

BOLETÍN DEL PROGRAMA NACIONAL SECTORIAL DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS

Año 9 (número 50)
Ene-Feb de 2015

- 2** Acuaponía
- 5** Aplicación de microorganismos benéficos en agricultura protegida
- 8** Calidad de la fibra de coco desde el origen: Criterios para un sustrato agrónomicamente útil
- 11** Avisos:
 - Libro sobre el complejo moscas blancas-virus
 - Expoferia

ACUAPONÍA

Alessandro Colagrosso Fittipaldi
tikitalia@gmail.com

La acuaponía es una técnica de cultivo agropecuaria en la cual se obtienen peces y hortalizas en un mismo sistema de producción. Es la combinación de un subsistema de acuicultura de recirculación con un subsistema hidropónico en el cual las plantas reciben la mayoría de los nutrientes necesarios para su crecimiento directamente del agua de cultivo de los peces. Las excretas de los peces son ricas en nutrientes para las plantas pero tóxicas para los peces mismos.



Foto 1. Hortalizas cultivadas en sistema acuapónico.

En un sistema acuapónico las plantas filtran estas sustancias, las cuales han sido previamente tratadas por bacterias benéficas. Las bacterias convierten las excretas de los peces en compuestos más aprovechables para las plantas y menos tóxicos para los peces.

Este sistema de cultivo ha sido ampliamente explotado a nivel comercial y casero alrededor del mundo debido a sus ventajas: reduce el consumo del agua en los cultivos a través del sistema de recirculación, genera una mayor sanidad de las hortalizas porque al no poder utilizar pesticidas de origen químicos debido a la presencia de peces en el sistema, exige nuevas alternativas de fitoprotección. Además, representa un ahorro en el proceso productivo pues la mayoría de los nutrientes para las hortalizas son producidos por los peces.

La acuaponía representa no solo una fuente completa de alimentos de alta calidad, sino también una oportunidad para mejorar las condiciones socioeconómicas del ser humano, contribuyendo a la vez con la seguridad y soberanía alimentaria.

Instalación de un sistema acuapónico

Para instalar un sistema de producción acuapónico a escala mediana o comercial se necesitan los siguientes componentes:

- El tanque de los peces, el cual se recomienda sea de plástico, fibra de vidrio o concreto.
- La bomba de agua, es el motor del sistema y garantiza la recirculación del agua.
- La bomba de aire, la cual es necesario mantenerla en función las 24 horas del día, garantizando el oxígeno que los peces necesitan.
- Los sistemas de cultivos hidropónicos. Los cuales pueden ser los sistemas de camas con sustrato sólido, sistemas de raíz flotante y técnicas de solución nutritiva recirculante (NFT).
- El biofiltro, que es un contenedor que alberga materiales porosos para ofrecer

una considerable superficie a las bacterias. Es un componente opcional en aquellos sistemas acuapónicos que usan camas con sustratos sólidos, pero resulta indispensables para los sistemas de raíz flotante o los de solución nutritiva recirculante (N.F.T.).

- El tanque de sedimentación. Su función es retener las partículas disueltas y se recomienda en los cultivos comerciales o a gran escala.

Manejo de un sistema acuapónico

Una vez construido el sistema acuapónico del tamaño deseado, es necesario seguir el siguiente orden:

Los peces son los primeros organismos en entrar al sistema, sus excretas favorecen la colonización de las bacterias nitrificadoras que a su vez crean las condiciones óptimas para la siembra de las plantas. Se puede optar por peces ornamentales o comestibles. Lo más importante es escoger la especie que más se adapte a la temperatura y la calidad de agua del sistema construido. La tilapia es la especie más utilizada en los sistemas acuapónicos. Una vez liberados los peces en el tanque, las bacterias nitrificadoras (*Nitrosomonas sp.* y *Nitrobacter sp.*) que se encuentran libremente en la naturaleza empiezan a colonizar los sustratos de forma natural y espontánea.

En un sistema acuapónico se puede detectar la presencia de esas bacterias, o mejor dicho su actividad, a través de un análisis del agua, observando los niveles de amonio, nitritos y nitratos. Las bacterias *Nitrosomonas sp.* son las primeras en colonizar el sistema y las encargadas de transformar el amonio en nitrito. De esta forma, la concentración de amonio tiende a bajar y aumenta el nivel de nitritos; a este punto comienzan a aparecer las bacterias *Nitrobacter sp.*, que transforman los nitritos en nitratos.

El sistema se dice maduro cuando los niveles de amonio y nitritos son bajos y los niveles de nitratos empiezan a subir, al alcanzar el rango de 20 a 40 partes por millón de nitratos, se puede empezar a sembrar las plantas. En los acuarios se pueden conseguir test de análisis de agua, fácilmente utilizables.



Foto 2. Materiales para análisis colorimétrico del agua de cultivo.

Las plantas son los últimos organismos que entran en un sistema acuapónico. Se pueden escoger entre una amplia variedad de hortalizas, hierbas aromáticas y ornamentales. Algunas plantas pueden presentar coloraciones típicas de carencia de algún nutriente, en este caso se pueden utilizar abonos foliares o soluciones hidropónicas, las cuales no comprometen la salud de los peces.

Manejo de plagas

Al igual que los cultivos agrícolas convencionales, también los cultivos acuapónicos sufren pérdidas por los ataques de plagas y enfermedades. En los cultivos acuapónicos no se pueden utilizar pesticidas y fungicidas de origen químico porque son altamente tóxicos para los peces, por lo que se recomienda aplicar el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP). El manejo integrado de plagas y enfermedades es un conjunto de técnicas utilizadas para reducir los ataques de las plagas y las enfermedades que afectan los cultivos. El policultivo, la rotación de cultivos y el control biológico, son algunas

de las técnicas MIP compatibles con los sistemas de cultivo acuapónicos.

La acuaponía y los cultivos en ambiente protegido

Los cultivos acuapónicos son compatibles con los cultivos en ambiente protegido. Con la implementación de ambas técnicas de cultivo se reducen los ataques de plagas o enfermedades a los cultivos, se elimina la depredación de los peces por parte de aves. Otra ventaja de desarrollar la acuaponía bajo “invernadero” es que se evitan en la estación lluviosa, las pérdidas de nutrientes disueltos en el agua a causa de las precipitaciones. Además en los cultivo en ambiente protegido es fácil encontrar algunos de los componentes de un sistema acuapónico como bomba de agua, sistemas hidropónicos, tanque de agua, entre otros.



Foto 3. Sistema hidropónico NFT en ambiente protegido, fácilmente adaptable a la acuaponía.

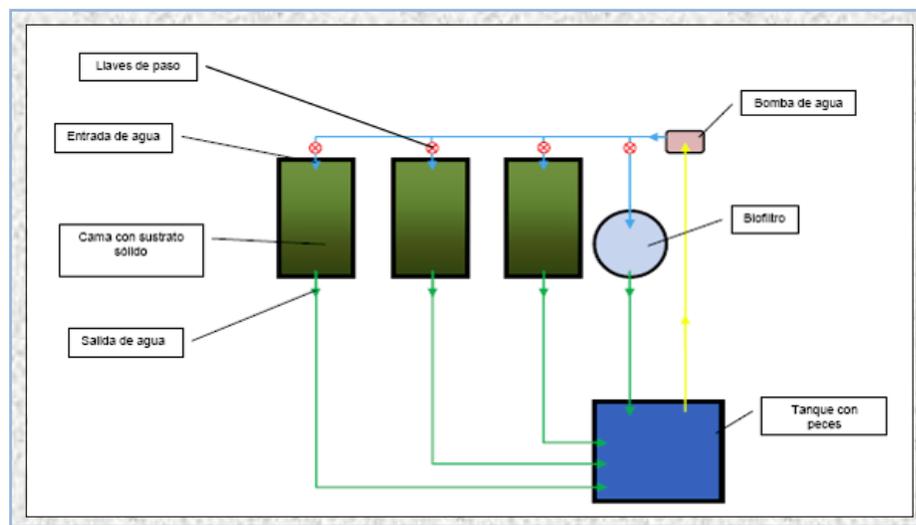


Figura 1. Esquema de un sistema acuapónico y su funcionamiento: al activarse la bomba, el agua es dirigida desde el tanque de los peces hasta la bomba (líneas amarilla). Luego la bomba distribuye el agua a las camas y al biofiltro (líneas azules) y con las llaves de paso, se puede regular el caudal de agua en las entradas. Al pasar a través de las camas y del biofiltro, el agua es filtrada y luego devuelta nuevamente al tanque de los peces (líneas verdes). (Las líneas de color representan las tuberías y las flechas indican la dirección del flujo de agua). Esto es un sistema acuapónico a pequeña escala para fines didácticos. Los sistemas acuapónicos pueden ser diseñados según las exigencias.

APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA PROTEGIDA

Jaime Brenes Madriz

jabrenes@itcr.ac.cr

Centro de Investigaciones en Biotecnología, Instituto Tecnológico de Costa Rica

El suelo es el mejor sustrato natural para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, siempre y cuando este se encuentre en un equilibrio de nutrientes, disponibilidad de agua, aireación, pH y microorganismos benéficos. El uso continuo del suelo en la agricultura produce un desgaste de sus propiedades, lo que obliga a la incorporación de enmiendas, abonos y todas aquellas prácticas, que vengan a corregir este desbalance.

Cuando el agricultor o empresario, toma la decisión de construir un invernadero, lo hace pensando en incrementar la producción y mejorar la calidad del producto final. Este costo de inversión debe de ser recuperado por medio de un producto de buena calidad, un incremento en cantidad de kilos o unidades cosechadas, o también por cosechar fuera de época, lo que incrementa el valor del producto en el mercado. Sin embargo, el productor piensa en el suelo en su condición normal y desatiende el hecho de que bajo techo, está sujeto a diferentes condiciones, que en muchas oportunidades requieren mayor atención.

En nuestro país, los costos de producción y la aplicación de agroquímicos son altos, razón por lo cual los agricultores y técnicos se han visto en la necesidad de buscar opciones de combate o control de enfermedades y plagas. Dentro de las alternativas que ayudan está la aplicación de microorganismos benéficos, los cuales además de proteger el cultivo, favorecen la

disponibilidad de elementos para la planta al convertirlos en compuestos asimilables. El uso de bio-abonos ricos en microorganismos es una de las bases de la agricultura orgánica, que propone que es mejor reforzar la microflora natural para evitar la instalación de los fitopatógenos (Quesada 2013). La incorporación de bio-abonos es una técnica que se puede aplicar en la producción en ambientes protegidos y controlados, cuando se cultiva directamente sobre suelo, pues van a favorecer la estructura del suelo, mejorar la aireación, drenajes y a la vez, suprimir el crecimiento de microorganismos fitopatógenos, en un medio de baja interacción con el ambiente natural.

Algunos de los microorganismos benéficos más conocidos son especies de *Bacillus*, *Bauveria*, *Lecanicillium*, *Metarhizum* y *Trichoderma*. Todos poseen diferentes propiedades o características, que los hacen eficientes contra determinados patógenos o plagas.

La aplicación de estos agentes de control, viene a significar una disminución de costos por agroquímicos, productos más saludables, menos daño al ambiente y a la salud de los trabajadores y un incremento en las utilidades.

Hay que ser consciente que el efecto de los organismos benéficos sobre un patógeno, no es de un día para otro, sino parte de un proceso de acondicionamiento. En este proceso las aplicaciones comienzan

antes de la siembra, esto para que el agente benéfico se establezca y además se debe ser rigurosos con las aplicaciones, para incrementar los niveles de población de los microorganismos benéficos.

Es importante conocer la compatibilidad de los microorganismos con los agroquímicos, en el caso específico de *Trichoderma spp.*, algunas especies y cepas de este hongo toleran algunos fungicidas, pero son muy susceptibles a otros.

Se debe recordar también que como cualquier organismo vivo, estos agentes están sujetos a variaciones en su población, por lo que se debe mantener suelos con niveles óptimos de materia orgánica, ya que la materia orgánica viene a suplir el alimento para los organismos beneficiosos.

Trichoderma (*T. harzianum*, *T. viridae*) es uno de los hongos antagonistas más comercializados en el país; se utiliza en muchos cultivos para el control de hongos de suelo y follaje, tanto en la producción de almácigos como cultivos en campo abierto y en ambientes protegidos y controlados. Además se ha logrado comprobar su eficacia como un estimulador del crecimiento de la raíz, por lo que, aplicado a la siembra, la fortalece e incrementa su cantidad y longitud.

Este hongo produce metabolitos secundarios, donde se destacan las glucanasas y las quitinasas, las cuales tiene un amplio uso en control biológico; están especialmente ligadas a la degradación de estructuras celulares de los patógenos. Los metabolitos secundarios más comunes, aparte de las enzimas hidrolíticas, son el 6-pentyl- α -pyrona, la Pacibasina, la Trichodermina, el Harzianum A, el Trichodermol y Viridiol que con frecuencia tiene efectos de tipo fungicida o fungistático sobre los microorganismos blanco a través de su poder antibiótico (Benhamou y Chet 1997; Kubicek y Harman, 1998). Este tipo de compuestos son de gran interés para la

formulación de productos que puedan ser usados en la agricultura protegida como sustitutos de plaguicidas en un marco de sostenibilidad ambiental y seguridad alimentaria.

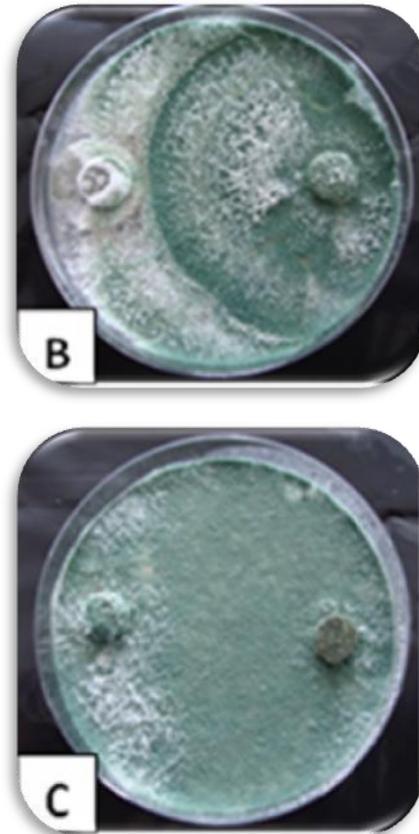


Figura 1. Pruebas de antagonismo de *Trichoderma* sp. vs *Penicillium* sp. (*Trichoderma* sp es el hongo verde que se encuentra a la derecha y su crecimiento es hacia la izquierda).

El modo de acción de *Trichoderma* está asociado con la descomposición de la materia orgánica que hay en el suelo y por el antagonismo con microorganismos patógenos. Estos procesos biológicos de digestión favorecen el crecimiento de la planta, le ofrecen un mayor vigor germinativo a las semillas, un mejor desarrollo de la raíz y expresión fenotípica. El principal beneficio del *Trichoderma* para la agricultura es el antagonismo con microorganismos patógenos de las plantas por su capacidad para producir

secreciones enzimáticas tóxicas extracelulares, que causan desintegración y muerte en hongos fitopatógenos que habitan el suelo (micoparasitismo), en la degradación de paredes celulares de las hifas de hongos patogénicos (depredación), en la producción de químicos volátiles y antibióticos antifúngicos que inhiben hongos basidiomicetos (amensalismo), en la colonización directa del hongo por penetración hifal (depredación), en la competencia por oxígeno, nutrientes y espacio en el suelo y por su gran adaptabilidad y rápido crecimiento.

De forma general, dentro de los hongos patógenos que *Trichoderma sp* afecta, tenemos a *Fusarium*, *Pyrenochaeta*, *Sclerotium*, *Rhizoctonia* y algunas cepas de *Phytophthora* y *Pythium*; sin embargo existen reportes de muchos otros patógenos afectados.

La agricultura bajo ambiente protegido se ha convertido en la forma de producción donde se han obtenido mejores resultados con el uso de microorganismos como agente de control de plagas y enfermedades,

por lo que su uso de manera responsable y apropiada debe ser una opción a considerar cuando se diseña un programa de manejo integrado para un determinado cultivo.

Bibliografía

Benhamou, N.; Chet, I. 1997. Cellular and molecular mechanisms involved in the interaction between *Trichoderma harzianum* and *Pythium ultimum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 63: 2095-2099.

Quesada, C. 2013. Principios de Biotecnología Microbiana. 1ed. San José, Costa Rica. Ed. UCR

Villegas, A., M. s.f. *Trichoderma pers*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. Consultado el 24-01-2014.

<http://www.oriusbiotecnologia.com/trichoderma-pers-caracteristicas-generales-y-su-potencial-biologico-en-la-agricultura-sostenible>

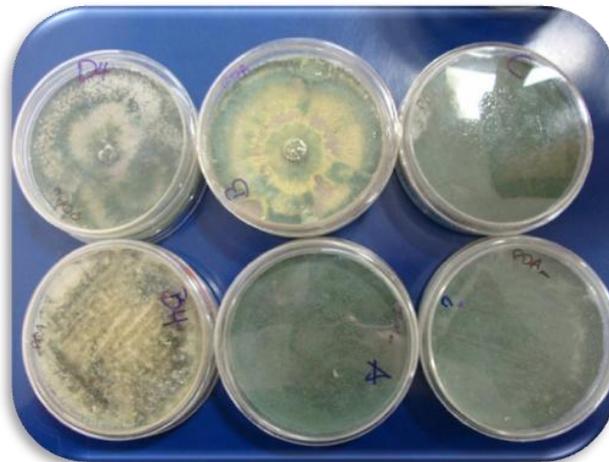


Figura 2. Cepas de *Trichoderma sp*

CALIDAD DE LA FIBRA DE COCO DESDE EL ORIGEN: CRITERIOS PARA UN SUSTRATO AGRONÓMICAMENTE ÚTIL

Antonio Alba Rodríguez

antonio.alba@ispemar.com

ISPEMAR – Soluciones Agrícolas Naturales

Bien es sabido que la fibra de coco lleva ya años usándose para su uso agrícola como una alternativa al cultivo sin suelo. En los primeros años, al principio de la década de los 90 del pasado siglo, el material provenía del residuo de la industria textil o de cordelería de los países de donde es originario.

Al día de hoy, la industria de fibra de coco ya se ha hecho mayor por sí sola ante la demanda mundial para distintos usos; esto ha provocado que los criterios de calidad para la obtención desde el origen de un material óptimo para su uso en agronomía, hayan aumentado sustancialmente. Veamos en detalle cuáles son los pasos para crear un sustrato óptimo para el cultivo sin suelo.

¿Cuáles son las cualidades mínimas que debemos de exigirle a un sustrato de coco para su uso agrícola?

Está claro que la base del éxito se basará en tres elementos fundamentales:

1. Edad del material.
2. Salinidad
3. Granulometría (cribados)

Veamos en detalle cada uno de estos puntos y dónde se debe de incidir más profundamente.

Edad del material

El envejecimiento del material origen, se realiza en las fábricas en áreas especialmente diseñadas para tal efecto como son los cajones de envejecimiento.



Figura 1. Cajones para envejecimiento de fibra de coco

En estas áreas el coco es colocado desde su recepción a fábrica y aquí deberá de pasar entre seis y doce meses para su correcto compostaje y estabilización química.

Pero realmente, ¿qué ocurre a nivel químico en el coco para que sea necesario toda esa cantidad de material? Lo vemos en la siguiente comparación.

Cuadro 1: características de fibras frescas y compostadas.

	Material fresco	Material compostado
Hemicelulosa	24 %	12 %
Celulosa	25 %	30 %
Lignina	47 %	58 %
CIC *	250 meq/100 g	65 meq/100 g

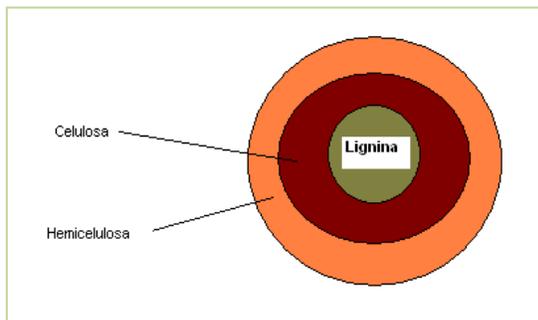


Figura 2. Esquema de contenido la fibra de coco.

La explicación de esto es que cuando el material es muy joven (fresco), tiene un anillo exterior muy grande de hemicelulosa (representado en la figura 2, que es una representación de un corte transversal de una fibra de coco). Lo que vamos haciendo con el proceso de compostaje o envejecimiento, es ir sustituyendo (relativamente) esa hemicelulosa por lignina y algo más de celulosa principalmente, lo que convierte el sustrato en algo mucho más estable y por tanto más controlable desde el punto de vista agronómico.

Si no lo hacemos así y manejamos material muy joven como medio de cultivo, tendremos alteraciones en el pH del medio sobre todo cuando empezamos a aportar nitrógeno con nuestra solución nutritiva.

Como se aprecia en el cuadro 1, después del envejecimiento o compostaje la

CIC del coco es de alrededor de 65 meq/100g, bajísima, casi se convierte en inorgánico (inerte?)!!

Por último habrá que preguntarse: “¿cómo se puede determinar desde el primer momento si un material es muy joven o está bien compostado?” Si cuando se está haciendo el proceso de hidratación del coco, se observa una caída apreciable en el valor de pH en el agua drenada, ello significa que la fibra de coco es muy joven. Ocurre que en el proceso de rápida descomposición de la materia orgánica, se pueden generar ácidos orgánicos que hace que los valores de acidez sean más elevados (esto es, un pH más bajo). En este caso, si nuestra agua de riego cuenta con pH básicamente neutro (cerca de 6,5), el pH del agua drenada bajaría hasta 5 o incluso sería inferior.

Salinidad

Es otro punto a tener en cuenta, sobre todo en las primeras fases del cultivo. Lo primero que he de señalar, es que cuando hablamos de fibra de coco debemos de hablar de dos conductividades eléctricas; suena extraño, pero intentaré explicar el concepto.

Tenemos una conductividad 1 (**EC1**) que es la que está comprendida entre las propias partículas de la fibra de coco, pero no forma parte del complejo de cambio, esto es importante. Luego, tenemos una conductividad 2 (**EC2**), que es la conductividad de las sales que están fijadas en el complejo de cambio.

Es importante diferenciarlas porque el comportamiento del sustrato puede variar en el tiempo en relación con la conductividad en función de que se tenga más de una que de otra. Las diferencias las podemos ver en el siguiente cuadro de relación edad del material con contenido salino.

Cuadro 2: diferencias entre fibras tratadas de distinta edad.

	Sin Lavar	Lavado
Material joven	++EC1 +++EC2	+EC1 +++EC2
Material compostado	+++EC1 +++EC2	+EC1 +++EC2

EC1: Conductividad entre partículas

EC2: Conductividad del complejo de cambio

Si nos centramos en el material lavado, que es el que habitualmente suele llegar a nuestras fincas, lo podemos explicar de la siguiente manera: un material lavado joven, tiene una EC1 baja pero una alta EC2, que es la conductividad del complejo y que estará cargada de sodio y potasio, principalmente.



Figura 3. Proceso de lavado en origen, con aspersores.

En un material compostado convenientemente, la EC1 será baja también y menor la del complejo de cambio, aunque las sales contenidas en dicho sustrato serán de sodio y potasio también. Según esto, la fibra de coco que recibimos de origen y dependiendo para que uso podrá venir de tres formas: **No lavada** (con EC1 y 2 alta), **Lavada** (con EC1 baja y EC2 baja o alta según la maduración de la fibra), **Buferezada** (lavada y agregando nitrato de calcio para añadir Ca^{2+} al complejo de cambio.)

Granulometría

El proceso de cribado es de suma importancia también, pues de la calidad del cribado depende la calidad final de un sustrato para un uso determinado.

Un sustrato podría estar perfectamente compostado, perfectamente lavado y buferizado, que si no está bien cribado resultará inútil ya que afecta la capacidad de poder regar un sustrato directamente y por tanto a la sanidad de las raíces y a la calidad de la planta en general.



Figura 4. Detalles de criba de grano de coco. En la parte baja, material fuera de especificación.



Figura 5. Material de tamaño específico ya cribado.

AVISOS

Francisco Marín Thiele

framathi@costarricense.cr

ProNAP, Ministerio de Agricultura y Ganadería (Convenio CNP-MAG)

LIBRO DISPONIBLE



En el documento *Caracterización, epidemiología y manejo del complejo moscas blancas-virus en sistemas hortícolas de Costa Rica*, (Editorial UNED) se comparten los resultados de un esfuerzo pluri-institucional por determinar con precisión los virus que son transmitidos por las moscas blancas en condiciones de agricultura protegida. Dadas la dinámica y la naturaleza de los agentes, el conocimiento debe ser actualizado con frecuencia, más aún en el caso de un sistema de cultivo que requiere mayor precisión, para propiciar el desarrollo de las actividades productivas bajo estrategias de planificación.

Para referencia escribir a Natalia Barboza natalia.barboza@ucr.ac.cr o Eduardo Hernández eduardo.hernandez@ucr.ac.cr, del Laboratorio de Biología Molecular de Plantas y Virus de la UCR, con el número telefónico 2511-2318.

FERIA AGRÍCOLA



La *Expoferia Agropecuaria, Forestal y Ambiental* del Colegio de Ingenieros Agrónomos se realizará este año los días 14 y 15 de marzo en la sede de Moravia (Barrio Los Colegios).

Se plantea realizar diversidad de actividades en donde las familias de colegiados y público general, pueda tener acceso a información técnica, exposición y venta de productos y eventos de recreación, como paseos en carreta y día de mascotas.

Más información puede obtenerse llamando al número telefónico de la Unidad de Comunicación del Colegio al 2240-8645 extensión 30.

Código APB-080

Este Boletín ha sido elaborado por la Gerencia del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola en Ambientes Protegidos, adscrito al despacho del Ministro de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Pretende proveer a los usuarios información relacionada con los diversos sectores de la producción agrícola bajo ambientes protegidos. Las contribuciones son responsabilidad de sus autores y no necesariamente implican una recomendación o aplicación generalizada. Para más información, diríjase a los colaboradores o comuníquese mediante los teléfonos **(506)-2232-1949**, **(506)-2231-2344** extensión **166**.

Edición: Francisco Marín Thiele

