of treatment (B) we can reduce the aplicated sheet 1.71 one times (42 %) of water saving talking in to account the treatment (A). Refering

the water losts and soil the treatament (C) helped to reduce the water losts 2.25 times and 2.3 of the soil. We respect to the tradicional methods. The study of the acting indicator of the irrigation allowed us corroborate, that the intermittent discharge irrigation is superior of the traditional method, it reduces the water lost and soil for it increased the efficiency of the application and the irrigation productivity.

Keywords: surge flow, continues flow irrigation, productivity of the water, pressurized irrigations, runoff, percolation losses

Isoterma de absorción de agua para semillas de *Nicotiana tabacum* L. cv 'Sancti Spíritus 96'

Yoel Werler Vera Águila, Juan Luis Pérez-Rodríguez

UCTB Estación Experimental Cabaiguán. Carretera Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, CP 62410, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: especialista8@eetcab.co.cu

El presente trabajo tuvo como objetivo obtener la isoterma de absorción agua para semillas de *Nicotiana tabacum* L. cv 'Sancti Spíritus 96' (SS-96). La curva presentó forma sigmoidal invertida, característica que obedece a un modelo trifásico. Los dos puntos de mayor inflexión sobre la curva, aproximadamente a Humedad Relativa (HR) igual a 10 y 75%, delimitan tres regiones distintas (I, II y III) las cuales indican las propiedades termodinámicas del agua y el nivel de actividad fisiológica que puede ocurrir. Para semillas de SS-96, la región III se localiza a contenidos de agua superior a 12.8%. Al disminuir el contenido de agua por debajo de 12.8%, el citoplasma de las células que componen las semillas se vuelve cada vez más viscoso y vitrifica. En la región II, donde las semillas poseen contenidos de agua en equilibrio con (HR) entre 10 y 75%, el agua está unida por puentes de hidrógeno a grupos polares no ionizados de almidón y proteínas, en esta región disminuye el contenido de agua de las semillas, aunque en menor proporción que en la región III. Solo cuando el contenido de agua se reduce a valores inferiores a 2.0% aproximadamente (región I), el agua fuertemente ligada a grupos cargados de proteínas (carboxilos y aminos), a lípidos y a paredes celulares, es removida por el elevado potencial osmótico. Por lo tanto, para establecer una estrategia adecuada de desecación de semillas ortodoxas con fines de conservación es necesario, como primer paso, construir la isoterma de absorción de agua. En la presente investigación, a partir del análisis de la curva, el contenido de agua crítico de las semillas de SS-96 para ser conservadas a 25°C se encuentra entre 2.0 y 2.5%, región de menor actividad metabólica y, por lo tanto, mayor longevidad durante su conservación.

Palabras clave: isoterma, conservación, contenido de agua crítico, *Nicotiana tabacum* L., semillas

Water absorption isotherm for seeds of *Nicotiana tabacum* L. cv 'Sancti Spíritus 96'

The objective of the present work was to obtain the water absorption isotherm for seeds of *Nicotiana tabacum* L. cv 'Sancti Spíritus 96' (SS-96). The curve presented inverted sigmoidal shape, characteristic that obeys a three-phase model. The two points of greatest inflection on the curve, approximately at Relative Humidity (RH) equal to 10 and 75%, delimit three different regions (I, II and III) which indicate the thermodynamic properties of water and the level of physiological activity that it can happen. For SS-96 seeds, region III is located at water contents greater than 12.8%. By decreasing the water content below 12.8%, the cytoplasm of the cells that make up the seeds becomes increasingly viscous and vitrifies. In region II, where the seeds have water contents in equilibrium with RH between 10 and 75%, the water is bound by hydrogen bonds to non-ionized polar groups of starch and proteins, in this region the water content decreases of seeds, although to a lesser extent than in region III. Only when the water content is reduced to values lower than approximately 2.0% (region I), water strongly bound to groups loaded with proteins (carboxyl and amines), to lipids and cell walls, is removed by the high osmotic potential. Therefore, in order to establish an adequate strategy for drying orthodox seeds for conservation purposes, it is necessary, as a first step, to build the water absorption isotherm. In the present investigation, from the analysis of the curve, the critical water content of the seeds of SS-96 to be conserved at 25 ° C is between 2.0 and 2.5%, region of lower metabolic activity and , therefore, greater longevity during its conservation.

Keywords: isotherm, *Nicotiana tabacum* L., seeds, conservation, critical water content

Aplicación de las normas de la familia ISO 31000 a los procesos relacionados con la calidad de la *Nicotiana tabacum* L.

Yesther Sánchez Valle, Rocio Grechen Ramos-Aquino, Juan Luis Pérez-Rodríguez

UCTB Estación Experimental Cabaiguán. Carretera Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, CP 62410, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: tecnico8@eetcab.co.cu

La investigación estuvo encaminada al diseño de un procedimiento que permita el diagnóstico, identificación, tratamiento y control de los riesgos tanto positivos o negativos que afectan a la calidad de la semilla de *Nicotiana tabacum* L. aplicando las normas de la familia ISO 31000 a cada proceso relacionado con la obtención de semillas de *Nicotiana tabacum* L. En la investigación se presenta la utilidad de este tema en el mundo actual y el enfoque que se le da en nuestro país a la gestión de riesgos como eslabón central si pretendemos tener productos competentes y de calidad.

Palabras clave: riesgo, gestión, calidad, semilla, procesos

Determinación del tamaño de muestra mínimo para estimar el peso unitario de los puros Habanos

Yurisleydi Palenzuela Hodelín

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

El peso unitario de los tabacos torcidos es un indicador de calidad vital para la industria del torcido. Los productos Premium se tuercen totalmente a mano, utilizando grandes fragmentos de hojas; por lo que se requieren habilidades manuales especiales para lograr que el peso de las unidades se mantenga dentro de intervalos más o menos estrechos. Contrario a los cigarrillos, los puros Habanos presentan gran variedad de dimensiones y formas, lo que complica el análisis de sus características de calidad. Los intervalos óptimos de cada parámetro tienen que ser definidos por vitola, lo que obliga a trabajar con una gran cantidad de información. El objetivo de este trabajo es determinar el tamaño de muestra mínimo necesario para estimar la media del peso unitario de tabacos torcidos de cualquier dimensión con una confiabilidad del 95%. Se tomó el peso de 200 tabacos (100 tabacos por cada una de las dos ligadas analizadas) para 12 vitolas diferentes. Se construyeron los gráficos de control de Shewhart para cada ligada y vitola, se eliminaron los datos con comportamientos fuera de los límites de control y se calcularon el peso promedio, sus límites de control y la desviación típica. Se calculó el tamaño de muestra mínimo a partir de la fórmula del intervalo de confianza para la media con varianza desconocida y definiendo a priori 5 errores máximos permisibles razonables dentro de la industria del torcido de puros Premium. Basta con tomar el peso de una muestra simple aleatoria de 50 tabacos para estimar la media poblacional del peso unitario de puros Habanos de cualquier dimensión, a través de la media muestral, con errores máximos permisibles entre (0.16 y 0.60) g, que no son más que el 10% de la diferencia entre el límite de control superior y la media.

Palabras clave: peso unitario, tabacos torcidos, tamaño de muestra mínimo

Cuantificación de la capacidad biodegradativa de la nicotina de bacterias aisladas del tabaco negro cubano en etapa de fermentación

Orlando Benites Gómez¹, Rosario Domínguez Larrinaga², Isabel Marquez Leyva² y Yunior M. Morán Gómez²

¹Grupo de Difusión tecnológica de Granma. Instituto de Investigaciones del Tabaco. Finca "La Reforma", Carretera Central, km 819, Cautillo, Bayamo, Granma.

²UCTB Mejoramiento Genético y Fitopatología, Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba. e-mail: biologia8@iitabaco.co.cu

La presencia y función de los microorganismos en los procesos fermentativos a los que se somete el tabaco constituyen objeto de estudio de numerosos trabajos desde hace algunos años. Entre ellos se destacan las bacterias, pues estas tienen la capacidad de degradar la nicotina y disminuir indirectamente las nitrosaminas específicas del tabaco. El objetivo de este trabajo fue: Cuantificar la capacidad biodegradativa de la nicotina de bacterias aisladas del tabaco negro cubano en etapa de fermentación. Los cultivos bacterianos se incubaron en medio Sgueros al 0.4% de nicotina a 30 °C y 150 rpm por 192 h. Con el objetivo de conocer los aislados más promisorios se hicieron, por duplicado, determinaciones espectrofotométricas de los alcaloides totales. Para determinar la relación entre la concentración bacteriana y la cantidad de nicotina degradada hasta el momento de la lectura se llevaron a cabo recuentos de viables. Los aislados más promisorios (L1, L2, L10, S9, S12 y S13) fueron capaces de biodegradar más del 0.83% de nicotina inicial contenido en el medio de cultivo. El recuento de viable evidenció que no existía relación alguna entre la concentración de bacterias presente en el medio de cultivo y la cantidad de nicotina degradada por los diferentes aislados.

Palabras clave: Tabaco, procesos fermentativos, cultivos bacterianos, determinaciones espectrofotométricas, nicotina

Quantifying the ability for nicotine biodegradation in several bacterial isolates from cuban dark-air cured tobacco in fermentation stage

Microorganisms modifying tobacco fermentation processes are the subject matter of numerous studies in recent years. Among them, the bacteria degrading nicotine are the most important due to its indirectly decreasing specific nitrosamines. The aim of this study was to quantify the ability for nicotine biodegradation in several bacterial isolates from cuban dark-air cured tobacco in fermentation stage. The cultures were incubated in Sgueros media with 0.4% of nicotine, at 30 °C and 150 rpm by 192 h. Twice, total alkaloids spectrophotometric determinations of the bacterial cultures were made. Viable count were performed in order to determinate the relationship between bacterial concentration and the amount of nicotine degraded along the experiment. The most promising isolates (L1, L2, L10, S9, S12 and S13) were capable of biodegrade more than 0.83% of the initial nicotine content of culture media. Viable count showed that there was no relationship between the concentration of bacteria present in the culture media and the amount of nicotine degraded by the different isolates.

Keyword: tobacco, fermentation processes, bacterial cultures, spectrophotometric determinations, nicotine

Curvas de extracción de magnesio en el cultivo del tabaco bajo condiciones semicontroladas y su validación en la práctica productiva

Ailene González Mederos, Abdón Joaquín Trémols González, Lisette Monzón Herrera, Lázaro Chávez García, Leysi Álvarez Barrabí

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

El magnesio es un elemento de vital importancia para el buen crecimiento y desarrollo de los cultivos. En el caso particular del tabaco es definitorio en la combustibilidad y el color de las cenizas. Actualmente, la fertilización magnésica vigente no satisface los requerimientos en condiciones de producción. Por esta razón, los objetivos de este trabajo fueron: determinar la dinámica de absorción del magnesio por la planta de tabaco en condiciones semicontroladas y validar los resultados en la práctica productiva. Para ello se añadió al suelo una mezcla de micronutrientes, sulfato de magnesio y

se realizó una aplicación foliar con nitrato de magnesio. La investigación se desarrolló en un túnel ubicado en las áreas experimentales del Instituto de Investigaciones del Tabaco. Se analizaron las variables de crecimiento de las plantas, la extracción de magnesio por este cultivo y se validó en la UBPC "Felipe Herrera Acea" la mejor variante. Los resultados demostraron que además de la fertilización recomendada por el Instructivo, la combinación de dos aplicaciones foliares de nitrato de magnesio al 1.5%, la primera a los (10 – 15) días posteriores al trasplante (200 L ha^{-1}) y la segunda a los 20 días - 25 días posteriores al trasplante (250 L ha^{-1} - 300 L ha^{-1}) más dos aportes de micronutrientes, que también incluyó nitrato de magnesio (1407 g ha^{-1}), propició que la entidad incrementara su producción de capa con respecto al año anterior. Esta propuesta forma parte de la nueva estrategia de fertilización desde la campaña 2014 - 2015 para los suelos Ferralíticos Rojos de la provincia Artemisa.

Palabras clave: extracción, magnesio, tabaco

Magnesium extraction curves in tobacco cultivation under semi-controlled conditions and its validation in productive practice

The magnesium is an element of vital importance for the good growth and development of the crops. In tobacco it is defined the combustibility and the color of the ashes. Nowadays the magnesium fertilization does not satisfy the requirements of the tobacco in production conditions. For this reason the aim of this work was: to determine the absorption dynamics of magnesium by the tobacco plant in semi-controlled conditions and validate these results in the productive practice. The treatments were a mixture of micronutrients, magnesium sulfate and a foliar application with magnesium nitrate. The research was carried out in a tunnel located at the experimental areas of the Tobacco Research Institute. The variables of plants growth, the extraction of magnesium by this cultivar were analyzed and the best variant was validated at "Felipe Herrera Acea" UBPC. The results showed that besides of the fertilization recommended by the manual, the combination of two foliar applications of magnesium nitrate at 1.5%, the first at (10 – 15) days after the transplant (200 L ha^{-1}) and the second at (20 – 25) days after the transplant (250 L ha^{-1} - 300 L ha^{-1}) plus two micronutrient inputs, which also included magnesium nitrate (1407 g ha^{-1}), caused the increasing of its wrapper production with respect to the last year. This proposal is part of the new fertilization strategy since 2014 - 2015 seasons on Rodudalf Ferralitic soils of Artemisa province.

Keywords: extraction, magnesium, tobacco

El azufrado: una alternativa para disminuir la reacción de un suelo Ferralítico Rojo dedicado al cultivo del tabaco

Yeramis Cánepa Ramos, Ailene González Mederos, Alexander Chile Bocourt, Ailyn Villalón Hoffman, Lázaro Chávez García, Leysi Álvarez Barrabí

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

Desde hace algunos años se habla de la degradación química de los suelos Ferralíticos Rojos, específicamente del incremento del pH. Diferentes autores señalan como causa fundamental de este fenómeno la calidad de las aguas de riego. En la zona tabacalera de Partido se ha constatado que las medidas tecnológicas más corrientes no son suficientes para revertir este proceso y se requiere de la aplicación de enmiendas azufradas para su acidificación. Sin embargo, se desconoce el tiempo que demora en incorporarse este producto. El objetivo del presente trabajo es determinar la dinámica, a corto plazo, de la reacción del suelo sometido a enmiendas azufradas. Para el trabajo se empleó un suelo Ferralítico Rojo compactado, sometido al cultivo del tabaco por más de 50 años, del cual se colocó 1 kg en potes de polietileno de 1 L de capacidad. El suelo fue mezclado con los siguientes tratamientos: un testigo (sin aplicación de azufre), azufre-1 (1 mg kg^{-1} de suelo) y azufre-2 (3 mg kg^{-1} de suelo), con cuatro réplicas. A intervalos de 3 – 5 días se determinó el pH del suelo en agua. El procesamiento estadístico se realizó mediante el programa Statgraphic versión 5.1. Como resultado se obtuvo que la

aplicación de azufre ejerce un notable efecto sobre el pH del suelo y su magnitud es dependiente de la dosis aplicada. Se constató que la reacción del azufre en el suelo transcurre durante 45 – 50 días después de su aplicación, lo cual debe tenerse en cuenta para decidir el momento de inclusión de esta medida en la tecnología del cultivo.

Palabras clave: azufre, suelo Ferralítico Rojo, tabaco

The sulfurated: an alternative to diminish the reaction of a Typic Rhodudalf soil dedicated to the tobacco cultivation

Since some years it has been specifically spoken about the chemical degradation of the Typic Rhodudalf soil of the increment of the pH. Different authors point out like main cause of this phenomenon the quality of the watering waters. At the tobacco on Partido zone, it has been verified that the most average technological measures, are not enough to revert this process and it required of the application of amendments sulfurated for their acidification. However, the time is ignored that delays in incorporated this product. The aim of the present work is determine the short term dynamics of the reaction from the subjected soil to sulfurated amendments. For the work a Typic Rhodudalf soil was used, subjected to the cultivation of the tobacco for more than 50 years, of which 1 kg was placed in pots of polyethylene of 1 L of capacity. The soil was blended with the treatments that were a witness (without application of sulfur), sulfur-1 (1 mg kg⁻¹ of soil) and sulfur-2 (3 mg kg⁻¹ of the soil), with four repetitions. To intervals 3-5 days the pH of the soil was determined in water. The statistical prosecution was carried out by means of the Statgraphic program version 5.1. As a result we obtained that the application of sulfur exercises a remarkable effect on the pH of the soil and its magnitude is dependent of the applied dose. It was verified that the reaction of the soil and its magnitude is dependent of the applied dose. It was verified that the reaction of the sulfur in the soil lapses during 45-50 days after its application that which should be kept in mind to decide the moment of inclusion of this measure in the technology of the cultivation

Keywords: sulfur, tobacco, Typic Rhodudalf soil

Utilización de los conocimientos científicos en biotecnología en los proyectos de investigación en el sector tabacalero

Anette Denis Leys

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

La biotecnología tiene gran parte de su aplicación en la biología celular y molecular. Esta puede ser utilizada en cualquier industria que utilice microorganismos, células vegetales y animales, y está relacionada con la genética y el proyecto genoma humano. Además, la biotecnología es un enfoque multidisciplinario que abarca técnicas de distintas ramas de la ciencia para obtener o modificar un producto, ya sea animal, vegetal o microorganismos, usando células vivas, tejidos, cultivos, o moléculas de ciertos organismos. Todo esto con un propósito específico que generalmente es mejorar y aumentar la calidad de los productos. En el Instituto de Investigaciones del Tabaco se realizó una investigación en un periodo de cinco años, con el objetivo de demostrar el incremento del uso de esta ciencia en los proyectos de investigación-desarrollo del centro. Actualmente, la Dirección Científica del instituto cuenta con 71 proyectos I+D y de ellos; 15 corresponden al proceso de Mejoramiento Genético y Fitopatología, que es donde más se aplica la biotecnología en el caso específico del tabaco. Asimismo, en los proyectos presentados al Consejo Científico desde el 2014 hasta el 2018 ha habido un incremento en la utilización de la biotecnología, en temas como: Caracterización molecular de aislantes bacterianos del género *Bacillus* con potencialidades en el control de *Phytophthora nicotianae*, Caracterización morfológica- molecular de híbridos interespecíficos entre *Nicotiana tabacum* L. x *Nicotiana megalosiphon* Van Heurck & Müll. Arg, entre otros. Además, como salidas de estos proyectos se ha presentado un total de 57 Resultados para la investigación, de ellos 24 corresponden a la utilización de biotecnología lo que representa un 44% de ellos.

Palabras clave: biotecnología, proyectos, tabaco

Comportamiento del escurrimiento superficial en la tecnología de riego intermitente por surco con el uso del tanque de descarga por sifón

Anier Delgado Jiménez

UCTB Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba.

El presente trabajo se realizó en la finca perteneciente al productor Ángel Bermúdez, asociado a la CCSF "10 de Octubre". Esta está ubicada en la carretera del Jíbaro al Sur de la ciudad de Sancti Spíritus. En un suelo Gley Vértico. Se presentan los resultados investigativos correspondientes al riego de caudal intermitente y un tratamiento testigo de riego continuo, con el empleo de un diseño de parcelas en cuatro franjas, el tratamiento A esta definido por un caudal de diseño del Tanque de Descarga por Sifón de 103 L; el B de 144 L; el C de 230 L y el tratamiento testigo mediante el riego con caudal continuo. Se busca como objetivo, evaluar lámina total aplicada, escurrimiento superficial y la variación del perfil del surco. Como parte de los estudios del diseño se obtuvo gasto máximo erosivo de 0.75 l/s, que solo el tratamiento D estuvo por debajo de este índice. La mejor lámina total aplicada para todos los tratamientos la alcanza el tratamiento (C) siendo 2.8 veces menor que el testigo. En cuanto a la lámina escurrida el tratamiento D supera 1.6 a los demás, la producción de sedimento, el D en un 62 % mayor y mientras que es de menor intensidad de escurrimiento. En la variación del perfil del surco se presentan pérdidas hasta 60 cm² en el primer y segundo tercio, mientras que el tercer tercio presenta ganancias. Estos valores ratifican la superioridad de los riego con caudal intermitente sobre los método tradicional.

Palabras clave: caudal intermitente, escurrimiento, riego, sifón

Procedimiento para integrar la dimensión ambiental al sistema contable y financiero de la UCTB Estación Experimental Cabaiguán

Beatriz Díaz Rodríguez, José Luis Cruz Herrera, Glenia Lalcebo Jiménez

UCTB Estación Experimental Cabaiguán. Carretera Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, CP 62 410, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: contabilidad@eetcab.co.cu

La contabilidad, al igual que otras disciplinas, ha ignorado los efectos medioambientales de la actividad empresarial. En la literatura existe gran coincidencia sobre las limitaciones de las prácticas contables actuales para alcanzar una completa consideración de los impactos ambientales de las organizaciones. Ante esta realidad, se impone la consolidación de un enfoque económico acompañado de una nueva contabilidad en consonancia con las necesidades del entorno económico. Este enfoque supone un nuevo paradigma científico, por lo que irá seguido de profundos cambios en los propios fundamentos de la economía y la ciencia contable. En tal sentido, la contabilidad debe informar sobre las formas en que la organización afecta al medio ambiente. Lo expuesto anteriormente confirma la ineludible interdependencia entre la actividad económica y el medio ambiente. Esta relación de interdependencia no se había logrado alcanzar hasta épocas recientes cuando la economía ha empezado a preocuparse por el impacto de la actividad económica en el medio ambiente y donde la empresa, como agente determinante del ciclo productivo, tiene activo protagonismo en las actuaciones ambientales, pues es en este espacio donde los gestores empresariales deben contar con técnicas precisas para determinar, tanto el valor de los impactos de su actividad productiva, como los costos que habría de internalizar para eludir tales impactos o, al menos, minimizarlos tanto como la tecnología lo permita. El presente trabajo tuvo como objetivo proponer un procedimiento que integre la dimensión ambiental al sistema contable y financiero para fortalecer los procesos decisorios de la gestión ambiental empresarial.

Palabras clave: gestión ambiental, contabilidad ambiental, sistema contable financiero

Procedure to integrate the environmental dimension into the accounting and financial system of the UCTB Cabaiguán Experimental Station

Accounting, like other disciplines, has ignored the environmental effects of business activity. In the literature there is great agreement on the limitations of current accounting practices to achieve a full consideration of the environmental impacts of organizations. Faced with this reality, the consolidation of an economic approach is required, accompanied by a new accounting in line with the needs of the economic environment. This approach supposes a new scientific paradigm, reason why it will be followed by deep changes in the own foundations of the economy and the accounting science. In this sense, accounting should inform about the ways in which the organization affects the environment. The foregoing confirms the inescapable interdependence between economic activity and the environment. This relationship of interdependence had not been achieved until recent times when the economy has begun to worry about the impact of economic activity on the environment and where the company, as a determinant of the productive cycle, has an active role in environmental actions. It is in this space where business managers must have precise techniques to determine, both the value of the impacts of their productive activity, as well as the costs they would have to internalize to avoid such impacts or, at least, minimize them as much as technology allow. The objective of this paper was to propose a procedure that integrates the environmental dimension into the accounting and financial system to strengthen the decision-making processes of corporate environmental management.

Keywords: environmental management, environmental accounting, financial accounting system

Aplicación del fertilizante órganomineral Bio-Ht hybrid en el sustrato usado en la producción de posturas de tabaco en bandeja

Alejandro Rodríguez Núñez, Eric Alexander García Pérez, Anier Delgado Jiménez, Yoel Werler Vera, Adrián Humberto Ale García, Carlos Gerardo López

UCTB Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail:reserva8@eetcab.co.cu

El presente trabajo tiene como objetivo valorar la acción del fertilizante órgano mineral Bio-HT hybrid como elemento fundamental para la elaboración de sustratos para la producción de posturas de tabaco en bandeja con el fin mejorar la propiedades morfo fisiológicas de las posturas para que así sufra en menor intensidad el estrés post trasplante. El experimento se realizó en las áreas pertenecientes a la Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán, donde la variedad de tabaco que se utilizó fue la Santi Spiritus 2006 y se desarrolló un diseño de 6 tratamientos con 3 réplicas, se aplicó el BIO-HT hybrid según la dosis recomendada por el fabricante $3 \text{ kg } 1000 \text{ m}^{-2}$ (3 g m^{-2}) por m^2 , en combinación con diferentes sustratos de materia orgánica, cachaza, compost y gallinaza. La respuesta de las plántulas de tabaco al interactuar con los tratamientos en estudio en la etapa de crecimiento vegetativo se vieron favorecidos a los 45 ddt, fueron los tratamientos compost +BIO-HT y Gallinaza + Bio HT que tuvieron un mayor índice de diámetro del tallo y altura de la planta con respecto a el sustrato compuesto por cachaza y los que no estaban mezclado con el fertilizante órgano mineral, además también se vieron favorecidos los índices de área foliar(AF) y índice de área foliar (IAF) con la aplicación de Bio-HT en compost donde presentó diferencias estadísticas con respecto a los otros tratamientos en estudio.

Palabras clave: Bio-HT hybrid, semilleros, tabaco, sustrato

Application of organic binder fertilizer Bio-Ht hybrid in the substrate used in the production of tobacco posts in tray

The objective of this work is to evaluate the action of the organo mineral fertilizer Bio-HT hybrid as a fundamental element for the preparation of substrates for the production of tobacco postures in tray in order to improve the physiological morphological properties of the postures so that it suffers in lower intensity post transplant stress. The experiment was carried out in the areas belonging to the Tobacco Experimental Station of Cabaiguán, where the variety of tobacco that was used Santi Spiritus 2006 where

a design of 6 treatments with 3 replic was developed, and the BIO-HT hybrid was applied according to the dosage recommended by the manufacturer 3 kg / 1000 m² (3g m⁻²) per m², in combination with different substrates of organic matter, cachaza, compost and gallinaza. The response of tobacco seedlings to interact with the treatments under study in the stage of vegetative growth were favored at 45 ddt, were the compost + BIO-HT and Gallinaza + Bio HT treatments that had a higher diameter of the stem diameter and height of the plant with respect to the substrate composed of cachaza and the which were not mixed with the mineral organ fertilizer, in addition, foliar areal indexes (AF) and leaf area index (LAI) were also favored with the application of Bio-HT in compost where I present statistical differences with respect to the other treatments under study.

Keywords: Bio-HT hybrid, seedbeds, tobacco, substrate

Una experiencia para la superación postgraduada en el territorio central de Cuba: el diplomado “El cultivo del tabaco”

Nancy Hernández Almanza

UCTB Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba.

El Instituto de Investigaciones del tabaco, en particular la UCTB Experimental de Cabaiguán concibe dentro de sus prioridades la superación de posgrado, con el propósito de elevar y perfeccionar las competencias laborales de los profesionales del territorio para el desarrollo profesional de la organización y de los individuos. El objetivo general del trabajo es valorar el proceso y los resultados del diplomado: “El cultivo del tabaco” para el desarrollo profesional en el sector tabacalero en el territorio central. Para el logro de los objetivos, en la investigación se utilizaron los métodos del nivel teórico, empírico y estadístico-matemático. Se realizó el análisis del proceso a partir de los componentes didácticos y de los resultados obtenidos. Se corresponde con las concepciones pedagógicas y didácticas vigentes. La superación posgraduada mediante el diplomado: “El cultivo del tabaco” que se imparte y se transfieren al desempeño laboral en el territorio central, contribuye al desarrollo profesional de los individuos y a su vez de la organización.

Palabras clave: Superación posgraduada, desarrollo profesional, tabaco

Descripción del ciclo de vida de *Omiodes indicata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Crambidae) sobre tabaco (*Nicotiana tabacum* Lin.)

Leonardo Hurtado Luna.

Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: biologo@eetcab.co.cu

La protección fitosanitaria al tabaco (*Nicotiana tabacum* Lin.) en Cuba es una línea importante en el estudio de este cultivo. El estudio de especies consideradas plagas ocasionales es importante para prevenir explosiones poblacionales que comprometan los rendimientos agrícolas de este cultivo. *Omiodes indicata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Crambidae) ha sido reportada en varios cultivos y con menos frecuencia en tabaco. Durante 2017 se obtuvieron larvas de esta polilla sobre plántulas de tabaco en un semillero flotante y se completó su ciclo biológico, que duró 30 días, en jaulas de cría en condiciones similares. La duración promedio del estado de huevo fue de 4 días, se determinaron 5 instares larvales con una duración total 14 días el estadio de larva, el estadio de pupa duró 9 días. Los daños observados coinciden con los reportados para la especie en otros cultivos. La primera cópula se observó durante las primeras 12 horas después de la emergencia de adultos. El período de preovoposición duró 3 días, los huevos fueron depositados individualmente en el envés de las hojas. La duración del período de ovoposición varió entre 2 a 9 días. El total de huevos por hembra promedió 46.4, la fertilidad de los mismos fue del 86%. La longevidad promedio de los adultos fue 6.6 días para

las hembras y los 7.8 días para los machos. Se requieren estudios más amplios para ajustar los parámetros del ciclo biológico de esta especie sobre tabaco.

Palabras clave: ciclo de vida, *Omiodes indicata*, tabaco

***Omiodes indicata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Crambidae) life cycle on tobacco (*Nicotiana tabacum* Lin.)**

The plant protection study in tobacco (*Nicotiana tabacum* Lin.) is an important line for the development of this cultivation in Cuba. The study of species considered occasional pests is important to prevent its population outbreaks that commit the agricultural yields of this cultivation. *Omiodes indicata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Crambidae) has been reported in several cultivations and with less frequency in tobacco. During 2017 larvae of this moth were obtained tobacco plantlets in a floating nursery, and their biological cycle, which lasted 30 days, was completed in breeding cages under similar conditions. The duration average of the egg state was of 4 days, 5 larval instars were determined with a total extent of 14 days, the pupae state lasted 9 days. The observed damages correspond with those reported for the species in other cultivations. The first sexual mating was observed during the first 12 hours after the adult's emergency. Eggs lying were observed 3 days later, the eggs were placed individually in the back of the leaves. The duration of the period of egg lying varied among 2 to 9 days. The total of eggs for female averaged 46.4, with 86% average of fertility. Longevity average of the adults was 6.6 days for the females and the 7.8 days for the males. Wider studies are required to adjust the biological cycle parameters of this species on tobacco.

Keywords: life cycle, *Omiodes indicata*, tobacco

Implementación de un procedimiento para producciones más limpias en el cultivo del tabaco

Glenia Lalcebo Jiménez

UCTB Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba.

La presente investigación se realizó en la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) Estación Experimental Cabaiguán, con el objetivo de implementar un procedimiento para Producciones más Limpias en el cultivo del tabaco, que contribuya a mejorar la gestión ambiental, pues los beneficios potenciales de este pueden ayudar a la organización a dar respuesta a las demandas científico técnicas de la producción tabacalera en las provincias centrales del país, dentro de las cuales se encuentra la necesidad de disminuir los residuales químicos en el tabaco. En el desarrollo del estudio se aplicaron métodos y técnicas para la obtención y análisis de la información, tales como: observación directa, entrevistas, encuestas, análisis de documentos y registros, diagrama de Ishikawa, diagramas de flujo y coeficiente de Kendall. El procedimiento de Producciones más Limpias de (Rojas, 2011) constituyó una herramienta de trabajo para evaluar el desempeño ambiental y el manejo de residuos químicos. La correcta aplicación del procedimiento posibilitó la detección de las oportunidades de mejora de Producciones más Limpias para la Estación, su orden de prioridad y alternativas, permitiendo desarrollar producciones futuras ecológicamente sostenibles. Por otro lado, se dispondrá de información necesaria para dar solución a uno de los problemas ambientales de la región.

Palabras clave: gestión ambiental, *Nicotiana tabacum*, residuales químicos

Influencia de dos bioestimulantes foliares en la combustibilidad de la hoja de *Nicotiana Tabacum* L. cv. 'Criollo 2010'

Greisy Bárbara Leyva-Jiménez Roció Grechen Ramos Aquino Mayara Ramos Meneses Ismaray Gato Martínez

UCTB Estación Experimental de Cabaiguán. Carretera Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, CP 62410, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: reserva7@eetcab.co.cu

La combustibilidad es una de las propiedades más importantes de la hoja de tabaco y del producto terminado. La calidad de la combustión del tabaco depende fundamentalmente de la composición química del suelo, del agua, de los fertilizantes, bioestimulantes, del clima y del hombre. Se ha encontrado que los niveles de cloro y potasio en las hojas son factores fundamentales que inciden en esta propiedad. Niveles altos de cloro (mayor que 1%) repercuten negativamente en la combustibilidad, mientras que valores altos del contenido de potasio (entre 6 y 7%) influyen positivamente, y la relación (potasio/cloro) conveniente entre ambos debe ser mayor que 4. Este trabajo se realizó con el objetivo de determinar la influencia del Fitomas-E y el Bayfolam Forte en la combustibilidad de la hoja de *Nicotiana Tabacum* L cv 'Criollo 2010'. La Investigación se realizó en áreas de la Estación Experimental de Cabaiguán, campaña 2015-2016. Se utilizó la variedad comercial 'Criollo 2010'. Se realizaron análisis químicos para cuantificar cantidades de potasio y cloro, relación que influye en la combustibilidad. Los resultados mostraron que utilizando los dos bioestimulantes foliares se obtienen menores concentraciones de potasio y cloro con relación al testigo utilizado. Los valores de potasio son menores que los que establece la literatura lo que influirá negativamente en la combustibilidad, al igual que los valores de cloro determinados pues son mayores que los establecidos, que proporcionará obtener una relación K/Cl menor que 4, afirmando que los puros confeccionados con estas plántulas no presentarán adecuada capacidad de arder.

Palabras clave: bioestimulantes, cloro, combustibilidad, potasio, tabaco

Influence of two foliar biostimulants on the combustibility of the *Nicotiana Tabacum* L. cv. 'Criollo 2010' leaf

Flammability is one of the most important properties of the tobacco leaf and the finished product. The quality of tobacco combustion depends fundamentally on the chemical composition of soil, water, fertilizers, biostimulants, climate and man. It has been found that the levels of chlorine and potassium in the leaves are fundamental factors that affect this property. High levels of chlorine (greater than 1%) have a negative impact on combustibility, while high values of potassium content (between 6 and 7%) have a positive influence, and the convenient ratio (potassium / chlorine) between them must be greater than 4. This work was carried out in order to determine the influence of Fitomas-E and Bayfolam Forte on the combustibility of *Nicotiana Tabacum* L cv 'Criollo 2010' leaf. The research was conducted the Experimental Station of Cabaiguann, 2015-2016 campaign. The commercial variety 'Criollo' 2010' was used. Chemical analyzes were carried out to quantify quantities of potassium and chlorine, a relationship that influences the combustibility. The results showed that using the two foliar biostimulants, lower concentrations of potassium and chlorine were obtained in relation to the control used. The values of potassium are lower than those established in the literature, which will have a negative influence on the combustibility, as well as the chlorine values determined, since they are greater than those established, which will provide a K / Cl ratio of less than 4, stating that the cigars made with these seedlings will not have adequate burning capacity.

Keywords: biostimulants, chlorine, combustibility, potassium, tobacco

Uso de la turba ácida como enmendante natural para corregir la deficiencia férrica en los suelos tabacaleros

Rosmery Cruz Camacho, Lisette Monzón Herrera, Ailyn Villalón Hoffman, Héctor Leal Ortega, Jesús Carlos Baños Neyra, Leysi Álvarez Barrabí, Dailyn Reyes Atencio

UCTB Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba.

La degradación química de los suelos constituye uno de los principales problemas ambientales que se encuentran presente en los sistemas agrícolas de la Llanura Habana-Matanzas, ubicada en la zona

tabacalera de Partido. Esta afectación está relacionada en gran medida con los procesos de alcalinización, que tiene como consecuencia el aumento del pH, el contenido de calcio intercambiable, la relación Ca/Mg y otros cambios en las propiedades del suelo. Esta degradación química provoca que la disponibilidad de hierro en el suelo sea baja, limitando el desarrollo de plantaciones que proporcionen rendimientos adecuados y parámetros de calidad óptimos. En la actualidad se describen una serie de efectos bioestimulantes directos de la materia orgánica. La turba ácida es una buena propuesta debido a su residualidad ácida. El objetivo de este trabajo es evaluar las potencialidades de la turba ácida como enmendante para la corrección de la deficiencia férrica. Para el estudio se seleccionó un suelo Ferralítico Rojo compactado de $\text{pH} > 7.5$ caracterizado químicamente y se mezcló con dosis de 15, 30, 45 y $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de turba ácida. Al suelo enmendado se le determinó el pH en varios momentos del cultivo y se le monitoreó su aporte de hierro. Los resultados mostraron que la enmienda orgánica mejoró las propiedades del suelo. Disminuyó el pH de manera muy discreta y su aporte de hierro ayudó a garantizar una buena disponibilidad para evadir la deficiencia férrica puesto que el aporte nutricional de esta enmienda es mucho mayor que el efecto sobre la reacción redox del suelo, lo que permitirá que las plantas de tabaco nutricionalmente se desarrollen de manera adecuada.

Palabras clave: mejoramiento de suelos, tabaco, turba ácida

Use of acid peat as a natural amendment to correct iron deficiency on tobacco soils

The chemical degradation of soils constitutes one of the main environmental problems that are present in the agricultural systems of the Havana-Matanzas Plain, located at the tobacco zone of Partido. This affectation is largely related to the processes of alkalization, which has as a consequence the increase of pH, the interchangeable calcium content, the Ca/Mg ratio and other changes on soil properties. This chemical degradation causes that the availability of iron on the soil is low, limiting the development of plantations that provides adequate yields and optimal quality parameters. Currently, a series of direct biostimulatory effects of organic matter are described. Acid peat is a good proposal due to its acid residual. The objective of this work is to evaluate the potentialities of acid peat as an amendment for the correction of iron deficiency. For the study, a compacted Red Ferralitic soil with $\text{pH} > 7.5$ chemically characterized was selected and mixed with doses of 15, 30, 45 and $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ of acid peat. To the amended soil the pH was determined at various times of the crop and its iron supply was monitored. The results showed that the organic amendment improved the soil properties. The pH was very discreetly lowered and its contribution of iron helped to guarantee a good availability to evade the iron deficiency since the nutritional contribution of this amendment is much greater than the effect on the redox reaction of the soil, which will allow the tobacco plants nutritionally develop in an adequate form.

Keywords: soil improvement, tobacco, acid peat

Los policultivos: una alternativa para la reducción de plagas en un sistema de alternancia y rotación de cultivos con tabaco

Antonio Núñez Mansito

UCTB Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba.

Un problema crítico en la agricultura moderna es la pérdida de biodiversidad, la que llega a su máximo en forma de monocultivo. Hoy en día, ya nadie puede ocultar la magnitud catastrófica del problema de la degradación y el colapso de los agroecosistemas en muchas partes de América Latina y sus graves implicaciones. No obstante ante esta situación insostenible, grande y pequeños agricultores están demostrando que es posible mantener una producción agrícola eficiente, conservando la base de recursos que disponen mediante un bajo o nulo uso de insumos externos; utilizando técnicas alternativas, como la rotación de cultivos, la labranza mínima, la fertilización biológica y la asociación de cultivos o policultivos. La práctica de policultivos es ampliamente reconocida como una alternativa, entre otras, para enfrentar el reto de obtener cada día mayor producción agrícola en condiciones de fuerte restricciones de insumos, al mismo tiempo preservan y mejoran los recursos naturales sobre todo la

tierra, sostienen una mayor proporción de luz, agua y nutriente disponibles, una menor carga herbívora que los monocultivos, preservan poblaciones de enemigos naturales más estables debido a la disposición más continua de fuentes de alimentación y a una mayor diversidad de microhabitats. El objetivo del siguiente trabajo es demostrar cómo influye el policultivo en un sistema de alternancia y rotación de cultivos con tabaco en área fija por más de 37 años.

Palabras clave: tabaco, alternancia y rotación, policultivos, plagas

Efecto de la turba ácida en el pH del suelo y en el desarrollo del cultivar 'Criollo 98' producido en la zona de Partido

Ailyn Villalón Hoffman, Abdón Joaquín Trémols González, Lisette Monzón Herrera, Óscar Ricote Jorge, Alejandro Yraola Rodríguez, Juan Enrique Alonso Garay, Leysi Álvarez Barrabí, Dailyn Reyes Atencio

IIT. Cuba.

Uno de los problemas presentes en el proceso agrícola del tabaco producido en la zona de Partido es el incremento del pH del suelo. Esta situación afecta en gran medida la nutrición del cultivo pues elementos esenciales para su desarrollo como los microelementos, no se encuentran disponibles para la planta. Por esta razón, se realizó el presente trabajo, con los objetivos de evaluar el efecto de la turba ácida en el pH de los suelos Ferralíticos Rojos de la región tabacalera de Partido y en el desarrollo del cultivar comercial de tabaco Negro 'Criollo 98'. Para ello, se estableció un diseño experimental que incluyó el testigo de producción y dos métodos de aplicación de tres dosis de la turba ácida como enmendante orgánico. Las siete variantes se replicaron tres veces y se evaluaron varios parámetros como la altura de las plantas (cm), el diámetro del tallo (cm), el largo y el ancho de las hojas (cm), la masa fresca y la masa seca (g), el contenido de clorofila (unidades SPAD), la composición química foliar (en % para macroelementos y en mg/kg para los micronutrientes), la elasticidad (mm), la combustibilidad (s), el color de la ceniza (puntos) y el rendimiento en clases (%). Por los resultados obtenidos podemos concluir que la variante 3 promovió un mejor crecimiento y composición foliar en el centro fino a partir de una mayor efectividad en la nutrición del cultivo, las mayores reducciones de pH y relación Ca/Mg en el suelo, así como buenos porcentajes del rendimiento en clases de exportación.

Palabras clave: pH del suelo, tabaco, turba ácida

Effect of acid peat on soil pH and yield of 'Criollo 98' variety produced in Partido zone

One of the most important problems present in agrarian tobacco process produced at Partido zone is the increment of soil pH. This situation affects the nutrition crop because the essential elements for tobacco growing are not disposable for the plant. For this reason the present research was carried out with the aim to evaluate the effect of acid peat on soil pH and yield of 'Criollo 98' variety produced in Partido zone. An experimental design was established with production witness and three doses of acid peat like organic amendment applied with two methods: superficial and at the bottom of the groove for a total of seven treatments replied three times. The height plant (cm), stem diameter (cm), large of leaves (cm), wide of leaves (cm), fresh weight (g), dry weight (g), chlorophyll content (SPAD unity), foliar chemical composition (in % for the macroelements and mg/kg for the microelement), elasticity (mm), combustibility (s), color of the ashes (points) and classes yield percentages were the variables evaluated. For the results obtained we can conclude that the best response of the plant was obtained with the treatment 3 because promotes the major growing and foliar chemical composition based on the improvement of crop nutrition and the properties of the soil.

Keywords: acid peat, soil pH, tobacco

Nivel de implementación del Manejo Integrado de Plagas en la Empresa de Cigarrillos Lázaro Peña

Sandra Elaine Vargas Rodríguez, Amaury Borges Miranda, Yatelier Hernández Santana, Yudeyki Almuiña Guerra, Deliany González Hernández, Daniel Correa Ferrán

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

El cultivo del tabaco en Cuba tiene como producto final la elaboración del mejor Habano del mundo. Para lograr este fin es necesario el tránsito por dos fases: la primera es cultivar la planta y la segunda, los procesos post-cosecha. Esta última, al igual que la fase agrícola, es infestada por insectos plagas que ocasionan grandes pérdidas económicas. El Manejo Integrado de Plagas es una herramienta importante en la industria del tabaco, pues propone alternativas de control que no se limitan únicamente al uso de plaguicidas, sino también tomar ventajas de las acciones preventivas. El objetivo de este trabajo es conocer el nivel de implementación del control de plagas en el proceso productivo de la Empresa de Cigarrillos Lázaro Peña. El estudio se efectuó en dos fases, la primera fase: consistió en determinar el método de control de plagas utilizado. En la segunda fase se realizó el diagnóstico sobre el método utilizado. La metodología fue la observación participante a través de entrevistas, encuestas y la recopilación de toda la información disponible. El diagnóstico permitió conocer el estado actual de la eficiencia del control de plagas y la capacitación de los directivos y trabajadores. La empresa tiene como estrategia de control el Manejo Integrado de Plagas y en su implementación obtuvo un valor de 4.58, lo que corresponde a la categoría de bueno a excelente. Con estos resultados se logran reducir las pérdidas físicas y en valores hasta 90 %. Estos resultados pueden tomarse como referencia, para las evaluaciones en otros establecimientos de procesos de la pre-industria e industria del tabaco.

Palabras clave: cigarrillos, Manejo Integrado de Plagas, tabaco almacenado

Fertilización con nitrato de amonio al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el municipio de Cabaiguán

Carlos Gerardo López Miranda

UCTB Estación Experimental del Tabaco. Carretera Santa Lucia km 2, Cabaiguán, Sancti Spiritus, Cuba.

En esta investigación se presentan los resultados de la aplicación de diferentes dosis de fertilizante nitrogenado (Nitrato de Amonio 34 %), en la finca "Caña Piña" ubicada en el municipio Cabaiguán de la provincia Sancti Spiritus con el propósito de determinar la dosis más efectiva en los rendimientos del maíz. Se empleó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos (50, 100, 150 y 200 kg ha⁻¹ y testigo), y tres réplicas, sobre un suelo Pardo Sialítico sin Carbonato, ubicándose en parcelas de 68 m². Se determinaron los parámetros morfoagronómicos (altura de la planta, número de hojas, número de hileras de granos por mazorca, número de granos por hilera maíz, número de granos por mazorca, masa de 100 granos, área foliar, masa fresca y masa seca) y los índices fisiológicos de crecimiento (índice área foliar, relación o razón de área foliar, tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento relativo, tasa absoluta de crecimiento) y el rendimiento, para los cinco tratamientos. La investigación demostró que la dosis de 150 kg ha⁻¹ fue el tratamiento que mostró los valores más altos en los diferentes parámetros morfoagronómicos evaluados, superando en 2.41, 3.44, 4.59 y 5.15 t ha⁻¹ a los tratamientos 200, 100, 50 kg ha⁻¹ y testigo respectivamente. De igual manera la dosis de 150 kg ha⁻¹ fue la más favorecida en los índices de crecimiento con TCR, TAC y TAN superiores al resto de los tratamientos.

Palabras clave: fertilización, maíz, rendimiento

Software para el diagnóstico nutricional y de cosecha en el cultivo del tabaco

Javier Izquierdo Lezcano, Ignacio Valdés Sánchez, Alejandro Izquierdo Medina

UCTB. Estación Experimental del Tabaco (E.E.T.), Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río, Cuba. e-mail: informatico@eetsj.co.cu

El tabaco cultivado bajo tela, requiere de diagnósticos de mayor precisión para la recomendación de la cosecha y el curado, esto se logra con una serie de resultados de la investigación relacionados con la madurez y la calidad del curado de las hojas según parámetros como: la clorofila, la amplitud de las temperaturas, la resistencia al estrés postcosecha de las hojas y los contenidos de nitratos y concentración osmótica en savia del pecíolo. El trabajo se realizó en la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez, con el objetivo de disponer de una herramienta automatizada que nos permite de forma rápida, evaluar la capacidad de suministro del suelo, conocer el estado nutricional de las plantas, determinar la efectividad de las prácticas de fertilización tener almacenado los datos para realizar posteriores análisis del estado de los suelos y las necesidades de incorporación de nutrientes al mismo. Para el desarrollo de esta aplicación se empleó el Visual Basic.net 2010, Framework 3,5.

Palabras clave: software, diagnóstico nutricional, tabaco

Publicaciones digitales de la UCTB Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán: una alternativa para la comunicación científica

Ramiro Agras Hechavarría, Beatriz Díaz Rodríguez, Yulema Hernández Bernal, Madeleine Jacomino Hernández

UCTB Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán, Carretera a Santa Lucía km 2, Cabaiguán, provincia Sancti Spiritus, e-mail: informatico@eetcab.co.cu, ragras87@gmail.com

El desarrollo vertiginoso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, y con esto, la incorporación extensiva de Internet en todos los ámbitos de la sociedad, ha provocado en centros de investigación y universidades incrementar considerablemente el flujo de información científica. Almacenar la documentación correspondiente a resultados investigativos obtenidos en el centro, manipular con rapidez este gran cúmulo de información, acceder sin limitaciones a la literatura con carácter científico técnico y romper las restricciones y dependencia de Internet, representan algunas de las necesidades para nuestro centro de investigación. Ante esta situación, la UCTB Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán desarrolló la revista digital *Nicotiana Tabacum L*, con la finalidad de proporcionar a los usuarios potenciales información de acceso abierto que facilite la difusión y aplicación de los resultados de la investigación científica en el cultivo del tabaco. El diseño e implementación de la revista digital se realizó sobre la plataforma de Open Journal System, que permite realizar vía web la gestión de todo proceso editorial. Constituye una excelente herramienta de producción y actualización de contenidos científicos en manos de los investigadores, docentes, especialistas y técnicos, lo que les permite revisar y manejar con mayor rapidez grandes volúmenes de información proporcionando de esta forma el intercambio científico, la socialización, la generación de conocimiento así como la visibilidad del trabajo científico desarrollado en el centro.

Palabras clave: *Nicotiana tabacum* L., acceso abierto, comunicación científica, Open Journal System, revistas científica, revista digital

Digital publications of the UCTB Tobacco Experimental Station of Cabaiguán: an alternative for scientific communication

The rapid development of information and communication technologies, and with this, the extensive incorporation of the Internet in all areas of society, has caused research centers and universities to significantly increase the flow of scientific information. Store the documentation corresponding to research results obtained in the center, quickly manipulate this large amount of information, access the scientific literature without limitations and break the restrictions and dependence on the Internet, represent some of the needs for our research center. In view of this situation, the UCTB Experimental Station of Tobacco of Cabaiguán developed the digital magazine *Nicotiana Tabacum L*, with the purpose of providing potential users with open access information that facilitates the dissemination and application of the results of scientific research in the cultivation of tobacco. The design and implementation of the journal was carried out on the Open Journal System platform, which allows the

management of any editorial process via the web. It is an excellent tool for the production and updating of scientific content in the hands of researchers, teachers, specialists and technicians, allowing them to review and handle large volumes of information faster, thus providing scientific exchange, socialization, generation of knowledge as well as the visibility of the scientific work developed in the center.

Keywords: *Nicotiana tabacum* L., open access, scientific communication, Open Journal System, scientific journals, digital magazine

El extensionismo agrícola y su vinculación con el cultivo del tabaco

Juan Antonio López González

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero. km 22½ Carretera Panamericana. San Juan y Martínez. Pinar del Río. Cuba. CP 2300
e-mail: extensionismo4@eetsj.co.cu

La relevancia social del extensionista se reconoce por su papel de portador de cambio social y económico en los ámbitos local y regional; con respeto a los valores tradicionales de la comunidad, dentro del contexto de los nuevos retos y necesidades. El extensionista es un comunicador, conocedor de la realidad rural, que combina métodos, conocimientos y tecnologías alternas. Su trabajo se sustenta en la participación, confianza, dialogo y respeto a los valores culturales de los productores. Los cambios globales han tenido un gran impacto en el sector agrario cubano, el que a su vez ha tenido que hacer ajustes esenciales como vías para elevar la producción agraria en el nuevo contexto. La aparición de nuevas formas sociales de organización y la diversificación de la producción han tenido como consecuencias, la ampliación del radio de acción del Ministerio de la Agricultura (MINAG) en cuanto al número de productores involucrados en el proceso productivo y sus necesidades de información. El objetivo principal del extensionismo agrícola en el Instituto del Tabaco es poner la ciencia y la innovación tecnológica en función del desarrollo tabacalero cubano. Como resultados de ello se reconoce la introducción de las nuevas tecnologías: Introducción de nuevos cultivares, producción de plántulas, tecnologías de fertilización, cultivo en doble hileras, uso de abonos verdes e inhibidores de hijos para tabaco entre otras. Lo cual permite aumentar los niveles de producción de los productores y empresas tabacaleras, sus rendimientos y calidad. Socialmente aumentaría su bienestar a partir de los resultados a obtener y se adquirirá mayor nivel de conocimiento a partir de la impartición de seminarios, talleres, conferencias, etc., sobre las diferentes temáticas.

Palabras clave: extensionismo, productores, tecnologías, tabaco

Agricultural extensionism and its link with the cultivation of tobacco

The social relevance of the extension agent is recognized by its role as a carrier of social and economic change at the local and regional levels; with respect to the traditional values of the community, within the context of the new challenges and needs. The extensionist is a communicator, aware of rural reality, who combines methods, knowledge and alternative technologies. Their work is based on participation, trust, dialogue and respect for the cultural values of the producers. The global changes have had a great impact on the Cuban agrarian sector, which in turn has had to make essential adjustments as ways to raise agricultural production in the new context. The emergence of new social forms of organization and the diversification of production have had as consequences, the extension of the scope of action of the Ministry of Agriculture (MINAG) in terms of the number of producers involved in the production process and their information needs. The main objective of agricultural extensionism in the Tobacco Institute is to put science and technological innovation in function of Cuban tobacco development. As a result, the introduction of new technologies is recognized: Introduction of new cultivars, seedling production, fertilization technologies, double row cultivation, use of green fertilizers and inhibitors of children for tobacco, among others. This allows to increase the production levels of tobacco producers and companies, their yields and quality. Socially it would increase their well-being based on the results to be obtained and a higher level of knowledge will be acquired from the delivery of seminars, workshops, conferences, etc., on the different topics.

Keywords: extension, producers, technologies, tobacco

Efecto de la longitud de la columna de tabaco combustionada sobre el desempeño analítico del procedimiento de fumado mecánico de puros Habanos cubanos

Amaury Borges Miranda, Christian Shultz, Juan Jiménez Chacón, Manuel Álvarez Prieto, Carlos Pérez Martínez

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

El fumado mecánico de puros permite analizar de forma normalizada internacionalmente el contenido de algunos compuestos nocivos como: nicotina, tar, agua y monóxido de carbono en el humo, los cuales son regulados y pueden impedir la comercialización del producto. Los famosos puros Habanos, hechos mano, tienen características que deterioran los parámetros del desempeño del procedimiento, sobre todo por sus dimensiones muy variables. El objetivo del trabajo fue, comparar los parámetros de desempeño del método puros del mismo diámetro en dos condiciones: 1- fumar solo una parte de la longitud del puro y estimar las emisiones totales del puro mediante el contenido de precursores en el producto completo; 2- fumando el puro completo. Los tabacos participantes en el estudio se seleccionaron siguiendo los principios del diseño completamente aleatorizado, en un arreglo trifactorial combinando 3 diámetros (19.84 mm; 16.67 mm y 15.08 mm), tres longitudes (124, 165 y 192 mm) y tres fortalezas sensoriales (suave, medio y fuerte). Fumando solo una parte del puro, mejoran los coeficientes de variación de todos los compuestos analizados y se sobre-estiman las concentraciones de las emisiones. A mayor diferencia entre la longitud fumada y el tamaño real del puro, la sobre-estimación es mayor. Los resultados sugieren que: fumar solo una parte de la longitud del puro puede brindar resultados más precisos, se ahorra tiempo de análisis, reactivos y materiales de laboratorio. Se puede calcular el contenido de las emisiones de todo el puro, a partir de la concentración de precursores en el tabaco.

Palabras clave: productos naturales

Effect of the length of burnt tobacco rod on the performance parameters of the mechanical smoking method of Habanos cigars

Mechanical smoking of cigars allows for an internationally standardized analysis of their harmful smoke emissions, namely: nicotine, tar, water and carbon monoxide. Existing regulations on the levels of these compounds can be barriers against the commercialization of cigars. The famous Habanos are hand-made and have very variable dimensions; which deteriorates the performance of the analytical procedure. In this work, performance parameters of the analytical method applied to cigars of the same diameters in two situations were compared: 1- the mechanically smoking of only a part of the cigar length and estimating total smoke emissions through the content of tobacco precursor substances in the whole product; 2- mechanically smoking the entire product. Long-filler cigars participating in this study were chosen following the principles of a completely randomized design in a three factorial arrangement combining three diameters (19.84 mm; 16.67 mm; 15.08 mm), three lengths (124, 165 and 192 mm), and three sensory impacts (light, medium, full). It was attained an improvement of the coefficients of variation for all assessed compounds analyzing only a part of the cigar, meanwhile, the content of the smoke emissions were overestimated. The bigger the difference between the length smoked and the real cigar length, the higher the overestimation. The results suggested that: smoking only a portion of the long-filler cigars can improve precision, while analysis time, reagents and other laboratory materials are saved. The content of smoke emissions in the whole cigar length may be calculated using the concentration of tobacco precursors.

Keywords: long-filler cigars, mechanical smoking, yield of smoke components, tobacco

Manejo Integrado de Plagas: una alternativa para la industria tabacalera

Yudeyki Almuiña Guerra, Deliany González Hernández, Sandra Vargas Rodríguez, Yatelier Hernández Santana, Daniel Correa Ferrán, Dairon Rodríguez Guzmán, Lisay Barrios Cossio

Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera a Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.

Actualmente con el cambio climático se ha despertado una alarma, respecto a la aparición de nuevas plagas que pueden afectar al tabaco post-cosecha, y causar considerables pérdidas económicas si no se manejan correctamente. Sin embargo, debido a los problemas de contaminación ambiental y de insecto resistencia, la estrategia para el control de las plagas ha cambiado, se emplea el Manejo Integrado de Plagas, con énfasis en la prevención y utilizando plaguicidas solo en casos de infestación intensa. Es por lo que los objetivos del presente trabajo son establecer la estrategia de aplicación de los plaguicidas en los diferentes procesos del tabaco y los métodos preventivos para evitar la contaminación de plagas post cosecha. Los experimentos se realizaron en casas de cura, almacenes, materias primas y producto terminado con o sin aplicación de insecticidas y realizando o no limpieza general a los locales. Los controles de los niveles de infestación se efectuaron con trampas de feromonas. Las casas de cura deben fumigarse con Actellic® 50 E.C 15 días antes del ensarte del tabaco y su limpieza general se realiza en este periodo y cuando se retire el tabaco. Los almacenes serán fumigados una vez al mes en el siguiente orden: Actellic- Pibutrin- Fosfamina- Actellic, evitando el incremento residual de los plaguicidas empleados. El tabaco en rama y la capa se fumigan en ciclos de 30 días después de la primera aplicación y los tabacos torcidos, por primera vez, antes del acondicionamiento en el escaparate. Posteriormente los destinados a la exportación en ciclos de 45 días y los de consumo nacional cada 30 días. El tabaco solo es fumigado en caso de que los niveles de infestación sean tan elevados que no puedan ser controlados con acciones preventivas.

Palabras clave: fumigación, infestación, limpieza, plagas, tabaco

Integrated pest management: an alternative for the tobacco industry

At present, with the climate change, an alarm has been raised regarding to the introduction of new pests that may affect post-harvest tobacco, causing considerable economic losses if not handled correctly. However, due to the problems of environmental contamination and insect resistance, the strategy to control them has changed, using Integrated Pest Management, with emphasis on prevention and using pesticides only in cases of intense infestation. Therefore, the objectives of the present work are to establish the strategy for the application of pesticides in the different tobacco processes and preventive methods to avoid the contamination of post-harvest pests. The experiments were carried out in curing houses, warehouses, raw materials and finished products with or without the application of insecticides and whether or not general cleaning of the premises was carried out, the controls of the levels of infestation were made with pheromone traps. Curing houses must be fumigated with Actellic® 50 E.C 15 days before tobacco string and general cleaning is carried out in this period and when the tobacco is removed. The warehouses will be fumigated once a month and using the following order: Actellic-Pibutrin- Fosfamina- Actellic, avoiding the residual increase of the pesticides used. The tobacco leaf and the layer are sprayed in cycles of 30 days after the first application and the cigars twisted for the first time before conditioning in the showcase; subsequently, those destined for export in 45-day cycles and those for national consumption every 30 days. Tobacco is only fumigated in case the levels of infestation are so high that they can not be controlled with preventive actions.

Keywords: cleaning, fumigation, infestation, pests, tobacco

Comportamiento del hidropriming en la germinación y vigor de las semillas de *Nicotiana tabacum* L.

Mayara Ramos-Meneses, Juan Luis Pérez-Rodríguez, Rocio G. Ramos Aquino, Greisy B. Leiva, Erinelvis Rodríguez, Isidoro Martínez

UCTB Estación Experimental Cabaiguán. Carretera Santa Lucía, km 2, Cabaiguán, CP 62410, Sancti Spíritus, Cuba. e-mail: mrmeneses92@gmail.com, reserva1@eetcab.co.cu

El vigor puede ser mejorado a través de tratamientos que “preparan” a la semilla para el proceso de germinación (conocido en inglés como priming). El priming es una técnica mediante la cual se controla la hidratación de la semilla, hasta el primer paso del proceso de germinación. Al terminar este paso, se detiene la emergencia de la radícula por un proceso de deshidratación. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del hidropriming en la germinación y vigor de las semillas de *Nicotiana tabacum* L. Para ello se efectuaron los experimentos empleando agua destilada como medio de tratamiento y variando los tiempos de hidratación (0, 24, 32 y 36h). A las semillas tratadas se les determinó Potencia germinativa, se evaluó su vigor al determinar el tiempo en que tardaban en alcanzar el 50% de su Potencia germinativa final y su uniformidad, tanto en condiciones de germinación normales (30 °C) como a altas temperaturas (40 °C) y a salinidad elevada (125 mmol L⁻¹). Los resultados indicaron que las semillas alcanzan condiciones de mayor potencia germinativa, vigor y uniformidad cuando son hidratadas durante 32 h consecutivas con agua destilada.

Palabras clave: hidropriming, vigor, germinación, semillas

Estado actual e importancia de las especies silvestres del género *Nicotiana* en Cuba

Erinelvis Rodríguez Hernández, Juan Luis Pérez Rodríguez

UCTB Estación Experimental. Carretera Santa Lucía km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus, Cuba.

El género *Nicotiana* es un miembro de la familia de las Solanáceas y se compone de 76 especies reconocidas hasta la actualidad. El intercambio de genes entre especies, la anfidiplodización de híbridos interespecíficos a nivel de género, sección y especie, así como la diferenciación genética al azar debido al aislamiento geográfico y las mutaciones espontáneas, tuvieron un papel importante en la evolución del género *Nicotiana*. El objetivo del presente trabajo es brindar información sobre la diversidad, origen, clasificación taxonómica e importancia de las especies silvestres del género *Nicotiana*, tomando en consideración las principales investigaciones realizadas a nivel mundial a partir del creciente interés que estas especies generan. La atención sobre la variabilidad genética de *Nicotiana* ha aumentado en los últimos años como respuesta, tanto a las estrechas reservas genéticas que permanecen dentro de los grupos de germoplasma élites de las variedades comerciales, en los cuales se basan los programas de mejoramiento, como al desarrollo de productos del tabaco con una reducción de sus características perjudiciales. Hoy en día existe un incremento en el uso de especies silvestres de *Nicotiana* en la producción de proteínas de utilidad comercial, en la utilización de la nicotina, alcaloide presente en la mayoría de las especies, como insecticida natural y en el renovado uso de extractos de sus hojas en la medicina debido a las propiedades antimicrobianas y antifúngicas que presentan.

Palabras clave: especies silvestres, germoplasma, nicotiana, tabaco

Current state and importance of the wild species of the *Nicotian* gender in Cuba

The genus *Nicotiana* is a member of the *Solanaceae* family and is composed of 76 species recognized until today. The exchange of genes between species, the amphidiplodization of interspecific hybrids at the genus, section and species level, as well as random genetic differentiation due to geographic isolation and spontaneous mutations, played an important role in the evolution of the *Nicotiana* genus. The objective of this work is to provide information on the diversity, origin, taxonomic classification and importance of the wild species of the *Nicotiana* genus, taking into consideration the main research carried out at a global level based on the growing interest generated by these species. The attention on the genetic variability of *Nicotiana* has increased in recent years as a response, both to the narrow genetic reserves that remain within the elite germplasm groups of the commercial varieties, on which the breeding programs are based, as well as to the development of tobacco products with a reduction in their harmful characteristics. Today there is an increase in the use of wild species of *Nicotiana* in the production of commercially useful proteins, in the use of nicotine, alkaloid present in most species, as a

natural insecticide and in the renewed use of extracts of its leaves in medicine due to the antimicrobial and antifungal properties they present.

Keywords: wild species, germplasm, nicotiana, tobacco

Mejoras en el proceso de acopio y beneficio de la variedad de tabaco 'Sancti Spíritus 2006'

Adrián Humberto Alé García, Niliet González Pérez

UCTB Estación Experimental del Tabaco, Carretera Santa Lucía km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus.
e-mail: reserva4@eetcab.co.cu

Con un entorno cada vez más desarrollador y en ascenso, la política económica cubana intenta establecer alternativas que permitan a corto, mediano y largo plazo un incremento de ingresos estable y la sustitución de importaciones. De ahí que potenciar renglones de mayor importancia económica sea prioritario en su agenda. El tabaco requiere de un seguimiento estricto, en su fase de cultivo y poscosecha, el cumplimiento de la disciplina tecnológica es necesario para la obtención de los buenos resultados en la calidad final del producto al que aspira el cliente. La provincia Sancti Spíritus, en región central de Cuba, está considerada entre las tres zonas de mayor producción tabacalera del país, con un extenso uso de la variedad de tabaco negro cultivado al sol y recolectado en palo 'Sancti Spíritus 2006'. En los últimos años se vienen evidenciando problemas en el manejo poscosecha del tabaco, principalmente dentro del proceso de acopio y beneficio. El objetivo de esta investigación fue mejorar el comportamiento de este proceso de la variedad 'Sancti Spíritus 2006' en las escogidas de la provincia. Se aplicó la metodología vigente en el Instructivo Técnico para el Acopio y Beneficio del Tabaco Negro al Sol en Palo, y se obtuvieron los tiempos de añejamiento, de fermentación y de todos los demás subprocesos, se realizaron pruebas físico-químicas tales como: contenido de nicotina para comprobar la fortaleza, la combustibilidad, proteínas totales y elasticidad y se compararon los resultados con los obtenidos con las nuevas prácticas, se estableció en cada caso los valores idóneos para la variedad en estudio. Se transformó y enriqueció el proceso de acopio y beneficio en esta variedad. Se contará con nuevas tecnologías preindustriales que influirán positivamente en la mejora del rendimiento y la reducción de las mermas durante el proceso.

Palabras clave: acopio y beneficio, proceso, tabaco, variedad