

MEMORIAS

I CURSO INTERNACIONAL DE RIESGOS FITOSANITARIOS PARA LA AGRICULTURA COLOMBIANA



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Santafé de Bogotá, DC, Colombia - 3 al 5 de noviembre de 1999

Digitized by Google



I Curso Internacional de Riesgos Fitosanitarios para la Agricultura Colombiana

MEMORIAS

Santafé de Bogotá, Colombia - 3 al 5 de noviembre de 1999

Nov 17-99

CURSO INTERNACIONAL DE RIESGOS FITOSANITARIOS PARA LA AGRICULTURA COLOMBIANA

Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural
Rodrigo Villalba Mosquera

Gerente General del Instituto Colombiano Agropecuario
Álvaro José Abisambra Abisambra

Comité Organizador

Carlos Gustavo Cano
Carlos Arturo Kleefeld Paternostro
Ramiro Gómez Quiroga
Angela Lucero Neira Segura
Miguel H. Zerdá Páez
Héctor Arévalo Martínez
Rubén Darío Jaramillo
Jaime Cárdenas López

Apoyo Logístico

Luz Alba Guerrero
María Luisa Merchán R.
Sol Enriqueta Guzmán
Miriam Moreno
Alfonso Bonilla
Fabián Arévalo S.
Jairo Acuña F.
Guillermo Mendoza

Coordinación General

Angela Lucero Neira S.
Jaime Cárdenas López

Organizado con la cooperación de las siguientes instituciones

Asocolflores
Augura
Bayer S.A.
Carulla
Cenicafé
Cenicaña
CIAT
Cicolsa S. A.
Comité de Cafeteros de Cundinamarca
Corpoica
Distribuidora La Orquídea
Electrofumigación Toro y Cía. Ltda.
Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
Flores Acuarela S. A.
Fondo de Fomento Algodonero
ICA
IICA
Koppert Biological Systems
Marubeni Corporation
Produmedios

IICA
3069
7999-7506
MFN

I CURSO INTERNACIONAL DE RIESGOS FITOSANITARIOS PARA LA AGRICULTURA COLOMBIANA

Presentación

El conocimiento de los insectos y patógenos de las plantas ha evolucionado en los últimos años, en gran medida por los descubrimientos en campos como la ingeniería genética, el control biológico, la predicción y la tecnología espacial, con lo que se han proporcionado nuevas herramientas para el manejo de los riesgos asociados a las plagas, los cuales han adquirido una nueva dimensión debido al esquema actual del libre comercio mundial.

Es por esto que el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, organizó en asocio con la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, el *I Curso Internacional de Riesgos Fitosanitarios para la Agricultura Colombiana*, con el propósito de compartir de manera multidisciplinaria con organismos estatales, instituciones internacionales, universidades, centros de investigación, gremios de la producción, exportadores, importadores y técnicos en general, los más recientes adelantos en temas como la investigación y la legislación fitosanitaria, en especial lo concerniente a problemas exóticos a la agricultura colombiana.

El curso tuvo como objetivo principal reactivar el interés en el tema de los riesgos fitosanitarios entre jóvenes investigadores, estudiantes de pregrado y posgrado, así como de los responsables de los gremios de la producción agrícola de Colombia, ya que el presente y futuro próximos del comercio agrícola mundial está enmarcado dentro de la suscripción del acuerdo sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio, OMC.

Las conferencias de especialistas, donde se trataron temas relacionados con plagas de interés económico y cuarentenario en más de diez cultivos de importancia comercial, social y estratégica para Colombia, fueron muy provechosas y mostraron el enorme potencial de trabajo y el camino que nos espera en estas áreas, más si se tiene en cuenta la ubicación geográfica del país y el momento actual que vive.

Estamos seguros que la compilación de información y conocimiento realizada en estas memorias representan un material valioso de consulta para todas las personas vinculadas con la producción agrícola competitiva, productiva y sostenible.

JAIME CÁRDENAS LÓPEZ
Coordinador Curso

This One



E5GL-9UR-Z9B0

Contenido

| | |
|--|----|
| La sanidad vegetal para el próximo milenio <i>Ramiro Gómez Quiroga</i> | 7 |
| Medidas de prevención fitosanitaria en Colombia <i>Luz Stella Cobo de Martínez</i> | 12 |
| Modernización y tecnificación de los procesos de inspección agrícola en el aeropuerto internacional Eldorado <i>Manuel Ocampo Cubillos</i> | 15 |
| Natural enemies as biological control agents in greenhouse ornamentals. benefits and risks <i>Muriel Z. Klein Beekman & Karel J. F. Bolckmans</i> | 20 |
| Riesgos fitosanitarios para la caficultura colombiana <i>Gabriel Cadena Gómez</i> | 26 |
| La enfermedad de las cerezas del café (ECC), ocasionada por el hongo <i>Colletotrichum kahawae</i> <i>Luis Fernando Gil Vallejo</i> | 28 |
| Enfermedades y plagas exóticas de la caña de azúcar en Colombia <i>Jorge I. Victoria, Luis A. Gómez y Luz A. Lastra</i> | 37 |
| Agro en el Siglo XXI: El rol de las plantas transgénicas en el desarrollo tecnológico del sector agropecuario <i>Rodrigo Artunduaga Salas, IA MSc PhD</i> | 45 |
| Introducción al uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> para la producción de plantas transgénicas <i>Jorge Evelio Angel D., BSc., M Sc., PhD</i> | 47 |
| El movimiento de germoplasma y riesgos de introducción de fitopatógenos <i>Benjamín Pineda L.</i> | 50 |

| | |
|--|-----|
| Es necesario analizar el riesgo que representa para Colombia la introducción de plagas de la papa | |
| <i>Paulina Martínez Rivera</i> | 60 |
| El virus bunchy top del banano | |
| <i>Asociación de Bananeros de Colombia (Augura)</i> | 70 |
| Marchitamiento del banano ocasionado por fusarium | |
| <i>Asociación de Bananeros de Colombia (Augura)</i> | 72 |
| Manejo seguro y eficaz de plaguicidas florverde | |
| <i>José Hernández Peña</i> | 76 |
| Control and eradication of the Carambola Fruit Fly, <i>Bactrocera carambolae</i>, in North of South America | |
| <i>Aldo Malavasi</i> | 81 |
| La producción de plantas transgénicas como una de las alternativas para el manejo de riesgos fitosanitarios | |
| <i>Adriana Castañeda C., MSc.</i> | 84 |
| Aproximación al conocimiento de la polilla perforadora de la manzana <i>Cydia pomonella</i> (orden: Lepidoptera, suborden: Heteroneura, familia: Tortricidae), análisis de caso en huertos de manzana en Alemania | |
| <i>Jorge Humberto Zurita Vanegas</i> | 86 |
| Importancia de la cochinilla rosada <i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green), una plaga que amenaza la región | |
| <i>Alcibiades Suárez Alba</i> | 88 |
| Plagas exóticas de los productos almacenados, con especial referencia al gorgojo khapra (<i>Trogoderma granarium</i> Everts) | |
| <i>Adolfo Tróchez P.</i> | 91 |
| Experiencias prácticas del análisis de riesgo de plagas (ARP) | |
| <i>Ing. García Romero José Ulises</i> | 100 |

La sanidad vegetal para el próximo milenio¹

Ramiro Gómez Quiroga²

Para considerar lo que debe ser la sanidad vegetal para el próximo milenio, es necesario hacer algunas consideraciones:

El ambiente internacional con relación a la sanidad vegetal y el comercio

La globalización de los mercados tiende hacia la conformación de un gran mercado, donde no hay espacio para los conceptos de «mercado interno» o «mercado externo», por lo que Colombia no puede aislarse de los caminos que siguen los demás países. El nuevo escenario de la economía no tiene límites, la producción no tiene nacionalidad, se sitúa donde se le garanticen reglas de juego claras y permanentes. Las ventajas competitivas están definidas por la infraestructura tecnológica, el capital humano de alta calidad, la disponibilidad de recursos y la infraestructura física con que cuenta Colombia.

Quienes proyectan los escenarios futuros piensan que es necesario duplicar o, en algunos casos, triplicar la producción para satisfacer la demanda de alimentos al final del primer cuarto de siglo próximo. Para atender el aumento de esta oferta de alimentos para satisfacer la demanda, algunos países están en mejores condiciones, de-

bido a que los productores tradicionales de alimentos se encuentran en los límites de expansión de su frontera agrícola y de productividad a costos competitivos.

Igualmente, la presión ejercida por grupos ecologistas es cada vez mayor, impidiendo que se amplíe el área de producción, dando oportunidad a los países que pueden desarrollar su producción horizontal o verticalmente.

Es unánime la opinión de los expertos en que la producción deberá crecer más por el aumento de la productividad y no por la incorporación de nuevas áreas, aunque éstas no tengan las mejores características edafo-climáticas. Sin embargo, esto conlleva una oportunidad para Colombia, país en desarrollo, a pesar de estar lejos de los países desarrollados desde los puntos de vista tecnológico y de sanidad agrícola.

Esta apreciación nos lleva a la conclusión de que las dos variables directrices sobre las cuales debe radicar la competitividad para el futuro próximo son la tecnología de producción y la sanidad agropecuaria.

En materia de sanidad, los productos que no cumplan con los requisitos y con las especificaciones que exigen los mercados serán rechazados. En los mercados de

1 Conferencia dictada en el Primer Curso Internacional de Riesgos Fitosanitarios para la Agricultura Colombiana.

2 Ingeniero Agrónomo M.Sc. Jefe División Sanidad Vegetal del ICA. Email sanivege@impsat.net.co.

los países desarrollados los alimentos de origen agropecuario sin ningún grado de transformación, pierden cada día importancia. En este sentido, las posibilidades que se vislumbran para el sector agropecuario colombiano, están dadas en la medida en que sus productos puedan integrarse a las cadenas productivas alimenticias y agroindustriales. En este sentido, la sanidad debe involucrarse en toda la cadena, desde la garantía de calidad de los insumos, su uso adecuado, la reducción de riesgos sanitarios al país hasta la garantía de elaboración de los productos.

Además, con los cambios ocurridos en el área de comercio internacional de productos agrícolas, la sanidad vegetal pasó a tener una importancia fundamental para la conquista y mantenimiento de los mercados de productos agrícolas. Por lo anterior, es necesario que Colombia eleve los estándares fitosanitarios y tecnológicos hacia los niveles exigidos por los mercados más exigentes. En el marco de las nuevas reglas de comercio internacional para garantizar la participación del productor rural o del procesador de productos agrícolas en el mercado de Colombia, es necesario conferirle competitividad, pues los compromisos firmados por Colombia no permiten la utilización de medidas unilaterales de protección a su producción interna.

Igualmente, no se pueden aplicar a los productos importados normas más estrictas que las que se aplican a los productos originarios del agro colombiano. Los comentarios anteriores implican que el mantenimiento de los mercados externos existentes, la apertura y la consolidación de nuevos mercados, solo será posible a través de la competitividad.

Por otra parte, el surgimiento de criterios de transparencia en el comercio internacional, la baja de aranceles y las consecuentes prácticas neoproteccionistas, que en algunos casos se constituyen en requisitos sanitarios relacionados con plagas, daños al ambiente o residuos de productos químicos, factores éstos que son enfatizados por la Organización Mundial del Comercio (OMC) en el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (acuerdo SPS/OMC), que introdujo el concepto de análisis de riesgo como respaldo a los requisitos y medidas sanitarias.

También vale la pena considerar la formación de bloques comerciales regionales que establecen relaciones intra e interbloques y políticas agrícolas orientadas a la armonización y protección frente a la competencia desigual o desleal de otros bloques. Sobresalen entre estos la Comunidad Andina de Nacionales (CAN), Mercosur, Nafta, Unión

Europea, ALCA. Las políticas y determinaciones adoptadas por ellos, debido a su carácter supranacional, inciden e incluso condicionan las políticas y su ejecución en los países con los que se comercia, con implicaciones en las prioridades de las entidades nacionales respectivas.

Además, el desarrollo de áreas científicas nuevas y sus aplicaciones, como en el caso de la agrobiotecnología y la informática aplicada, constituye un factor de fuertes implicaciones que debe ser considerado en acciones futuras de sanidad.

En el ámbito económico y en el contexto antes mencionado, Colombia tiene ventajas competitivas y potencialidades amplias de exportación en los campos frutícola y hortícola, como es el caso de productos como naranja, tangelo, toronja, mango, pitahaya, melones, si supera las barreras de tipo fitosanitario establecidas por la presencia de las moscas de las frutas.

Por su parte, la comercialización, la internacionalización de la economía y el incremento en convenios de integración comercial, entre los cuales se cuentan los suscritos con Venezuela, Ecuador, Chile, el G-3, acuerdos con Centro América y con el Caribe, el Sistema Andino de Preferencias Arancelarias, las preferencias comerciales de la Unión Europea y el ALCA. Ante esta expectativa, adquiere importancia vital la capacidad del país para certificar la sanidad de sus productos agrícolas exportables, al igual que el control de los productos importados.

En el campo de la cooperación internacional sobresalen los compromisos del país en la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), auspiciada por la FAO en materia de sanidad vegetal.

Las consideraciones anteriores, obligan a que Colombia acondicione su política sanitaria vegetal a las exigencias del comercio internacional. Para ello, el ICA, como organismo responsable de la sanidad vegetal del país, requiere mantenerse actualizado en lo relativo a la normatividad atinente a los controles fitosanitarios y adecuar las normas nacionales en materia de sanidad vegetal en el marco de las políticas y medidas establecidas por la OMC y el ALCA. Al mismo tiempo, el país debe desarrollar la infraestructura técnica y logística para conocer y determinar oportunamente las implicaciones de las normas fitosanitarias de los países con influencia en el comercio exterior, para reaccionar de manera correcta y oportuna.

Además, el desarrollo de áreas científicas nuevas y sus aplicaciones, como es el caso de la agrobiotecnología y la informática aplicada, constituye en factor de fuertes implicaciones que debe ser considerado en acciones futuras de sanidad.

El ambiente interno con relación a la sanidad vegetal y el comercio internacional

Los factores de incidencia se analizan desde la perspectiva general y específica en el entorno nacional.

Con relación a éstos, se consideran la eliminación de los subsidios agrícolas, la apertura económica indiscriminada, la baja de aranceles para los productos extranjeros, la eliminación del certificado de reembolso tributario para el sector exportador, la revaluación del peso frente al dólar. Estos factores generan grandes pérdidas en los ingresos de los productores de renglones agrícolas para la exportación.

La inseguridad y violencia generalizados, constituyen uno de los problemas principales que tiene Colombia y que son causa de fenómenos como el desplazamiento de los agricultores de sus áreas de producción con el consecuente abandono de sus explotaciones, la baja producción y productividad, que han impedido el desarrollo del sector agrícola y de la agroindustria.

Como factores de incidencia del entorno y que se pueden considerar como amenazas se consideran:

- La pérdida de importancia relativa del sector agrícola.
- La ausencia de una política eficaz de incentivos para el sector agrícola.
- La variación en la calidad de los insumos originados en la propia naturaleza del proceso de fabricación.
- La deficiente cultura preventiva con relación a la introducción de plagas al país.
- La comercialización desordenada de productos vegetales, lo cual conlleva un alto riesgo de ingreso de plagas exóticas.

Como factores constituyentes en oportunidades se tienen:

- Los avances tecnológicos y la política de ciencia y tecnología.
- La cooperación técnica nacional.
- La toma de conciencia creciente sobre la necesidad de desarrollos agrícolas sostenibles.

La producción agrícola y su valor

La dinámica del sector agrícola se caracterizó en la última década por la reducción del área cosechada de los principales cultivos transitorios. Sin embargo, se presentó un aumento de los cultivos permanentes, lo cual indica una recomposición de la agricultura en la última década.

La reducción en el área cultivada implicó una menor producción de alimentos y productos agrícolas con el período 1991-1997, con respecto a 1998-1990, habiéndose suplido con importaciones.

Por el contrario, los cultivos permanentes tuvieron un buen desempeño en el período 1991-1997, al registrar una tasa anual de crecimiento de 21.1%, lo cual representó 163 mil nuevas hectáreas incorporadas a la producción nacional, lo cual mitigó la caída en el empleo y en los ingresos rurales originados por la baja en cultivos transitorios.

Situación fitosanitaria colombiana

Al finalizar el siglo XX, la situación fitosanitaria del país se agrava con el ingreso de nuevos problemas de plagas, el aumento en intensidad de otros, causando pérdidas económicas e impactos ecológicos y sociales.

Dentro de los problemas fitosanitarios endémicos están la broca del cafeto (*Hipotenemus hampei*), el gusano de la piña (*Melanoloma viatrix*), la roya blanca del crisantemo (*Puccinia horiana*), la sigatoka negra del plátano y el banano (*Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*), la chinche de los pastos (*Collaria columbiensis*), la alternaria de los cítricos (*Alternaria tenuissima*), el trips (*Thrips palmi*), la langosta brasilera (*Rhammatocerus schistocercoides*), la hormiga loca (*Nylanderia fulva*), las moscas de las frutas (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp.), el moko del plátano (*Pseudomonas solanacearum*) y el picudo del algodonero (*Anthonomus grandis*).

Dentro de los problemas fitosanitarios que se incrementaron por diversas causas (susceptibilidad de hospederos, uniformidad genética, condiciones climáticas favorables) se tienen: la polilla de la papa (*Tecia solanivora*), el gusano rosado colombiano en algodón (*Pectinophora gossypiella*), la pudrición del cogollo de la palma africana (*Thielaviopsis* sp.), el barrenador de la yuca (*Chilomima clarkey*) y algunas hormigas cortadoras (*Atta* spp.).

Los problemas antes mencionados están afectando amplias zonas del territorio agrícola, con el consecuente incremento de los costos de producción, la merma de la competitividad y limitaciones fitosanitarias para las exportaciones. Productos como café, banano, flores, algodón y aceite de palma han disminuido su oferta y otros productos alimenticios y rubros importantes en la generación de empleo e ingresos para la economía campesina como yuca, plátano y papa se han visto afectados en su oferta.

Por su parte, se constituyen en una amenaza para la agricultura colombiana plagas exóticas como la escama de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*); el gorgojo Kapra (*Trogoderma granarium*), el nematodo de la patata (*Dytilenclus destructor*), la roya blanca del café (*Hemileia coffeicola*), el cáncer de las frambuesas (*Agrobacterium rubi*), el carbón del trigo (*Tilletia indica*), la antracnosis de las cerezas del café (*Colletotrichum kahawae*), los nematodos de la fresa (*Aphelenchoides fragariae*), que junto con más de 800 plagas justifican la existencia y el fortalecimiento de un Servicio de Sanidad Vegetal que garantice la sanidad de las exportaciones y vele por la seguridad agroalimentaria del pueblo colombiano.

En Colombia están presentes plagas que restringen el comercio de productos agrícolas a países compradores potenciales, de acuerdo con las normas establecidas por sus servicios de sanidad vegetal, como es el caso de las moscas de las frutas, la roya blanca del crisantemo, entre otros; situación ésta que hace necesario tomar medidas de fitosanidad, que garanticen a los países compradores la sanidad de los productos adquiridos, única forma de mantener la presencia en los mercados establecidos y abrir otros, mediante la superación de barreras fitosanitarias.

En exportaciones, durante 1998 se comercializó un volumen de 1.4 millones de toneladas de varias especies vegetales, por un valor aproximado de US\$ 1.191 millones. Las importaciones de vegetales registrados en el ICA, constituidas principalmente por alimentos frescos y procesados y por materiales para uso industrial y de propagación, representaron en el mismo año más de 5.8 millones de toneladas por un valor aproximado de US \$ 1.170 millones.

En Colombia, el recurso agrícola está estimado en más de 4.4 millones de hectáreas que representan el área cultivada. Se calcula que 20% de la producción agrícola se pierde anualmente debido al ataque de plagas que se encuentran presentes en Colombia.

Plan estratégico

El ICA, no obstante poseer una estructura de sanidad vegetal que le ha permitido sortear con relativo éxito el pasado, las consideraciones antes mencionadas resaltan la necesidad de desplegar todos los esfuerzos posibles para proteger el patrimonio agrícola, tendiendo a evitar el ingreso de problemas fitosanitarios y, a la vez, lograr y consolidar la permanencia de los productos agrícolas colombianos en los mercados internacionales. Igualmente, lograr que continúen los efectos en la generación de alimentos, empleo, divisas y equilibrio ecológico, entre otros, y se pueda proteger el recurso agrícola, del cual depende en alto grado la población colombiana.

Considerando que el intercambio comercial en los planos nacional e internacional es base de la convivencia y desarrollo de los pueblos, las acciones de fitosanidad deben estar dirigidas a evitar la introducción de plagas exóticas sin obstaculizar innecesariamente el comercio de bienes y productos de origen vegetal.

Además, en Colombia, por ser el ICA la entidad responsable de la sanidad vegetal y de lograr que el país maneje las políticas de comercio nacional e internacional de conformidad con la CIPF, debe cumplir con los acuerdos sobre normatividad fitosanitaria, firmados en el marco de la CAN, del G-3 y de la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias de la OMC.

El alcance de estos propósitos implica el fortalecimiento de:

- La cuarentena vegetal
- El diagnóstico vegetal
- La epidemiología vegetal
- Los sistemas de manejo de plagas

Fortalecimiento de la cuarentena vegetal para:

- Expedir permisos fitosanitarios de importación y certificados fitosanitarios de exportación como documentos previos para la autorización del ingreso o salida al o del país de plantas o productos vegetales.
- Participar en el establecimiento de planes y proyectos para el manejo fitosanitario de plagas endémicas y exóticas, estudios epidemiológicos, investigaciones aplicadas y diagnóstico fitosanitario.
- Tomar en cuenta los aspectos de bioseguridad, cuando se trate de la importación de organismos genéticamente modificados.

- Coordinar y participar en los estudios de análisis de riesgos de plagas (ARP) para la importación de plantas y partes de plantas.
- La investigación en tratamiento fitocuarentenario para mitigar la presencia de plagas de cuarentena que limitan el comercio de productos vegetales nacionales.
- Implementar, seguir y evaluar el Sistema de Acreditación en el Servicio de Inspección y Cuarentena Vegetal.
- Promover convenios para buscar la participación de otras entidades en las actividades fitocuarentenarias del país.

Fortalecimiento del diagnóstico vegetal, para:

- Suministrar oportunamente los diagnósticos requeridos por los usuarios y clientes del servicio y transferir adecuadamente los productos generados en el sistema de diagnóstico fitosanitario.
- Mantener y promover la utilización de técnicas modernas reconocidas internacionalmente por organismos de referencia de diagnósticos de plagas de vegetales, endémicas y exóticas.
- Establecer el status fitosanitario nacional para definir los requisitos técnicos que deben certificar los países exportadores de plantas y productos vegetales a Colombia.
- El establecimiento y manejo de áreas libres de plagas (ALP) y áreas de baja prevalencia.
- El fortalecimiento de la estructura de laboratorios de sanidad vegetal y disponibilidad de tecnologías de punta que faciliten la certificación fitosanitaria y la detección de nuevos problemas.
- Establecer el Servicio de Inteligencia Fitosanitaria para conocer el status de los demás países.
- Preparar y mantener actualizados los mapas de distribución de plagas identificadas y presentes en el país.

- Implementar, seguir y evaluar el sistema de acreditación en el servicio de diagnóstico fitosanitario.

Fortalecimiento de la epidemiología vegetal, para:

- Mantener, procesar y analizar epidemiológicamente la información sobre presencia y distribución de plagas endémicas y exóticas.
- Diseñar y ejecutar directamente, o a través de terceros, los estudios epidemiológicos descriptivos, analíticos, experimentales de modelación y de pérdidas de producción atribuibles al ataque de plagas.
- Estructurar y mantener un sistema de seguimiento de las plantas y partes de plantas introducidas al país.
- Disponer de información actualizada sobre la producción agrícola nacional.

Fortalecimiento de un sistema de manejo de plagas, para:

- Planear, coordinar y evaluar las acciones que deban tomarse en las situaciones de emergencia, por la presencia de plagas endémicas y exóticas.
- Preparar y mantener planes de contingencia para las plagas endémicas y exóticas de importancia cuarentenaria.
- Establecer planes de manejo integrado de plagas.
- Implementar, seguir y evaluar el sistema de acreditación en el servicio de manejo fitosanitario de plagas endémicas.
- Desarrollar planes de manejo de problemas fitosanitarios específicos
- Promover convenios para el manejo de plagas endémicas y exóticas.

Medidas de prevención fitosanitaria en Colombia

*Luz Stella Cobo de Martínez**

Introducción

La importancia de la agricultura y la ganadería en términos de alimento, empleo, divisas y equilibrio ecológico, ha impulsado a los diferentes gobiernos a realizar acciones para proteger esos valiosos recursos de los cuales depende la sociedad humana.

Una considerable parte de la producción agropecuaria se pierde anualmente debido al daño causado por las plagas. Teniendo en cuenta que muchos organismos plagas, de importancia económica y cuarentenaria, no existen en Colombia, debemos orientar todos los esfuerzos posibles a proteger nuestro patrimonio agropecuario, evitando el ingreso de plagas exóticas.

Pero también el sostenimiento actual de la comercialización y la conquista de nuevos mercados, dentro del proceso de la apertura económica y la globalización de la economía, exige productos de alta calidad sanitaria, como soporte a las exigencias no arancelarias impuestas por los países compradores para la protección de su agricultura y su medio ambiente.

Antecedentes

Para prevenir la diseminación e introducción de plagas y promover medidas apropiadas para combatirlas, y para actuar eficaz y conjuntamente en ese propósito, Colombia se comprometió con la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) a adoptar las medidas legislativas, técnicas y administrativas, mediante la ley 82 de diciembre 30 de 1968. Fue el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, por delegación del Ministerio de Agricultura, la entidad responsable de esta actividad.

A partir de la promulgación de la Ley 101 de Desarrollo Agropecuario y Pesquero de diciembre 23 de 1993 y su Decreto Reglamentario No.1840 de agosto 3 de 1994, se ratificó la responsabilidad del ICA en lo referente a la sanidad agropecuaria frente al Comercio Internacional en el marco de la apertura económica, según la Constitución Nacional de 1991.

La política de apertura e internacionalización de la economía, adoptada por el Gobierno Nacional a comienzos de esta década, junto con la firma del acuerdo sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC), Ley 170 de di-

* I.A. MSc. Coordinadora Grupo Inspección y Cuarentena Vegetal, ICA, Colombia

ciembre 15 de 1994, obligan al cumplimiento de los requerimientos que se exigen para el comercio internacional de animales, vegetales y sus productos a través de su Organismo Nacional de Protección Agropecuaria, cuyas responsabilidades en términos generales son:

- La vigilancia en los cultivos, plantaciones, viveros, jardines, invernaderos, laboratorios, lugares de almacenamiento, medios de transporte con el fin de detectar a tiempo e informar de un brote o la diseminación de una plaga y la aplicación de sus métodos de control.
- La protección de un área en peligro y la designación, mantenimiento y vigilancia de áreas libres de plagas y áreas de escasa prevalencia de plagas.
- El mantenimiento actualizado de su status sanitario.
- La realización de análisis de riesgos.
- La supervisión de tratamientos cuarentenarios para la desinfección o desinfestación de aquellos productos de origen vegetal en tráfico internacional.
- La inspección de los envíos de plantas y productos vegetales en importaciones y exportaciones.
- La expedición de certificados fitosanitarios de acuerdo con la reglamentación del país importador.
- La investigación en el campo de la protección fitosanitaria.
- La promulgación de la reglamentación fitosanitaria.

Sistema cuarentenario

Para el cumplimiento de la misión del ICA funciona un sistema cuarentenario en puertos, aeropuertos y pasos fronterizos, que a la vez que intenta reducir los costos innecesarios, al evitar la introducción de plagas, contribuye a mejorar la oferta alimentaria interna y a incrementar la calidad sanitaria de los productos agropecuarios que se exportan.

Sistema que podemos definir como un proceso, mediante el cual los insumos (mano de obra, equipos, instalaciones, normas, información). Se convierten mediante diferentes procesos tecnológicos en servicios tales como inspección fitosanitaria, identificación de plagas, análisis de riesgo, tratamientos cuarentenarios, elaboración de normas y reglamentos, acciones de emergencia, cuarentenas, certificaciones, sistema de información.

Para comprender la operatividad del sistema cuarentenario debemos identificar sus principales componentes:

1. Base legal
2. Administración operativa
3. Capacitación y entrenamiento
4. Métodos de inspección
5. Análisis de riesgo
6. Identificación o diagnóstico de plagas
7. Tratamientos cuarentenarios
8. Comunicación
9. Sistema de vigilancia
10. Detección de plagas
11. Sistema de información
12. Sistemas de emergencias
13. Permisos fitosanitarios
14. Certificados fitosanitarios
15. Cuarentena interna

Una vez identificados estos componentes podemos estudiar las relaciones básicas entre ellos y la importancia de cada uno para el desarrollo de una vigilancia efectiva en la primera barrera de defensa.

Medidas fitosanitarias de prevención

El intercambio comercial entre países, con las importaciones y las exportaciones, y sus medios de transporte y embalajes, se constituyen en la forma más fácil de introducción de plagas, lo que lleva a tomar medidas fitosanitarias de prevención, las cuales deben estar técnicamente justificadas, ser transparentes y deben aplicarse de manera que no constituyan un medio de discriminación arbitraria o injustificada o una restricción encubierta al comercio internacional.

En otras palabras, con el fin de prevenir la introducción y/o la diseminación de plagas, los países tienen la soberanía para reglamentar, de conformidad con los acuerdos internacionales, la entrada de plantas y productos vegetales a su territorio, mediante la adopción de medidas fitosanitarias tales como el cumplimiento de unos requisitos fitosanitarios previos, la inspección, los tratamientos cuarentenarios o la prohibición de la importación.

De igual manera, los países tienen autoridad para detener mercaderías, exigir tratamientos cuarentenarios, re-exportar o destruir las que no cumplan con las medidas fitosanitarias estipuladas o adoptadas.

Para la formulación y adopción de las normas fitosanitarias se deben seguir los principios dados por la

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, cuya interpretación y aplicación son coherentes con las disposiciones establecidas en el marco de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

Principios generales

Soberanía: Cada país tiene autoridad para reglamentar por medio de medidas fitosanitarias la importación de plantas y productos vegetales.

Necesidad: Los países pueden tomar medidas restrictivas solamente cuando sean necesarias debido a consideraciones fitosanitarias.

Repercusiones mínimas: Las medidas fitosanitarias deben estar en consonancia con el riesgo existente, y sus restricciones serán lo menos severas.

Modificación: A medida que las condiciones cambien y se obtenga nueva información, las medidas fitosanitarias deben modificarse con prontitud.

Transparencia: Los países deben publicar y divulgar las restricciones y los requisitos fitosanitarios, indicando las razones en que se basan tales medidas.

Armonización: Las medidas fitosanitarias deben basarse en normas, directrices y recomendaciones preparadas por la CIPF y/o los ORPF.

Equivalencia: Los países deben reconocer como equivalentes las medidas fitosanitarias que, aun no siendo iguales, tengan el mismo efecto.

Solución de controversias: Es preferible solucionar cualquier controversia a un nivel técnico bilateral, que recurrir a un sistema de solución multilateral.

Principios específicos

Cooperación: Los países deben cooperar para evitar la propagación de plagas y fomentar las medidas de control.

Autoridad técnica: Es el organismo oficial de protección fitosanitaria.

Análisis de riesgo: Los países deben usar métodos de análisis de riesgo basados en pruebas biológicas y económicas.

Actuación ante los riesgos: Dado que siempre hay un riesgo en la introducción de plagas, se deben formular medidas fitosanitarias ante el riesgo.

Zonas libres de plagas: Los países reconocerán la condición de zona libre a aquella zona donde no se en-

cuentra establecida una plaga específica y siempre que se pueda demostrar esta condición.

Medidas de emergencia: Cuando se presentan situaciones nuevas y/o inesperadas, los países pueden tomar medidas inmediatas de urgencia, basadas en un análisis preliminar del riesgo, y serán de carácter temporal.

Notificación de incumplimiento: Los países importadores deben informar a los países exportadores sobre el incumplimiento de cualquier requisito fitosanitario.

No discriminación: Las medidas fitosanitarias se aplican sin discriminación entre países con la misma condición fitosanitaria.

Teniendo en cuenta los principios aprobados internacionalmente sobre la protección de las plantas, la salud humana y animal y el medio ambiente, y considerando que la armonización de las medidas fitosanitarias mediante la adopción de normas comunes es indispensable para la consolidación del comercio de productos agrícolas en el área de la Comunidad Andina y con terceros países, la Junta del Acuerdo de Cartagena, hoy el Organismo Regional de Protección Agropecuaria CAN, promulgó la Norma Andina sobre requisitos fitosanitarios de aplicación al comercio de productos agrícolas: Resoluciones No.431 del año 1996 y la 451 en el año 1997.

Con base en lo anterior, Colombia aplica los requisitos fitosanitarios de la Norma Andina y los convenios binacionales que han sido firmados con Argentina, Canadá, Chile y los Estados Unidos de América.

Conclusión

Con la aplicación de estas medidas se ha evitado la entrada al país de plagas exóticas como el gorgojo khapra, *Cydia pomonella*, *Grapholita molesta* y *Tilletia indica*.

Referencias bibliográficas

- FAO. 1999. *Convención internacional de protección fitosanitaria*. Nuevo texto revisado. Roma.
- FAO. 1995. *Principios de cuarentena fitosanitaria en relación con el comercio internacional*. Roma.
- HENTZE, F. 1991. *Análisis de sistemas cuarentenarios*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). San Salvador, El Salvador.

Modernización y tecnificación de los procesos de inspección agrícola en el aeropuerto internacional Eldorado

*Manuel Ocampo Cubillos**

Introducción

El proceso de apertura económica iniciado hace unos pocos años en el país, fuera de acelerar los procesos de intercambio de productos y simplificar muchos trámites, se convierte en un reto para el Servicio de Inspección y Cuarentena del aeropuerto y en todos aquellos sitios de la nación donde el ICA hace presencia en puertos y pasos fronterizos, para velar por la sanidad agropecuaria de los cultivos y las especies animales. Hay que tener en cuenta que a mayor comercio de animales, vegetales, productos y subproductos de los mismos entre países, mayor es el riesgo de «recibir» problemas que pueden convertirse en limitantes para la producción agropecuaria.

A través del tiempo, la Oficina de Sanidad Portuaria del aeropuerto internacional Eldorado ha ejercido un estricto control sobre las importaciones y exportaciones de productos agrícolas y, gracias a ello, el país continúa libre de muchos problemas de carácter fitosanitario. Sin embargo, y con miras a buscar la excelencia institucional y la calidad total en el servicio, es

necesario y conveniente tecnificar y modernizar los procesos de revisión e inspección de las importaciones y exportaciones agropecuarias, y de la función que cumple el ICA en el muelle internacional a la llegada de los vuelos del exterior.

Esta modernización implica el mejoramiento de las labores técnicas y de la organización administrativa, la consecución de equipos modernos, la sistematización de la información y, de manera especial, se debe institucionalizar la coordinación y participación de las entidades públicas y privadas que tienen relación con el cumplimiento de la misión del ICA.

Por ello, la oficina del aeropuerto consideró conveniente iniciar un Plan Piloto; que permitiera la modernización y especialización de los procesos de inspección, y lograr una eficiente coordinación interinstitucional con siete (7) entidades públicas, en especial.

A continuación se presenta un resumen que contiene los antecedentes, objetivos, estrategias y logros más importantes conseguidos con la implementación de este Plan.

* Director Oficina Sanidad Portuaria ICA

Antecedentes

AGRÍCOLA

En la sabana de Bogotá se encuentran establecidas actualmente una 4.600 hectáreas en 20 cultivos de plantas ornamentales para exportación, que emplean alrededor de 1800 ingenieros agrónomos y en las cuales laboran directamente unas 38 mil personas.

También hay un hectareaje considerable de siembras de hortalizas de exportación, especialmente de brócoli, alcachofa, cebolla y espárragos. Todas estas exportaciones necesitaron en el año 1998 unos 46.640 certificados fitosanitarios, incluyendo algunas frutas y materiales procesados con destino a Europa, Japón, Estados Unidos, centroamericana y Sudamérica, principalmente. Ver Tabla 1.

Igualmente, el aeropuerto internacional Eldorado, tuvo un volumen alto de importaciones, con un promedio

de ocho cargamentos diarios que nos dio un total para el año de 1998 de 2.138 cargamentos revisados entre frutas, semillas de hortalizas, pastos, champiñones, material propagativo de ornamentales, provenientes de Chile, Holanda, Israel, Estados Unidos, Ecuador, Italia, Alemania, Canadá, España, entre otros (Ver Tabla 2).

MUELLE INTERNACIONAL

En el año de 1998 se inspeccionaron en el aeropuerto Eldorado 11.673 vuelos internacionales que movilizaron 1.524.000 pasajeros, y se inspeccionan las maletas y equipaje de mano como parte de las actividades para prevenir cualquier riesgo para la sanidad agropecuaria. En estas revisiones se decomisaron, entre otros productos: frutas, quesos, jamones, flores, maíz, trigo, frijol, que venían sin los más mínimos requisitos sanitarios, presentando de este modo un alto riesgo de introducción de problemas exóticos a nuestra agricultura y ganadería.

Tabla 1. Importaciones 1998 - Aeropuerto Eldorado

| | Kilos | Unidades | Valor US\$ |
|---------------------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| Frutas frescas: | | | |
| Duraznos | 726.820 | | 499.609.00 |
| Ciruelas | 239.837 | | 170.474.00 |
| Otros | 236.716 | | 229.962.00 |
| Total frutas | 1'203.373 | | 900.045.00 |
| Hortalizas semillas | | | |
| Champiñones | 43.420 | | 83.026.00 |
| Cebollas | 14.690 | | 846.631.00 |
| Otros | 58.007 | | 1'372.798.00 |
| Total hortalizas | 116.117 | | 2'302.455.00 |
| Material de propagación | | | |
| Clavel esquejes | | 6'243.730 | 3'129.433.00 |
| Rosas yemas | | 4'229.528 | 1'799.346.00 |
| <i>Lisianthus</i> | | 1'750.687 | 157.439.00 |
| Otros | | 6'056.210 | 4'238.637.00 |
| Total (Material de propagación) | | 18'280.603 | 9'324.855.00 |
| * Otras importaciones | | 10.070.000 | 3'721.582.00 |
| Gran total | 1'552.093 | 28'350.603 | 16'248.937.00 |

* Flor cortada, follaje, salal, ruscus, productos procesados, etc.

Número de importaciones: 2.138; ornamentales: 682

Tabla 2. Exportaciones 1998 - Aeropuerto Eldorado

| | Kilos | Unidades |
|-----------------------------|------------------|--------------------|
| Frutas frescas | | |
| Uchuvas | 884.755 | |
| Bananitos | 569.806 | |
| Granadillas | 213.392 | |
| Otros | 569.577 | |
| Total frutas | 2'237.530 | |
| Ormanentales | | |
| (Flor cortada) | | |
| Clavel | | 466'700.244 |
| Rosas | | 77'663.878 |
| Otros | | 47'973.753 |
| Total (ormanentales) | | 592'337.895 |
| Esquejes | | |
| Clavel esquejes | | 5'910.960 |
| Rosas yemas | | 853.273 |
| Rosas plantas | | 599.310 |
| Total (esquejes) | | 7'363.543 |
| Gran total | 2'237.630 | 599'701.418 |

Número de exportaciones en 1998: 45.640

Justificación

Entre los factores que aumentan el riesgo fitosanitario de introducción al país de plagas exóticas de importancia económica, se enumeran:

- La política de globalización y la apertura económica han incrementado el volumen de las importaciones y el número de vuelos diarios internacionales y, por ende, el número de pasajeros. En la actualidad, al aeropuerto Eldorado llegan un promedio de 42 vuelos internacionales diarios.
- La infraestructura fitosanitaria de algunos países es bastante débil, con poco personal técnico especializado, pocos laboratorios de referencia y ausencia de tecnología para limitantes fitosanitarios de importancia.
- Algunas certificaciones de países de origen relacionan en las declaraciones adicionales el cumplimiento de requisitos fitosanitarios sin adecuados soportes técnicos.

- El tamaño de la muestra para revisión de algunos cargamentos de exportación no es el adecuado técnica ni estadísticamente.

Lo anterior ha relevado la necesidad de fortalecer el servicio de inspección y cuarentena vegetal en todo el país y de manera preferencial en el aeropuerto Eldorado.

Para ello es indispensable tecnificar y especializar las inspecciones de todos los cargamentos agrícolas que entran al país, tanto de carga en importación como de los equipajes y maletas de mano de los pasajeros de vuelos internacionales.

Esta especialización tendrá en cuenta:

1. Actualización de los requisitos fitosanitarios exigidos.
Análisis de riesgo
Status sanitario por especie y país de riesgo
2. Tecnificación de la revisión de los cargamentos.

- Importaciones
- Exportaciones
- 3. Inspecciones técnica *in situ*.
 - Pre exportación
 - Pos importación
- 4. Elaboración de los manuales procedimentales por especie en las importaciones y exportaciones.
- 5. Mejoramiento del tamaño de la muestra por inspección. Análisis de riesgo. Muelle. Importaciones y exportaciones.
- 6. Apoyo del laboratorio de diagnóstico rápido.
- 7. Apoyo de los laboratorios de referencia.
- 8. Sistematización – internet.
- 9. Equipo de inspección.
- 10. Capacitación para los inspectores sanitarios.

- pales importaciones que llegan por el aeropuerto; así como de las exportaciones.
- Editar los tres manuales técnicos para los procesos agrícola, pecuario y del muelle internacional, logrando que 70% de la inspección se tecnifique.
- Capacitar al 100% de los ingenieros agrónomos y ayudantes de técnico en aspectos normales, metodológicos y técnicos.
- Consecución de un escáner y un triturador de alimentos para tecnificar y acelerar la revisión de los equipajes en el muelle internacional, aumentando en 80% la cobertura.
- Terminar la adecuación del laboratorio de diagnóstico rápido, como apoyo técnico a las inspecciones.
- Adecuar y modernizar en un 100% la oficina principal del ICA en el aeropuerto y la del muelle internacional.

Objetivos

General

Contribuir al mejoramiento y desarrollo de los procesos de importaciones y exportaciones del sector agropecuario, enmarcando el servicio bajo el esquema de la modernización, la eficacia y la oportunidad.

Específicos

- Especializar los procesos de revisión e inspección técnica tanto para las importaciones como para las exportaciones de productos y subproductos agropecuarios.
- Mejorar los procedimientos para la revisión técnica de los equipajes de los pasajeros de vuelos internacionales.
- Organizar y sistematizar los procesos técnicos y administrativos de la oficina.
- Adelantar acciones de capacitación metodológica y actualización técnica para los ingenieros agrónomos y ayudantes de técnico.

Todo ello permitirá adelantar acciones para impedir o retardar la introducción al país de enfermedades, plagas u otros organismos exóticos a los cultivos y la flora nacional.

Metas

- Especializar y tecnificar en un 80% los procedimientos por especie, y según país de origen, de las princi-

Con ello se conseguirá mantener al país protegido en un 100% de problemas exóticos de importancia cuarentenaria para el sector agrícola.

Metodología

- a) Profesionalizar la revisión técnica de los documentos de importación y exportación; confrontando los permisos previos (ON) con los respectivos certificados fito y de los países de origen.
- b) Realizar la inspección especializada de los cargamentos tanto de los productos y subproductos agropecuarios que se importan como de los que se exportan, teniendo en cuenta:
 - Análisis de riesgo
 - Tamaño de la muestra por especie
 - Utilización del equipo adecuado
 - Utilización del laboratorio de diagnóstico rápido.
 - Utilización de los laboratorios nacionales de referencia
 - Concertación técnica con los ingenieros agrónomos de los cultivos
 - Retroalimentación a la Sección de Vigilancia Fitosanitaria con los informes detallados de los rechazos semanales de las exportaciones; así como el reporte de los conceptos técnicos de las nacionalizaciones de materiales de siembra, para su respectivo seguimiento.
- c) Se capacitará al personal en aspectos técnicos, biológicos, agronómicos, ambientales, normativos, metodológicos y en comercio exterior a través de:

- Pasantías en laboratorios y áreas técnicas
- Intercambio con los ingenieros agrónomos de los cultivos
- Talleres de trabajo
- Pasantías a nivel internacional
- Cursos
- d) Inspección técnica de los equipajes de los pasajeros de vuelos internacionales
 - Análisis de riesgo
 - Utilizando escáner
 - Asesoría de los ingenieros agrónomos
- e) Producción de medios impresos y audiovisuales para información, divulgación y capacitación, estratificando los diferentes usuarios y la clientela del servicio del ICA y utilizar los medios y métodos de comunicación apropiados.
- f) En coordinación con la Policía Nacional y la Aerocivil, diseñar e implementar el Plan Dorado, como una estrategia básica de participación interinstitucional para mejoramiento del servicio en el aeropuerto.
- Visitas técnicas mensuales de los especialistas en entomología y fitopatología participando de las inspecciones.
- Capacitación en metodología de los procesos de inspección para los 8 técnicos del muelle internacional.
- Capacitación a los ocho (8) expertos agropecuarios y cinco (5) ingenieros agrónomos en el manejo del escáner por parte de ingenieros de la Aerocivil.
 - ◆ En cultura sanitaria para los diferentes clientes y usuarios del servicio se logró, entre otros aspectos:
 - La entrega a los pasajeros que salen en los vuelos internacionales de 15 mil folletos plastificados en inglés y en español, con las recomendaciones básicas para prevenir la introducción de materiales vegetales sin el cumplimiento de los requisitos.
 - Se repartieron a nivel de los diferentes clientes del servicio, 300 boletines con los requisitos para importación y exportación.
 - Durante los años 1998 y 1999, a través de Cosmovisión, se logró que 7.000 personas presenciaran el video del ICA sobre Riesgo, el cual presenta didácticamente el proceso institucional que se realiza en inspección y cuarentena vegetal, mostrando algunos ejemplos de impacto económico.
 - ◆ Organización de la oficina y establecimiento de mecanismos de control técnico y administrativo; tanto para las importaciones y exportaciones, decomisos e incineraciones, como para el recaudo de dinero.
 - ◆ Con el Plan Dorado se logró:
 - Consolidar la coordinación y participación de las entidades públicas y privadas mediante la conformación y trabajo de tres Comités Operativos de trabajo, así: a) línea ambiental y sanitaria; b) acceso vehicular, peatonal y señalización y, c) capacitación, divulgación e información didáctica. 35 reuniones al año.
 - Capacitar e informar sobre las funciones básicas del Instituto en el aeropuerto a 100 taxistas, 60 policías de tránsito, 20 lustrabotas, 10 loteros y 120 equipajeros.
 - Se institucionalizó el programa de inducción y motivación para el personal nuevo que entra a trabajar al aeropuerto: a 250 personas se le impartió esta instrucción.
 - Además, dentro del Plan Dorado se logró capacitar a 2.050 funcionarios de las demás entidades públicas de servicio y control sobre las actividades del ICA; en especial, a los funcionarios de la DIAN y de la Policía Fiscal Aduanera, que son el complemento funcional para nuestras actividades de inspección y cuarentena vegetal.

Logros obtenidos

- ◆ Publicación de tres manuales que contengan el procedimiento técnico para realizar la inspección detallada por especie, tanto para importación como para exportación.
- ◆ Utilización por parte de los ingenieros agrónomos del laboratorio de diagnóstico rápido así: importaciones (50), exportaciones (80). De los laboratorios de referencia (64) para importaciones y (51) para exportaciones.
- ◆ Instalación y funcionamiento del escáner para revisión de los equipajes de mano. Se revisa el 50% de los equipajes de viajeros procedentes de países de bajo riesgo fitosanitario y el 80% de los de alto riesgo. Se institucionalizó la asesoría presencial del ingeniero agrónomo en los vuelos de mayor riesgo. Se logró una mejor colaboración con la DIAN para la revisión de los equipajes de mano a través de reuniones con sus directivos en el aeropuerto y de charlas informales con los demás funcionarios de esa entidad.
- ◆ Capacitación de 5 ingenieros agrónomos del ICA en técnicas de laboratorio en diagnóstico fitopatológico y entomológico sobre los principales problemas plagas.
- Dos pasantías a nivel de laboratorio y de puerto marítimo.

Natural enemies as biological control agents in greenhouse ornamentals. benefits and risks

*Muriel Z. Kleijn Beekman & Karel J. F. Bolckmans**

Introduction

Commercial biological pest control in greenhouses started in 1967 in North Europe. Due to resistance to pesticides in several key pests in greenhouses biological pest control developed to a technically reliable way of pest management. The first applications of biological control in glasshouses were made with *Phytoseiulus persimilis* against spidermite in 1968 and *Encarsia formosa* against whitefly in 1970. Growers became more aware of using beneficials in the 1970's and gradually the number of species used increased (table 1). More than 30 beneficial arthropods are currently commercially available on the market for biological pest control in greenhouses.

Biological pest control in greenhouses: an overview

AREA OF PROTECTED CULTURES

The world area of protected cultures (glasshouses, plastic houses, walk-in plastic tunnels and multispan) is estimated at around 300.000 hectares (Wittwer *et al.*, 1995) with more than 220.000 hectares of greenhouse vegetables and almost 80.000 hectares of greenhouse ornamentals.

Europe has an estimated 120.000 hectares of protected crops. About 60% of this area is located around the Mediterranean Sea, mainly in Spain and in Italy. Most of this are greenhouse vegetables.

ACTUAL MARKET

The total market for natural enemies at end-user level in 1997 is estimated at more than \$30 million. The most important markets are the Netherlands, the United Kingdom and France followed by North America. Together these countries account for about two thirds of the total market. Most biocontrol producers are located in North Europe and North America. A large potential but still undeveloped market for biological pest control is located in South Europe around the Mediterranean Sea, in Asia and in Latin America.

Currently greenhouse vegetables account for more than 90% of the market for beneficial arthropods. Since the early 1990's the market in greenhouse ornamentals is continuing to grow steadily. Biological control is growing fastest in potplants like poinsettias and in cutflowers such as roses, gerberas and chrysanthemums.

* Koppert B.V. P.O Box 155, 2650 AD Berkel en Rodenrijs, The Netherlands

Table 1. Commercially produced beneficial arthropods for biological pest control in greenhouses (after van Lenteren *et al.*, 1992)

| Beneficial arthropod | Pest | In use since |
|--|---------------------------------|---------------------|
| <i>Phytoseiulus persimilis</i> | Sider mites | 1968 |
| <i>Encarsia formosa</i> | Whiteflies | 1970 (1926) |
| <i>Opius pallipes</i> | Leafminers | 1980-1983, 1996 |
| <i>Amblyseius barkeri</i> | Tobacco thrips | 1981-1990 |
| <i>Amblyseius barkeri</i> | Western flower thrips | 1986-1990 |
| <i>Dacnusa sibirica</i> | Leafminers | 1981 |
| <i>Diglyphus isaea</i> | Leafminers | 1984 |
| <i>Heterorhabditis</i> spp. | Vine weevil | 1984 |
| <i>Steinernema</i> spp. | Fungus gnats | 1984 |
| <i>Amblyseius cucumeris</i> | Thrips | 1985 |
| <i>Chrysoperla carnea</i> | Aphids | 1987 |
| <i>Bombus terrestris</i> | Pollination | 1987 |
| <i>Aphidoletes aphidimyza</i> | Aphids | 1989 |
| <i>Aphidius matricariae</i> | Green peach aphid | 1990 |
| <i>Orius</i> spp. | Thrips | 1991 |
| <i>Aphidius colemani</i> | Green peach aphid, cotton aphid | 1992 |
| <i>Aphelinus abdominalis</i> | Potato aphid | 1992 |
| <i>Hippodamia convergens</i> | Aphids | 1993 |
| <i>Delphastus pusillus</i> | Whiteflies | 1993 |
| <i>Amblyseius degenerans</i> | Thrips | 1994 |
| <i>Macrolophus caliginosus</i> | Whiteflies | 1994 |
| <i>Anagrus atomus</i> | Leafhoppers | 1994 |
| <i>Hypoaspis miles</i> | Fungus gnats, shoreflies | 1994 |
| <i>Amblyseius californicus</i> | Spider mites | 1994 |
| <i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i> . | Slugs | 1994 |
| <i>Eretmocerus eremicus</i> | Whiteflies | 1994 |
| <i>Harmonia axyridis</i> | Aphids | 1995 |
| <i>Feltiella acarisuga</i> | Spider mites | 1995 |
| <i>Episyrphus balteatus</i> | Aphids | 1995 |
| <i>Aphidius ervi</i> | Potato aphid, glasshouse aphid | 1996 |
| <i>Podisus maculiventris</i> | Caterpillars | 1996 |
| <i>Eretmocerus mundus</i> | Whiteflies | 1996 |
| <i>Coenosia</i> spp. | Fungus gnats | 1996 |

Challenges of biological control in greenhouse ornamentals

Although biological control has been used in ornamentals since more than two decades it is still not as widely implemented in ornamentals as it is in vegetables.

One of the main reasons is that many countries apply *zero-tolerance* of pests for the importation of ornamentals. It is a serious misconception that zero-tolerance can be achieved only by using chemical pesticides.

Another practical problem in implementing biocontrol is that in many cases growers have *mixed crops*

or mixed varieties and/or plant ages. These greenhouses are never completely empty in between cropping cycles allowing to have a complete clean-up and break the cycle.

Due to the *short cropping cycles* (many rotations) of many ornamentals different release strategies have to be used then in greenhouse vegetables with long cropping cycles. In greenhouses vegetables many beneficials are used in a seasonal inoculative release strategy after which natural enemies and pests reach a biological equilibrium and the pest populations are kept at a low harmless level. Greenhouse ornamentals in which this strategy can be used are for example gerbera's. The short cropping cycles of many other ornamentals such as potplants make it impossible to use this strategy. Therefore in many ornamentals inundative releases have to be made.

Contrary to vegetables where only the fruit is sold in many ornamentals the *whole plant is sold* which means that no damage symptoms can be accepted. Exemptions are for example gerbera's where only the flowers are sold without the leaves.

A common problem in both ornamentals and vegetables is the use of *starting material contaminated with pesticides*. Residues of non-selective pesticides with a long residual activity on starting material often results in a poor establishment of the released natural enemies.

Some ornamentals also have a *large range of pests*. In an IPM approach it is essential to have either a biological solution for each pest or at least a solution which is compatible with biological control such as selective pesticides or cultural, mechanical or other methods.

Western flower thrips is the main bottleneck for the implementation of IPM in ornamentals. This pest develops very quickly resistance against chemical insecticides. Furthermore, no selective insecticides which are fully compatible with biological control exist for western flower thrips. Therefore a robust IPM program for thrips management is essential to make a complete IPM program possible.

Climate does not only influence plant development but also has a strong influence on the activity of beneficials. In some ornamental crops the *low temperatures* used can be an important hurdle for the implementation of biological control. As a general rule of thumb biological control becomes difficult at average temperatures which are lower than 18 degrees Celsius. In crops such as roses the *low relative humidity* can hamper the establishment of predatory mites used for control of thrips and two-spotted

spider mites. In such cases relative humidity can easily be increased to allow an optimal activity of the natural enemies without increasing the risks for plant diseases.

When pests are present which are vectors of plant viruses such as TSWV which is transmitted by western flower thrips the tolerance for pest presence becomes very low. Trials in sweet pepper greenhouses in Spain have proven that no more virus is present when biological control is used. In several biocontrol greenhouses the virus (TSWV) spread even less quick compared to greenhouses where a heavy chemical control program was used. The key though is preventing the viruses from entering the greenhouse by excluding the pest vector. Excellent results have been obtained in various parts of the world with insect proof netting and more recently in Israel by using nets which also filter out the UV-light. Problems with reduced ventilation and air exchange can easily be solved by various techniques of forced ventilation or by increasing the ventilation surface.

Benefits of biological control

When developing biological control it is important to understand the reasons why greenhouse growers want to use biological pest control.

Probably the most important motive for growers to switch from chemical control to integrated pest management was and still is *pesticide resistance*.

Growers of greenhouse vegetables which use bumblebees for pollination are very restricted in the number of pesticides they can use. The introduction of *bumblebees* in 1987 has clearly created a bigger and more sensitive market for biological control in greenhouse tomatoes.

In many cases biological control can even be *cheaper* than chemical control. A major cost component of chemical control is labour. Spraying one hectare of greenhouse roses with a vertical spray boom requires about 8 hours of heavy work. In these crops, biological control requires generally spoken less labour. For some beneficials though, such as *Phytoseiulus persimilis* Athias-Heuriot, the time needed to introduce the beneficials in the greenhouse is still significant. Mechanisation of release methods could provide a solution.

The time which growers invest in *scouting and monitoring* for biological control should be invested also when using chemical pest control in order to determine whether sprays are needed. The close involvement of the grower in the pest management activities and the *closer*

follow-up of the pests when using biological control are possibly major reasons why, in many cases, integrated pest management is even more reliable than chemical control.

Many growers also appreciate the *absence of visible spray residue* on the flowers or fruits and the absence of *phytotoxicity*. *Growth inhibition*, commonly caused both in ornamentals and vegetables by repeated application of chemical pesticides, often results in yield reduction or smaller plants and / or flowers.

The use of beneficials requires *no safety or re-entry periods* allowing continued harvesting without danger to the health of people working in the greenhouse.

Consumers have become more and more interested in *safer and healthier food* with less pesticide residues. In some countries, for example the United Kingdom and the Netherlands, supermarkets and auctions insist their growers-suppliers produce their vegetables according to strict guidelines and standards, only allowing minimal use of pesticides from a restricted list. Breaking the rules is punished by a (temporary) prohibition to supply. Independent certification companies are used more and more to audit the growers. Horticultural products are certified with various labels. In the Netherlands and Belgium the auctions have had a strong influence on the implementation of biological pest control. Also for ornamentals there is a growing demand for IPM grown flowers and potplants.

In the Netherlands, the *authorities* exert strong pressure on the horticulture industry to reduce the use of pesticides. The government encourages and even subsidises the development of biological pest control strategies in glasshouse grown crops.

Additionally, *many pesticides are currently being phased out* in Europe restricting the number of pesticides which can be used. This will certainly have a serious impact on the implementation of biological control.

Growers and growers associations in Western Europe and North America also rely heavily on biological control as a *marketing tool*, especially in an attempt to distinguish themselves from cheaper imported products from southern countries with lower production costs.

Risks of Biological Control

When referring to risks one has to indicate, risk for whom?

It is important to know that nutritional requirements and dietary habits of the predators and parasites are a result

of long evolutionary processes. In the case of phytophagous and carnivorous species, concurrent and co-evolutionary changes have taken place in both the eaten and the eater. Great shifts in diet do not occur (*Caltagirone et al*, 1980).

Many parasitoids are specific on one species or some species of a genus. They do not shift to another host range.

The goal in biological control is to reduce the pest populations to the lowest possible level, and not to maintain the population of the natural enemy on a maximum.

When natural enemies are introduced in a greenhouse the result may be reduction in numbers of indigenous natural enemies on that location. This may be considered as an undesirable effect. But eradication is very unlikely, all scientists agree on that.

The question then is, do you rather keep working with pesticides?

The risks of not using biological control:

- ◆ Pests become used, or worse, resistant to pesticides.
- ◆ The number of new pesticides on the market is declining.
- ◆ In the USA workers refuse to work in greenhouses shortly after spraying. When there is a 6 or 7 day working week spraying becomes impossible.
- ◆ The international market forces growers to produce a cleaner product. So you risk losing market position.

Lately, a lot of discussion is going on in the research community about the risks of biological control. This discussion is focused on the risks of importing exotic natural enemies. The main concerns are competitive displacement of native natural enemies and population reduction or extinction of non-target (phytophagous) organisms.

Numerous examples exist of successes with exotic natural enemies imported in the framework of a classical biological control program against exotic pests. *Today there are no examples in the literature where the importation of beneficial arthropods for biological control of pests has led to serious problems, neither in classical nor in augmentative biocontrol programs.*

Unfortunately in these discussions the risks of the alternative, chemical control, are often forgotten. It is clear that the environmental impact of intensive use of chemical pesticides is much greater than the use of biological control which has hitherto proven safe.

Several initiatives are currently taken on the European (EPPO or European Plant Protection Organisation) and on the mundial level (OECD or Organisation for Economic Coöperation and Development) to develop regulations for the importation and release of exotic natural enemies. It is clear that a minimal level of regulation will only assure the sound development of a responsible biological control.

However, there is currently a serious danger that biological control will become overregulated. Overregulation bears the risk of making the development of "new" natural enemies very expensive. Moreover, it will slow down seriously the reaction speed in case of the occurrence of new, exotic pests. This could have a serious impact on the biological control industry and therefore on the implementation of Integrated Pest Management.

Technical support: the key to a succesfull IPM program

Absolutely essential for a succesful IPM program is regular and reliable technical support. To date, biological pest control without technical support from a specialist has never worked. Technical support is still included in the price of the purchased beneficials. Growers hence do not really buy only products but a service. Each client is generally visited once every week or two weeks. Technical advisors inspect old and new hot spots, check the level of parasitism and population development of predators and pests, discuss the situation with the growers, advise on the quantities of beneficials to introduce, which pesticides to use (or not to use) and how and where, ... Regular visits are crucial for succes, especially during the early phase of a biocontrol program. Growers who want to make the swith from chemical control to biological pest management require extra attention. These growers and their personnel first need to be trained in recognising pests and natural enemies as well as in scouting and monitoring techniques. Next they need to be assisted in the transition from the use of broad spectrum persistent pesticides to the use of more selective materials and those with a short residual activity. After this transition period, which can take several months before all pesticide residues have disappeared, introductions of beneficials can be started.

Technical advisors need to be able to recognise all pests and beneficials and have a thorough knowledge of their biology, ecology and behaviour, the introduction programs for all natural enemies in the different

greenhouse crops, the effects and side-effects of chemical pesticides, the greenhouse crops and growing systems, the different diseases, scouting and monitoring techniques. They need to be able to interpret the interactions between pest and natural enemies and in case of problems find the reason and give acceptable solutions.

Koppert sells computer programs which help the grower in his scouting and monitoring activities and in interpreting the collected data. We also give advice through intranets, via telephone helplines and via e-mail. More and more technical information is also becoming available through the Internet.

Quality control

High quality products and technical advice are basic requirements in business. Scientists and producers in Europe have developed quality control guidelines and standards for most natural enemies within the IOBC working group for "Quality Control of Mass-reared Arthropods". Also the North American producers have developed a set of quality control procedures. Both European and North American producers are currently working on the implementation of these guidelines through the development of a certification scheme for producers of natural enemies.

Koppert labels their products with information about the product, storage, numbers to introduce, target pests, etcetera. In Europe the producers are currently developing guidelines for a uniform labelling of natural enemies. To solve the problem of having to print labels in many languages Koppert has developed pictograms.

At Koppert there is a quality control group of four persons who guard the quality of our products.

The Dutch Plant Protection service comes at Koppert regularly and takes sampels of every product. They independently check if the right species are in the bottles and if there is no contamination in our products.

This way we guarantee to deliver the right species of natural enemies in our products.

References

- CALTAGIRONE L. E. & HUFFAKER C. B. 1980. *Benefits and risks of uaing predators and parasites for controlling pests*. Ecol. Bull. (Stockholm) 31:103–109.

-
- CRANSHAW, W., SCLAR, D.C. & COOPER, D. 1996. *A Review of 1994 Pricing and Marketing by Suppliers of Organisms for Biological Control of Arthropods in the United States*. *Biological Control* 6, 291-296.
- HUNTER, C.D. 1994. *Suppliers of Beneficial organisms in North America*. California Protection Agency, Sacramento, CA, USA.
- VAN LENTEREN, J.C. 1992. *Biological Control in Protected Crops: Where Do We Go ?* *Pestic. Sci.* 36, 321-327.
- VAN LENTEREN, J.C., ROSKAM, M.M. & TIMMER, R. 1997. *Commercial Mass Production and Pricing of Organisms for Biological Control of Pests in Europe*. *Biological Control* 10:143-149.
- WITTEW, S.H. & CASTILLA, N. 1995. *Protected Cultivation of Horticultural Crops Worldwide*. *HortTech* 5 (1):6-23.

Riesgos fitosanitarios para la caficultura colombiana

Gabriel Cadena Gómez

Introducción

Colombia se caracteriza internacionalmente por ser un país exportador de productos agrícolas, entre los cuales el café, las flores, el banano y el azúcar se destacan por su presencia continua y por su calidad.

De estos productos, sin lugar a dudas es el café el que representa mejor el esfuerzo nacional para ganar mercados y mantener una posición de liderazgo. Colombia, empezó a exportar café en 1835, cuando se despacharon los primeros 2592 sacos. Desde entonces, nuestro producto emblema ha ganado espacio en casi todos los países consumidores del mundo y es catalogado como el de mejor calidad.

En la actualidad, Colombia es el segundo país productor y el primero en la categoría de los cafés suaves lavados.

La participación del café colombiano es de 15%, con un volumen anual promedio de 12 millones de sacos de exportación a todos los destinos. La producción anual fluc-

túa alrededor de 13 millones de sacos, en una extensión aproximada de 900 mil hectáreas en las cuales cerca de 500 mil familias se dedican a su producción.

Antecedentes

El café (*Coffea arabica* L.), fue introducido a Colombia, desde Europa en el siglo XVIII. Los cultivos comerciales se iniciaron en el siglo XIX en la región de los santanderes.

Una de las principales razones para que el café se estableciera con facilidad en Colombia, tuvo que ver no solo con las condiciones de suelo y clima, favorables para su cultivo, sino principalmente por la ausencia de problemas fitosanitarios graves que limitaran su producción.

Es sabido mundialmente que esa ventaja de las especies introducidas la comparte la gran mayoría de los cultivos que encuentran ecosistemas libres de patógenos e insectos plagas que los limiten.

Por esa misma razón, el café arábico progresó en toda Latinoamérica, desde México hasta Brasil.

* Director de Cenicafé

Mientras en 1869 Ceylán sufría las pérdidas causadas por la presencia de la roya amarilla en sus cafetales y, posteriormente, ocurría lo mismo en Java, La India y demás países productores de Asia y África, las plantaciones en el hemisferio Occidental seguían progresando y extendiéndose gracias a no estar afectadas por la roya.

Así América se consolidó como productor de café arábico y los países africanos y asiáticos se dedicaron al cultivo y exportación de café robusta (*Coffea canephora*).

La roya amarilla (*Hemileia vastatrix*) solo fue registrada en Suramérica en el año de 1970. Esos cien años sin la presencia de esta enfermedad en los cafetales americanos representó la mayor ventaja comparativa para el cultivo del cafeto en América. En Colombia, la roya sólo se encontró en sus cafetales en el año de 1983.

Otro tanto se puede decir del caso de la mayor plaga del café: la broca del fruto (*Hypothenemus hampei*). Este insecto presente en África y Asia, fue registrado por primera vez en el Brasil en el año de 1908. Posteriormente se registró en Perú y en América Central. En Colombia se registró por primera vez en 1988.

Con la presencia de la broca del fruto del café en Colombia, terminó toda una era de ventaja fitosanitaria para la caficultura colombiana.

Acciones preventivas

Es muy clara la historia de nuestra caficultura respecto a la conciencia fitosanitaria. En todos los documentos escritos, con más de cien años de haberse publicado, se registra la preocupación ante la posible introducción al país de la roya y de la broca.

Los gobiernos siempre fueron conscientes del riesgo que representaba para el país cafetero perder la ventaja de no sufrir el ataque de la roya y de la broca. Se tomaron oportunas medidas de cuarentena internacional, con el fin de prevenir la introducción de la enfermedad y de la plaga. En 1924, el Decreto No. 8 6 8 (6 de junio), prohibió la importación de plantas, pies y semillas de café y de sacos usados para empaque. El Decreto 1172 de 1924 (10 de julio), restableció las medidas adoptadas en 1923.

En 1970, por medio de la Resolución No. 598 (julio 22), el Ministerio de Agricultura, refuerza las medidas cuarentenarias, con el fin de proteger la sanidad del culti-

vo del café en Colombia, con motivo del registro de la roya en Brasil.

Desde la creación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, en el año de 1927, se decide la creación de una Sección Científica con orientación agronómica y especialmente con el objetivo de prevenir la introducción de problemas fitosanitarios y desarrollar conocimientos para controlar las plagas y enfermedades presentes y que se llegaron a registrar posteriormente.

En el año de 1971 se firmó el acuerdo entre la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Instituto Colombiano Agropecuario -ICA, con el fin de adoptar las medidas cuarentenarias a nivel fronterizo y en el interior del país, con el fin de mantener el buen estado fitosanitario de las plantaciones de café. Este acuerdo subsiste hasta el día de hoy y es un instrumento singular de cooperación entre el sector productivo y las autoridades fitosanitarias para adoptar en forma concertada las medidas conducentes a proteger la caficultura.

Riesgos fitosanitarios actuales

En la actualidad, los principales riesgos fitosanitarios para la caficultura colombiana tienen que ver con tres enfermedades de carácter fungoso: la enfermedad de las cerezas del café (Coffe Berry Disease) causada por el hongo *Colletotrichum kahawae*, la roya harinosa o roya blanca, causada por el hongo *Hemileia coffeicola* y la traqueomicosis o marchitez del cafeto causada por un hongo del género *Fusarium* sp. (*F. stilboides*).

Estas tres enfermedades no han sido registradas en América. Afectan los cafetales principalmente en África y Asia.

Respecto a los insectos plagas, existen varios que no han sido registrados en Colombia y que pueden constituirse en plagas si llegan a ser introducidos a nuestros cafetales.

De estos insectos se destacan: el barrenador blanco del tallo: *Xylotrechus quadripes*, considerado en muchos países de Asia y África como la principal plaga del cafeto, debido al daño causado y a la dificultad para controlarla. El medidor gigante (*Ascotis selenaria reciprocaria*). Existen muchos otros registros de insectos en la mayoría de los países cafeteros que no se han registrado en Colombia y que eventualmente podrían constituirse en plagas si fueran introducidas a nuestro país.

La enfermedad de las cerezas del café (ECC), ocasionada por el hongo *Colletotrichum kahawae*.

Luis Fernando Gil Vallejo. *

Importancia económica

La enfermedad de las cerezas del café (ECC o CBD), ocasionada por el hongo *Colletotrichum kahawae*, se detectó en 1922 al oeste de Kenia, en áreas con altitudes superiores a 1700 msnm. A finales de los años 60, la enfermedad se había diseminado a todas las áreas cafeteras de ese país, incluidas zonas con altitudes inferiores a las mencionadas, y en la actualidad se encuentra en toda la zona cafetera del continente Africano (foto 1). (5, 7, 10, 14, 15).

El hongo ataca el fruto en todos sus estados de desarrollo, desde cojines florales hasta cerezas maduras. Sin embargo, el principal daño económico lo ocasiona al atacar frutos verdes.

En los países donde está presente, causa pérdidas estimadas entre 19 y 80% de la producción. El costo del control químico es aproximadamente de 45 % del costo total de producción anual y, a pesar de su uso, bajo condiciones climáticas favorables al hongo las pérdidas pueden llegar hasta 50% del potencial de producción.

Proceso de infección

En genotipos sensibles, sobre frutos o hipocotilos, la colonización de los tejidos por un aislamiento patogénico se traduce en la degradación de las células del mesocarpo y la formación de numerosos acérvulos (13).

Sobre los frutos, el patógeno forma un apresorio entre 4 y 6 horas después de la inoculación y penetra la epidermis entre las 8 y 16 horas siguientes. La colonización de los tejidos conduce a la degradación de las paredes de las células subepidermales. Los primeros acérvulos aparecen aproximadamente a los siete días, y a los 14 días se observa la producción de grandes cantidades de conidios (13).

Un aislamiento no patogénico forma un tubo germinativo y un apresorio en el tiempo indicado anteriormente, pero es incapaz de colonizar los tejidos y forma numerosas hifas sobre la superficie del tejido (13).

Para ilustrar el proceso de infección de las especies de este hongo, en las siguientes fotografías se presenta la relación *C. lindemuthianum*/*Phaseolus vulgaris*. (12)

* IA. MSc. Asistente de investigación, disciplina de fitopatología, Cenicafe.

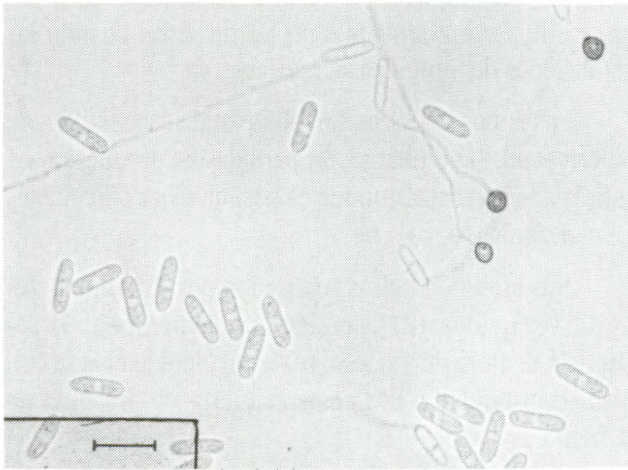


Foto 1. Conidios, conidios germinados y formación de apresorios de *Colletotrichum* spp. (línea = 15 mm).

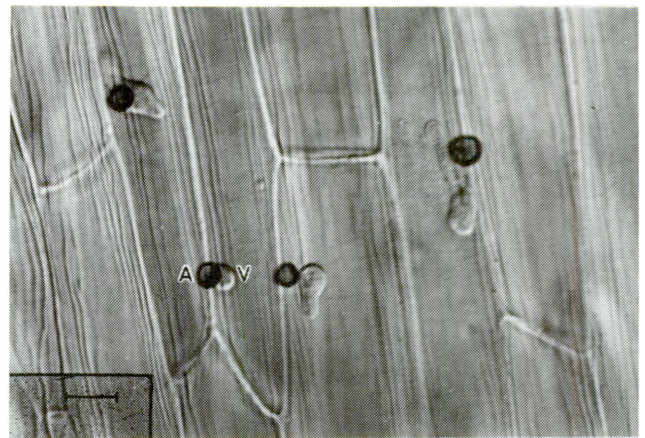


Foto 2. Apresorio (A) y Vesícula (V) dentro de la célula del hospedante (línea = 15 mm).

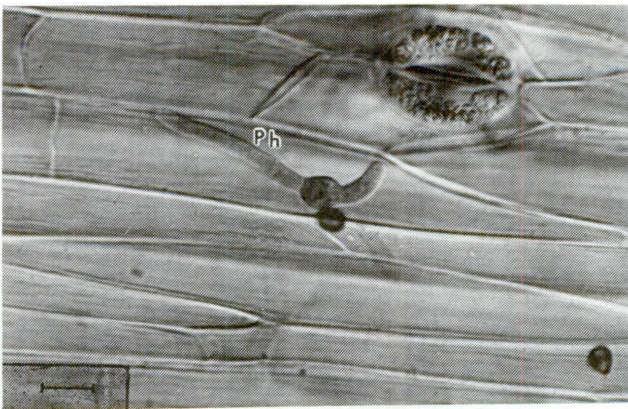


Foto 3. Hifa primaria (PH) en desarrollo a partir de la vesícula (línea = 15 mm).

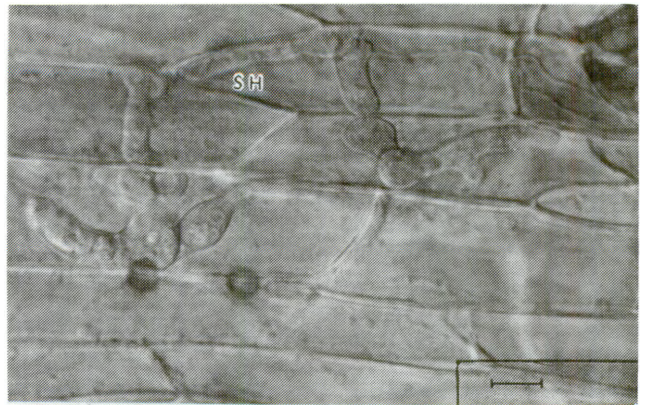


Foto 4. Hifa secundaria (SH) colonizando el tejido del hospedante (línea = 15 mm).



Foto 5. Formación de acérvulos sobre la superficie del tejido (línea = 15 mm).

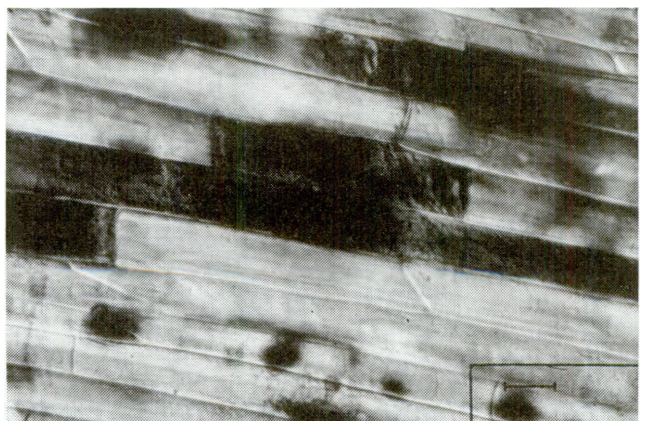


Foto 6. Reacción de resistencia al ataque del patógeno (línea = 15 mm).

Sintomatología (5, 10, 11)

Los cuerpos florales, las flores y los frutos son susceptibles a ECC.

Los primeros síntomas de ataque son usualmente manchas café-oscuras en los cuerpos florales y flores, o rayado sobre los pétalos blancos; el tamaño de la lesión se incrementa rápidamente y ocasiona su destrucción en 48 horas.

Los frutos muestran diferencias en susceptibilidad dependiendo de su estado de desarrollo. Sobre frutos, especialmente en expansión, los primeros síntomas externos son pequeñas manchas café-oscuras, localizadas lateralmente; estas lesiones se incrementan en área y presentan ligero hundimiento y eventualmente cubren la totalidad del fruto. El hongo invade igualmente la parte interna del fruto.

Los frutos afectados en estados tempranos de desarrollo caen, mientras que aquellos en estados más avanzados se necrosan y momifican pero permanecen adheridos a la planta.

En las lesiones hundidas se desarrollan pequeños puntos sobresalientes, los cuales son los cuerpos fructíferos del hongo (acérvulos), sobre ellos, bajo condiciones de humedad se desarrollan masas de conidios de color rosado. Si las condiciones ambientales se tornan secas, las lesiones cambian de color a verde cenizo y los acérvulos toman coloración oscura. Las lesiones con esta apariencia

indican la presencia de ECC en forma inactiva; estas lesiones cambian nuevamente a su forma activa cuando las condiciones de humedad se reestablecen.

Los frutos maduros son altamente susceptibles a la enfermedad; sin embargo, las pérdidas de producción en este estado son bajas aunque es posible tener dificultades en el despulpado.

Basado en estudios realizados por diferentes autores, Vermeulen (27) presenta un esquema de la secuencia de floración y desarrollo del fruto asociada con la susceptibilidad a ECC; este esquema se presenta en la figura 1.

El patógeno

El patógeno fue descrito originalmente (1897) como *Gloeosporium coffeanum* en y como *Colletotrichum coffeanum* por Noack en 1901; estas especies son definidas por Von Arx en 1957 como sinónimos de *C. gloeosporioides*, el cual está presente en café, como saprófito, en frutos sobremaduros o tejido dañado. El estado telemorfo, *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld y Schrenk, no se ha observado hasta el momento en el patógeno del CBD. Con base en criterios morfológicos, de patogenicidad y métodos bioquímicos, Waller y colaboradores, en 1993 (29), definieron las diferencias existentes en la clasificación del agente causante del CBD y lo deno-

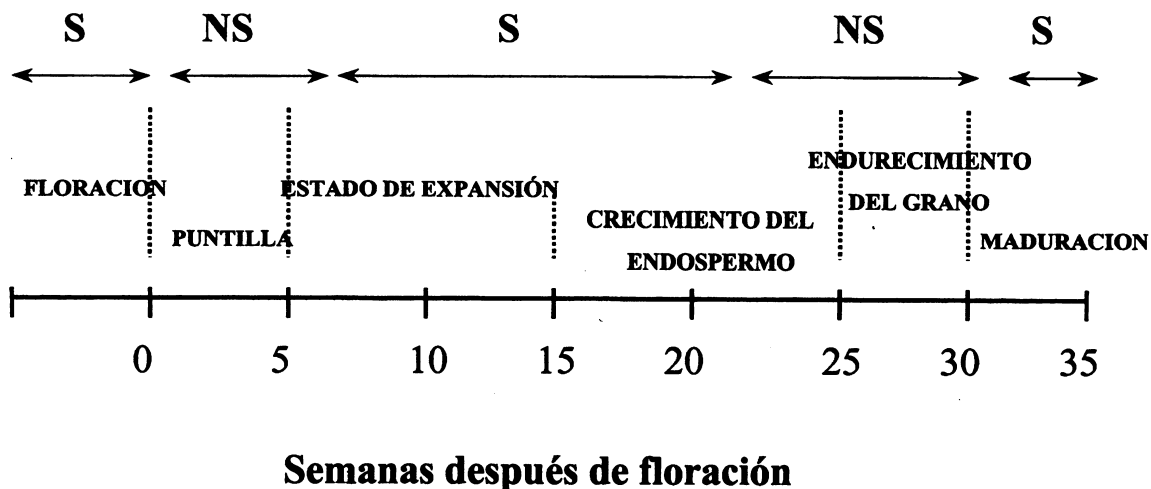


Figura 1. Desarrollo del fruto y susceptibilidad a *C. Kabawae*

minan *C. kabawae*, nombre proveniente del Swahili Kahawa: café.

La colonia y los conidios de esta especie presentan las siguientes características: colonias densamente algodonosas, gris a gris oliváceo oscuro, verde oscuro en el reverso; sobre malta agar al 2% y a 25°C alcanza 14-28 mm de diámetro en 7 días. Con repiques sucesivos llega a ser variable, generalmente de color más claro a café. No se forma conidiomata acervular, conidias producidas a partir de hifas simples. Conidias rectas, cilíndricas, aseptadas, invariablemente gutuladas, obtusas en el ápice, 12.5-19.0 x 4.0 mm. Apresorios moderadamente abundantes, pálidos a café, circulares o ligeramente irregulares, 8.0-9.5 x 5.5-6.5 mm (28, 29).

Caracterización

Debido a la plasticidad fenotípica encontrada en este género, se presentan dificultades al utilizar los criterios clásicos de identificación. Con el fin de obviar estos problemas, para la diferenciación de y entre especies se están utilizando nuevos métodos analíticos en los que se utiliza la bioquímica, la biología celular y la genética molecular.

C. kabawae no puede utilizar citrato y tartrato como única fuente de carbono, lo cual puede estar relacionado indirectamente con su patogenicidad y directamente con una reducida capacidad saprofitica (23, 29); esta característica se utiliza para realizar un diagnóstico rápido de esta especie.

Los carbohidratos presentes en la superficie de las estructuras de infección han permitido la caracterización de especies. Las lectinas I y II de *Griffonia simplicifolia* (GSI y GSII), con afinidad a D-galactosamina, N-acetil galactosamina y N-acetilglucosamina, se adhirieron a conidios de aislamientos de *C. coffeanum* provenientes de Kenia, diferenciándolos de otras especies (20).

Los análisis de proteínas, isoenzimáticos y el uso de marcadores RAPD han demostrado diferencias genéticas entre aislamientos de *Colletotrichum* patogénicos y no patogénicos a café (21).

Probablemente, la secuencia del ADN ha sido una de las herramientas más poderosas para el entendimiento de la taxonomía de este género; sin embargo, en la práctica, son necesarios procedimientos de diagnóstico rápidos y menos costosos (3).

Variabilidad

Estudios preliminares sobre diversidad genética de poblaciones del patógeno, realizados mediante la técnica de gru-

pos de compatibilidad vegetativa, indican que esta no se presenta entre aislamientos de *C. kabawae* y otras especies de *Colletotrichum* encontradas en plantas de café y demuestran la existencia de dos grupos entre los aislamientos obtenidos de todos los países cafeteros africanos. El primero corresponde a aislamientos de la región del África del Este y el segundo a aislamientos de Camerún. En estos trabajos se reportan variaciones en patogenicidad, algunas veces con pérdida total, cuando se realizan subcultivos de algunos aislamientos utilizados para inoculaciones artificiales (4).

Epidemiología

Nutman y Roberts (17) reportaron que *C. coffeanum* coloniza habitualmente la parte externa de la corteza madura de las ramas de café y definen dos tipos de inóculo: el primero, ocasionado por conidias formadas en la rama, las cuales se constituyen en la fuente de inóculo para flores y frutos y son de importancia porque inician la epidemia; el segundo, es producido en los frutos afectados y su cantidad excede al producido en las ramas.

Cuando la mayor parte del inóculo se origina en los frutos y no en las ramas, en lugar de presentarse niveles de infección más o menos uniformes durante el ciclo, los niveles se elevan con el incremento en el número de frutos afectados, los cuales presentan cada vez mayor capacidad de producción y liberación de esporas (17). Para Gibbs (11), el inóculo de las ramas puede ser importante solamente para las infecciones primarias, y su contribución para el aumento del nivel de esporulación y diseminación de la enfermedad es de menor importancia, comparada con el de los frutos afectados, donde solamente se forman conidias de la forma CBD.

Masaba *et al* (14), indican que la lluvia juega un papel importante en la producción, dispersión y germinación de esporas, al igual que en el desarrollo de la infección y en los procesos fisiológicos del café, especialmente en la regulación de la floración y, por tanto, en sus patrones de producción. De acuerdo con la información de Muller (15), en la figura 2 se presenta el desarrollo de la enfermedad en Kenia y se relaciona con la precipitación y humedad ambiental desde enero hasta diciembre.

Estudios realizados en Nigeria (16), para determinar el efecto de la temperatura sobre la formación de apresorios y la formación de lesiones de varios aislamientos, indicaron que la temperatura óptima de germinación

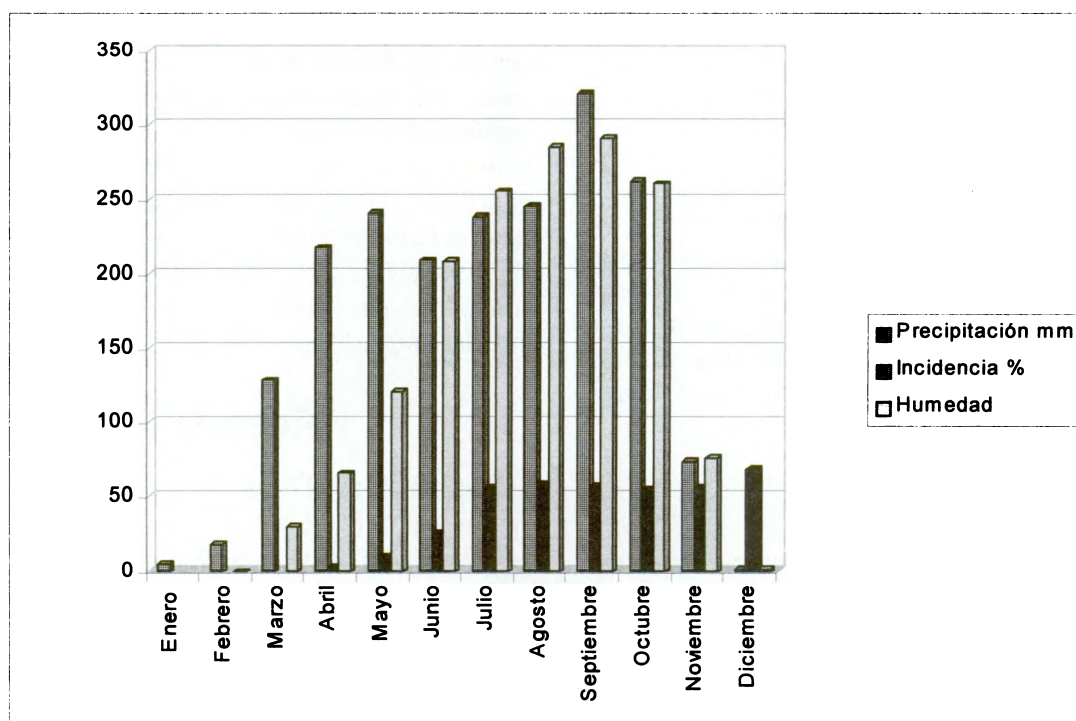


Figura 2. Relación entre la precipitación y la humedad con la incidencia de *C. kabawae*.

de conidias de un aislamiento de *C. coffeanum* estuvo entre 15-25°C; la germinación de conidias empezó con la formación de un *seudoseptum* en el centro. Los apresorios se formaron entre 5-30°C. Un alto porcentaje de infección del fruto y una activa esporulación para todas las razas fueron obtenidas a 15, 20 y 25°C.

En Kenia (7), con base en la información meteorológica y epidemiológica obtenida entre abril y junio de 1966 a 1973, en la estación de Ruiru, se determinó que la infección no se correlacionó significativamente con la precipitación total, pero sí lo hizo con el número de días de lluvia, especialmente los que tenían por lo menos 1 mm de lluvia y particularmente con períodos con al menos 5 horas de humedad, los cuales se obtienen con las lluvias que empiezan entre las 14:30 y 03:30 h, indistintamente de su intensidad. El número de días con al menos 1 mm de lluvia, la cual ocasiona por lo menos 5h de humedad en la primera quincena de abril, estuvo también correlacionado con la incidencia.

MANEJO DE LA ENFERMEDAD

El manejo de esta enfermedad se ha basado fundamentalmente en el uso del control químico; sin embargo, la re-

sistencia presente en algunos materiales ha sido utilizada en programas de mejoramiento genético y se explora el control biológico.

Control químico (14,22)

Uno de los principales requerimientos para el control efectivo del CBD, es mantener un adecuado cubrimiento cuando el cultivo se encuentra en sus períodos de mayor susceptibilidad, entre 4 y 20 semanas después de la floración, durante la maduración y en especial cuando estas épocas coinciden con períodos húmedos.

Para evitar pérdidas de importancia económica, las aspersiones deben proteger la cosecha que se desarrolla durante el período de lluvias.

Para el control de la enfermedad, se utilizan fungicidas cúpricos, los cuales además de su bajo costo son efectivos para el control de otras enfermedades de importancia en café, como son la roya del cafeto ocasionada por *Hemileia vastatrix* y el tizón bacteriano ocasionado por *Pseudomonas syringae* pv. *garceae*. En algunas zonas los fungicidas cúpricos fueron reemplazados por fungicidas orgánicos; sin embargo, su costo, la presencia

de resistencia a carbendazim y a benomil, los posibles efectos mutagénicos del captafol, la poca efectividad de estos productos para controlar el tizón bacteriano y los beneficios de utilizarlos en mezcla de tanque con fungicidas cúpricos, limitaron su uso (14).

El uso de mezclas de tanque entre fungicidas orgánicos y cúpricos ha permitido un adecuado control del CBD, roya y tizón bacteriano utilizando un solo programa y mejores producciones que cuando se utilizaron fungicidas orgánicos solos. Por estas características, las mezclas de tanque son utilizadas ampliamente en Kenya, Tanzania, Malawi, Etiopía y Zimbabwe.

Programas de aspersión (22).

Con base en el conocimiento de la epidemia y de las características de los diferentes fungicidas, y dependiendo de la incidencia de CBD y roya, se recomiendan varios programas de aspersión; éstos se inician antes del periodo de lluvias prolongadas y continúa hasta junio/julio, dependiendo del fin de las lluvias.

Para mayor seguridad se recomienda la primera aplicación a mediados de febrero, ya que un inicio tardío de las aspersiones presenta riesgos, especialmente cuando hay alta cantidad de frutos tempranos.

Durante las lluvias cortas se recomiendan aplicaciones contra roya en los meses de octubre/noviembre, las cuales proveen igualmente protección contra CBD. En caso de prolongarse las lluvias, es necesaria la protección adicional.

Con el fin de cubrir muchas de las variaciones en la distribución de lluvias y en el desarrollo del fruto, se recomiendan las siguientes épocas de aplicación de fungicidas.

Donde las floraciones ocurridas en el periodo de las lluvias cortas son pequeñas, las aspersiones pueden ser iniciadas al empezar las lluvias y deben finalizar no más tarde de una semana después de la floración de lluvias prolongadas.

Donde hay abundante cosecha temprana, existe el riesgo de un severo ataque de ECC una vez se inicien las lluvias largas; por tanto, las aplicaciones con fungicidas cúpricos deben iniciarse antes de comenzar las lluvias (octubre, noviembre, diciembre, febrero, marzo, abril, mayo, y una opcional en julio).

Si las lluvias cortas se prolongan, es necesaria la protección adicional y deben utilizarse mezclas de tanque en las épocas indicadas en el punto anterior.

Resistencia genética

Los trabajos sobre selección de técnicas para determinación temprana de resistencia al CBD realizados por la Estación de Investigaciones de Café Ruiru, en Kenia, demostraron una alta correlación ($r = 0.73 - 0.80$) entre las reacciones de resistencia obtenidas en plántulas de 6 semanas de edad con las obtenidas en plantas adultas (25); con base en esta técnica, Van Der Vossen y Walyaro (26) realizaron trabajos sobre herencia de la resistencia que permitieron deducir que ésta está controlada por genes localizados en tres loci. El locus R presenta los alelos múltiples R1R1 en la variedad Rume Sudán, altamente resistente, y R2R2, menos efectivo, en la variedad Pretoria. El gen recesivo K confiere resistencia media y se encuentra en las variedades Rume Sudán, Pretoria y K7. El gen T se encuentra en el Híbrido de Timor. Estos autores proponen la siguiente constitución genotípica

Épocas de aplicación de fungicidas para el control de CBD (22)

| Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| - | - | - | - | - | - | | | - | - |
| + | + | + | + | + | + | | | + | + |
| x | x | x | - | - | - | | | | |
| x | x | x | x | x | x | | | x | x |

- Fungicida orgánico
- + Fungicida cúprico
- x Mezcla de tanque, o, Dyrene C47, Delan 75% WP.

para 5 variedades de café para los tres loci que determinan la resistencia al CBD:

| | |
|------------------|---------------|
| Rume Sudán | R1 R1 K K t t |
| Pretoria | R2 R2 K K t t |
| Híbrido de Timor | r r k k T T |
| K7 | r r K K t t |
| SL28, N39 | r r k k t t |

En Cenicafé (6, 9), el programa de mejoramiento genético para la selección por resistencia al CBD tiene como base las variedades Rume Sudán e Híbrido de Timor y comprende: a). Obtención de líneas resistentes y homogéneas a partir de las dos fuentes citadas; b) Cruzamiento posterior de estas líneas para combinar y acumular genes de resistencia en genotipos aptos para el cultivo comercial; c) Utilización de otras fuentes de resistencia especialmente de origen Etiópe. Las evaluaciones realizadas en el CIFC a 44 progenies de Cat. x H. de T. con resistencia a roya del café, demostraron la presencia de resistencia a 1 o más aislamientos de *Colletotrichum*. La resistencia más frecuentemente observada fue contra el aislamiento de Malawi (70% de los casos), mientras que ninguna de las progenies mostró poseer resistencia contra el aislamiento de Camerún.

Métodos para selección por resistencia

Los métodos clásicos para la detección de resistencia a la ECC en materiales de café, han sido la observación de infección natural en el campo, la inoculación de frutos verdes en campo y en laboratorio, y la inoculación de hipocotilos de plántulas antes o en el momento del desplegamiento de los cotiledones (24).

Un avance en la identificación de resistencia en genotipos de café se ha obtenido mediante el uso de técnicas de cultivo de tejidos (19) y el uso de marcadores moleculares RAPD (2, 8)

Control biológico

Aunque el control biológico de este hongo no ha sido utilizado en el campo, existen evidencias sobre sus posibilidades de uso.

El incremento en la severidad de las enfermedades del café, incluida la ECC, y el efecto tónico que incrementa el crecimiento de la planta y su producción, han sido asocia-

dos con la aplicación de fungicidas en café y explicados por los cambios en la microflora saprofítica (hongos filamentosos, levaduras y bacterias) de la planta. Algunos de los componentes de esa microflora, aislada de frutos, ramas y hojas inhibieron crecimiento micelial, germinación de esporas y formación de apresorios de *C. kahawae* (14, 18).

En Colombia, en un estudio del filoplano del café asociado a la mancha mantecosa (1), se aislaron 25 hongos, 2 bacterias y 2 levaduras, algunos de los cuales mostraron antagonismo In Vitro con *C. gloeosporioides* agente causante de esa enfermedad.

Comentarios

Debido a los cambios climáticos de los últimos años y en especial por la presencia de lluvias abundantes seguidas por altas temperaturas, se han presentado en algunas regiones de la zona cafetera colombiana daños en flores y frutos en plantaciones comerciales de café, ocasionados por especies de *Colletotrichum*. La presencia del hongo, aunque no presentó características de epidemia, disminuyó el potencial de producción de los lotes afectados, demostró la potencialidad de daño de este género al presentarse condiciones favorables para su desarrollo e incrementó las inquietudes sobre el efecto que tendría la presencia de *C. kahawae* en nuestra caficultura.

El conocimiento previo del hongo, de la enfermedad y de su control, permitirán prevenir el desarrollo de epidemias masivas que ocasionen pérdidas de importancia económica en la caficultura Colombiana.

Literatura citada

1. ARANGO C. M. 1966. *Estudio del filoplano del café asociado a la mancha mantecosa*. Manizales (Colombia), Universidad Católica. Facultad de Bacteriología., 140 p. 50 Refs. Esp. (Tesis: Bacteriología).
2. AGWANDA, C. O.; LASHERMES, P.; TROUSLOT, P.; COMBES, M. C.; CHARRIER, A. 1997. *Identification of RAPD markers for resistance to coffee berry disease Colletotrichum kahawae in arabica coffee*. Euphytica (Holanda) 97 (2): 241 – 248.
3. BAILEY, J., A. 1996. *The value of molecular approaches to studies of variability in plant pathogenic fungi*. En: Seminario internacional mecanismos de resistencia de plantas al ataque de insectos y patógenos. Manizales (Colombia), julio. 10–12, P. 82–90. 20 refs.

4. BELLA MANGA; BIEYSSE D.; MOUEN B. J. A.; AKALAY I.; BOMPARD E.; BERRY D. 1997. *Observations sur la diversité de la population de Colletotrichum kahawae agent de l'antracnose des baies du caféier arabica et incidence sur la résistance*. In: Colloque Scientifique International sur Le Cafe, 17. Nairobi (Kenya), Juillet 20 – 25. Paris (Francia), ASIC 1997. P.664-612. 14 refs.
5. CADENA G., G.; FERNANDEZ B., O. 1982. *Enfermedad de las cerezas del café*. Manual de Sanidad Vegetal. Enfermedades 2. Chinchiná (Colombia), Cenicafé, 2 p.
6. CASTILLO Z., J.; ALVARADO A., G. 1987. *Selección por resistencia a la enfermedad del fruto del café causada por Colletotrichum coffeanum Noack*. VIII congreso Ascolfi, Manizales, mayo 26-29 de 1987.
7. COOK, R.T.A. 1975. *The effect of weather conditions on infection by coffee berry disease*. Kenya Coffee (Kenya) 40(471):190-197.
8. CENICAFÉ. 1999. *Disciplina de mejoramiento genético. Caracterización molecular de genotipos de café*. En: Resumen del informe anual de actividades 1997 – 1998. Chinchiná, Cenicafé. P. 86.
9. CENICAFÉ. 1999. *Disciplina de mejoramiento genético. Selección por resistencia a la enfermedad de los frutos del café CBD (Colletotrichum kahawae)*. En: Resumen del informe anual de actividades 1997 – 1998. Chinchiná, Cenicafé. P. 86.
10. FIRMAN, I.D.; WALLER, J.M. 1977. *Coffee berry disease and other Colletotrichum diseases of coffee*. Kew, Surrey (Inglaterra), Commonwealth Mycological Institute, 53 p. Ing. (Phytopathological Papers No. 20).
11. GIBBS, J. N. *Inoculum sources for coffee berry disease*. Annals of Applied Biology 64, 515-522.
12. GIL V., L. F. 1982. *Morphological and cellular characterisation of Colletotrichum isolates from V. radiata, V. unguiculata y P. Vulgaris*. Bristol (Inglaterra), University of Bristol, 42 p. 16 refs. (Tesis M. Sc.)
13. LOUBET S.; BIEYSSE D.; MICHAUX F., N.; BERRY D. 1997. *L'antracnose des baies (CBD) du caféier arabica: aspects microscopiques des interactions hôte-parasite*. In: Colloque Scientifique International sur Le Cafe, 17. Nairobi (Kenya), Juillet 20 – 25. 1997. Paris (Francia), ASIC.
14. MASABA, D.M.; WALLER, J.M. 1992. *Coffee berry disease: the current status*. In: *Colletotrichum: biology, pathology and control*. Wallingford (Inglaterra), CAB, p. 237-249. 36 Refs. Ing.
15. MULLER, R. A. 1982. *Some considerations on epidemiology of CBD in Kenya and Cameroon, importance of the disease, methods of evaluation of losses*. In regional workshop "Coffee Berry Disease". Addis Ababa (Etiopia), July 19-23, 1982. Ruiru (Kenya), Coffee Research Foundation.
16. MWANG'OMBE, A.W.; MUKUNYA, D.M.; GATHURU, E.M. 1991. *Effects of temperature on appressorium formation and pathogenicity of Colletotrichum coffeanum/ strains*. Journal of Plant Protection in the Tropics /Malasia/8(3):181-188. 23 Refs. Ing.).
17. NUTMAN, F. J.; ROBERTS, F. M. 1969. *Seasonal variations in sporulating capacity of the fungus causing coffee berry disease*. Ann. Appl. Biol. 64, 85-99.
18. NUTMAN F. J.; ROBERTS F. M. 1969. *The stimulating effect of some fungicides on Glomerella cingulata in relation to the control of coffee berry disease*. Ann. Appl. Biol. (), 64. 335-344
19. NYANGE, N. E.; WILLIAMSON, B.; MCNICOL, R.J.; LYON, G. D.; HACKETT, C. A. 1995. *In vitro screening of coffee genotypes for resistance to coffee berry disease Colletotrichum kahawae*. Annals of applied biology (inglaterra) 127 (2): 251 – 261. 33 refs. Ing.
20. O'CONNELL, R. J.; NASH, C.; BAILEY, J. A. 1992. *Lectin citochemistry: A new approach to understanding cell differentiation, pathogenesis and taxonomy in Colletotrichum*. In: *Colletotrichum: biology, pathology and control*. Wallingford (Inglaterra), CAB, p. 67 –87.
21. OMONDI, C., O.; HINDORF, H.; WELZ, H. G.; SAUCKE, D.; AYIECHO, P. O.; MWANG'OMBE, A. W. 1997. *Genetic diversity among isolates of Colletotrichum kahawae causing coffee berry disease*. In: Colloque Scientifique International sur Le Cafe, 17. Nairobi (Kenya), Juillet 20 – 25. 1997. Paris (Francia), ASIC. P. 800 – 804. 13 Refs.
22. PLANT PATHOLOGY SECTION. 1997. *Coffee Research Foundation. Technical Circular No 70. Control of Coffee Berry Disease and Leaf Rust in 1997*. Kenya Coffee Vol 59 No 688 Feb 1997. pp 2385-2391.
23. SIERRA, S., C.A.; WALLER, J.; BRIDGE, P.; RITCHIE, B.; BUDDIE, A. *Caracterización de aislamientos de Colletotrichum gloeosporioides causante de la mancha mantecosa del café y de Colletotrichum kahawae causante del CBD*. En: Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines, 14. Santa Marta (colombia). Santafé de Bogotá (Colombia). Ascolfi. P.38

-
24. VAN DER GRAAF, N., A. 1978. *Selection for resistance to coffee berry disease in arabica coffee in Ethiopia*. Evaluation of selection methods. *Netherland Journal of Plant Pathology*. 84 (6): 205 – 215.
25. VAN DER VOSSEN, H. A. M.; COOK, R. T. A.; MURAKARU, G. N. W. 1976. *Breeding for resistance to Coffee Berry Disease caused by Colletotrichum coffeanum Noack (Sensu Hindorf) in Coffea arabica L . I*. Methods of preselection for resistance. *Euphytica* (Holanda) 25 (3): 733-745.
26. VAN DER VOSSEN, H. A. M.; WALYARO, D. J. 1981. *Breeding for resistance to coffee Berry Disease in Coffea arabica L. II: Inheritance of the resistance*. *Euphytica* 29 (3): 777-791.
27. VERMEULEN, H. 1979. *Coffee berry disease in Kenya*. Wageningen (Holanda), Agricultural University, 112 p. Ing. (Thesis: Philosophy Doctor).
28. WALLER, J.M. *Some mycological aspects of the coffee berry disease pathogen*. In: REG. Workshop "Coffee Berry Disease", 1. Addis Abeba (Etiopía), July 19-23, 1982. Proceedings. p. 125-130. 13 Refs. Ing.
29. WALLER, J.M.; BRIDGE, P.D.; BLACK, B.; HAKIZA, G. 1993. *Characterization of the coffee berry disease pathogen, Colletotrichum kahawae/ sp. Nov. 1993*. *Mycological Research* (Inglaterra) 97(8):989-994. 26 Refs. Ing.

Enfermedades y plagas exóticas de la caña de azúcar en Colombia

Jorge I. Victoria, Luis A. Gómez y Luz A. Lastra¹

El cultivo de la caña de azúcar como cualquier otro cultivo puede ser afectado por factores edafológicos, climáticos, biológicos, etc., los cuales se deben tener en cuenta si se desea conservar la producción de caña. Los insectos plaga, así como las enfermedades patológicas, son factores biológicos que en algunos casos han adquirido gran importancia para el desarrollo del cultivo, debido a las grandes pérdidas que pueden ocasionar.

Estudios realizados por Cenicaña muestran la presencia de diferentes tipos de afecciones e insectos asociados con las distintas etapas del ciclo vegetativo de la caña de azúcar en Colombia. Las principales enfermedades que afectan el cultivo de la caña de azúcar en Colombia son producidas por hongos, bacterias, virus y nematodos. Así mismo existen distintos insectos que pertenecen a los grupos de barrenadores del tallo, chupadores, y comedores de follaje.

Enfermedades exóticas

En el mundo existen registradas más de 135 enfermedades causadas por distintos patógenos, de las cuales en Colombia se ha encontrado existencia de alrededor de 25 afec-

ciones. Es decir, existe un número considerable de enfermedades registradas en otros países que bien podrían ingresar al país y posiblemente, en caso de hacer su ingreso, llegar a ser importantes causando disminuciones significativas en la producción. A estas enfermedades se les denomina exóticas por no encontrarse presentes en el país. Y al ser introducidas podrían colocar en serias dificultades la industria de la caña de azúcar en Colombia.

Enfermedad de Fiji

Esta enfermedad se denominó así porque se observó y estudió por primera vez en las Islas Fiji (Egan, *et al.*, 1989). La enfermedad es causada por un virus, el FDV. Si no se controla adecuadamente causa disminuciones significativas en la producción. Existen numerosos casos de epidemias ocurridas en diferentes países, p.e. en Fiji, entre 1950 a 1970, y Australia entre 1935 y 1950. Recientemente, en Australia, en un caso, a pesar de utilizarse material de siembra limpio de la variedad susceptible NCo 310, el campo tuvo disminución en la producción hasta de 50% en la primera soca y 100% de pérdidas en la segunda soca.

¹ PhD.-fitopatólogo, PhD.-entomólogo y Bióloga-entomóloga, respectivamente. Programa de Variedades. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia-Cenicaña. Apartado Aéreo No. 9138; Cali-Colombia. Noviembre 4 de 1999.

El síntoma característico de la enfermedad consiste en la aparición de agallas en el envés de la hoja o de la nervadura central de las plantas afectadas. Estas agallas varían considerablemente de tamaño y van desde las muy diminutas, que requieren lupa para ser detectadas, hasta las de mayor tamaño que pueden medir 5 cm de largo por 2 a 3 mm de ancho. Cuando son pequeñas, estas agallas tienen el mismo color del tejido que las rodea, pero en hojas más viejas su coloración tiende a ser blanca. Las agallas son producidas por la proliferación del floema y las células del xilema. La afección presenta otros síntomas menos específicos como son el enanismo de la planta, alteración de la forma de la hoja y cambios en el color y textura de la misma (Egan *et al.*, 1989).

La enfermedad de Fiji se encuentra restringida a Australia, las islas de la región del Pacífico sur: Samoa a Nueva Guinea, Filipinas, Tailandia, Malasia y en el continente africano en Madagascar. La enfermedad no ha sido registrada en América (Egan *et al.*, 1989).

La enfermedad tiene como vector al insecto *Perkinsiella saccharicida* Kirk, siendo eficientes en su transmisión tanto las ninfas como los adultos, aun cuando estos últimos lo son menos. Este vector se encuentra presente en muchos países del continente americano, y en algunos de ellos en abundancia como en Ecuador y Colombia.

El sistema de control más eficiente de la enfermedad consiste en el uso de variedades resistentes o de semilla libre del patógeno y el entresaque de plantas enfermas. Se ha observado que el tratamiento térmico es ineficiente para el control de la enfermedad.

Mata zacatosa y hoja blanca

Estas enfermedades son de gran importancia en la India, Taiwan y Tailandia, causadas por un fitoplasma, el cual aparentemente es el mismo en las diferentes localidades. Incidencias hasta de 70% o más han sido registradas en algunas áreas, con disminuciones en la producción hasta de 74%. La afección se caracteriza por presentar gran producción de brotes, los cuales no crecen y la cepa toma una apariencia enanificada. Las hojas son delgadas, angostas, poco desarrolladas y con clorosis; en algunos casos la clorosis es tan fuerte que causa la muerte de la planta (Agnihotri, 1990; Hughes *et al.*, 1964; Rishi y Chen, 1989).

La enfermedad es transmitida por el uso de semilla vegetativa infectada, por medio de vectores entre los que se han registrado algunos áfidos como (*Melanaphis*

sacchari Zehntner y *Rhopalosiphum maidis* Fitch); *Matsumuratettix biroglyphicus* Matsumura. Existen registros de una amplia distribución y acción vectora del insecto *M. biroglyphicus* (Rishi y Chen, 1989; Hughes *et al.*, 1964). Aparentemente existe correlación entre el desarrollo de la enfermedad en un clon y su resistencia al insecto vector. El uso de semilla limpia se constituye en una de las medidas más importantes para el control de la afección.

Gomosis

Enfermedad registrada en el mundo azucarero desde 1869, con un registro en Colombia; sin embargo, su existencia en el país no está plenamente comprobada. La explicación para este hecho radica en que lamentablemente en el pasado el diagnóstico se efectuaba por síntomas sin comprobar la presencia del agente causal (Ricaud y Autrey, 1989). El agente causal es la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *vasculorum* (Dye, *et al.* 1989).

En algunos países, como Mauritius, Reunión, Brasil, Fiji y Australia, la enfermedad ocasiona serios efectos negativos en la producción de caña, hasta de 40%, así como reducción en la concentración de sacarosa.

Los síntomas de la enfermedad comprenden dos estados: presencia de un rayado clorótico en las hojas y la fase sistémica de la enfermedad. Inicialmente se presentan rayas cloróticas paralelas a la nervadura, que empiezan del borde hacia el interior de la lámina. Las rayas cloróticas pueden coalescer sobre todo en las hojas más viejas y posteriormente se necrosan; igualmente, las rayas pueden avanzar a lo largo de toda la hoja llegando también hasta las yaguas, dando oportunidad para que las bacterias penetren el tallo y se inicie la fase sistémica de la afección. En el interior de los tallos se pueden formar especies de paquetes de goma o si se efectúa un corte transversal del tallo, rápidamente se forma un exudado gomoso en el punto de corte (Ricaud y Autrey, 1989).

La enfermedad se transmite con facilidad por el uso de semilla vegetativa infectada, herramientas contaminadas o el viento. La forma más efectiva para su control consiste en el uso de variedades resistentes.

Mildeo veloso

Enfermedad restringida a los países del Asia (Taiwan, Australia, Fiji, Filipinas, Indonesia, Japón, India, y Papua-Nueva Guinea). El agente causal es el hongo *Peronosclerospora*

sacchari (T. Miyake) Shirai & K. Hara (Leu y Egan, 1989). El mildew veloso es, potencialmente, una de las enfermedades más destructivas y en ocasiones ha producido disminuciones significativas en Australia, Fiji, Filipinas y Taiwan, directamente relacionadas con los niveles de susceptibilidad de las variedades cultivadas.

Los síntomas típicos de la enfermedad consisten en estriado de las hojas de color pálido a amarillo, de un ancho de 1 a 3 mm. La longitud de las rayas es variable, paralelas a la nervadura central de la hoja y presentan una gran coalescencia entre ellas. Bajo condiciones ambientales favorables, se produce en el envés de las hojas el crecimiento del micelio del hongo, que toma la apariencia de una felpa blanquecina. Puede ocurrir infección sistémica, y en especial en las yemas laterales de los tallos. La transmisión ocurre principalmente mediante el uso de semilla infectada, así como por la dispersión por el viento de las conidias del hongo causal (Agnihotri, V.P. 1990; Leu y Egan, 1989).

El mejor control de la enfermedad es la utilización de variedades resistentes, aunque se ha registrado un control exitoso con metalaxyl, aplicado por inmersión completa de los trozos de semilla vegetativa en una solución del fungicida (Leu y Egan, 1989).

Chamuscado de la hoja

Enfermedad registrada inicialmente en Taiwan, en 1948, y posteriormente en la mayoría de países del Asia: Bangladesh, Japón, Nueva Guinea, Indonesia, Tailandia, Vietnam, Filipinas, así como en Suráfrica y Nigeria. En América, la enfermedad ha sido registrada en Argentina, Cuba y recientemente en El Salvador. Lamentablemente, en la mayoría de los casos el diagnóstico se ha efectuado con base en síntomas y no en la determinación precisa del hongo causal de la enfermedad: *Stagonospora sacchari* Lo y Ling (Lo y Leu, 1989). Según el doctor H. Koike (información personal) la enfermedad no existe en el continente americano. Las pérdidas producidas por la enfermedad están relacionadas con la variedad afectada y su nivel de susceptibilidad, las cuales en algunos casos alcanzan de 17-30% de reducción en tonelaje y 13% en rendimiento.

El síntoma inicial consiste en la aparición de pequeñas manchas rojizas en las hojas más jóvenes; esas manchas sufren luego elongación, tomando una forma ahusada con la presencia de un halo amarillo característico. Posteriormente, las manchas coalescen y forman grandes áreas afectadas en el follaje (Lo y Leu, 1989). Una alta humedad relativa en el ambiente aumenta la severidad del daño de la enfermedad.

No hay evidencias de transmisión del hongo por medio de trozos de caña pero sí por medio del tejido foliar que puede quedar adherido a esos tallos. El mejor control consiste en el uso de variedades resistentes.

Insectos exóticos

El número de insectos asociados con la caña de azúcar es abundante. En una recopilación realizada por Box (1953), se registró un número cercano a 1300 y, sin duda alguna, este valor en la actualidad debe ser más alto. De acuerdo con ese estudio, tres cuartas partes de los registros fueron efectuados en una sola área geográfica determinada, y tan sólo 4% de las especies fueron registradas en más de cinco áreas geográficas diferentes. Muy pocas han sido cosmopolitas.

Esta situación ha hecho que los sistemas modernos de transporte se vuelvan un medio de diseminación de insectos que si bien en su ambiente original se encuentran en un equilibrio estable, la introducción involuntaria a un ambiente diferente pero propicio para su establecimiento puede ser el inicio del brote de una nueva plaga sin los elementos controladores naturales normalmente presentes en el ambiente original. Esos insectos, eventualmente, se constituyen en una amenaza para el cultivo de la caña en Colombia.

El saltahojas de la caña, mal llamado hawaiano, entre otros nombres, es uno de los vectores obligados de la enfermedad de Fiji, y es originario de Indonesia y Australia. Fue transportado por el hombre hacia Madagascar y Suráfrica por el occidente y hacia Hawai por el oriente (Pemberton y Williams, 1969). Inicialmente fue detectado en América en 1966 (Risco, 1966) para iniciar su diseminación en este continente. En la actualidad se encuentra perfectamente establecido en Colombia y ha sido detectado hasta en los Estados Unidos (Sosa, 1982).

Otro caso interesante de mencionar es el de la escama blanca, *Duplacionaspis divergens* (Homoptera: Diaspididae). Cenicaña registró recientemente su aparición en América, siendo Asia su área de origen (Lastra y Gómez, 1997). Fue hallada inicialmente en La Virginia, Risaralda, luego en todo el valle del río Cauca, donde se siembra caña para la producción de azúcar, y recientemente se detectó en el municipio de San Benito (Santander), donde la caña se cultiva para la producción de panela. No se ha encontrado aún una explicación de cómo o cuándo fue introducida esta escama al país.

Aún cuando en ciertas áreas cañeras las plagas más importantes son el resultado de una adaptación de especies nativas de insectos al cultivo comercial de la caña de azúcar (este es posiblemente el caso de las diferentes especies de *Diatraea* en América), también es importante la relación creada entre la caña de azúcar y aquellos insectos transformados en plaga después de su introducción accidental. Tal es el caso de la isla de Mauricio donde más de 80% de los insectos asociados con la caña y en los cuales se incluyen aquellos que han tenido importancia económica, han sido introducidos por el hombre a la isla (Williams y Mamet, 1962). Una situación semejante ha sido registrada igualmente en Hawai (Pemberton, 1951).

La diseminación de los insectos por el hombre a áreas nuevas no siempre tiene efectos predecibles. El caso de *P. saccharicida* es muy ilustrativo. En un principio fue una especie desconocida hasta el momento de transformarse en una plaga de importancia económica en Hawai, después de su introducción a finales del siglo XIX. Sin embargo, en países ubicados al occidente de su sitio de origen (Suráfrica, Madagascar, Mauricio), su introducción no fue seguida de una proliferación excesiva del insecto. Por otro lado, después de su detección en América, en Ecuador los niveles de población han obligado al uso de aplicaciones áreas comerciales para su control (Gaviria *et al.*, 1997); en el Valle del Cauca se observan mayores poblaciones bajo condiciones de verano prolongado, en tanto que en otros países tan sólo se han hecho los registros de su detección (USA).

La lista que a continuación se presenta corresponde a una agrupación genérica de insectos con base en su tipo de daño y dentro de las cuales se hace mención específica de insectos de importancia económica en otras áreas cañeras, que a su vez están ausentes en Colombia, los cuales se denominan insectos exóticos para el país.

Barrenadores del tallo

Es el grupo de insectos posiblemente más generalizado y de mayor impacto económico. La caña de azúcar posee características que hacen que sea atacada en mayor o menor grado en cualquier área que se cultive, por una o más especies de barrenadores. En América sobresalen las especies pertenecientes al género *Diatraea* (Lep: Pyralidae); algunas de éstas se encuentran confinadas a ciertas áreas en donde pueden tener una importancia económica muy marcada. Tal es el caso de *D. Considerata*, la cual causa graves pérdidas en el Estado de Sinaloa (México). De las 21 especies de *Diatraea* (Bleszynski, 1969),

unas han tenido un historial de ser económicamente importantes (*D. considerata*, *D. magnifactella* (México), *D. rosa*, *D. buskella* (Venezuela), *D. indigenella* (Colombia), *D. flavipinella* (Brasil), *D. saccharallis* (en toda América) (Bleszynski, 1969); pero la mayoría de ellas, secundariamente pueden tener a la caña de azúcar como hospedero alterno y, por tanto, son plagas potenciales que pueden transformarse en plagas de importancia económica bajo ciertas condiciones. En consecuencia, debe evitarse su transporte e introducción accidental a Colombia.

En México y Estados Unidos (Texas) la especie *Eoreuma loftini* (Lep: Pyralidae) ha sido plaga de importancia económica. Hasta el momento no ha sido detectada en Suramérica como plaga de la caña de azúcar.

Dentro de la familia Pyralidae, el género *Chilo* ha incluido especies de barrenadores de importancia económica tales como *C. sacchariphagus*, *C. infuscatellus* y *C. auricellus* (India) entre otros.

En Suráfrica, *Eldana saccharina* ha sido un barrenador que ha causado severas pérdidas y su control ha sido bastante difícil.

Barrenadores pertenecientes al género *Sesamia* (Lep: Noctuidae) han sido hallados causando pérdidas en diferentes países fuera del continente americano. Tal es el caso de *S. inferens* (Asia) y *S. calamistis* (África).

Plagas del suelo

Dentro de esta categoría se incluyen generalmente larvas del orden Coleoptera, tales como las chisas, mojoyos o gallinas ciegas (Col: Scarabeoidea; Melolonthidae, Rutelidae, Dynartidae).

Dentro de los géneros (o especies) más importantes se puede mencionar *Dermolepida albobirtum*, *Lepidota frenchi* en Australia, *Holotrichia* spp. (India), *Leucopholis* spp. (India, Filipinas). El daño principal está dado por destrucción del sistema de raíces de las plantas atacadas. Por tanto, el control debe ser efectuado con insecticidas y dirigido principalmente al suelo donde habitan las larvas (Williams *et al.*, 1969).

Insectos chupadores que atacan tallos aéreos y hojas

Estos insectos son de bastante importancia, bien sea por causar daño directo debido a las altas poblaciones que pueden presentarse en un campo, o por ser transmisores

de enfermedades. Debido a su tamaño reducido, pueden pasar fácilmente inadvertidos en el transporte ilícito de material vegetal. Algunos de ellos pueden alimentarse de las raíces, como la chinche hedionda *Scaptocoris talpa* (Het: Cydnidae), en Guatemala.

Dentro de los insectos conocidos comúnmente como escamas (Homoptera: Coccidae) se pueden mencionar *Melanaspis glomerata* (India), *Aulacaspis* spp. (Asia, África, Oceanía) *Aspidiella sacchari*, originaria esta última posiblemente de las Antillas, pero hasta el momento no registrada en Colombia.

Incluidas dentro de la superfamilia Fulgoroidea, sobresale *Pyrilla perpusilla* por haber causado cuantiosas pérdidas en la India.

La mosca blanca *Aleurolobus basodeusis* (Hom: Aleyrodidae) es una de las pocas especies de esta familia registrada como plaga de importancia económica de la caña de azúcar. Se encuentra distribuida en las diferentes zonas cañeras de la India.

En términos generales se puede concluir que el manejo moderno de las plagas hace énfasis en el control legal preventivo, o sea, la prohibición reglamentada del movimiento de un área cañera a otra, de material vegetal que pueda transportar no sólo las especies de importancia económica establecida y comprobada, sino a cualquier especie exótica de insecto cuyo establecimiento en un área cañera por colonizar sea predecible.

Sistema cuarentenario

La industria azucarera colombiana ha estado siempre interesada en evitar el ingreso de nuevos problemas sanitarios al país, debido al eventual reto a que se podría abocar la industria con la llegada de patógenos e insectos exóticos. Debido a lo anterior, el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia-Cenicaña estableció en cooperación con el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA un sistema cuarentenario compuesto por una Estación de Cuarentena Cerrada (ECC) y una Estación de Cuarentena Abierta (ECA). La ECC se encuentra ubicada en el Centro Experimental Tibaitatá de la Corporación de Investigación Corpoica en Mosquera (Cundinamarca), pero bajo la responsabilidad del ICA en la dirección y manejo; y la ECA ubicada en la hacienda Piedechinche del ingenio Providencia en El Cerrito (Valle del Cauca) bajo la responsabilidad en la dirección y manejo de Cenicaña.

Información relacionada con el funcionamiento de la ECA y el manejo de las estaciones cuarentenarias de caña de azúcar, ha sido publicado previamente (Martínez, P., 1987 y Angel, *et al.*, 1996). Desde entonces se han realizado una serie de modificaciones y adiciones al sistema cuarentenario, que hemos creído conveniente dejarlas consignadas en el presente escrito.

Introducción de variedades a Colombia

Los materiales a importar a Colombia procedentes de diferentes países son seleccionados, además de sus características genéticas y agronómicas, por su estado sanitario buscando que provengan de zonas donde no existan patógenos e insectos-plagas que no se encuentran presentes en Colombia. Una vez se efectúa esta selección, los materiales son preparados mediante tratamiento de inmersión en agua caliente a 50°C durante ½ hora, principalmente para la eliminación de insectos, los trozos lavados con jabón y parafinados en las puntas para evitar la deshidratación. Los trozos así tratados y debidamente marcados con el nombre respectivo de la variedad, son empacados con papel absorbente en una caja de cartón que se envía por la vía más rápida a la oficina de Sanidad Vegetal del ICA en el Aeropuerto Eldorado de Santafé de Bogotá.

Estación de cuarentena cerrada

El material recibido en el Aeropuerto Eldorado es enviado a la Estación de Cuarentena del ICA-Tibaitatá donde se inicia el proceso cuarentenario. El primer paso es abrir el paquete en un sitio aislado. En caso de existir vestigios de presencia de insectos, el material recibe un nuevo tratamiento con agua caliente (51°, 1 h) (Victoria, *et al.*, 1987). Los trozos que pasan el examen se colocan en una cámara de humedad para inducir su germinación, la cual debe ocurrir en los siguientes 7 a 15 días. La semilla germinada se siembra en macetas de 40 x 40 x 60 cm con un substrato de suelo previamente pasteurizado, y ubicada en cubículos aislados por vidrio de 4 x 4 m. Las plantas crecen en ese sitio durante 8 a 9 meses, bajo inspección diaria sobre la posible manifestación de problemas sanitarios. En caso que se presenten síntomas de anormalidad en alguna de las plantas, ésta es aislada inmediatamente, examinada cuidadosamente sobre la etiología de la anormalidad y en caso de que ésta no se pueda dilucidar o quizás no se pueda eliminar la anormalidad, la planta es destruida.

Entre 8 y 9 meses de edad se cortan yemas individuales, las cuales se someten a un tratamiento con agua caliente (51°, 1 h) (Victoria *et al.*, 1987). A las yemas tratadas se les induce la germinación y se siembran de nuevo en macetas de 40 x 40 x 60 cm con substrato pasteurizado. Durante el crecimiento en este segundo ciclo las plantas continúan con su inspección diaria hasta 8 a 9 meses cuando se cortan yemas individuales que se someten al tratamiento con agua caliente (51°, 1h) y se envían a la Estación de Cuarentena Abierta.

Estación de cuarentena abierta

Los materiales provenientes de la ECC se siembran inicialmente bajo condiciones de invernadero, en la Estación Experimental de San Antonio de los Caballeros (EESA) de Cenicaña, ubicada en Florida (Valle del Cauca). Las yemas se siembran en vasos de icopor y una vez germinadas y desarrolladas durante 20 días en el invernadero, se introducen las plantas en una cámara de crecimiento a 41°C durante 6 horas, luego 12 horas de reposo y después crecimiento continuo a 41°C durante otros 20 a 25 días, con ciclos de luz fluorescente de 12 horas (Moreno y Victoria, 1991; Victoria *et al.*, 1999).

Una vez terminado el tratamiento de termoterapia, los tallos de las plantas desarrolladas se cortan en trozos de 7 a 10 cm y se lavan con jabón y abundante agua caliente, y se les extraen los meristemos (Moreno y Victoria, 1991), dejando éstos con un tamaño de aproximadamente 1 a 2 mm, con 1 ó 2 primordios foliares. Los meristemos extraídos se colocan en medio de cultivo MSI para su establecimiento y desarrollo. La incubación se efectúa durante 10 días en oscuridad y 10 días bajo luz fluorescente con agitación circular de 2 rpm.

Los meristemos desarrollados se introducen en el medio de cultivo MSII, específico para la proliferación y crecimiento de yemas laterales (Moreno y Victoria 1991). Un mes más tarde las plantas se separan y se colocan individualmente en el medio MSIII, para la producción de raíces. Las plantas con raíces desarrolladas de 30 a 45 días, se extraen del medio de cultivo *in vitro* y se siembran en panales con substrato pasteurizado en proporciones iguales de cachaza, tierra y arena, donde permanecen por 60 a 90 días, después de los cuales se efectúa su trasplante al campo.

La siembra en la hacienda Piedechinche se efectúa en un lote aislado de los cultivos comerciales de caña de azúcar. Las variedades se siembran en parcelas compues-

tas por 3 surcos de 5 m de largo, y aproximadamente 15 plantas/variedad. Las plantas bajo este nuevo ambiente crecen durante 9 meses, cuando son cortadas y trasladadas a la EESA para proceder con la evaluación agronómica preliminar de las nuevas variedades introducidas.

Materiales introducidos

La primera introducción de variedades bajo el esquema cuarentenario descrito anteriormente se efectuó en 1979, con 29 variedades provenientes de Louisiana (Florida-EU). A partir de esa fecha, y hasta 1999, se han introducido al país 905 variedades de diferentes partes del mundo. La principal contribución en materiales introducidos proviene de los Estados Unidos y de la Región Caribe.

Diagnóstico de patógenos

Durante todo el tiempo de funcionamiento de ECC, en los dos ciclos de desarrollo del material introducido se han observado diferentes patógenos, algunos de ellos exóticos que afortunadamente fueron detectados a tiempo, antes de hacer su ingreso a zonas cañeras. La principal enfermedad observada ha sido la escaldadura de la hoja, afección que se encontró por primera vez en el material proveniente de Canal Point (E.U.), en febrero de 1980, y posteriormente en otros envíos provenientes del mismo sitio.

Infortunadamente, por desconocer la presencia de algunos patógenos, por ausencia de síntomas o por carencia de las técnicas efectivas para el diagnóstico de ciertas enfermedades, en ocasiones los patógenos pudieron ingresar a Colombia sin inconveniente alguno. Caso específico han sido el virus baciliforme y el síndrome de la hoja amarilla, que entraron al país a pesar de existir el sistema cuarentenario descrito anteriormente. Fueron patógenos que no mostraron síntoma alguno, y se carecía de las técnicas de diagnóstico, por tanto pudieron entrar sin mayor dificultad. Por esta razón, en la ECA, a partir de 1996, en el esquema de introducción de variedades se inició un proceso desarrollado por Cenicaña, que comprende termoterapia y cultivo *in vitro*, los cuales permiten eliminar toda clase de patógenos, aumentando así el grado de confianza en la limpieza de los materiales que están ingresando al país.

Para complementar las medidas preventivas de introducción de enfermedades de la caña de azúcar, Colciencias está patrocinando en Cenicaña un estudio que permite el desarrollo de técnicas de diagnóstico de distintas enferme-

dades virales existentes en el país y también de las exóticas. Estas técnicas efectivas están siendo implementadas en el sistema cuarentenario y así se podrá detectar de manera oportuna la presencia de patógenos en las variedades que se están introduciendo. Como resultado de este proyecto, todos los materiales que salen de la multiplicación in vitro, y los que se desarrollan en la ECA, son evaluados para presencia del mosaico, síndrome de la hoja amarilla, virus baciliforme, raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja, antes de ingresar a la evaluación agronómica preliminar de variedades importadas en la EESA.

Bibliografía

- AGNIHOTRI, V.P. 1990. *Diseases of sugarcane and sugarbeet*. Revised edition. Oxford y IBH Publishing Co. PVT. LTD. New Delhi. 483 p.
- ÁNGEL, J.C., ÁLVAREZ, A., VICTORIA, J.I., y CASSALETT, C. 1995. *Manejo de las estaciones cuarentenarias de caña de azúcar en Colombia*. Fitopatología Colombiana 19 (2) : 75-81.
- BLESZYNSKI, S. 1969. *The Taxonomy of the Crambine Moth Borers of Sugar Cane (Studies on the Crambinae (Lepidoptera) Part 45)*. En: Williams, J. R., J.R. Metcalfe, R.W. Montgomery y R. Mathis (Eds). Pests of sugar cane. Elsevier, Amsterdam. pp: 11-59.
- BOX, H.E. 1953. *List of sugar cane insects*. London, Commonwealth Institute of Entomology. Londres. 101 p.
- EGAN, B.T., RYAN, C.C. y FRANCKI, R.I.B. 1989. *Fiji*. p.263-288. En: Ricaud, C., B.T. Egan, A.G. Gillaspie Jr. y C.G. Hughes. (Eds.). 1989. Diseases of sugarcane. Major diseases. Elsevier, Amsterdam. 399 p.
- GAVIRIA, J.D.; GORDILLO, W.; LUZURIAGA, V.; ESCOBAR, S. y ÁLVAREZ, A. M 1997. *El "saltabojas hawaiano"-Perkinsiella saccharicida (Homoptera: Delphacidae)- En la cañicultura del Ecuador*. Tecnicaña 1:8-18.
- HUGHES, C.G., ABBOTT, E.V., y WISNER, C.A. 1964. *Sugarcane diseases of the world*. v.2. Elsevier Publishing Co. N.Y. 354 p.
- LASTRA, L.A. y GÓMEZ, L.A. 1997. *Observaciones del ciclo de vida de la escama blanca Duplachinaspis divergens (Green) (Homoptera: Diaspididae) y reconocimiento de enemigos naturales*. Memorias del IV Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de a Caña de Azúcar, Tecnicaña. Cali, Colombia. pp: 41-52.
- LEU, L.S. y EGAN, B.T. 1989. *Downy mildew*. p.107-121. En: Ricaud, C., B.T. Egan, A.G. Gillaspie Jr. y C.G. Hughes. (Eds.). 1989. Diseases of sugarcane. Major diseases. Elsevier, Amsterdam. 399 p.
- LO, T.T. y LEU, L.S. 1989. *Leaf scorch*. p.135-144. En: Ricaud, C., B.T. Egan, A.G. Gillaspie Jr. y C.G. Hughes. (Eds.). 1989. Diseases of sugarcane. Major diseases. Elsevier, Amsterdam. 399 p.
- MARTÍNEZ, P. 1987. *Cuarentena cerrada para caña de azúcar en Colombia*. En: Segundo Congreso Tecnicaña. Cali, Agosto 26-28 de 1987. Vol. 1 p.117-125.
- MORENO, B. y VICTORIA, J.I. 1991. *Limpieza in vitro de materiales de caña de azúcar*. En: 12o. Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi). Memorias. Manizales. P. 76
- PEMBERTON, C.E. 1951. *The present status on the insect pests in Hawaii and the prospect of new invasions*. Proc. Int. Soc. Sug. Cane Technol. 7:401-404.
- PEMBERTON, C.E. y WILLIAMS, J.R. 1969. *Distribution, Origins and Spread of Sugar Cane Pests*. En: Williams, J. R., J.R. Metcalfe, R.W. Montgomery y R. Mathis (Eds). Pests of sugar cane. Elsevier, Amsterdam. pp: 1-9.
- RICAUD, C. y AUTREY, L.J.C. 1989. *Gumming disease* p.21-38. En: Ricaud, C., B.T. Egan, A.G. Gillaspie Jr. y C.G. Hughes. (Eds.). 1989. Diseases of sugarcane. Major diseases. Elsevier, Amsterdam. 399 p.
- RISCO, S. 1966. *Perkinsiella saccharicida Kirkaldy (Fulgoroidea: Delphacidae), un insecto nuevo para la caña de azúcar en América*. Revista Peruana de Entomología, 9:181.
- RISHI, N. y CHEN, C.T. 1989. *Grassy shoot and white leaf diseases*. p.289-300. En: Ricaud, C., B.T. Egan, A.G. Gillaspie Jr. y C.G. Hughes. (Eds.). 1989. Diseases of sugarcane. Major diseases. Elsevier, Amsterdam. 399 p.
- SOSA, O. 1982. *Descubrimiento de una nueva plaga de la caña de azúcar en la florida, Perkinsiella saccharicida Kirkaldy, primer reporte en América*. Memorias del III Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar. Variedades y fitomejoramiento. Florida, USA pp: 471-476.
- VICTORIA, J.I.; GUZMÁN, M.L. y OCHOA, O. 1987. *Control químico y físico del raquitismo de la soca de la de azúcar*. En: Segundo Congreso Tecnicaña. Cali, Agosto 26-28 de 1987. Vol. 1 p.231-236.

VICTORIA, J.I. ; GUZMÁN; M.L. ; GARCÉS, F. y JARAMILLO, A.D. 1999. *Pathogen-free seed cane production and its impact on a commerciale scale*. En: Proceedings XXIII ISSCT Congress. India. (En imprenta).

WILLIAMS J. R. y MAMET, J.R. 1962. *The insects and other invertebrates of sugar cane in Mauritius and Reunion*. Occ. Pap. Maurit. Sug. Ind. Res. Inst. 8: 23 pp.

Agro en el Siglo XXI: El rol de las plantas transgénicas en el desarrollo tecnológico del sector agropecuario

*Rodrigo Artunduaga Salas, IA MSc PhD**

Existe una notable coincidencia en todos los centros de prospectiva en el concepto de que dentro de las fuerzas que están forjando el papel de las naciones en el siglo XXI está el conocimiento humano por medio de la ciencia y la tecnología. Una tendencia que alterará fundamentalmente la situación a nivel global es la llegada en pleno de la revolución biotecnológica a la agricultura. La comercialización de los productos modificados genéticamente por las nuevas biotecnologías, facilitará sensiblemente el aumento de la producción y la productividad y alterará las características mismas de la oferta agrícola.

La comunidad internacional reconoce que doblar o triplicar la producción agropecuaria para satisfacer las necesidades de una población de 11 mil millones de habitantes hacia el año 2050, no puede ser viable sin el uso de la biotecnología. Gracias a estas tecnologías se han podido desarrollar productos con características agronómicas tales como resistencia a herbicidas; resistencia a insectos plaga y enfermedades (principalmente virus, bacterias y hongos); maduración tardía, que reducirá las pérdidas de

poscosecha; mejoramiento en la calidad del producto (atendiendo los requerimientos del consumidor), así como también plantas resistentes a condiciones adversas del clima y suelo. La investigación actual en el mundo continúa aumentando la eficiencia y reduciendo los costos del desarrollo de plantas transgénicas. El uso de marcadores genéticos en los procesos del mejoramiento ha aumentado su precisión y disminuido el tiempo requerido para el desarrollo de los nuevos cultivares.

La mayoría de esta investigación se viene conduciendo en los países industrializados, naturalmente en cultivos de su interés económico. Colombia debe aprovechar estos productos, si no quiere rezagarse en el desarrollo tecnológico, pero lógicamente debe hacer una evaluación técnica y objetiva de los posibles riesgos en la salud humana, el medio ambiente y la producción agropecuaria, por su introducción en nuestros ecosistemas tropicales.

Los principales factores de preocupación por el uso de plantas transgénicas son:

* Coordinador del Grupo de trabajo en recursos genéticos y bioseguridad del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; formó parte del grupo de 15 expertos internacionales que seleccionó la Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica, CBD, para estudiar las necesidades y modalidades del Protocolo de Bioseguridad, instrumento que jurídicamente vinculará a los 174 países signatarios del convenio; miembro de la delegación negociadora de Colombia en las reuniones del grupo de trabajo del CBD sobre seguridad de la biotecnología.

- ◆ La posible creación de nuevas malezas, por introgresiones de plantas resistentes a herbicidas o plagas con especies silvestres relacionadas.
- ◆ Daño a especies no objetivo; por ejemplo material Bt que afecte a insectos benéficos o predadores de otras plagas.
- ◆ Efectos de alteración del equilibrio poblacional en comunidades bióticas y ecosistemas entorno.
- ◆ Efectos en la salud humana, por el uso de genes marcadores resistentes a antibióticos (en los procesos de producción del transgénico), que puedan causar alergias en la población humana.
- ◆ Erosión de los recursos genéticos tradicionales o nativos.

A pesar de la radicalización de las posiciones (quienes consideran que estos productos deberían prohibirse contra los que consideran que son inocuos y, por tanto, defienden que no debe haber control para su comercialización), la posición ecológicamente más sana es aquella que propende por un análisis individual, caso por caso, con participación colegiada en su estudio, hasta que se tenga suficiente experiencia sobre sus efectos futuros. Esta posición es la asumida por la Comunidad Euro-

pea, gran parte de los países industrializados y Colombia, en la reciente regulación del ICA.

Referencias

- ARTUNDUAGA, S R. 1999. *Los elementos centrales de la negociación del Protocolo de Bioseguridad*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Santafé de Bogotá. 22p.
- . 1999. *Las inversiones futuras en biotecnología, su mercado mundial*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Bogotá. 35p.
- . 1995. *Biosafety: Report to the panel of experts on the safe use of biotechnology*. El Cairo, Egipt. 25 p.
- DOYLE, D and G, PERSLEY. 1996. *Enabling the safe use of biotechnology: principles and practices*. The World Bank. Environmental sustainable Development Studies and Monographs. Series N10. Washington DC. 74p.
- JAMES C and KRATTIGER. 1997. *Global review of the field testing and comercialization of transgenic plants*. ISAAA- International

Introducción al uso de *Bacillus thuringiensis* para la producción de plantas transgénicas

Jorge Evelio Angel D., BSc., M Sc., PhD.*

En la actualidad, el mayor renglón productivo en el mercado mundial de biopesticidas se basa en la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt). La diversidad de cepas naturales de Bt ha posibilitado la aplicación biopesticida para el control de insectos plaga. La biología molecular ha permitido comprender los mecanismos de acción a nivel molecular de expresión de genes que tienen efectos como bioplaguicidas. Cuando un insecto susceptible consume tejido fumigado con Bt, la endotoxina es digerida en el intestino del insecto y convertida en pequeñas moléculas tóxicas, las cuales se adhieren a las paredes del intestino provocando un efecto paralizante de la función intestinal, lo que causa que el insecto detenga su alimentación y en pocos días muera. A pesar de su alto nivel de toxicidad sobre los insectos, se ha encontrado que las toxinas de Bt no afectan ni a mamíferos ni a otros organismos diferentes de la plaga. El uso de Bt para el control de insectos se inició en los años 30 para el control del barrenador europeo del maíz (*Ostrinia nubilalis*). El primer producto comercial estuvo disponible en Francia en 1938 bajo el nombre de Sporcline, el cual se extendió rápidamente a otros países.

La tecnología de ADN recombinante posibilitó la transferencia de genes de Bt con propiedades de bioinsecticidas dentro del genoma de plantas (plantas

transgénicas), las cuales desarrollaron resistencia a insectos. La actividad biológica de proteínas de Bt que tienen efecto adverso en insectos está constituida por proteínas conocidas como d-endotoxinas, las cuales poseen características muy particulares; algunas son tóxicas para insectos, poseen alto nivel de expresión, su ubicación intracelular forma una inclusión paresporal cristalina y poseen baja residualidad ambiental.

Las d-endotoxinas de Bt son codificadas por genes localizados en plásmidos contenidos dentro de la bacteria. Las secuencias que codifican para endotoxinas de cepas de Bt se han ubicado en varios grupos para facilitar su clasificación y naturaleza. Algunos de estos grupos son CryI, CryII, CryIII, CryIV y CryV; a su vez, cada una de estas categorías se ha subdividido en nuevas categorías, por ejemplo CryIA, la cual puede tener otras subcategorías CryIA(a), dependiendo de que aparezcan nuevas secuencias que codifican para endotoxinas de Bt. Las secuencias de estos genes Cry varían en rangos de similitud de la secuencia de aminoácidos, desde un alto porcentaje (por ejemplo 80% para miembros del grupo CryIA) hasta un porcentaje bajo 25% entre CryII y el grupo CryI. Los estudios de las secuencias de los genes Cry revelan que la secuencia de uno de estos genes puede tener efecto sobre un insecto o gru-

* Coordinador Unidad de Diagnóstico Molecular Vegetal. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA

po de ellos pero no en todos los insectos. Por ejemplo, la toxina CryIII afecta ciertos coleópteros (escarabajos) y algunos lepidópteros (orugas); CryIA(a) es altamente tóxico para *Bonbyx mori* (lepidóptera) y CryIA(c) es altamente tóxico para *Heliothis virescens* (lepidóptera), pero nada tóxica para *Bonbyx mori*. La mayoría de genes para el control de insectos en plantas transgénicas se han derivado de Bt. En Estados Unidos, la primera prueba de campo de plantas transgénicas que expresaban endotoxinas de Bt se realizó en 1990, y en 1996 se sembró más de un millón de hectáreas de maíz y algodón expresando endotoxinas de esta bacteria. Sin embargo, algunos de estos cultivos han tenido que ser suplementados con insecticidas para obtener un control más efectivo.

Aunque el uso de cultivos transgénicos se ha extendiendo a varias regiones del planeta, algunos países aún no están preparados para la llegada de éstos, con el agravante de que no existe una legislación para recibir, controlar y difundir dichos cultivos. Este hecho se complica más cuando los gobiernos, investigadores, empresas comercializadoras de semillas transgénicas, organizaciones regionales, productores y consumidores desconocen los riesgos y beneficios potenciales de esta tecnología. En Norteamérica, el uso de cultivos transgénicos se ha extendido a otros cultivos como canola y maíz.

Entre las ventajas potenciales que se le atribuyen a los cultivos transgénicos transformados con genes de Bt está la reducción del uso de insecticidas; un caso típico y bien documentado es el del algodón transformado con genes de Bt, lo que se ha visto particularmente en la reducción de gastos en agroecología, protección del medio ambiente y salud pública y el ahorro de millones de dólares cada año. Un segundo beneficio es la facilidad agronómica de su implementación, sin apartarse obviamente de las medidas de bioseguridad necesarias.

En lo referente a las desventajas y amenazas de cultivos transgénicos, se encuentran aún en discusión, en lo que se refiere a aceptación y seguridad alimentaria, por ejemplo; el tema de plantas transformadas con genes Bt ha sido revisado y aprobado en los Estados Unidos, pero en Latinoamérica, Europa y Japón, aún hay escepticismo sobre el hecho de que los cultivos transgénicos no representan una amenaza para la salud. Sin embargo, el más grande temor lo representa el peligro ecológico, por la generación de nuevas malezas y la erosión de la diversidad genética debido al intercambio genético entre plantas transgénicas y plantas silvestres nativas. Estudios recientes han mostrado que los genes incorporados en un culti-

vo pueden moverse rápidamente hacia sus parientes, creando así nuevas variedades genéticas. Por ejemplo, es posible el flujo genético entre el maíz y el teocintle; esto ha provocado preocupación en México, por lo que actualmente se realizan estudios en el Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

En los Estados Unidos ha surgido preocupación por la posibilidad del desarrollo de resistencia en poblaciones de plagas a las toxinas de Bt expresadas en plantas transgénicas. Esto conduciría no sólo a la ineficiencia de las plantas transgénicas sino a la pérdida del uso de aspersiones con Bt como biocontrolador. Estudios recientes con algunos insectos han demostrado su capacidad de superar los efectos de muchas toxinas a través de cambios evolucionarios en su constitución química. Por ejemplo, poblaciones de *Plutella xylostella* han desarrollado resistencia al gen de Bt que se ha usado para su control.

Existen además dos preocupaciones latentes en lo que respecta al tema de resistencia transgénica en plantas. La primera se refiere a que la resistencia a una plaga en particular, en un territorio determinado, no necesariamente podría ser la misma resistencia de esa plaga en otra región diferente, debido a las variantes genéticas que pueden existir en un organismo. La segunda preocupación se refiere a la propiedad intelectual, ya que muchos de los genes que poseen propiedades benéficas proceden de países en vía de desarrollo; pero debido a que los procesos tecnológicos de transformación de cultivos se realizan en países desarrollados, tanto las patentes como los beneficios económicos de estas transformaciones tecnológicas se quedan en estos últimos.

Pasos básicos involucrados en la producción de plantas transgénicas mediante el uso de *Agrobacterium tumefaciens* en el laboratorio

Uno de los pasos más importantes en la producción de plantas transgénicas es la escogencia del gen o los genes que van a ser introducidos en la planta a transformar. Este paso requiere análisis y evaluación preliminar de los genes que van a ser introducidos en la planta blanco y determinar su efectividad para controlar la característica deseada. Algunas plantas resultan particularmente difíciles de trans-

formar, especialmente plantas de origen leñoso, por lo que *Nicotiana tabacum* se ha convertido en el modelo más ampliamente difundido para el estudio de genes en plantas transgénicas. Esta especie vegetal puede ser relativamente fácil de transformar mediante el uso de *A. tumefaciens* y de esta forma poder estudiar las características del gen introducido. Una vez determinado si los genes introducidos en *N. tabacum* cumplen con los requerimientos deseados, se procede a transformar la planta de interés agronómico con la característica deseada (resistencia a insectos, virus u otra característica).

Los genes identificados como benéficos para la característica deseada deben ser clonados en un vector (plásmido) para el análisis de su secuencia, y posteriormente subclonados en otro plásmido denominado vector de expresión, el cual permite expresar la proteína de interés en la planta transformada. Los vectores de expresión generalmente contienen un cassette de expresión, el cual a su vez consta de un potente promotor de expresión (en plantas el más usado es el promotor 35 S derivado del virus del mosaico del pepino, CMV), un sitio de clonaje, una secuencia de iniciación y terminación de transcripción del gen y marcadores moleculares de transformación que generalmente codifican para resistencia a antibióticos. En el caso de transformación con *Agrobacterium*, el vector debe contener las secuencias de los bordes derecho e izquierdo del T-DNA de *Agrobacterium*. Otros medios de transformación como biobalística o electroporación no requieren este último componente (T-DNA).

Cuando el gen ha sido clonado en el vector de expresión, generalmente es introducido en *A. tumefaciens* por conjugación. La presencia del gen de interés en *Agrobacterium* se confirma por PCR o análisis con enzimas de restricción y luego se procede a transformar los tejidos vegetales con la bacteria recombinante en un medio de cultivo *in vitro*. Para este propósito, se preparan, en condiciones de total asepsia, pequeños discos de tejido de la planta que se quiere transformar y se co-cultivan con *A. tumefaciens* recombinante, el cual por un proceso ampliamente estudiado transfiere e introduce al azar la secuencia correspondiente al gen(s) de interés en los cromosomas de las células vegetales.

Aproximadamente después de cinco días de la infección con *A. tumefaciens*, los cortes de tejido son transferidos a un nuevo medio de cultivo que contiene un antibiótico (por ejemplo kanamicina), dicho medio permite seleccionar aquellas plantas que han sido transformadas, debido a que el gen de resistencia al antibiótico es transferido por *A. tumefaciens* junto con el gen de interés e incorporados dentro del genoma de las células vegetales. El tejido transformado generalmente se desarrolla hasta formar plantas *in vitro* en presencia del antibiótico.

Las plantas *in vitro* resistentes al antibiótico son transportadas al invernadero donde se practica un análisis para determinar la presencia de la secuencia del gen introducido en las plantas por PCR o Southern blot, la transcripción del gen por Northern blot y la expresión del mismo por ELISA o Western blot.

Finalmente, cuando se trata de pruebas de resistencia a una plaga, se procede a elaborar las pruebas biológicas mediante un diseño experimental. Estas permitirán evaluar la efectividad de control del gen introducido en las plantas. Una vez las plantas transgénicas son evaluadas en invernadero y se ha determinado la efectividad del gen de interés introducido en las plantas, éstas deben ser evaluadas en el campo, en condiciones de estricta bioseguridad y siguiendo las normas vigentes para este propósito, antes de ser liberadas como semillas transgénicas al medio ambiente.

Bibliografía

- GOULD, F. Y HRUSKA, A.J. 1997. *Plantas transgénicas en la agricultura mesoamericana*. 1º Edición. Honduras (Centro América). Zamora Academic Press.
- MONTOYA, R.M. Y ORDUZ. 1998. *Bacillus thuringiensis: Legado para el siglo XXI*. Revista Colombiana de Biotecnología. 1: 11-27.
- ANGEL, J.E. 1997. *Biotechnological approaches to the control of raspberry bushy dwarf disease*. Tesis de grado de doctorado. Scottish Crop Research Institute, University of Dundee, Scotland, UK.

El movimiento de germoplasma y riesgos de introducción de fitopatógenos

*Benjamín Pineda L.**

Introducción

En el mundo de hoy, con tendencias conservacionistas, aires de renovación y donde se habla de sostenibilidad, es fundamental el mantenimiento de la diversidad genética de las plantas cultivadas, las plantas silvestres y aun de los animales, pues son la base de la estrategia para el desarrollo de la agricultura sostenible, particularmente en Colombia, donde las tierras agrícolas suman algo más de 4,5 millones de hectáreas.

La diversidad está contenida en el germoplasma o combinación de genes, codificados en el ADN (ácido desoxiribonucleico), que controla la herencia y representa la suma de cualidades y potencialidades derivadas genéticamente de los antepasados de cada especie biológica. El germoplasma contiene las características que identifican la especie o variedad y que se expresan en el fenotipo y comportamiento del material durante su ciclo biológico, en el espacio y en el tiempo.

La importancia del germoplasma radica, principalmente, en contener información referente a:

- ◆ Resistencia a enfermedades y plagas.
- ◆ Adaptación a condiciones ambientales (sequía, hu-

medad excesiva, suelos pobres, fotoperíodo, temperatura, etc.)

- ◆ Factores de calidad alimenticia: nutrientes, proteínas (calidad, cantidad, digestibilidad).
- ◆ Potencial de rendimiento y componentes del mismo (producción y productividad).
- ◆ Capacidad de supervivencia y envejecimiento.
- ◆ Vitalidad (especificaciones de durabilidad y viabilidad en el tiempo).

El germoplasma (combinación de genes) está contenido normalmente en las semillas o en cualquier porción de la planta capaz de regenerar un individuo. La semilla es el elemento más importante en los procesos de intercambio y, por su facilidad de diseminación, es el sistema ideal para colonizar un territorio. Los materiales de reproducción asexual o vegetativa (tallos, bulbos, cormos, rizomas, esquejes, tubérculos, estolones, cangres: fragmentos de hojas, meristemas, callos y raíces) también juegan un papel muy importante en los procesos de intercambio y constituyen elementos claves de la agricultura.

En condiciones naturales las plantas suelen ser afectadas por patógenos, tales como: bacterias, espiroplasmas,

Laboratorio de Sanidad de Germoplasma. Unidad de Recursos Genéticos. CIAT, AA 6713, Cali, Colombia.

fitoplasmas, fitomonas, hongos, nematodos, virus y viroides que pueden ser transmisibles por semilla o encontrarse en cualquier porción de tejido o parte de la planta utilizable para propagación o conservación. Cuando estos agentes se encuentran asociados al germoplasma se constituyen en una amenaza y representan un factor de riesgo muy importante en los procesos de colección, manejo y transferencia de materiales.

Se considera como amenaza el peligro que se sabe representa o que se percibe puede presentar una plaga específica para la agricultura de un país, si logra ingresar en material importado y subsecuentemente se establece. Cuando se menciona riesgo se hace referencia a la probabilidad o chance de que un organismo exótico (verbi gracia un patógeno) pueda ingresar a un país, región o localidad y establecerse.

Consideraciones para adoptar medidas cuarentenarias tendientes a disminuir los riesgos en el movimiento de germoplasma

Para garantizar un movimiento seguro del germoplasma utilizado en el intercambio internacional y adoptar medidas cuarentenarias de seguridad, es necesario:

- ◆ Estimar la favorabilidad del riesgo mediante la relación riesgo/beneficio, donde se define la favorabilidad de una importación incluyendo su riesgo asociado, teniendo en cuenta que el beneficio debe exceder el costo potencial de las consecuencias adversas si una plaga o patógeno de importancia cuarentenaria entra y se establece.
- ◆ Estimar la relación costo/beneficio para determinar si el beneficio que se deriva de la implementación de una acción cuarentenaria o programa excede el costo de aplicarla.
- ◆ Determinar el tipo de patógenos, ya sea que no se presenten en el área a proteger o que se encuentren restringidos a áreas bajo control efectivo, sean peligrosos por su potencial patogénico directo o por su potencial de rápida dispersión epidemiológica.
- ◆ Tener en cuenta las regiones de donde procede el germoplasma, con especial referencia a centros de origen, estaciones experimentales u otros lugares generadores de riesgo.
- ◆ La susceptibilidad de los materiales, incluyendo silvestres, a rangos de patógenos.

El movimiento de germoplasma

Los programas internacionales de mejoramiento de cultivos requieren permanentemente el uso del germoplasma, cuya colección, conservación, utilización y distribución global son fundamentales. Inevitablemente, su movimiento implica el riesgo de introducir accidentalmente a un determinado país o región, plagas de interés cuarentenario, junto con el material vegetal (semillas, material de propagación vegetativa).

Los recursos fitogenéticos de un país incluyen toda la diversidad de las plantas agrícolas, hortícolas, frutícolas, forestales, industriales, forrajeras, medicinales, ornamentales y silvestres con potencial económico. Este recurso constituye un tesoro que bien merece ser conservado y protegido contra organismos exóticos que poseen alto potencial destructivo.

El movimiento de germoplasma comprende varias etapas importantes: colección, introducción, multiplicación de las nuevas introducciones bajo confinación y observación cuarentenaria; rejuvenecimiento o refrescamiento de accesiones y distribución internacional.

Riesgos asociados con los sitios de colección

En las últimas décadas, por circunstancias de diverso orden, se han incrementado los riesgos de pérdida de germoplasma y ha sido indispensable realizar colectas de material con el propósito de evitar, en lo posible, la pérdida de la diversidad y la erosión genética de las plantas de interés para el hombre.

En los procesos de colecta de germoplasma para minimizar riesgos, y tomar las precauciones del caso, es indispensable planear la actividad y documentarse; particularmente en cuanto al lugar de colección del material, pues cada sitio posee un nivel de riesgo (Tabla 1).

La colecta de germoplasma en los centros de origen implica alto riesgo de incluir en ella patógenos, por cuanto éstos, además de contener la diversidad genética del hospedante, también albergan la de los patógenos que conviven con él. Para coleccionar germoplasma en los centros de origen se deben adoptar precauciones cuarentenarias estrictas.

Riesgos asociados con la introducción de germoplasma

Tabla 1. Sitios de colección de germoplasma y su riesgo asociado

| Sitio de colección | Nivel de riesgo ^a |
|---|------------------------------|
| Cualquier sitio y cualquier planta sin identificar | 1 |
| Centros de diversidad de la planta, el patógeno o la plaga | 2 |
| Reservas naturales | 3 |
| Supermercados (colección de tubérculos, semillas, etc) | 4 |
| Fincas | 5 |
| Huertos, plantaciones | 6 |
| Parcelas de experimentación diferentes a ensayos de resistencia a patógenos | 7 |
| Parcelas experimentales alejadas de plantaciones comerciales o localizadas en áreas libres de ciertas plagas | 8 |
| Invernaderos comerciales con camas a ras de suelo | 9 |
| Invernaderos comerciales con camas elevadas | 10 |
| Invernaderos de investigación con camas elevadas | 11 |
| Lugares certificados | 12 |
| Cultivos de tejidos, plantas asépticas derivadas de plantas madres indizadas para patógenos | 13 |
| Instalaciones cuarentenarias en donde las plantas son indizadas para patógenos y crecen bajo altos niveles de fitosanidad | 14 |

^a 1 denota sitio de más alto riesgo, 14 el de menor riesgo

Referencia: Kahn, R. 1999. *Biological concepts*. In: Kahn, R.P. and Mathur, S. B. (Eds). *Containment Facilities and Safeguards for Exotic Plant Pathogens and Pests*. APS , p 11

El hecho de que el movimiento de germoplasma a lo largo de las vías de intercambio sea un riesgo depende: del género o especie de planta, la presencia de patógenos de importancia cuarentenaria transmitidos por semilla o material vegetativo, o asociados a material de propagación en el país exportador o región de origen; la distribución geográfica de tales patógenos, el ciclo de vida, el volumen y frecuencia de intercambio internacional de plantas y materiales de propagación y la favorabilidad de los factores ambientales.

La asociación de una plaga o patógeno con su hospedante durante el tránsito por las vías de intercambio favorece la diseminación de patógenos que poseen una relación de parasitismo obligado, como es el caso de los virus y otros agentes que dependen del hospedante durante su ciclo de vida.

Se debe tener en cuenta que no todos los organismos encontrados en el germoplasma son de importancia económica o de importancia cuarentenaria. Muchos son

ubicuos y están establecidos en el país importador; otros son económicamente importantes y pueden ser de significancia cuarentenaria.

Para efectos cuarentenarios se han clasificado los patógenos en tres grupos:

- A. Patógenos peligrosos que no se encuentran presentes en la región de introducción y que poseen un alto potencial epidémico.
- B. Patógenos no presentes en las regiones de introducción o presentes en algunas áreas restringidas bajo control efectivo y que poseen moderado potencial epidémico.
- C. Patógenos que no son considerados de importancia cuarentenaria, pero que afectan la calidad del material de propagación.

Para el manejo del germoplasma introducido es conveniente considerar que para patógenos de categoría A el análisis basado en el muestreo no es adecuado. El mate-

rial procedente de áreas infestadas debe filtrarse a través del control poscuarentenario mediante la producción de semilla o material de propagación a partir de propágulos introducidos bajo cuarentena cerrada. Para patógenos de categoría B, el material de propagación puede ser analizado mediante un adecuado muestreo; para liberar el material las muestras deben haberse encontrado libres de infección o contaminación. Para patógenos de categoría C es admisible el análisis de muestras representativas: los materiales de centros de diversidad deben manejarse con más atención para prevenir la introducción de razas específicas y/o agresivas. Se puede considerar el tratamiento erradicante a los materiales

Riesgos de utilización de germoplasma contaminado

Al utilizar germoplasma contaminado o infectado en programas de mejoramiento o hibridación, los patógenos que contienen van a quedar incluidos en el proceso inicial de multiplicación de semilla. Eventualmente, esto significa que existe un gran riesgo de introducir nuevos cultivares con patógenos que pueden ser dispersados internacionalmente. Lo que significa que para garantizar el movimiento seguro de estos materiales deben pasar por etapas de multiplicación confinada o bajo control fitosanitario estricto.

Eventos que incrementan los riesgos de introducción de patógenos en germoplasma

Según acuerdos internacionales de protección fitosanitaria, el intercambio de germoplasma debe hacerse a través de los servicios nacionales de cuarentena, con el propósito de minimizar riesgos; sin embargo, existe un sin número de situaciones que hacen difícil la aplicación de estos acuerdos (IBPGR. Proceedings of a workshop held at the Royal Botanic Gardens, Kew, 6-9 Julio de 1982, p 8-9), Del conocimiento, claridad y voluntad institucional y política para afrontarlas con soluciones adecuadas depende la disminución del riesgo que contienen.

Tales dificultades se mencionan a continuación:

- ◆ El número de muestras individuales de germoplasma colectado es enorme.
- ◆ El tamaño de las accesiones individuales colectadas es muy variable; comprende desde unas pocas se-

millas a algunos kilogramos, lo cual hace muy difícil y casi imposible muestrear.

- ◆ Generalmente los materiales son colectados sin tener en cuenta su estado fitosanitario, acarreamo con ellos patógenos y plagas.
- ◆ Las semillas pueden ser parcialmente secadas y tratadas con productos químicos que hacen difícil su inspección cuarentenaria.
- ◆ Los servicios nacionales de cuarentena no siempre están bien dotados de equipos y personal técnico de alta calificación para el manejo de germoplasma, además no están bien preparados para el tamizado de los materiales por carencia de información específica de los patógenos que pueden encontrarse y el riesgo involucrado. De otra parte, no se poseen los conocimientos o facilidades para realizar los análisis fitosanitarios.
- ◆ El germoplasma se distribuye con o sin procesado a numerosas estaciones e individuos alrededor del mundo, lo cual implica que los servicios cuarentenarios de muchos países se encuentran comprometidos y repiten las inspecciones.
- ◆ Cantidades considerables de germoplasma son intercambiadas prácticamente sin ningún control, debido a que muchos servicios nacionales de cuarentena no están dotados técnicamente de manera adecuada para el tamizado fitosanitario de germoplasma.
- ◆ El hecho de que germoplasma sin inspeccionar pueda ingresar a un país con aprobación de las autoridades cuarentenarias, inevitablemente coloca la seguridad en tela de juicio. Naturalmente esto trae consecuencias indeseables para la subsecuente distribución internacional de materiales.

Diagramas de flujo de germoplasma e inspección

Teniendo en cuenta el riesgo de acarreo de fitopatógenos durante el movimiento de germoplasma, se han establecido diagramas de flujo, donde la inspección cuarentenaria y el control fitosanitario forman parte esencial de los procesos (figuras 1 y 2)

La efectividad de estas medidas depende de la seriedad y profesionalismo con que se apliquen, contando indudablemente con apoyo logístico, personal técnico de alta calificación, información específica de los fitopatógenos o plagas y su riesgo involucrado; además de la voluntad po-

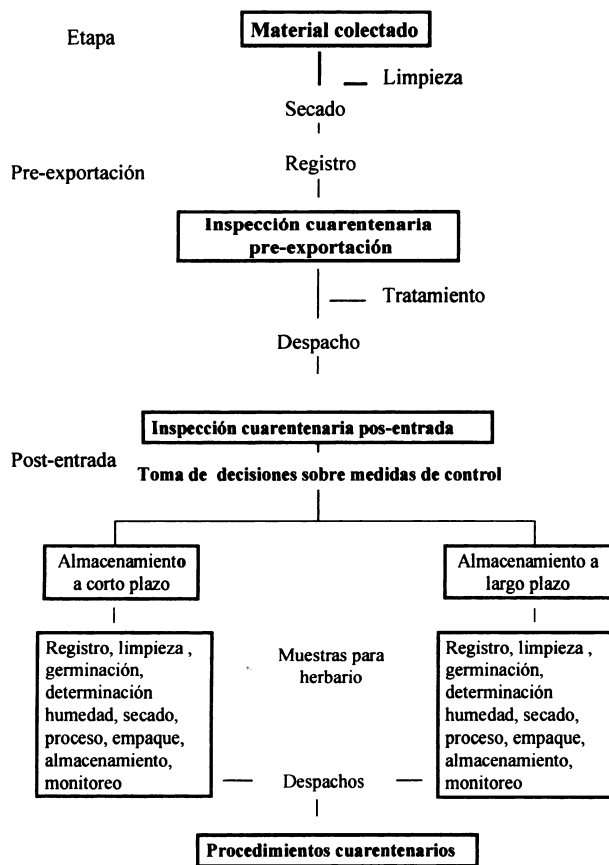
lítica e institucional de aplicar las medidas como protección a la agricultura regional e internacional.

Se debe tener en cuenta que la simple inspección o examen visual, tal como se practica frecuentemente por los servicios cuarentenarios, no es suficiente para garantizar el no ingreso de patógenos o plagas a un país.

Metodología para el análisis de la sanidad de germoplasma

Las semillas o cualquier porción vegetativa de la planta utilizada para propagación o conservación del germoplasma suelen contener patógenos (bacterias, espiroplasmas, fitoplasmas, fitomonas, hongos, nematodos, virus y viroides) u otros agentes asociados, cuya interceptación y comprobación de ausencia requieren de metodologías específicas, según se trate de semillas o ma-

Figura 1. Diagrama de flujo de germoplasma después de las colectas (Referencia: Gerard, 1984)



terial vegetativo y según el tipo de relación establecida hospedante/patógeno.

Semillas

Los patógenos asociados con las semillas suelen encontrarse en ellas ocasionando infección o simplemente como contaminantes (infestación). En caso de infección, el patógeno se encuentra en forma activa, internamente embebido en los tejidos de la semilla; esto es, en proceso de establecimiento parasítico; mientras que en el caso de infestación, éste es portado en forma pasiva ya sea adherido a las cubiertas de las semillas, en residuos de cosechas, fructificaciones del patógeno o en partículas de suelo contaminado, mezclados con la semilla (contaminación concomitante).

La metodología a seguir para determinar el estatus fitosanitario de las semillas utiliza diferentes métodos de detección de patógenos (Tablas 2,3,4,5), según la clase y tipo de microorganismo a detectar (parásito obligado o facultativo, saprófitos), sus características en cuanto al tipo de relación que exista con las semillas (infección, infestación, concomitancia) o el nivel de precisión que requieran las pruebas. La selección de un método determinado depende del propósito de la prueba y de los objetivos del análisis de la sanidad de la semilla.

Material vegetativo

En este caso debe tenerse especial cuidado en las determinaciones y análisis fitosanitario, por cuanto prácticamente cualquier porción (tallo, raíz, hoja, esquejes, cangre, meristema, callo) u órgano vegetativo (bulbo, cormo, rizoma, esqueje, tubérculo) utilizado para propagación, contiene patógenos (hongos, bacterias, virus, viroides y nematodos). El material vegetativo es, en mi opinión, el germoplasma de mayor riesgo y que requiere la aplicación de procedimientos cuarentenarios más estrictos.

Actualmente se recomienda el movimiento de material vegetativo utilizando plántulas *in vitro*, previo tratamiento con termoterapia e indizado, de manera que se garantice su limpieza, especialmente para virus.

En el proceso de indizado se pueden utilizar pruebas de patogenicidad, injertos con plantas indicadoras, pruebas serológicas e inmunoenzimáticas, técnicas moleculares de diagnóstico (PCR, NASH), según la disponibilidad de recursos.

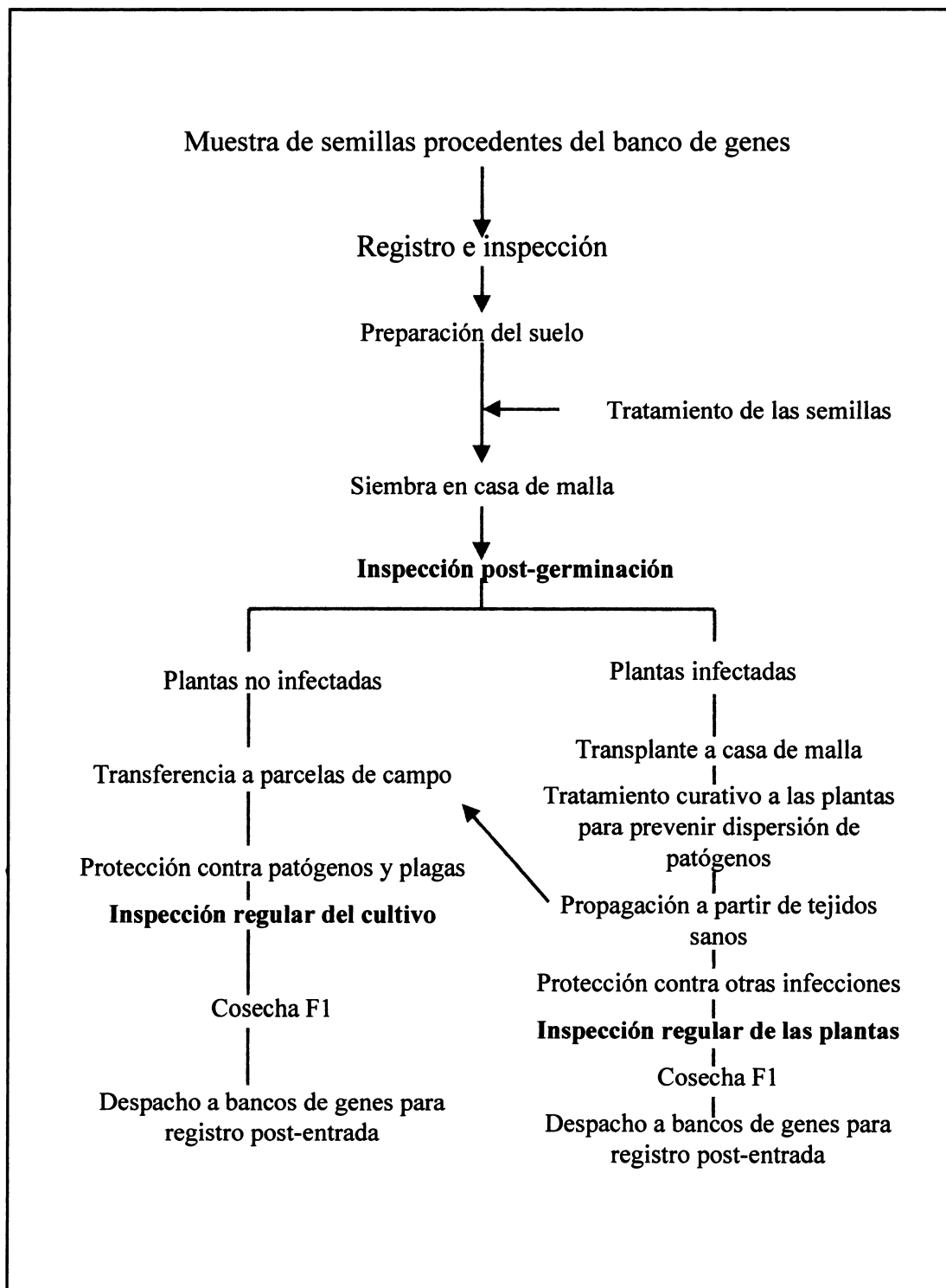


Figura 2. Diagrama de flujo para multiplicación de germoplasma bajo condiciones controladas (Ref. Gerard, 1984)

Tabla 2. Métodos utilizados para la detección de hongos mediante el análisis de sanidad de semillas.

| Método | Tipo de observación | Verificaciones |
|---|---|--|
| Examen de semillas secas | A simple vista o con lentes de bajo aumento y/o estér eomicroscopio | Presencia de decoloraciones, anomalías de morfología, fructificaciones de patógenos mezcladas con las semillas. |
| Examen de semillas imbibidas en agua | Con estér eomicroscopio, luz cercana a ultravioleta | Presencia de fructificaciones de hongos o fluorescencia característica |
| Empujado de semillas | Con microscopio a sedimentos obtenidos después de centrifugación | Presencia de esporas, restos de fructificaciones, clamidosporas, microesclerodios |
| Incidación de semillas (método del papel de filtro o blóter test) | Con estér escopio y microscopio, después de incubación bajo condiciones de luz, temperatura y humedad adecuadas para germinación de la semilla, crecimiento y esporulación de los hongos | Presencia de fructificaciones, esporas, micelio, esclerodios, microesclerodios |
| Incidación de semillas (método de medios de cultivo (Agar-Plate test) | Con estér escopio y microscopio, después de incubación bajo condiciones de luz y temperatura adecuadas para germinación de la semilla, crecimiento y esporulación de los hongos | Presencia de colonias de hongos con fructificaciones, esporas, micelio, esclerodios, microesclerodios |
| Síntomas en plántulas (Seedling-Symptom test) | Apreciación visual después de obtenida la germinación de las semillas en suelo, papel toalla, papel de filtro, crecimiento en tubos de ensayo con medio de cultivo; bajo condiciones controladas; esto es combinación, iluminación, humedad y temperatura adecuadas | Síntomas en plántulas; la ausencia de síntomas no necesariamente indica que las plántulas estén libres de hongos, puede haber infecciones latentes |
| Observación de fluorescencia | Observación bajo luz cercana a ultravioleta (340 nm) | Fluorescencia de colores como el azul pálido, amarillo o verdoso según el patógeno u organismo presente en las semillas. |
| Métodos histopatológicos | Observaciones con microscopio a tejidos de las semillas directamente procesados y coloreados | Presencia de hifas y en algunos casos fructificaciones en el interior de los tejidos |
| Conteo de embriones | Observaciones con microscopio a embriones procesados y coloreados convenientemente | Presencia de estructuras de hongos (<i>Ustilago</i> spp., <i>Sclerospora graminicola</i>) |
| Método de embebido en hidróxido de sodio | Observaciones con estér eomicroscopio a semillas tratadas con NaOH a 0,2% durante 24 horas a 18-25° C. | Presencia de estructuras de hongos (<i>Milletia barclayana</i> o <i>Neovossia horrida</i>) |
| Métodos moleculares y bioquímicos | Observación en gels o reacciones de color según el patógeno o tipo de prueba utilizada | Presencia de bandas coloreadas o reacciones colorimétricas según el tipo de patógeno a identificar. |

Tabla 3. Métodos utilizados para la detección de bacterias mediante el análisis de sanidad de semillas.

| Método | Tipo de observación | Verificaciones |
|---|---|---|
| Examen de semillas secas | A simple vista o con lentes de bajo aumento y/o estereomicroscopio | Presencia de decoloraciones, anomalías morfológicas, crecimiento bacterial |
| Examen de semillas imbibidas en agua | Con estereomicroscopio, luz cercana a ultravioleta | Presencia de pigmentos fluorescentes característicos según la especie bacterial a interceptar. |
| Aislamiento en medios de cultivo | Apreciación visual de colonias características después de incubados los cultivos bajo condiciones de temperatura adecuadas | Presencia de colonias típicas de las especies bacterianas objeto de seguimiento |
| Pruebas biológicas (Observación de síntomas en plántulas) | Apreciación visual después de obtenida la germinación de las semillas en suelo, papel toalla, papel de filtro, crecimiento en tubos de ensayo con medio de cultivo, bajo condiciones controladas; esto es confinación, iluminación, humedad y temperatura adecuadas | Síntomas en plántulas y presencia de la bacteria al resaisarla (postulados de Koch) |
| Pruebas biológicas (Pruebas de patogenicidad) | Apreciación visual de síntomas sobre hospedantes adecuados, inducidos por la inoculación de las colonias bacterianas asociadas a las semillas | Síntomas en plántulas como consecuencia de las inoculaciones, presencia de la bacteria al resaisarla (Postulados de Koch) |
| Pruebas biológicas (Uso de bacteriófagos) | Apreciación visual de colonias afectas por los bacteriófagos específicos | Presencia de zonas líticas al rededor de las colonias bacterianas |
| Observación de fluorescencia | Observación bajo luz cercana a ultravioleta (340 nm) | Fluorescencia de colores como el azul pálido, amarillo o verduoso según el patógeno u organismo presente en las semillas. |
| Métodos histopatológicos | Observaciones con microscopio a tejidos de las semillas debidamente procesados y coloreados | Presencia de bacterias en el interior de los tejidos |
| Pruebas bioquímicas (serología, microprecipitina, Elisa, inmunofluorescencia) | Observación de reacciones de precipitación, coloración o fluorescencia después de aplicar los procedimientos adecuados según la prueba | Presencia de precipitados, coloraciones o fluorescencia, según la especie bacterial a interceptar. |
| Técnicas moleculares | Observación en gels o reacciones de color según el patógeno o tipo de prueba utilizada | Presencia de bandas coloreadas o reacciones colorimétricas según el tipo de patógeno a interceptar. |

Tabla 4. Métodos utilizados para la detección de virus, viroides mediante el análisis de sanidad de semillas.

| Método | Tipo de observación | Verificaciones |
|--|--|---|
| Examen de semillas secas | A simple vista o con lentes de bajo aumento y/o estereomicroscopio | Decoloración; reducción del tamaño, presencia de decoloraciones, anomalías morfológicas |
| Pruebas biológicas (Observación de síntomas en plántulas) | Apreciación visual después de obtener la germinación de las semillas en suelo, papel toalla, papel de filtro, crecimiento en tubos de ensayo con medio de cultivo; bajo condiciones controladas; esto es confinación, iluminación, humedad y temperatura adecuadas | Observación de síntomas en plántulas |
| Pruebas biológicas (Pruebas de patogenicidad) | Apreciación visual de síntomas sobre hospedantes adecuados, inducidos por la inoculación de extractos de semillas o plántulas susceptibles. | Síntomas en plántulas o en plantas indicadoras como consecuencia de las inoculaciones. |
| Métodos histopatológicos | Observaciones con microscopio electrónico u óptico a tejidos de las semillas debidamente procesados y coloreados | Presencia de virus o inclusiones virales en el interior de los tejidos |
| Observaciones con microscopio electrónico: Tinción negativa, inmunoelectrón-microscopía (ISEM y decorado) | Observaciones con microscopio electrónico a tejidos de las semillas debidamente procesados y coloreados | Presencia de virus o inclusiones virales en el interior de los tejidos |
| Pruebas bioquímicas Serología, Elisa, aglutinación (cloroplastos, latex), anticuerpos marcados, inmunofluorescencia | Observación de reacciones de precipitación, coloración o fluorescencia después de aplicar los procedimientos adecuados según la prueba | Presencia de precipitados, coloraciones o fluorescencia, según el virus a interceptar. |
| Técnicas moleculares | Observación en gels o reacciones de color según el patógeno o tipo de prueba utilizada | Presencia de bandas coloreadas o reacciones colorimétricas según el tipo virus a interceptar. |

Tabla 5. Métodos utilizados para la detección de nematodos mediante el análisis de sanidad de semillas.

| Método | Tipo de observación | Verificaciones |
|--|---|---|
| Examen visual de semillas secas | A simple vista o con lentes de bajo aumento y/o estéreo microscopio | Presencia de decoloraciones, anomalías morfológicas, quistes de nematodos mezcladas con las semillas. |
| Examen de semillas imbibidas en agua. | Con estéreo microscopio | Presencia de nematodos, huevos, larvas, quistes |
| Extracción de nematodos a partir de tejidos afectados o de suelo mezclado con las semillas | Con estéreo microscopio, después del proceso de extracción indicado | Presencia de nematodos, huevos, larvas, quistes |

Referencias consultadas

- AGARWAL, V.K., y J.B. SINCLAIR. 1987. *Principles of Seed Pathology*. Vol. I and II. CRC. Academic Press, Boca Raton, Florida.
- DICKIE, J. B., LININGTON y WILLIAMS, J.T (Eds). 1984. *Seed management Techniques for Genebanks (Proceedings of a Workshop held at the Royal Botanic Gardens, Kew, 6-9 Julio 1982)*, 294 pp
- GERARD, B.M. 1984. *Improved Monitoring test for seed borne Pathogens and Pests*. In : Dickie, J. B., Linington y Williams, J. T (Eds). 1984. *Seed management Techniques for Genebanks (Proceedings of a Workshop held at the Royal Botanic Gardens, Kew, 6-9 Julio 1982)* IBPGR Roma, Italia. P 22-42
- HAWKES, J.G. 1980. *Crop Genetic Resources Field Collection Manual*. Department of Plant Biology. University of Birmingham England. 36 pp
- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES . s,f, FAO/IBPGR *Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm*. Colección de folletos sobre diferentes cultivos)
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE y UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. 1988. *Rice Seed Health. (Proceedings of the International Workshop on Rice Seed Health*. 16-20 marzo 1987. IRRI, Manila Filipinas. 362 pp
- KAHN, R. 1999. *Biological concepts*. In: Kahn, R P. and Mathur, S. B. (Eds). *Containment Facilities and Safeguards for Exotic Plant Pathogens and Pests*. APS , p 11
- NEERGAARD, P. 1977. *Seed Pathology (Vol I)*. Halsted Book a division of John Wiley & sons, New York. 839 pp.
- NEERGAARD, P. 1984. *Seed Health in Relation to the exchange of Germplasm*. In : Dickie, J. B., Linington y Williams, J. T (Eds). 1984. *Seed management Techniques for Genebanks (Proceedings of a Workshop held at the Royal Botanic Gardens, Kew, 6-9 Julio 1982)* IBPGR Roma, Italia. P 1-22
- PACHECO, C.C. 1989. *Importancia de la patología de semillas para los programas de semillas*. Fitopatología Colombiana. 13: 20-30.
- PINEDA-LÓPEZ BENJAMÍN , HUERTAS CARLOS A, IWANAGA MASARU Y MORALES FRANCISCO. 1999. *International Center for Tropical Agriculture (CIAT)*. In: Kahn, R P. and Mathur, S. B. (Eds). *Containment Facilities and Safeguards for Exotic Plant Pathogens and Pests*. APS , p 23-33

Es necesario analizar el riesgo que representa para Colombia la introducción de plagas de la papa

Paulina Martínez Rivera*

En la actualidad, el aumento continuo y progresivo de movilización internacional de personas y materiales ha traído como consecuencia un gran incremento también en la movilización de organismos plaga (patógenos, artrópodos plaga, moluscos y malezas) para las plantas cultivadas, incluyéndose aquí la introducción de una nueva plaga a una zona en la cual la planta hospedera se cultiva extensivamente.

Son bien conocidos los desastres socio-económicos que se han ocasionado por culpa de la introducción de plagas nuevas o exóticas a un país, a una zona geográfica que se encontraba libre de ella. El mayor y el más estudiado de estos desastres ha sido la hambruna sufrida en Irlanda y otros países europeos generada por la introducción de *Phytophthora infestans* en el cultivo de la papa en el año de 1845, cuando era ése el más extenso de los cultivos.

Por otro lado, con la demanda de más y nuevos productos para la alimentación, entre otros, también se ha incrementado el movimiento de germoplasma vegetal, intensificando así los riesgos fitosanitarios. Tales riesgos son aún mayores si el germoplasma movilizadado está representado en material de propagación vegetativa (asexual), comparado con el de propagación sexual (semilla botánica). Esta situación se explica por el tipo de relación entre la

plaga y el órgano de la planta hospedera. Afortunadamente existen alternativas de manejo del riesgo para cada caso específico que permiten la movilización de materiales vegetales en forma segura.

El sistema actual de protección de plantas a nivel mundial enfoca sus mayores esfuerzos a la prevención de los problemas sanitarios, más que al costoso control curativo o de erradicación de los ya establecidos. Es por esto, que estudiar el riesgo que representa la introducción de una plaga a un país o a una zona específica, se ha constituido en una herramienta necesaria para llegar al objetivo de la verdadera agricultura sostenible.

Para iniciar el proceso de análisis de riesgo de una plaga de planta (ARP) es necesario identificar las características de una plaga para ubicarla dentro del grupo de las cuarentenarias. Entendiéndose por plaga cuarentenaria aquella que tiene posibilidad de causar daños sociales, económicos y/o ambientales importantes para una zona (países, país o parte de él) en la cual esa plaga no existe, o si existe no se encuentra ampliamente distribuida y es oficialmente controlada. De acuerdo con esto, la plaga puede poner en peligro a esa zona si las condiciones (ecológicas, culturales, etc.) favorecen su establecimiento y dispersión.

* Bióloga Fitopatóloga, PhD., Coordinadora Estación de Cuarentena Vegetal, ICA Mosquera

Como un segundo paso del ARP está la identificación de la forma o el camino que permitirá la introducción de esa plaga a la región en peligro. Pueden ser vías naturales las causadas por el movimiento de personas y cosas, o por la importación de material vegetal. La vía de mayor riesgo la constituye la importación de material vegetal y, dentro de éste las plantas enteras o partes de ellas que se utilicen para propagación.

En el caso de importación de plantas o partes de ellas, es necesario conocer del país o región de origen:

El área de producción de la planta, la fenología del cultivo, las condiciones sanitarias, las plagas de importancia económica (su biología, rango de hospedero, epidemiología, su distribución geográfica, vectores y su manejo), la regulación fitosanitaria, el manejo sanitario del cultivo y los procedimientos de selección y certificación para productos vegetales de exportación.

Además de las condiciones de la región de origen, de la zona de riesgo se debe conocer:

El estado sanitario del cultivo o cultivos principales en cuestión, las condiciones ambientales y geográficas, el área de cultivo actual o el que se planea establecer, la fenología del cultivo, las plagas de importancia económica que lo afectan, y la presencia de enemigos naturales de la plaga. Por otro lado, las oportunidades de contaminación del producto vegetal, posibles medios de transporte de la plaga, frecuencia de las importaciones del producto vegetal y sus volúmenes. También la frecuencia y la cantidad de personas y cosas que se desplazan hacia la zona de riesgo, así como las posibilidades de ingreso de la plaga por medios naturales. Otras variables muy importantes que deben conocerse son: La estructura y fortaleza del sistema de sanidad vegetal para detectar y manejar la plaga en caso de que ésta ingrese y se establezca, así como el medio socio-cultural involucrado directamente con ese cultivo o cultivos.

Con la información recopilada se compara la situación de la plaga entre el área de ARP y la de las zonas donde está presente y sobre estas bases se evalúa el potencial de ingreso, de establecimiento y de propagación de la plaga. Luego se determina el potencial económico de la plaga en el área de ARP y se definen las medidas sanitarias pertinentes que favoreciendo el comercio entre regiones eviten perjuicios sociales económicos y/o ambientales en el área de riesgo.

Entre las opciones de manejo del riesgo están:

La inclusión de la plaga específica en la lista de las prohibidas, inspección y certificación fitosanitaria previas

a la exportación, determinación de los requisitos que se deben cumplir antes de la exportación, inspección sanitaria en el puerto de entrada o en casos específicos en el lugar de destino, sometimiento a cuarentena cerrada de posetrada, restricciones sobre el uso del material vegetal en cuestión, seguimiento y medidas fitosanitarias de posetrada y la prohibición de entrada de un determinado producto de procedencia definida. Todo lo anterior teniendo en cuenta el principio de «repercusiones mínimas».

También se evalúan las alternativas que se hayan escogido para manejar el riesgo, teniendo en cuenta:

La eficiencia biológica, el efecto sobre otras plagas, el impacto económico, social y/o ambiental y los efectos sobre las políticas, así como sobre la legislación comercial y sanitaria ya existente.

Ante solicitudes de importación de papa de propagación de Holanda, presentadas al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), por industriales de la papa, se consideró necesario conocer los riesgos de introducción de plagas.

Como uno de los componentes básicos para establecer el (ARP) es el estudio fitopatológico, para la importación de tubérculo-semilla de papa de Holanda, caso específico considerado en esta oportunidad, se definen las plagas que reúnen los requisitos para considerarlos como de importancia cuarentenaria para Colombia. Para esto se estudiaron factores como distribución geográfica, transmisión, rango de hospederos diferentes a la papa, vectores, posibles tratamientos para su control, métodos y facilidades para su identificación, importancia económica y otros datos relevantes en relación con su biología, su relación con la planta, incidencia, severidad, etc., así como algunos datos de la importancia del cultivo en Colombia.

A nivel mundial se han reportado más de 80 patógenos de papa (phytoplasmas, virus, viroides, bacterias, hongos y nematodos) de importancia económica, de los cuales la inmensa mayoría son transmitidos por tubérculo. Gracias a las barreras naturales (geográficas, ambientales y genéticas) y a algunas medidas de control que se han tomado eficientemente, aproximadamente el 55% de éstos ha permanecido restringido a otras zonas geográficas. Cuando han ocurrido los ingresos de plagas, se han presentado graves consecuencias para la economía del país, con implicaciones de orden social, además de pérdida de oportunidades en el comercio internacional. Un ejemplo sentido por todos fue el ingreso de la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora* Polvony).

Fuera de las consecuencias socio económicas inmediatas, queda además la secuela del gran impacto deletéreo al ambiente y a la salud humana, causado por el uso de químicos de control, que generalmente es exagerado e indiscriminado y, desafortunadamente, en relación directa y proporcional al grado cultural del agricultor.

Si tenemos en cuenta el área geográfica sembrada de papa en Colombia (mas de 170 mil hectáreas.), el número de personas involucradas en el cultivo (450 mil), el nivel cultural promedio de esta franja de la población, la permanencia del cultivo en el país durante todo el año y el impacto de éste sobre el costo de vida (en 1988 jalonó la inflación en un 31.5%), la única alternativa razonable que nos queda es la de actuar decisivamente para evitar la entrada de nuevas plagas y la diseminación de las que ya tenemos en el país.

Además, es necesario tener en cuenta que los organismos plaga pueden variar ligera o marcadamente su fisiología de una zona geográfica a otra, variando así su relación con la planta hospedera, es decir su virulencia y agresividad. Son muchos los factores bióticos (competencia entre poblaciones, rango de resistencia o susceptibilidad, enemigos naturales, hospederos alternos, presencia de vectores) y abióticos (clima, prácticas de cultivo) que intervienen en esa relación planta-organismo plaga; por tanto, no se puede pronosticar con exactitud el comportamiento de uno de esos organismos cuando son exóticos a una región. Tampoco se puede tomar como parámetro de decisión el que una plaga no haya tenido importancia en otro lugar del mundo, como para optar una actitud laxa frente a la posibilidad de su entrada a este país.

A continuación aparece el resultado de la revisión sobre las plagas de la papa que pueden considerarse de importancia cuarentenaria, y otras de calidad nociva.

| | |
|-----------------------|--|
| NOMBRE | PLRV (Virus del enrollamiento de hojas) PVY (Virus Y) PVX (Virus X) |
| DISTRIBUCIÓN | Mundial. Se encuentra en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo, estolones, mecánica, injerto, elementos de trabajo, varias especies de áfidos. |
| OTROS HOSPEDEROS | Amplísimo rango de hospederos. |
| TRATAMIENTOS | Cultivo de meristemos, termoterapia. |
| IDENTIFICACIÓN | Por ELISA, por plantas indicadoras, técnicas moleculares. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Alta |
| OTROS DATOS: | PLRV y PVY son considerados los de mayor importancia a nivel mundial. PVX ocupa el tercer lugar. Existencia de variantes de virulencia variable. |

| | |
|-----------------------|---|
| NOMBRE | PVA (potato virus A) Mosaico suave, virus A de la papa. |
| DISTRIBUCIÓN | Holanda. Mundial. No está en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Mecánica, tubérculo, injerto, más de siete especies de áfidos. |
| OTROS HOSPEDEROS | Tabaco, plantas indicadoras. |
| TRATAMIENTOS | Cultivo de meristemos, termoterapia. |
| IDENTIFICACIÓN | Por ELISA, técnicas moleculares, inoculación mecánica en <i>Solanum demissum</i> . |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Variable dependiendo del clima, cultivar de papa y raza del virus. |
| OTROS DATOS: | Plantas y tubérculos pueden ser asintomáticos de acuerdo con las condiciones ambientales. |

| | |
|-----------------------|---|
| NOMBRE | PVM (Potato Virus M) Mosaico crespo, virus M de la papa, para-crinkle. |
| DISTRIBUCIÓN | Holanda. Mundial. No está en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo, mecánica, injerto, los áfidos: <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Abis grangulae</i> , <i>A. nasturtii</i> . |
| OTROS HOSPEDEROS | Tabaco, tomate, varias plantas indicadoras. |
| TRATAMIENTOS | Cultivo de meristemos, termoterapia. |
| IDENTIFICACIÓN | Por ELISA, técnicas moleculares, inoculación mecánica en plantas indicadoras. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Alta en Europa oriental y Rusia. |
| OTROS DATOS: | Los síntomas se enmascaran a temperaturas cercanas a los 24°C. |

| | |
|-----------------------|--|
| NOMBRE | TNV (Tobacco Necrosis Virus) Necrosis del Tabaco |
| DISTRIBUCIÓN | Holanda. Mundial. No está en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo, mecánica, por el hongo <i>Olpidium brassicae</i> . |
| OTROS HOSPEDEROS | Gran rango de hospederos de familias mono y dicotiledóneas. |
| TRATAMIENTOS | Cultivo de meristemos, termoterapia. |
| IDENTIFICACIÓN | Por ELISA, inoculación en plantas indicadoras, técnicas moleculares. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Alta |
| OTROS DATOS: | Rara vez llega a ser sistémico, lo cual dificulta su identificación. |

| | |
|-----------------------|---|
| NOMBRE | TRV (Tobacco Rattle Virus) Moteado del tallo |
| DISTRIBUCIÓN | Holanda. Toda Europa, Norteamérica, Suramérica y Asia. No está en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo, semilla botánica, nemátodos de los géneros <i>Trichodorus</i> y <i>Paratrichodorus</i> . |
| OTROS HOSPEDEROS | 400 especies monocotiledóneas y dicotiledóneas de 50 familias botánicas. |
| TRATAMIENTOS | Cultivo de meristemos, termoterapia, tratamiento al suelo para control de nemátodos. |
| IDENTIFICACIÓN | Por ELISA, inoculación en plantas indicadoras, técnicas moleculares. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Alta |
| OTROS DATOS: | En Suramérica y en Asia se encuentra en hospederos diferentes a papa. Los síntomas en papa son variables y confusos. La infección puede ser asintomática. |

| | |
|-----------------------|--|
| NOMBRE | BCTV (Sugarbeet Curly Top Virus) Punta crespá |
| DISTRIBUCIÓN | Esporádicamente en todo el mundo. No está en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo, mecánica, injerto, la cigarrita <i>Circulifer tenellus</i> , estolones. |
| OTROS HOSPEDEROS | Remolacha, tomate, tabaco, otras solanáceas. |
| TRATAMIENTOS | Cultivo de meristemas, termoterapia. |
| IDENTIFICACIÓN | Por ELISA, técnicas moleculares. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Baja |
| OTROS DATOS: | Los síntomas se confunden con los ocasionados por phytoplasmas. Tubérculos de plantas infectadas pueden dar origen a plantas asintomáticas. |
| | |
| NOMBRE | PTW (Purple Top Wilt) Phytoplasma de la Marchitez de la Punta Morada |
| DISTRIBUCIÓN | Mundial. No está en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo (3 - 8%), injerto, la cigarrita <i>Macrostes fascifrons</i> , <i>Elymana virescence</i> . En general todas las cigarritas son potenciales vectores. |
| OTROS HOSPEDEROS | 350 especies de por lo menos 54 familias botánicas, especialmente hortalizas y ornamentales. |
| TRATAMIENTOS | Cultivo de meristemas, termoterapia. |
| IDENTIFICACIÓN | Microscopía electrónica. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Pérdidas menores de 10% a más de 50%. |
| OTROS DATOS: | En ciertas regiones de Europa ha sido destructivo. La transmisión por cigarritas sólo se realiza cuando el vector se ha alimentado antes sobre cualquier otro hospedante infectado. |
| | |
| NOMBRE | <i>Phytophthora infestans</i> Tizón tardío, gota |
| DISTRIBUCIÓN | Zonas frías en el mundo. La raza 2 no está Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo, estolones, desechos de cultivo, suelo, lluvia, agua escorrentía, elementos de trabajo y transporte. |
| OTROS HOSPEDEROS | Berenjena, tomate. |
| TRATAMIENTOS | Fungicidas. |
| IDENTIFICACIÓN | Observación directa o en cultivo, por ELISA a nivel de género, técnicas moleculares. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | La más alta |
| OTROS DATOS: | Las condiciones ambientales de zonas frías de Colombia son óptimas. Todos los cultivares de <i>Solanum</i> son susceptibles. De la raza A2 no se sabe su comportamiento ni su manejo, es resistente a metalaxil, su identificación por cultivo toma dos meses en el laboratorio, su identificación por ELISA no es posible aún, se encuentra en Bolivia, Brasil, Argentina y México. |

NOMBRE *Phytophthora eritroseptica*
 Pudrición rosada

DISTRIBUCIÓN Norteamérica, Europa, Holanda, Australia, Lejano y medio Oriente, Suramérica. No está en Colombia.

TRANSMISIÓN Tubérculo, estolones, desechos de cultivo, suelo, lluvia, agua de escorrentía, elementos de trabajo y transporte.

OTROS HOSPEDEROS Tulipanes, trigo, centeno y 17 especies más. Fuera de la familia Solanaceae.

TRATAMIENTOS Fungicidas (ineficientes)

IDENTIFICACIÓN Observación en cultivo y directa, por ELISA a nivel de género, técnicas moleculares.

IMPORTANCIA ECONÓMICA Alta

OTROS DATOS: La enfermedad se presenta bajo un amplio rango de temperaturas, pero es más severa entre los 20 y 30°C. Otras sp. de *Phytophthora* que infectan papa e inducen síntomas similares: *cryptogea*, *drechsleri*, *parasitica*, *megasperma*.

NOMBRE *Pseudomonas ralstonia*. Marchitez bacteriana, pudrición parda

DISTRIBUCIÓN Todas las áreas a nivel mundial.

TRANSMISIÓN Tubérculo, estolones, desechos de cultivo, suelo, lluvia, agua de escorrentía, elementos de trabajo y transporte.

OTROS HOSPEDEROS Tomate, ají, berenjena, maní, banano, ornamentales, malezas, y otras especies en 33 familias botánicas.

TRATAMIENTOS No existen tratamientos eficientes.

IDENTIFICACIÓN Observación en cultivo y directa, pruebas bioquímicas y fisiológicas, por ELISA, técnicas moleculares.

IMPORTANCIA ECONÓMICA Alta

OTROS DATOS: Presenta un altísimo rango de hospederos. No existen altos niveles de resistencia. Capaz de sobrevivir en suelo. Puede permanecer latente en el tubérculo. Tiene razas de patogenicidad variable entre regiones y dependiente de los cambios de temperatura. Se presenta en amplio rango de tipo de suelos y de pH.

NOMBRE *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicum*
 Pudrición anular

DISTRIBUCIÓN Holanda. Mundial. No está en Colombia.

TRANSMISIÓN Tubérculo, mecánica, desechos de cultivo, elementos de trabajo y empaques.

OTROS HOSPEDEROS Bajo condiciones naturales sólo infecta papa

TRATAMIENTOS No existe.

IDENTIFICACIÓN Observación en cultivo y directa, por ELISA, por inoculación en plantas de papa, berenjena y tomate, pruebas bioquímicas.

IMPORTANCIA ECONÓMICA Alta

OTROS DATOS: No existe resistencia en las variedades económicamente importantes. Puede permanecer latente en el tubérculo. La enfermedad se desarrolla bajo un amplio rango de temperaturas y por encima de 20°C puede ser asintomática.

| | |
|-----------------------|---|
| NOMBRE | <i>Meloidogyne</i> spp. Nematodo del nudo |
| DISTRIBUCIÓN | Mundial. La especie chitwoodi está en diversas zonas de Europa pero no en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo, desechos de cultivo, suelo. |
| OTROS HOSPEDEROS | Prácticamente todas las plantas cultivadas y las malezas. |
| TRATAMIENTOS | Químico al suelo (generalmente ineficiente). |
| IDENTIFICACIÓN | Observación directa en tubérculos y raíces. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Pérdidas hasta de 25%. |
| OTROS DATOS: | En Colombia no se encuentra en zonas frías. Existen más de 15 especies. La identificación de especies es difícil. |

| | |
|-----------------------|--|
| NOMBRE | <i>Ditylenchus destructor</i> Nematodo de la pudrición |
| DISTRIBUCIÓN | Zonas templadas. Holanda. No está en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo, estolones, desechos de cultivo, suelo. |
| OTROS HOSPEDEROS | Trébol, zanahoria, remolacha, amplio rango de plantas superiores cultivadas y malezas, amplio rango de hongos del suelo. |
| TRATAMIENTOS | Químico al suelo (ineficiente). |
| IDENTIFICACIÓN | Observación directa en suelo, estolones y tubérculos, no en raíces. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Alta |
| OTROS DATOS: | Es más importante en regiones templadas. Se adapta a suelos bajo temperaturas de 5-34°C y la mayor infestación ocurre entre 15 y 20°C. Capaz de sobrevivir dentro del tubérculo y así ocasiona graves pérdidas en almacenamiento. Todas las variedades de papa son susceptibles. |

| | |
|-----------------------|---|
| NOMBRE | <i>Globodera</i> spp. Nematodo del quiste, nematodo dorado. |
| DISTRIBUCIÓN | Holanda. Mundial. La especie rostochiensis no está en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Desechos de cultivo, suelo, empaques, maquinaria agrícola. |
| OTROS HOSPEDEROS | |
| TRATAMIENTOS | Químico al suelo (ineficiente). Rotación (antieconómica) |
| IDENTIFICACIÓN | Observación directa de suelo y raíces. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Alta |
| OTROS DATOS: | Imposible de erradicar. Los quistes permanecen viables hasta por 20 años en el suelo bajo condiciones adversas. La identificación de especies es difícil. |

| | |
|-----------------------|---|
| NOMBRE | <i>Nacobbus aberrans</i> Falso nematodo del nudo de la raíz, rosario |
| DISTRIBUCIÓN | Holanda. Mundial. No está en Colombia. |
| TRANSMISIÓN | Tubérculo, desechos de cultivo, suelo. |
| OTROS HOSPEDEROS | Amplio rango de especies cultivadas y de malezas en la región andina. Varias especies solanáceas |
| TRATAMIENTOS | Químico al suelo (ineficiente). Rotación (difícil). |
| IDENTIFICACIÓN | Observación directa del suelo, raíces y tubérculo. |
| IMPORTANCIA ECONÓMICA | Pérdida de más de 50%. |
| OTROS DATOS: | Gran adaptación a diferentes suelos y condiciones ambientales. Tienen varias razas fisiológicas. Conviven con <i>Globodera</i> spp. y <i>Meloidogyne</i> spp. |

Los virus de la papa y su control

| PHYTOPLASMAS | DISTRIBUCIÓN | PÉRDIDA DE RENDIMIENTO (%) | VECTOR PRINCIPAL | TRANSMISIÓN POR TUBÉRCULO (%) |
|---------------------------------------|--|----------------------------|---|-------------------------------|
| PTR (Enrollamiento púrpura del ápice) | Existen muy pocos datos sobre su distribución en el mundo. No se tiene ninguna referencia de Colombia. | 50 - 75 | Alebroides dravidanus Orosius albicinctus Seriano equata | 20 - 70 |
| MF (Flavescencia marginal) | Existen muy pocos datos sobre su distribución en el mundo. No se tiene ninguna referencia de Colombia. | 50 - 90 | O. albicinctus S. equata | 0 - 65 |
| WB (Escoba de brujas) | Existen muy pocos datos sobre su distribución en el mundo. No se tiene ninguna referencia de Colombia. | 15 - 50 | A. dravidanus O. albicinctus Ophiola flavopicta | 50 - 100 |
| PP (Filodia de la papa) | Existen muy pocos datos sobre su distribución en el mundo. No se tiene ninguna referencia de Colombia. | Hasta 65 | Datos no disponibles | 50 - 100 |
| Stolbur | Existen muy pocos datos sobre su distribución en el mundo. No se tiene ninguna referencia de Colombia. | 10 - 80 | Hyalesthes obsoletus Aphrodes bicinctus Euscelis plebejus | - |

Fuente: Salazar, L.F. 1995. CIP

NOTA: Los vectores enunciados son cigarritas (Homoptera) no registrados en la lista de insectos plaga reportados en Colombia. Sin embargo no se puede asegurar que no se encuentren en el país. Por otro lado, una de las características de las cigarritas es su eficiencia como vectores de virus y phytoplasmas; por tanto, es de esperar que las especies registradas también sean vectores de estos phytoplasmas.

En etapas posteriores se revisó:

1. Que no existen en el país análisis de riesgo para ninguna de las plagas de plantas que se consideran de importancia cuarentenaria o de calidad nociva para Colombia.
2. Las calificadas como exóticas, o no existentes en el país, son de alto potencial de peligrosidad, teniendo en cuenta uno o más de los siguientes factores favorables
 - ◆ Facilidad de transmisión
 - ◆ Viabilidad en el suelo o en desechos vegetales
 - ◆ Amplio rango de hospederos, aun en familias botánicas diferentes a la Solanaceae.
 - ◆ Condiciones ambientales óptimas para el cumplimiento de su ciclo biológico.
 - ◆ Carencia de germoplasma con características de tolerancia o resistencia.
 - ◆ Dificultad para su identificación.
 - ◆ Dificultad o imposibilidad de tratamiento.
3. En el caso de las plagas exóticas, debe tenerse en cuenta que al ser introducidas al país podrían tener un comportamiento diferente al registrado en otras zonas del mundo y, así, es posible que presenten una mayor agresividad bajo las condiciones ambientales (bióticas y abióticas) y culturales del país.
4. El sistema nacional de diagnóstico (público y privado), así como el de vigilancia fitosanitaria, el de epidemiología y el de manejo de problemas ya establecidos son deficientes, lo cual aumenta el riesgo de daño por una plaga, ya sea considerando la introducción de una exótica, o la dispersión de una de las ya establecidas en el país. Tampoco el sistema cuarentenario nacional cuenta con la infraestructura suficiente para evitar la introducción de estas plagas (exóticas o no), a no ser que la semilla de papa sea sometida al proceso de cuarentena cerrada de posentrada, como se ha venido recomendando a los interesados en la importación de material de propagación.
5. La importancia social y económica del cultivo de la papa en Colombia es tan alta, que la introducción de nuevas plagas al cultivo debe ser evitada a cualquier costo.
6. En el caso *Phytophthora infestans*, se considera de importancia cuarentenaria puesto que la raza 2 no ha sido identificada en Colombia. Como existen 5 es-

pecies diferentes a la *infestans*, las cuales inducen síntomas muy similares entre sí y además su identificación es bastante compleja, se recomienda que la restricción cuarentenaria sea a nivel de género, es decir: *Phytophthora* spp.

7. En el caso de los virus PLRV, PVY y PVX, que aún estando establecidos en el país también deben ser de restricción cuarentenaria, por ser considerados los de mayor importancia económica a nivel mundial y por la posibilidad de introducción de razas exóticas.
8. En el caso de los phytoplasmas, se consideran de importancia cuarentenaria por las altas pérdidas económicas registradas a nivel mundial, por su dificultad para detectarlos en el país y por su transmisión a través de tubérculo. Hasta los reportes de 1994, en Holanda no habían sido registrados en ese país. Si esta condición se mantiene, para ellos es fácil cumplir con los requerimientos colombianos.

Conclusión

Las plagas analizadas en este documento son clasificadas como de importancia cuarentenaria y deben incluirse en la restricción sanitaria que dice que los tubérculos-semilla de papa a importar de Holanda deben provenir de áreas libres de estas plagas.

En los documentos enviados por la NAK (Nederlandse Algemene Keuringsdienst) de Holanda sobre la certificación y aspectos fitosanitarios de la semilla de papa, se observa que el sistema de producción y clasificación se basa en criterios fitopatológicos muy aceptables que parten de selección clonal y de material cultivado *in vitro*. Las plantas madres son aisladas y propagadas por un período de 5 años, parte de ellas *in vitro*. La tercera y cuarta generación clonal son clasificadas como clase S, luego siguen otras propagaciones.

De acuerdo con el punto anterior, se considera que no existe riesgo de introducción de plagas en material de papa clase S *in vitro*, por lo cual se recomienda solicitar material de propagación bajo esta modalidad, el cual se puede micropropagar aquí y someterlo a un corto seguimiento fitosanitario.

Cuando sea imposible la importación de material *in vitro* cuyo origen sea como el descrito anteriormente, y sólo sea posible la importación de tubérculos u otro tipo de material de propagación cuyo origen represente algún

riesgo sanitario, este material debe ser sometido al proceso de cuarentena cerrada de posetrada que ofrece el ICA.

Este estudio fitopatológico debe complementarse con otros que analicen los aspectos entomológicos, epidemiológicos, económicos y sociales para determinar estadísticamente cual es el riesgo que representa para Colombia la introducción de tubérculos-semilla procedentes de Holanda, y así tomar las medidas más justas y razonables para el país sin descuidar los intereses particulares.

Bibliografía

- BOXX, J.A. 1972. *Viruses of potatoes and seed-potato production*. Wageningen, The Netherlands. 233 p.
- BURITICÁ, P. 1996. *Directorio de patógenos y enfermedades de las plantas de importancia en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Colombia. P. 285-289.
- CIAT. 1982. *Intercambio de germoplasma y necesidades de investigación e infraestructura*. En: Intercambio de germoplasma de papa y yuca. Primer Taller Latinoamericano. Cali, Colombia. Enero 25-29. pp.161-223.
- CIP: 1993. *Enfermedades bacterianas de la papa*. Memorias del Taller sobre Enfermedades Bacterianas de la Papa. Brasilia, Brasil. 99 p.
- FAO. 1996. *Normas internacionales para medidas fitosanitarias*. Sección I. Reglamentación para la importación. Directrices para el análisis de riesgo de plagas. Roma. 21 p.
- FRENCH, E.R.; JALATA, P and TURKENSTEEN. 1977. *Potato: Fungi, bacteria and nematodes*. In: Plant Health and Quarantine in International Transfer of Genetic Resources. Hewitt, W.B. and Chiarappa, L. (Eds.) CRC Press pp.225-232.
- FRY, W.E.; DRENTH, L.J. MANTEL, B.C.; DAVIDSE, L.C. and GOODWIN, S.B. 1991. *Population genetic structure of Phytophthora infestans in the Netherlands*. The Am. Phytop. Soc. 81 (10): 1330-1335.
- GUALTERO, E.J. y GARCÍA, C. 1998. *La población de Phytophthora infestans presentes en papa en el altiplano cundiboyacense en 1996 son monomórficas para la enzima glucosa - 6 - fosfato isomerasa*. Agronomía Colombiana XV (1): 7-14.
- HERNÁNDEZ, E. y RODRÍGUEZ, A. 1997. *Catálogo de variedades colombianas de papa*. ICA. Centro de Investigación San Jorge. Bogotá, Colombia.
- HOOKE, W.J. 1980. *Compendio de enfermedades de la papa*. CIP Michigan State Foundation. 164 p.
- ICA. 1989. *Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia*. Boletín Técnico No. 43. Bogotá. 662 p.
- ICA. 1994. *Requisitos para la introducción a Colombia de material vegetal y agentes biológicos benéficos para la agricultura*. División de Sanidad Vegetal. Bogotá, Colombia.
- ICA. 1997. *Listado de plagas A1 y A2 para Colombia por cultivos*. División de Sanidad Vegetal. Bogotá. Colombia. P.37.
- JARAMILLO, S.; PATIÑO, L.; LÓPEZ, J.B.; MÁRQUEZ, M.E.; ZAPATA, J.L. y MAZO, J.J. 1997. *Complejidad de la población del bongo Phytophthora infestans en el departamento de Antioquia*. Revista Papa 17:9-16.
- MARTÍNEZ, P. 1997. *Cuarentena cerrada de posetrada*. ICA, Boletín de Sanidad Vegetal No. 20. Bogotá, Colombia.
- NEDERLANDSE ALGEMENE KEURINGSDIENST. 1998. *Certification and Phytosanitary Aspects of Seed Potatoes In The Netherlands*. Seed certification NAK. Separata, 9 p.
- SALAZAR, L.F. 1995. *Los virus de la papa y su control*. CIP Perú. 223 P.
- SHEPARD, J.F. 1977. *Potato: Viruses and mycoplasma like organisms*. In: Plant Health and Quarantine in International Transfer of Genetic Resources. Hewitt, W.B. and Chiarappa, L. (Eds.) CRC Press pp.233-240.
- ZAAG vander, D.E. 1996. *Potato Diseases*. Nivaa, Holland. Den Haag, The Neetherlands. 180.P

El virus bunchy top del banano

Asociación de Bananeros de Colombia (AUGURA)

El virus Bunchy Top del Banano (BBTV, BBTD) es la enfermedad viral más importante que ataca al banano y al plátano en todo el mundo. A finales del siglo pasado se presentaron devastadoras epidemias en Fiji, en Australia en la década de los años 20 y en Pakistán a inicios de la década de los años 90. Esta enfermedad representa el principal problema que afecta la productividad del género *Musa* en muchas áreas del Sureste de Asia y en el Pacífico.

Este patógeno fue detectado por primera vez en Fiji, en el año de 1889 y subsecuentemente en la región del Pacífico (Samoa Norte América, Australia, Guam, Hawaii, Kiribati, Ogosowara-gunto, Tonga, Tuvalu, La Isla Wallis y Samoa Occidental), en Asia (China, India, Indonesia, Pakistán, Filipinas, Sri Lanka, Taiwan y Vietnam) y África (Burundi, Congo, República Central Africana, Egipto, Gabón, Ruanda y Zaire). EL BBTD no ha sido reportado en las Américas, aunque el áfido vector sí se encuentra presente.

El cogollo racemoso del abacá, una enfermedad casi idéntica al BBTD, ha sido encontrado en *Musa textilis* (abacá, cáñamo de Manila), en las Filipinas.

El BBTD ha sido asociado consistentemente con un virus de pequeñas partículas isométricas (20 nm) y un genoma multicompuesto (ssADN, BBTD); sin embargo, los experimentos de transmisión, efectuados hasta la fecha con partículas purificadas, no han sido capaces de demostrar, sin lugar a dudas, que éste es su agente causal. También se han encontrado dsARNs en plantas infectadas, pero su función es desconocida.

EL BBTD es transmitido localmente, en forma persistente y circulatoria por el áfido del banano (*Pentalonia*

nigronervosa). Su distribución a lo largo de grandes distancias se presenta por el movimiento de material vegetativo infectado; por ejemplo, cormos de hijuelos y plántulas de cultivo de tejidos. EL BBTD no está presente en el suelo y es poco probable que las herramientas que se utilizan en el manejo del cultivo transmitan la enfermedad. Las plantas afectadas por el BBTD muestran una variedad de síntomas.

Las que tienen síntomas avanzados presentan una apariencia de roseta, con hojas angostas, verticales y progresivamente más cortas, lo cual da origen al nombre de “cogollo racemoso” (bunchy top). Generalmente, los bordes de las hojas se enrollan hacia arriba y muestran un amarilleamiento marginal. Usualmente se encuentran rayas de color verde oscuro en la nervadura central y en pecíolo, las cuales se extienden hacia abajo hasta el pseudotallo. Estas rayas se observan mejor después de quitar la cera. Los síntomas más reconocidos para el diagnóstico de la enfermedad, son puntos pequeños de color verde oscuro y rayas a lo largo de las venas más pequeñas de la hoja, las cuales forman como ganchos a medida que llegan al borde de la nervadura central. Este síntoma se ve mejor cuando la hoja se observa a contra luz en el envés. Los síntomas aparecen únicamente en las hojas formadas después de la infección y esta primera hoja presentará síntomas únicamente en la parte basal de la lámina foliar o en el pecíolo.

Las plantas infectadas en etapas iniciales del desarrollo, raramente producen un racimo, aunque en infecciones tardías podrían formar un racimo distorsionado. En infecciones muy tardías, el único síntoma que se presenta son rayas de color verde oscuro en las puntas de las brácteas florales de la bellota.

EL BBTD puede controlarse efectivamente mediante la eliminación de las plantas enfermas y el empleo de material para siembra libre de virus. Las plantas enfermas se deberán rociar primero con queroseno o con algún insecticida, con el propósito de matar los áfidos. Toda la unidad de producción, incluyendo el cormo y los retoños (hijos), deberán ser destruidos, sacando de raíz la planta y cortándola en pequeños trozos, o utilizando un tratamiento con herbicida, puesto que el virus se disemina por toda la planta. Las medidas de control deberán practicarse en toda el área de producción para evitar la rápida reinfección del material libre del virus.

No ha sido posible erradicar el BBTD de los países en donde se ha determinado; sin embargo, ha sido posible eliminarlos en ciertos distritos productores de banano en Australia. En estos lugares, la enfermedad se mantiene bajo un estricto control, ejercido mediante legislación gubernamental que controla la fuente y el movimiento de material de siembra, los permisos para sembrar y obliga a la destrucción de plantas con síntomas. Los inspectores del banano también deben supervisar la aplicación de estas regulaciones y la detección de plantas enfermas. Se está iniciando un ambicioso programa de erradicación, mediante el cual se pretende replantar las áreas de siembra, donde aparece regularmente el BBTD, con material vegetal libre de virus, proveniente de cultivo de tejidos.

Todas las especies y cultivares de *Musa* evaluados hasta ahora son susceptibles al BBTD, aunque el período de incubación puede variar. Existe alguna evidencia sobre la presencia de hospederos alternativos entre los que se incluye: *Alpinia purpurata*, *Colocasia esculenta* (taro), *Canna indiana* (Canna) y *Hedychium coronarium* (guirnalda). Sin embargo, estos informes deben ser confirmados. Además de lo anterior, se debe corroborar también la información acerca de razas latentes o moderadas de BBTV encontradas en Taiwan, África de Sur, Tailandia y Malasia. En los tres últimos países no se han observado plantas con síntomas típicos del BBTD.

Las partículas del virus son isométricas sin cubierta adicional, de 18 a 20 nm de diámetro, redondas y el ácido nucleico consiste de cadenas sencillas de ADN, circulares, de tres tamaños diferentes.

Los aislamientos de BBTV en todo el mundo, tienen una estrecha relación serológica, a pesar de que investigaciones recientes sugieren que el genoma ssADN existe como dos poblaciones distintas. Un grupo está representado por aislamientos de Australia, África, la región del Pacífico e India y el otro por aislamientos provenientes del Sureste de Asia (Filipinas, Taiwan y Vietnam). EL BBTV puede ser detectado serológicamente (mediante las técnicas ELISA) y a través del empleo de sondas de ácido nucleico o reacción en la cadena de la polimerasa (PCR). Las más altas concentraciones del virus se encuentran en la nervadura central de la hoja más joven infectada.

La indización de material de *Musa*, derivado de plántulas provenientes de cultivo de tejidos, se realiza después de 3 meses y entre los 8 y 12 meses de crecimiento en invernaderos a una temperatura de 25 a 28°C, empleando anticuerpos monoclonales. Se debe constatar que el buffer utilizado para extraer el BBTV contenga un antioxidante y un agente bloqueador, pues de lo contrario podrían presentarse reacciones positivas falsas.

Bibliografía

- DALE, J.L. 1986. *Banana Bunchy – Top Virus: a Continuing Threat* (Persley, G. J. And De Langhe, E. A. Eds). Banana and Plantain Breeding Strategies. p 124- 127.
- ESCOBAR, J. J. y MARTÍNEZ L.G. 1997. *Descripción de los principales virus en el plátano y banano*. (Robayo, V. G. Editor). Bananos y Plátanos con el mejor entorno Ambiental. p. 24- 26.
- INIBAP. 1994. *Enfermedad del cogollo racemoso del banano o "Banana Bunchy Top Disease"*. Hoja divulgativa N° 4.

Marchitamiento del banano ocasionado por fusarium

Asociación de Bananeros de Colombia (Augura)

El marchitamiento por *Fusarium* (conocido también como mal de Panamá, es considerado, según registros históricos, como una de las enfermedades más destructivas para el cultivo del banano. Esta enfermedad es causada por un hongo del suelo, denominado *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyder & Hans (Foc). La enfermedad fue observada por primera vez en Australia en 1874. En la actualidad, el marchitamiento por *Fusarium* se encuentra en todas las regiones del mundo en donde se produce banano, con excepción de Papua Nueva Guinea, las Islas del Pacífico Sur y algunos países que bordean el Mediterráneo.

El marchitamiento por *Fusarium* representa un serio problema para muchos cultivares de banano en pequeña escala, para consumo local. Entre estos cultivares se encuentran: Latundan (Filipinas), Maca (Brasil), Pisang Rastali (Malasia), Rasthali (India), Virupakshi (India), los cuales pertenecen al subgrupo AAB 'Silk', Lady finger (Australia), Prata (Brasil), "Virupakshi (India), los cuales pertenecen al subgrupo AAB 'Pome', y Chuloi Tay (Vietnam), Kayinja (África del este) y Klwai Namwa (Tailandia), los cuales pertenecen al subgrupo ABB 'Pisang Awa'. Además de los anteriores, se ha informado de otros cultivares importantes a nivel local que, en algunos ambientes, también son susceptibles a esta enfermedad como son lo de los subgrupos de altura del oriente africano 'Mutika/Lujugira') y Pisang Mas (AA 'Sucrier'). Si esta enfermedad se diseminara por el Pacífico Sur, los cultivares del popular subgrupo

de bananos para cocción del Pacífico (AAB 'Maia Maoli/Popoulou') también serían vulnerables, puesto que se han efectuado evaluaciones en el campo con algunos de estos materiales que han mostrado susceptibilidad a la enfermedad. Además, se conoce que algunos clones de los subgrupos AAB 'Bluggoe' y AAA 'Gros Michel', que son ampliamente cultivados, también son susceptibles.

El gros Michel fue la base con la cual se inició el comercio bananero para exportación de América Latina y el Caribe. Durante las décadas de 1940 y 1950, el marchitamiento por *Fusarium* ocasionó la declinación progresiva de las plantaciones de este cultivar, lo cual conllevó la adopción de cultivares de subgrupo 'Cavendish' AAA como los principales tipos de banano para la exportación. Hasta la fecha, los cultivares Cavendish son el fundamento de la industria de exportación a nivel mundial. Estos cultivares son altamente apetecidos para consumo local en países como Australia, China, Vietnam, India, Pakistán, Egipto y África del Sur. Desafortunadamente, en las plantaciones localizadas en las regiones subtropicales, en los países tales como Taiwan, España (Islas Canarias), Australia y África del Sur, en las cuales se emplean cultivares Cavendish, se ha incrementado el ataque de esta enfermedad. Se considera que durante el invierno en estas regiones las plantas están predispuestas a la infección sistémica de ciertas razas de Foc, debido al estrés ocasionado por el frío. Sin embargo, las pérdidas recientes en plantaciones de Cavendish para exportación, localizadas en Malasia,

Sumatra y Java, permitieron dilucidar que bajo condiciones tropicales, otras razas de esta enfermedad también son capaces de infectar, sistémicamente, cultivares como el Valery, el Gran Enano y el Williams. Aunque no se ha reportado que el Cavendish que se cultiva en América Latina y el Caribe sucumba en gran escala a esta enfermedad, nuevamente el comercio mundial se ve amenazado por este patógeno.

Los síntomas externos clásicos y conspicuos del marchitamiento por *Fusarium* en el banano, aparecen inicialmente en forma de un amarilleamiento en las orillas de las hojas viejas (en sus inicios, este síntoma se puede confundir con una deficiencia de potasio, especialmente bajo condiciones de sequía o de frío). Este amarilleamiento se extiende de las hojas más viejas hacia las más jóvenes. Las hojas colapsan gradualmente en el pecíolo o, más comúnmente, hacia la base de la nervadura central y cuelgan hasta formar una "camisa" de hojas muertas alrededor del seudotallo. En algunos cultivares, las hojas de las plantas afectadas permanecen predominantemente verdes hasta que los pecíolos se doblan y las hojas se colapsan. Las hojas más jóvenes son las últimas en mostrar los síntomas, y frecuentemente permanecen erectas, dando a las plantas una apariencia "erizada". El desarrollo de la planta no es detenido por la infección y las hojas que emergen son, por lo general, más descoloridas que las de una planta saludable. La lámina de las hojas nuevas puede reducirse en forma apreciable, así como mostrar arrugas y deformaciones. También se pueden desarrollar fisuras longitudinales en el seudotallo. Una planta de banano susceptible, infectada por el Foc, raramente se recupera. Sin embargo, ésta puede presentar un desarrollo escaso por algún tiempo, y producir hijuelos infectados antes de morir. No se han observado síntomas de la enfermedad en los frutos.

La infección se produce cuando el patógeno penetra las raíces de la planta. Luego el hongo invade los vasos del xilema y, si no es bloqueado por obstrucciones vasculares del hospedero, éste avanza dentro del cormo. Los síntomas internos se caracterizan por una decoloración vascular, la cual se inicia con un amarilleamiento en los tejidos vasculares de las raíces y del cormo. Esta decoloración amarilla, roja o café, progresa hacia los haces vasculares del seudotallo y algunas veces del raquis.

Conforme la planta va muriendo, el hongo sale del xilema y se introduce en los tejidos cercanos, formando muchas clamidosporas, las cuales regresan al suelo cuando la planta se pudre. El Foc también puede colonizar y permanecer en las raíces de hospederos alternativos, in-

cluyendo parientes cercanos del banano y algunas especies de malas hierbas y pastos, aun cuando, bajo condiciones de campo, estas plantas no muestren síntomas. Este hongo puede sobrevivir en el suelo por más de 30 años, en forma de clamidosporas, las cuales alojan en los rastros de las plantas infectadas o en las raíces de los hospederos alternativos. La diseminación del patógeno a nivel local, nacional e internacional se produce con mayor frecuencia a través de los rizomas o de hijuelos infectados en el suelo adherido a éstos. Es posible que el material de siembra infectado no presente síntomas visibles. El Foc también se puede propagar a través del suelo adherido a los implementos de siembra o a los vehículos. El Foc se propaga lentamente de planta a planta, desde un punto aislado de introducción, en una plantación libre de esta enfermedad. Si, por el contrario, las esporas son transportadas por el agua de escorrentía o contaminan una fuente de irrigación, la enfermedad se puede diseminar muy rápidamente, diezmando una plantación en términos de pocos meses, si las condiciones son favorables.

Existen varios factores que influyen en el desarrollo de esta enfermedad.

El cultivar del banano es de primordial importancia, aun cuando existen otros aspectos tales como el drenaje, las condiciones ambientales y el tipo de suelo, que también influyen en el desarrollo de la enfermedad.

Los suelos supresivos, en los cuales poblaciones microbiales suprimen la población del patógeno, fueron descritos por primera vez en América Central en la década de 1930. También se ha informado sobre este tipo de suelos en las islas Canarias, Australia y África del Sur.

En la actualidad se vienen realizando investigaciones cuyo propósito es determinar la variación genética y patogénica del Foc, así como la distribución geográfica de sus variantes. Es necesario determinar la diversidad patogénica y genética dentro y entre las poblaciones de Foc a nivel local, nacional e internacional, antes de desarrollar cultivares resistentes para combatir esta enfermedad. No es posible utilizar las técnicas genéticas convencionales para el estudio de la diversidad genética de este patógeno, puesto que en el Foc no se ha determinado el estado sexual. Entre las técnicas analíticas que se han aplicado con el propósito de diferenciar los aislamientos de Foc, se encuentran la compatibilidad vegetativa, la producción volátil y el análisis de enzimas pépticas y de ADN.

Actualmente se conocen cuatro razas de Foc. El término raza se utiliza en forma menos formal con relación a

este patosistema, puesto que las bases genéticas de susceptibilidad y resistencia aún no han sido caracterizadas. Las razas de Foc descritas actualmente, se refieren a cepas del patógeno, que son patogénicas a cultivares hospederos específicos en el campo, según se ha observado. La raza 1 es patogénica en cultivares de los subgrupos AAB 'Silk' y 'Pome' y al AAA 'Gros Michel'.

La raza 2 es patogénica al ABB 'Bluggoe' y a otros bananos para cocción, muy cercanos a éste. La raza 3 se ha reportado en Honduras, en Costa Rica y en Australia en especies de heliconia y muestra muy poco o ningún efecto sobre el banano. La raza 4 ataca al AAA 'Cavendish' y a todos los cultivares susceptibles a razas 1 y 2. El grupo de hospederos diferenciales no determina en forma adecuada la virulencia que existe entre las poblaciones de las razas conocidas. No siempre es posible caracterizar las poblaciones de Foc mediante pruebas de patogenicidad, debido a las interacciones de la planta con el ambiente.

La compatibilidad vegetativa es una técnica basada en los mecanismos asexuales que se representan naturalmente en el Foc, los cuales pueden ser empleados en el laboratorio, para identificar grupos genéticamente aislados, conocidos como grupos vegetativos compatibles (GVC). Las cepas de Foc que pertenecen al mismo GVC son genéticamente idénticas o muy similares con respecto a otras características y están, por tanto, más relacionadas entre ellas que las cepas vegetativamente incompatibles. El análisis de compatibilidad vegetativa puede ser utilizado para determinar la diversidad de razas de Foc dentro de una región y, además, es una técnica más rápida y confiable que la prueba de patogenicidad. Los resultados obtenidos en investigaciones efectuadas en Australia, muestran una fuerte correlación entre GVC y la patogenicidad, pero, dado que con Foc más de una raza puede ocurrir dentro de un GVC y que cada raza puede incluir más de un GVC, es a menudo difícil utilizar los GVC para diferenciar los patotipos. Actualmente se han descrito veintiún GVC de Foc y se han realizado estudios para definir un patrón de distribución de éstos GVC alrededor del mundo. Estudios recientes demuestran que un alto porcentaje de los GVC descritos se han encontrado en poblaciones de Foc en Asia, centro de origen del género *Musa*.

Puesto que únicamente la reproducción asexual está involucrada en la biología de población de este patógeno, la diversidad genética se puede cuantificar a través de la diversidad genotípica. Lo anterior puede ser determinado aplicando métodos como el PCR empleando "primers" arbitrarios (ej. técnicas RAPD y DAF), con el propósito de

suministrar huellas genéticas de ADN. Las huellas genéticas de ADN permiten determinar las relaciones genéticas entre los GVC diferentes, así como entre aislamientos de un mismo GVC. La caracterización molecular y genética que se ha efectuado hasta la fecha, ubica los aislamientos de Foc en dos grupos diferentes, lo cual sugiere un origen bifilético de este patógeno. Estas investigaciones sugieren que el Foc y el género *Musa* coevolucionaron en Asia para cepas genéticamente diversas del patógeno. Sin embargo, el aislamiento genético y la distribución geográfica limitada de algunos linajes clonales moleculares del hongo, también sugiere que el patógeno ha podido surgir en forma independiente, tanto dentro como fuera del centro de origen del hospedero.

Los métodos de control químico, las inundaciones, la rotación de cultivos y el uso de enmiendas orgánicas no han sido efectivos para combatir el marchitamiento por *Fusarium*. En la actualidad existe un consenso general de que la única forma de control efectiva para la enfermedad es la resistencia del hospedero. Es factible encontrar fuentes naturales de resistencia en especies y cultivares silvestres, así como en diploides sintéticos desarrollados por los programas de mejoramiento. Estos programas han concentrado sus esfuerzos en utilizar la resistencia que poseen el Pisang Jari Buaya, el Pisang Lilin y la *Musa acuminata* ssp. *burmannicoides* (Calcuta 4). Aun cuando no se ha logrado producir un sustituto para los cultivos del subgrupo Cavendish, debido a problemas de fertilidad, es posible producir híbridos que puedan sustituir los bananos para postres AAB y los bananos para cocción ABB. EL FHIA-01 ("Goldfinger"), es un banano para postre desarrollado por el programa de mejoramiento de la FHIA, el cual presenta un sabor ácido, parecido al de la "manzana" y, además, en Australia se determinó que presenta resistencia contra las razas 1 y 4 de Foc. Otras técnicas que se emplean actualmente para producir genotipos resistentes son la biotecnología, la inducción de mutaciones y la variación somaclonal. Los híbridos provenientes de los programas de mejoramiento deben evaluarse en el campo, en sitios seleccionados alrededor del mundo. Los procedimientos de exclusión y cuarentena son efectivos para controlar la enfermedad puesto que restringen el movimiento de cormos, hijuelos y suelo, que podrían transportar el Foc de regiones infestadas a áreas limpias. Se debe estimular el empleo de material para siembra proveniente de cultivo in vitro, puesto que si éste se maneja correctamente debe estar libre del patógeno. Es imperativo que las poblaciones de Foc que atacan al Cavendish, reconocidas recientemente

en el Sudeste de Asia, no se diseminen a otras regiones geográficas, especialmente a América Latina y el Caribe.

Es necesario desarrollar un método mediante el cual las respuestas hospedero-patógeno puedan ser comprobadas, en forma rápida y confiable, en una cámara de crecimiento o en un invernadero. De esta manera se podría determinar la variabilidad patogénica entre aislamientos caracterizados genéticamente. Además, es necesario realizar estudios epidemiológicos con el propósito de suministrar información sobre cómo interactúan en el campo los diferentes genotipos hospederos y los genotipos del patógeno, en diversas regiones geográficas. Sería provechoso desarrollar un sistema de detección basado en el PCR para identificar patotipos de Foc, con el propósito de evaluar el material para siembra e identificar aislamientos en suelos infectados y en plantas enfermas.

BIBLIOGRAFÍA

- BENTLEY, S. PEGG, K.G., MOORE, N. Y., DAVIS, R. D., and BUDDENHAGEN, I. W. 1998. *Genetic Variation Among Vegetative Compatibility Groups of Fusarium Oxysporum. fsp. cubense Analyzed by DNA Fingerprinting*. Phytopathology, Vol 88 (12), p. 1283 – 1293.
- INIBAP. 1995. *Marchitamiento del banano ocasionado por Fusarium*. Hoja Divulgativa N° 5.
- KOENIG, R. L., PLOETZ, R. C., and KISTLER, H. C. 1997. *Fusarium Oxysporum f. sp. cubense Consists of a Small Number of Divergent and Globally Distributed Clonal Lineages*. Phytopathology, Vol 87 (9). p. 915 – 923.

Manejo seguro y eficaz de plaguicidas florverde

*José Hernández Peña**

Reseña histórica

C.I. Flores Acuarela S.A fue fundada en 1987 por un grupo de industriales con experiencia en la floricultura, con el objeto de cultivar rosas de excelente calidad para el mercado de exportación.

El montaje de los invernaderos, redes de riego y fumigación, sala de poscosecha y los sistemas de producción tienen especificaciones modernas, enmarcadas en el principio empresarial de desarrollo sostenible.

Un aspecto fundamental en nuestro trabajo es el absoluto control de calidad que se realiza diariamente en las diferentes labores; control de calidad en el que se ha involucrado a todo el personal que labora en la empresa. La sistematización operativa, permite tener información exacta e inmediata sobre variedades y cantidades de rosa disponibles, lo que garantiza el cumplimiento en las entregas a cualquier parte del mundo.

Sobre la base de estos y otros conceptos se decidió concretar sus principios de mejoramiento continuo en la adopción del Sistema de Aseguramiento de la Calidad ISO 9002.

Antecedentes

La empresa ha tenido especial preocupación en el cuidado de las personas que tienen que ver con actividades riesgosas, como lo es la fumigación de los cultivos con plaguicidas. Por otro lado, la política de calidad y la política ambiental de C.I Flores Acuarela S.A. plasman en sus principios la preservación del medio ambiente, incluido el hombre, y el compromiso de la empresa para lograrlo.

Dentro del principio empresarial de mejoramiento continuo se presentaron varios aspectos que motivaron ajustes a los procedimientos, a saber:

- ◆ La concentración de labores en la dirección técnica,
- ◆ El incremento del área sembrada,
- ◆ La aparición de plagas limitantes como trips (*Frankliniella occidentalis*) y mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*),
- ◆ La consecuente utilización de productos de categorías toxicológicas elevadas,
- ◆ El alto consumo de ingrediente activo/hectárea.
- ◆ Los altos costos que implica en productos y en mano de obra.

* Ingeniero Agrónomo. C. I Flores Acuarela S.A.

- ◆ La adopción de nuevas tecnologías de aplicación (presiones más altas y equipos de aplicación para trabajo simultáneo de hasta 8 fumigadores), y
- ◆ La necesidad de dar un manejo más estricto a la relación aplicación eficaz de agroquímicos Vs protección al medio ambiente y a los trabajadores.

Del análisis de los aspectos citados y con miras a abordarlos exitosamente ha surgido la implementación de la serie de conductas y procedimientos que se describen más adelante

Objetivos y metas

Desde 1994 se ha tenido como objetivos fundamentales del manejo seguro y eficaz de plaguicidas los siguientes:

- a) Investigar permanentemente e implementar metodologías que permitan el manejo integral del riesgo químico, con énfasis en la reducción de la exposición de los trabajadores a los pesticidas. Lograr técnicas de aplicación que controlen la contaminación en la fuente y eliminen los inconvenientes causados por posturas ergonómicas inadecuadas y permanentes.
- b) Mantener los niveles de producto no conforme, es decir, pérdidas de flor por debajo del máximo de pérdidas establecido entre la gerencia y el departamento técnico. El máximo de pérdida admitido por aspectos sanitarios fue para 1996 de 5.5%, para 1997 del 4.5% y para 1998 del 4%.
- c) Reducir el total de ingrediente activo aplicado. Para 1996 el objetivo de ingrediente activo aplicado por hectárea (calculado con la metodología flor verde), fue para 1996 de 120 kg/ha/año, para 1997 de 100 kg/ha/año, para 1998 de 80 kg/ha/año y para 1999 es de 60 kg/ha/año.
- d) Evitar al máximo el uso de productos de categoría I y II utilizados en el programa de rotación de ingredientes activos utilizados para manejo fitosanitario.
- e) Aumentar el porcentaje de productos de origen biológico dentro del total usado para control de plagas y enfermedades. Este objetivo aún no se ha cuantificado.

El cumplimiento de los objetivos propuestos debe conducir a la empresa a la meta de manejar la producción de rosas con la utilización de máximo de 40 kg/ha/año de productos de síntesis química para el año 2000, manteniendo

un nivel de pérdidas por causas sanitarias de 3% como máximo, sin disminuir la calidad de nuestro producto.

Conductas y procedimientos implementados en el manejo seguro y eficaz de plaguicidas

- En 1992, con el fin de dar prioridad al área de sanidad vegetal, las actividades de manejo integrado de plagas y enfermedades se ponen bajo responsabilidad de un profesional diferente al director técnico. Esta persona pasa a ser la encargada de analizar la situación sanitaria de cada sector de los bloques, evaluar las alternativas de control más viables, tanto técnica como económicamente, y tomar las decisiones de manejo. Dicho profesional trabaja en coordinación con el resto del cuerpo técnico y tiene el respaldo de la gerencia para el desarrollo de sus labores.

Igualmente, se pone en uso el mapa de ubicación de plagas y enfermedades en el cultivo.

- En 1993 se inicia el montaje del sistema de registro estadístico de causa de pérdidas por cada problema sanitario. Se establece qué monto de la pérdida total corresponde a cada uno de los bloques y cual es el problema sanitario que afecta a cada uno de los bloques del cultivo.
- En 1994 comienza la implementación del sistema de registro del consumo de plaguicidas, la determinación de cantidad de ingrediente activo gastado por hectárea y la composición del mismo dependiendo de la categoría toxicológica.
- En ese mismo año se da inicio al sistema de clasificación de la flor en el cultivo por cada uno de los operarios de corte, lo cual contribuye a detectar los problemas sanitarios predominantes en cada bloque; se seleccionan en cultivo las unidades exportables, y las unidades perdidas se discriminan por causas (incluyendo las sanitarias). Lo anterior origina las primeras labores de capacitación en reconocimiento de plagas y enfermedades y en criterios de selección de la flor afectada por cada una de ellas.
- Para 1995 se da el cambio de duración del grupo de fumigadores, pasando de 8 a 15 días fumigando, lo cual posibilita el inicio de algunas charlas de mane-

- jo seguro de plaguicidas y revisiones de la dotación de protección. Se inician los cursos de corte de 15 días dictados por los profesionales de cultivo para cada una de las personas nuevas en la empresa; se enfatiza en el reconocimiento oportuno de las plagas y enfermedades y en las ventajas que conlleva para la reducción de fumigaciones y, por tanto, de exposición de los trabajadores al riesgo químico.
- 1996 marca varios hechos importantes para el manejo seguro y eficaz de plaguicidas:
 - Cambia el sistema de registro de producción y pérdidas en cada uno de los bloques, lográndose que diariamente se sepa la cantidad exacta de producción en las camas que maneja cada persona y la cantidad y causas de las pérdidas que se originan en dichas camas. Es decir, se pasa de tener un total de pérdidas para cada bloque de 450 camas en promedio, a saber las pérdidas que se presentan en un sector de 40 camas y a detectar que muchos de los problemas sanitarios no son generalizados sino que se presentan en sectores específicos de los bloques y así deben manejarse. Lo anterior origina un agresivo programa de capacitación a todo el personal de la empresa para que pueda cuantificar exactamente la producción, las pérdidas y las causas de ellas.
 - Se establece un umbral de pérdidas por daño sanitario, en especial para trips que en el momento se constituía en la mayor causa de pérdida de flores, y se establece el programa de monitoreo para este insecto, para lo cual se capacita una persona, encargada de monitorear y manejar el archivo electrónico que se empieza a utilizar en 1997 y permite graficar semanalmente la evolución del problema.
 - La gerencia administrativa adopta el programa gremial Florverde, el cual sirve como base para implementar mejores prácticas de manejo seguro de plaguicidas, de reducción del ingrediente activo usado por hectárea y, por tanto, de reducción de costos. La adopción del programa Florverde por parte de la empresa lleva a una mejora del sistema de registro, la disposición adecuada de residuos, la revisión adecuada de la dotación de protección y la implementación de una mejor metodología de capacitación.
 - Basados en la capacitación dada a todo el personal en los años anteriores, se establece en 1997 el programa de detección, marcada, reporte y control de focos de ácaros y áfidos, en el cual se involucra a la totalidad del personal del cultivo.
 - Se adopta la fumigación por focos y se reduce la aplicación generalizada de plaguicidas. El tiempo de fumigación se reduce ostensiblemente, pasando de 7 horas diarias entre 1992 a 1995, a 3 horas efectivas/día por 5 días a la semana en 1997 y 1998, lo cual libera mano de obra para otras labores y permite disminuir de 15 días a 2 y luego a 3 meses el período de cada grupo de fumigación bajo el control permanente del programa de vigilancia médica; se logran establecer verdaderos programas de capacitación en manejo seguro y eficaz de plaguicidas y se incorpora de manera decidida el manejo de residuos de plaguicidas.
 - En este 1997 se adopta el trabajo bajo la premisa "*El mejor manejo posible para los residuos de pesticidas, es no generarlos*". Por ello se acentúan los trabajos de aforo de equipos que ya venían haciéndose desde 1995 y se decide el cambio de la lanza de fumigación por un aguilón vertical, con lo cual se logran importantes ahorros de mezcla (pasando de 11.25 de 1992 a 1996, a 6.25 litros/cama en 1997). Se mejora en gran medida la seguridad de los aplicadores, pues el aguilón que se llevaba inicialmente frente al cuerpo se ubica en 1997 a un costado y en 1998 se lleva atrás del cuerpo con lo cual se elimina el paso por la nube de aspersión. También mejora el cubrimiento de las aspersiones y el control de plagas y enfermedades.
 - Se decide que toda la mezcla preparada, así como el triple enjuague de envases y equipos de medición que se deposita en el tanque de mezcla y la mezcla sobrante en la tubería, se empujen con agua (aprox. 300 lt) y se deposite en el suelo del área fumigada una vez cada fumigador termine sus camas asignadas.
 - La decisión de mejorar sustancialmente los drenajes, reducir al máximo el uso de fumigantes del suelo y la aplicación de importantes cantidades de materia orgánica, hacen posible las primeras aplicaciones de agentes biológicos para control de nematodos. Los anteriores aspectos entran a ser importantes constituyentes del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en C.I Flores Acuarela S.A.
 - En 1998, por sugerencia de Florverde, se manejan turnos de fumigación de 2 meses, se mejora el programa de capacitación con la inclusión de videos y la presentación de las rutinas de fumigación en diapositivas. Se inicia el uso de un cinturón portaaguilón que reduce considerablemente el riesgo ergonómico, pues el fumigador puede caminar

de forma normal y con los brazos completamente extendidos hacia abajo, además de facilitar que el fumigador lleve el aguilón a sus espaldas y no tenga contacto con la nube de aspersión.

- En este año se incluye en el sistema de registro la revisión quincenal que se hace de la totalidad del equipo de protección. Esta revisión se hace conjuntamente entre el fumigador (quien certifica con su firma que la revisión se realizó), el auxiliar de fumigación y el profesional encargado de sanidad vegetal.
- Paralelo al programa Florverde, la empresa empieza a establecer su Sistema de Aseguramiento de la Calidad ISO 9002, con lo cual se mejora el sistema de registro, se adopta un plan de entrenamiento basado en las deficiencias detectadas en las auditorías internas y se consignan por escrito (mediante el manual de procedimiento de fumigación y sus instructivos anexos) todas las rutinas de manejo seguro y eficaz de plaguicidas.
- Se establece como premisa la eliminación de desperdicios y, por tanto, se instalan válvulas aliviadoras de presión en la bomba estacionaria Jhon Bean para posibilitar que todos los fumigadores puedan cerrar los registros que se adaptaron a sus aguilones, cada vez que salgan al camino central o al terminar la cama (antepechos). Lo anterior lleva a un ahorro adicional de 0.5 litros de mezcla por cama, pues se mantiene el tiempo por cama pero se evita el desperdicio en los tiempos muertos y elimina los riesgos de fitotoxicidad en las puntas de las camas.

En el sistema de fumigación utilizado de 1987 a 1997, la lanza y posteriormente el aguilón no disponían de registro que pudiera regular la descarga de la mezcla y, por tanto, al llegar al antepecho o al camino central la mezcla continuaba saliendo, depositándose en el suelo de los antepechos, desperdiándose y contaminando al fumigador, ya que este permanecía en la nube de aspersión mientras daba la vuelta y/o esperaba la salida del fumigador que porta el cronómetro para controlar el tiempo de aplicación (Nota: La vuelta al final de una cama solía ser uno de los momentos de mayor contacto del aplicador con la mezcla con pesticida).

La pérdida por la mezcla (entre 5 y 8% del total preparado) que quedaba en tuberías que hacen la conexión bomba estacionaria—cultivo, y que posteriormente era aplicada al suelo, se eliminó con el cálculo exacto de la cantidad de mezcla requerida por cama, el inicio del fumigador que fumiga en el extremo de la tubería un poco más tarde que los

otros (aproximadamente 8 a 10 camas después) y el empuje final con agua de la última mezcla que queda en la tubería. Es decir, que para un grupo de siete fumigadores el último de ellos inicia la aplicación de sus camas asignadas cuando sus seis compañeros lleven 8 ó 10 camas y termina con el residuo que queda en la tubería una vez que sus compañeros han terminado (todos los fumigadores tienen asignado el mismo número de camas). La mezcla utilizada por cama en 1996 y 1997 (6.25 litros), se redujo a un volumen de entre 4.4 a 4.7 litros/cama en 1998.

Logros

- Mediante la premisa de *facilitar todos los recursos a los fumigadores para eliminar en ellos cualquier disculpa para no cumplir con las normas*, se ha logrado la concientización y el cabal cumplimiento de las normas que la empresa considera lo mejor para el bienestar de sus empleados.
- Se da capacitación a todo el personal de la empresa en cuanto a los cuidados que se deben tener en el manejo seguro de plaguicidas. En el momento de requerirse, se puede demostrar con los registros firmados cuántas horas de capacitación ha recibido cada uno de ellos.
- Antes de fumigar un área se corta completamente, de tal manera que cuando se fumiga con productos de categoría II, III o IV se tiene un periodo mínimo de reingreso de 18 horas y si se fumigó con productos de categoría I el periodo es de 42 horas.
- El aseo personal y del equipo se realiza todos los días, y para ello la empresa da recursos a los fumigadores, como jabón, agua caliente o fría según prefieran, y también da el tiempo necesario al final de la jornada (45 minutos).
- Los uniformes deben salir del sitio de fumigación lo menos contaminados posible; por esto, en 1999 se ha implementado el uso de un arnés porta-aguilón diseñado por el profesional responsable de sanidad vegetal en C.I Flores Acuarela S.A para que los fumigadores lleven el aguilón 30 cm atrás de su cuerpo (ver foto) y siempre avancen dejando atrás la nube de aspersión (no transiten por ella). Al final de la fumigación, el fumigador se hace un “prelavado” con el uniforme puesto para que cualquier contaminante en el uniforme quede en el suelo del cultivo.

Inmediatamente terminan las fumigaciones diarias, los fumigadores sumergen sus uniformes en un tanque

llo con agua y surfactante o detergente, los dejan por espacio de 1.5 horas aproximadamente, luego los retiran de allí y les dan un enjuague final. El agua que quedó en el tanque de remojo es utilizada para la próxima mezcla o el próximo lavado de tuberías y de esta manera se evita su vertimiento a las fuentes de agua.

Con lo anterior se pretende no generar residuos líquidos ya que no se conoce un sistema desactivador oficialmente aprobado por la CAR o por el programa Florverde. Los residuos sólidos son enviados a los programas de reciclaje de la *Cámara de la Industria para la Protección de Cultivos y la Lacpa* y al hospital infantil Lorencita Villegas de Santos. Para los residuos sólidos, que no tienen aún un programa de reciclaje establecido, se cuenta con un foso de desechos especiales construido bajo las indicaciones contenidas en el decreto 1843 de 1995. El cartón que constituye el embalaje de los productos químicos se pica y entra a formar parte del programa de lombricomposteo.

- Con el sistema de registro se ha logrado, entre otras cosas, conocer el tiempo exacto de uso de cartuchos para protección respiratoria, y con el apoyo de nuestro proveedor de artículos de seguridad se realizan periódicos análisis técnicos de los mismos (pruebas de saturación). Lo anterior ha permitido el cambio de respiradores con cartuchos 9-248 a respiradores de la serie 9000, que aunque más costosos por unidad proporcionan mayor protección y confort al fumigador y pueden usarse con toda seguridad por el doble de tiempo.
- Con la mejora en la calidad de las aplicaciones y el uso de productos específicos enmarcados en el MIPE

se ha liberado aproximadamente el 50% de mano de obra utilizada en fumigación en 1998, comparada con la utilizada en 1994.

- El control de los procesos en el área de manejo seguro y eficaz de plaguicidas fue aprobado dentro de la auditoría que se realizó en 1998 y que otorgó *la certificación* en el Sistema de Aseguramiento de la Calidad ISO 9002 a C.I Flores Acuarela S.A
- El consumo de ingrediente activo ha disminuido considerablemente en el periodo de registro (1994 a 1998) pasando de 145.4 kg i.a./ha en 1994 a 53 kg para el año de 1998, lo cual representa una reducción del 64%. Esto no solo constituye un logro en la reducción del impacto ambiental, sino que económicamente ha reportado ahorros significativos de dinero, pues el costo de los productos utilizados para manejo fitosanitario ha disminuido en 31% entre 1994 y 1998, (comparando con precios iguales para los periodos registrados). Un hecho que puede destacarse es que la producción exportable se ha incrementado en más de 20% en 1998, comparada con la obtenida en 1994, aun cuando las variedades sembradas tienen un índice de productividad muy similar.

Los resultados anteriores muestran claramente que la inversión realizada en capacitación, cuidado del medio ambiente (incluido el hombre en él) y la mejora de las condiciones en que se desarrollan las labores de control sanitario en el cultivo de flores, es perfectamente compatible con los resultados económicos que se pretenden obtener en el ejercicio de una actividad económica tan importante como es el cultivo de flores.

Control and eradication of the Carambola Fruit Fly, *Bactrocera carambolae*, in North of South America

Aldo Malavasi

Background

Bactrocera carambolae, the Carambola Fruit Fly, was probably introduced in Suriname from Indonesia in the 1960's or 1970's. The most likely mechanism of introduction is people arriving to Suriname from Indonesia by air, through Amsterdam: any other method of transport would be too lengthy. Air travel was not commonly available to the general Surinamese population before the 1960's. About one-fifth of the Surinamese population is of Indonesian origin, and many strong ties remained between the countries

The first recorded *Bactrocera* found in Suriname was in 1975, when flies were reared from a market fruit and preserved unidentified in the Ministry of Agriculture's insect collection. *Bactrocera* were not noticed again until 1986, when infested fruit were brought to the attention of the Ministry by a homeowner. The population of flies in the Guyanas has now been identified as *Bactrocera carambolae*, and its establishment in South America is a threat to the production and marketing of fruits throughout the tropical and subtropical Americas and the Caribbean

A fast expansion toward the tropical forests — where there are many potential fruit fly hosts — was expected. The process of colonization of CFF in South America was and is slow and restricted to a small number of mainly introduced fruit species. There is no evidence that the fly is established in the forest but, studies conducted in French Guyana show flies trapped at more than 100 km in inhabited areas in different places. Data from west Suriname and Amapá (Brazil) strongly suggest that once the population is eradicated applying MAT (male annihilation technique) in villages and human settlements (but not in the forest) no recurrent infestation occurs.

The Regional Program: 4 countries

The Regional Programme for the Eradication of the Carambola Fruit Fly in South America (CFF Programme) formally started in August 1997 with the establishment of the Regional Coordination in Paramaribo, Suriname.

* Regional Coordinator. Eradication Program of the Carambola Fruit Fly. IICA Office, Paramaribo, Surinam Email: iicacff@sr.net

However, the basic tenets of the Programme were laid four years earlier.

A regional control programme was formulated by I.F.A.D. as early as April 1994, which stated as the immediate goal of a CFF eradication programme the lifting of quarantine restrictions imposed by the presence of the *B. carambolae* in Surinamè, Guyana, French Guyana and Brazil. After lengthy consultations between I.F.A.D. and the donor agencies, the Executive Board approved the funding of a Technical Assistance Grant for the amount of US\$ 1 million to be administered by the I.I.C.A in April 1996. The guidelines and initial administrative structures for an area-wide control programme, which would utilize the M.A.T. (Male Annihilation Technique) as its main control method, were established at an initial meeting, convened by I.I.C.A. and held in Paramaribo, Suriname in November 1996. At this occasion, the Work Plan and Budget for 1997 were approved and the Scientific Advisory Panel (S.A.P.) was established. The S.A.P. would advise upon technical matters regarding the operations of the Regional Programme.

Timetable of dispersion

| | |
|------------|--|
| 1975 | First record in Paramaribo, Suriname, from market produce. |
| 1986 | Dispersal along the routes of transport east to French Guyana and west to the districts of Saramacca and Coronie. |
| 1989 | First detection attempted in French Guyana – about 200 km from Paramaribo. No flies were found as far away as Cayenne. |
| 1993 | CFF trapped in Orealla, Guyana, at the Surinamese border, 220 km from the origin. |
| March 1996 | First detection attempted in the Brazilian city of Oiapoque at the border with French Guyana and 500 km from Paramaribo. Flies were found the first day. |

CFF hosts in South America

The hosts of CFF are species that are introduced to South America. The two primary hosts are carambola and java apple (*Syzygium samarangense*). Java apple, though common in Suriname, is uncommon in French Guyana and extremely rare in Oiapoque and Guyana. The secondary hosts, mango, guava, sapodilla and West Indian cherry (*Malpighia puniceifolia*) and the primary hosts, Carambola, are found throughout the region but only in locations inhabited or disturbed by humans.

In South America, the hosts of CFF remain low in number. The two primary hosts are carambola and java apple, both exotic species. The secondary hosts are mango, guava, sapodilla and West Indian cherry.

Applied methodology

The technology used in the program is MAT (male annihilation technique) complimented with protein bait sprays and fruit stripping. We use bait stations made by impregnating fiber blocks (10 x 7 cm) with methyl-eugenol (75%) and ULV malathion (25%), hung in primary and secondary hosts by a metal wire. The density of fiber blocks varies from 400 to 2000 km², depending on host density. The methyl eugenol treatment reduces the infested area to hot spots which are treated additionally with protein bait spray applied with backpack or motorized sprayer. Four aerial applications of protein bait spray were made in a hot spot in west of Suriname to knock down the female population. All blocks are distributed by walking to optimize the spatial distribution to attract all male flies. Aerial release of blocks, previously considered a major strategy, was discarded because the CFF population is confined to gardens, backyards and farms where host trees are found. We also do not plan to spray of methyl-eugenol and malathion with compressed air (Panama) pumps because the fiber blocks have been shown to be effective. The CFF population is monitored by Jackson traps baited with methyl-eugenol, McPhail traps baited with food lure and by sampling host fruit.

Present status of CFF programme as november 1999

The CFF Programme is presently in full operation in the four countries, with financial and political support from the national and supporting governments.

Objectives accomplished

The major objectives established for this period after the second SAP meeting in April 98 in Paramaribo and Programme Steering Committee meeting in May 98 in São Paulo and Cayenne in Sep 99, were accomplished. The key

issue of the derogation for use methyl eugenol in French Guyana was temporarily solved with its approval by French authorities for Saint Georges area and would be extend for Regina-Cayenne. The extension of the derogation is expected in the coming months.

Guyana and Brazil remains free of CFF and a large outbreak in the center region of Amapá – 400 km south of Oiapoque – found in May 98 was completed eradicated six months later. The trapping in both countries is in place, not only in the borders but also in most likely pathways. The beginning of MAT in Saint Georges areas has resulted in less CFF pressure to the Brazilian side of Oiapoque River. Similarly, eradication of CFF in Apura has helped the Guyanese side of Corentyne river to keep zero catches for 19 months.

Apura, that has been considered a hotspot for years, is finally free of CFF since Feb 10, 99 (about 12 lifecycles), verified by 100 McPhail and 70 Jackson traps in about 5 km². MAT, aerial bait spray, fruit stripping, soil treatments and weekly ground bait spray were used to reach zero capture.

After long and difficult negotiations initiated in June 98, the agreement between IFAD and Suriname was signed on April 16, 99 in Rome. The agreement is strategic for the programme due to US\$ 1.7 million for the operations in Suriname.

Operations

The operations in the four countries are running in a coordinated manner and they are not facing any extensive problem.

Guyana and Brazil have trained personnel to perform the detection activities and funds are available through USDA/APHIS-Government of Guyana and Government of Brazil funds, respectively.

Suriname is operating with four eradication and four trapping teams that go to the field 5 days per week using 8 double-cabin 4-wheel drive trucks. Besides the overall planning, the actions are programmed weekly in staff meetings in order to maximize the resources and solve the problems as soon as they appear. The continuous daily, weekly and monthly reports help to keep the goals on track. The protocols for most activities are established and reviewed periodically. A total of 41 persons are working in all activities and the administration staff is ready to manage the expected increase of field operations. Suriname is free

of CFF in the West and South. The Central-North is progress, Paramaribo will be initiated in December and the Northeastern early 2000.

In January 99 the control activities were initiated in French Guyana in Saint Georges area, at Brazilian border. In this ten months the CFF staff has increased from three to seven persons and one boat and outboard engine, one double cabin truck and equipment have been purchased. The operations have been implemented by CIRAD and FDGPC, coordinated by SPV and supported by the RO in terms of training, supplies and field supervision. The number of flies in the area has decreased significantly.

Management

The constant contact with and among the national coordinators – daily by email, regional meetings and visits – has facilitated the implementation of common protocols, procedures and reporting. Also the fact of all four national coordinators have been the same since the beginning of the programme, has made easier its management.

Perspectives and timetable

The methodology used by the program is effective and the timetable for the area-wide effort extends until the end of 2001. The highest priority is to keep Guyana and Brazil free of CFF to avoid its spread into Venezuela and south of Brazil.

Suriname could be CFF free by the end of 2000 and French Guyana by the middle of 2001. We are making all efforts to reach total eradication in three years. Post-eradication activities are now planned to ensure the area is free and to protect it from new introductions.

Colombia and CFF

Although the CFF dispersion is under control, the traffic of fruit trough international flights leaving Paramaribo and Cayenne, represent a risk for all South American and Caribbean countries. A trapping network in high risk areas – like airport and sea ports – and agricultural areas should be established using McPhail traps baited with methyl eugenol and malathion.

The Regional Office of CFF Program in IICA Suriname can provide specific instructions for monitoring, supplier's address and other suitable information, at iicacff@sr.net.

La producción de plantas transgénicas como una de las alternativas para el manejo de riesgos fitosanitarios

Adriana Castañeda C., MSc.

Una de las herramientas utilizadas recientemente para manejar problemas fitosanitarios es la producción de plantas modificadas genéticamente.

Las plantas guardan su información genética en el ADN (ácido desoxirribonucleico), el cual está compuesto por genes que contienen la información para la producción de las diferentes proteínas. Las plantas transgénicas son, entonces, aquellas a las cuales se les ha introducido uno o más genes provenientes de otras plantas, o aun de otras especies, de manera artificial.

Para producir este tipo de organismos se utilizan dos técnicas principales en un proceso llamado transformación. La primera es la biobalística, en la cual una microbala cubierta por el material genético, mezclado con algún metal pesado, se dispara hacia el núcleo de la planta por medio de equipo especializado. La segunda utiliza la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, la cual por medio de manipulación genética se modifica introduciéndole el material genético escogido para que el organismo lo integre en el núcleo de la planta, utilizando la maquinaria que posee.

El siguiente paso es seleccionar qué tipo de material genético se va a utilizar. Para controlar problemas fitosanitarios se han utilizado básicamente tres alternativas. La primera, se basa en el uso de material genético desarrollado y obtenido a partir del patógeno; la segunda, utiliza material genético que codifique proteínas que inhiban o demoren el crecimiento del patógeno y, la tercera, consiste en expresar abundantemente algunas de las proteínas preexistentes de la planta.

Dentro de la primera alternativa se ha utilizado la transformación de plantas con material proveniente de virus tales como proteínas de la cubierta, proteínas de movimiento y réplicas, las cuales han demostrado efectividad contra los patógenos. Igualmente, y utilizando otro tipo de alternativa, se han transformado plantas a las cuales se les han introducido genes no traducibles, que inhiben la replicación del virus.

En la segunda alternativa se han utilizado desde proteínas provenientes de bacterias, tales como el Bt obtenido a partir del *Bacillus thuringiensis*, el cual actúa contra ciertos lepidópteros; quitinasas, que destruyen la pared celular de algunas clases de hongos; cecropinas y lisozimas que impiden el crecimiento bacteriano y, anticuerpos, los cuales han sido utilizados para controlar patógenos intracelulares tales como virus y fitoplasmas.

Luego de seleccionar las células que hayan recibido el material genético por medio de la incorporación de un gen marcador, como resistencia a la kanamicina, las células se regeneran por medio de cultivo de tejidos. Las que cuando al dividirse y crecer presenten un fenotipo adecuado deben analizarse en cuanto a cantidad de ácidos nucleicos insertados, localización de éstos, expresión de la proteína foránea, etc.

A partir de allí, y luego de numerosos ensayos tanto en laboratorio como en invernadero, se selecciona la línea que presente las mejores características agronómicas, morfológicas y genéticas para iniciar una variedad comercial.

Los cultivos transgénicos pueden contribuir con la sanidad vegetal proporcionando innumerables ventajas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que por desconocimiento de cómo realmente funcionan los organismos modificados genéticamente existe una serie de riesgos para la salud humana y animal y para el medio ambiente. Es necesario seguir analizando cómo evolucionan estos organismos y qué resultados traen los nuevos estudios que se encuentran en progreso.

Referencias

1. MARTIN, GREGORY B. 1999. *Functional analysis of plant disease resistance genes and their downstream effectors*. Current opinion in Plant Biology, 2:273-279.
2. KOOTER J.M., MATZKE, M.A., MEYER, P. 1999. *Listening to the silent genes: transgene silencing, gene regulation and pathogen control*. Trends in Plant Science, septiembre 1999, Vol. 4, No.4.
3. Munkvold, G.P. 1999. *Genetically modified, insect resistant corn*. APSnet Feature, october 15 thru November 30.
4. SALMERON J.M., VERNOOIJ B. 1998. *Transgenic approaches to microbial disease resistance in crop plants*. Current opinion in Plant Biology, 1:347-352.
4. HAGEDORN, C. 1998. *Outlook for Trnsgenic Cotton*. Virginia Cooperative Extension. 1999.
5. GONSALVES, D. 1998. *Transgenic Papaya*. APSnet Feature, september 1 thru september 30.

Aproximación al conocimiento de la polilla perforadora de la manzana *Cydia pomonella* (orden: Lepidoptera, suborden: Heteroneura, familia: Tortricidae), análisis de caso en huertos de manzana en Alemania

*Jorge Humberto Zurita Vanegas**

La polilla perforadora de la manzana posee un ancho de 20 mm, al estar expandida; las alas frontales son grises con líneas onduladas paralelas. Puntas con espacios pardos oscuros, delimitados en ambos lados por una línea bronceada luminosa. Las alas interiores son grises-pardas, algo brillantes.

La larva de la polilla pasa el invierno en forma de larva adulta entre un cocon muy duro de color blanco y escondido entre las rajaduras de los troncos y piedras. Desde allí empupa a comienzos de la primavera en marzo.

Desde finales de mayo eclosionan las polillas de la pupa. El tiempo que debe durar la eclosión para que salgan los adultos depende de la temperatura, así como de la severidad de del invierno sobre la zona productora. Las polillas son inactivas durante las horas claras del día, y permanecen entre el follaje sin volar. Tan solo inician su

vuelo activo durante las horas frescas del atardecer, cuando las temperaturas no son inferiores a 15°C. Durante esas mismas horas activas depositan sus huevos. Bajo condiciones benignas de temperatura puede vivir una hembra entre 10 y 20 días y puede colocar durante este lapso de tiempo hasta 80 huevos. Dichos huevos son colocados individualmente, al comienzo sobre las hojas cercanas a los racimos y luego sobre los frutos mismos. Los huevos son totalmente transparentes y tienen un diámetro de alrededor de 1 mm. En los primeros días son difíciles de reconocer, pero luego de varios días forman un halo rojizo y luego de entre una y tres semanas eclosionan las larvas. El desarrollo en general depende del comportamiento de la temperatura. Las larvas al eclosionar se desplazan buscando los frutos y allí perforan inicialmente en forma de espiral y luego introduciéndose hasta la zona interna de la fruta (cavidad seminal). Las larvas jóvenes son blancas

* Ingeniero Agrónomo MSc. Master en producción vegetal de la Universidad de Hohenheim (Alemania)

transparentes y las más adultas son color crema, y con la parte frontal en color café oscuro. Luego de tres a cuatro semanas las larvas son adultas, llegan a tener entre 1,5 y 2,0 cm de largo, y dejan la fruta desplazándose a sitios protegidos o en las grietas de los tallos donde tejen su pupa. En veranos cálidos empupan y eclosionan una gran parte de las larvas que dan origen a la siguiente generación de individuos. De las pupas que no eclosionan, hasta finales del verano (entre agosto y septiembre) pasan a hibernar. La intensidad o predicción de la población de adultos de *Cydia* puede ser determinada mediante la colocación de trampas de cartón alrededor del tallo, semejando grietas, ya que allí buscan abrigo y sostén las pupas.

Duración del desarrollo de los huevos de *Cydia pomonella*, de acuerdo con la temperatura

| Promedio de temperatura del día (°C) | Duración del desarrollo (idas) |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| 12 | 26 |
| 14 | 16 |
| 18 | 10 |
| 22 | 8 |
| 26 | 6 |

El significado de esta plaga en el norte de Europa es reducido. En el sur de Alemania corresponde a la plaga más importante en los manzanos, por lo cual su conocimiento y control es algo imprescindible. Las zonas más riesgosas para ataque de *Cydia* son las que tienen microclimas más cálidos, en las cuales se pueden interponer entre dos y más generaciones. Como se ve en la tabla anterior, a medida que aumenta el gradiente de temperatura se presenta un acortamiento en el tiempo de duración de cada estado de la metamorfosis, ya que al igual que el estado de huevo, los estados de larva y pupa se ven beneficiados por un aumento en las temperaturas externas.

Así que la mariposa de la manzana ofrece un largo lapso de riesgo durante el desarrollo de la manzana en el árbol, y por ello de vital importancia manejar con extremo cuidado su desarrollo y conocimiento en el cultivo, para evitar al máximo el uso de aplicaciones de insecticidas. El método más seguro es el muestreo o detección

de las polillas machos y hembras en vuelo, mediante la utilización de trampas atrayentes e impregnadas con feromonas, las cuales muestran a las claras el inicio, los picos y la reducción de las poblaciones de polillas. Dichas feromonas dispuestas como atrayentes sexuales a lo largo y ancho del cultivo (500 trampas/ha), o sea, cada 4 X 5 m, a una altura promedio de 1.5 m, permitirán también el enloquecimiento y desubicación de los machos con las hembras impidiendo la copulación, lo que permite romper los ciclos de poblaciones de dicha plaga. Se recomienda también hacer observaciones continuas y directas de campo, tanto en hojas como sobre los frutos, para establecer visualmente y en condiciones controladas los efectos, o sea, la velocidad de desarrollo de los huevos, de acuerdo con la sumatoria de temperaturas. Según la acumulación o sumatoria de grados de temperatura desde mediados del invierno, y a medida que van subiendo los grados de temperatura, pueden iniciar su vuelo las primeras polillas en la primavera.

Según observaciones de campo en años atípicos, con presencia de días con temperaturas por debajo de -6°C, durante la primavera se da un control natural a la población de huevos, larvas y adultos de *Cydia pomonella*, así se haya realizado un conteo previo que haya sobrepasado los niveles o umbrales de daño.

En general no es fácil la determinación de una densidad poblacional de *Cydia pomonella* dentro de un cultivo de manzano; sin embargo, la detección y repetición de muestreos de adultos, oviposiciones, y pupas dentro de la plantación darán indicios cercanos para realizar acciones de control de la polilla (el nivel de daño económico se estima luego de obtener más de 3 frutos perforados en 100 frutos dispersos observados).

Para el caso de tener que recurrir a aplicación de insecticidas se deberá tener en cuenta la gran riqueza de la entomofauna (mecanismos de regulación natural) que visita el manzano ya que es muy importante, a la vez, para la polinización; por lo cual sería recomendable utilizar solo en caso extremo los inhibidores de quitina cuando se detecte la mayor cantidad de oviposiciones y así tener un manejo integrado de plagas y enfermedades posibles. El control biológico de larvas se puede realizar mediante la aplicación de *Bacillus turbingiensis* y/o con la postura de huevos de la avispa *Trichogramma* sp. También se recomienda mantener nidos de pajarillos dentro del cultivo, ya que los pájaros buscan las larvas para alimentarse.

Importancia de la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green), una plaga que amenaza la región¹

*Alcibiades Suárez Alba**

¿Por qué hablar de la cochinilla rosada?

Debido al intercambio acentuado de productos agropecuarios y al debilitamiento del sector agrícola nacional, consecuencia de la apertura económica, el país se ve abocado al riesgo creciente de introducción de plagas exóticas a los sistemas agroforestales. Esto es más evidente si consideramos el ritmo acelerado con que se mueve la población por el mundo. La experiencia colombiana desde 1997 por los efectos devastadores ocasionados por el *Thrips palmi* Karny, hace que tengamos que volver los ojos a lo que está sucediendo en materia de introducción de plagas exóticas en los países vecinos, en especial los ubicados en la cuenca del Caribe. Al igual que la plaga referida, la cochinilla rosada *Maconellicoccus hirsutus* ha causado un impacto económico negativo de tal magnitud en la zona, que para el caso de Grenada fue uno de los factores que

influyó en el cambio de gobierno. La plaga ha afectado 130 especies vegetales de cultivos tan importantes como algodón, cacao, café, caña de azúcar, cítricos, mango, ornamentales, uva y especies forestales. Para el caso de Grenada, durante 1995 ocasionó pérdidas cercanas a los US\$1.763.000 y en Trinidad y Tobago los costos de control en tres años fueron del orden de US\$1.476 millones y las pérdidas de US\$ 125 millones. Además, su presencia en una nación implica el cierre de mercados, por ser la cochinilla una plaga cuarentenaria.

Historia

La cochinilla rosada tiene su origen en Indonesia, en el sureste Asiático. A inicios del siglo se dispersó hacia India y al este de Egipto. En el continente americano aparece primero en las Antillas, en Grenada, donde fue detectada en 1994, pero por la dispersión y daños producidos a los

1 Conferencia presentada en el I Curso Internacional de Riesgos para la Agricultura Colombiana. Santafé de Bogotá, noviembre 3 a 5 de 1999.

* Profesional especializado, grupo de Diagnóstico Fitosanitario, Sanidad Vegetal ICA, calle 37 #8-43, of. 402. correo-e: alcisuarez@hotmail.com

cultivos, se cree que fue introducida dos años atrás. La plaga se ha dispersado rápidamente a la mayoría de las islas antillanas del Caribe y ha alcanzado el norte de Sur América en Guyana.

Para el caso que nos ocupa de *Maconellicoccus hirsutus*, vale citar algunas de las intercepciones hechas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA en sus puertos de entrada: en fruto de *Malpighia glabra* (cereza de las indias occidentales) transportada por un pasajero procedente de República Dominicana en un cargamento de bananos de Guatemala; en hibisco de Jamaica, transportado en un equipaje y en el pasto *Dactyloctenium* sp., contaminante de un cargamento de albahaca de Méjico. Lo anterior indica el riesgo real de dispersar la plaga, aun de países donde ésta no ha sido detectada oficialmente.

Del número cabalístico que habla de que estamos defendiendo la introducción de 875 plagas exóticas para Colombia, aunque está en nuestras mentes, no conocemos de manera aproximada cada una de ellas. La cochinilla rosada es un insecto del que se cree inminente su presencia en el país, y por eso la preocupación que debe merecernos.

Identificación y biología

Maconellicoccus hirsutus (Green) (Homoptera: Pseudococcidae) se conoce como cochinilla rosada, chanchito rosado, cochinilla del hibisco y cochinilla harinosa y tiene como sinónimos *Phenacoccus hirsutus* (Green) y *Pseudococcus hibisci* (Hall). El insecto, en general, es de consistencia blanda. Las hembras miden de 1 a 3 mm, son ápteras, de forma oval, y color rosado, recubiertas de una secreción cerosa y en el momento de la oviposición se congregan presentando una apariencia pulverulenta o algodonosa. Tienen un periodo de preoviposición y luego ovipositan de 300 a 600 huevos en ovisacos, visibles como una capa blancuzca, lo cual normalmente sucede en terminales, ramas y troncos. La hembra pasa por tres estadios inmaduros y el macho por cuatro, y se les puede diferenciar a partir del segundo estadio (IICA, 1998); al final del segundo estadio los machos producen capullos vellosos (Mani, 1989 citado por IICA, 1998). El macho es más pequeño que la hembra, de color café rojizo con un par de alas cerosas largas y un par de alas que le permiten volar de una planta a otra, en especial en horas tempranas y hacia el atardecer.

Aunque la plaga a veces prefiere la flor o el fruto, se puede ubicar en órganos subterráneos, como en papa y maní. Los huevos hibernan en grietas o debajo de cortezas, cicatrices de hojas o en el suelo. La plaga tiende a estar en áreas protegidas como grietas y hendiduras lo que hace difícil su detección y control. Según Hoy, Hamon y Nguyen (1998), su ciclo de vida dura de 23 a 30 días, posee altas tasas reproductivas, sus huevos son de color naranja y se tornan rosados antes de la emergencia de las ninfas, las cuales pueden caminar distancias largas en busca de alimento o pueden ser dispersadas por el viento; las hembras mueren poco tiempo después de la oviposición y pueden sucederse hasta 15 generaciones por año.

Dispersión y daños

La cochinilla rosada se dispersa de varias formas. Los huevos son llevados por el viento, transportados por el hombre o animales y la movilidad del insecto varía con diferentes estados de desarrollo. Las ninfas, en particular, se dispersan fácilmente por el viento, la lluvia, las aves, las hormigas, la ropa y los medios de transporte. El insecto forma colonias sobre las plantas hospederas y se alimenta chupando savia; al alimentarse inyecta una saliva tóxica, produciendo deformaciones en hojas y renuevos. El daño en hojas se hace evidente pues estas se enrollan y encrespan, presentan apariencia ondulada y arrugada, se produce arracimamiento o éstas no se despliegan; las ramas sufren acortamiento de los entrenudos y se tuercen, las flores se marchitan y caen prematuramente y los frutos sufren manchas y deformaciones. El insecto produce secreciones azucaradas donde se desarrolla un moho negrozco (fumagina) sobre plantas con alta infestación, lo cual reduce su área fotosintética. Un ataque severo puede conducir a la muerte de las plantas.

Métodos de control

Aunque se han ensayado métodos culturales como la poda y quema de las partes afectadas, éstos no han sido efectivos en el caso del Caribe, por la demanda alta en mano de obra y porque el ciclo de vida corto no permite que se logre detener el surgimiento de nuevas generaciones de la plaga. El control químico ha sido inefectivo y costoso, además del desbalance ecológico que produce. Para el caso de la cochinilla rosada, en los países isleños del Caribe, el control biológico ha sido de un éxito tal que en los sitios donde se han liberado organismos de control biológico, en dos años la plaga se redujo en alrededor de 80%. Al

efecto se introdujo en la región la avispa *Anagyrus kamali* y los coccinélidos *Cryptolaemus montrouziere* y *Scymnus coccivora*, como un esfuerzo internacional entre CARDI, FAO, el USDA y IIBC.

Distribución geográfica y hospederos

Maconellicoccus hirsutus está distribuida en países del sudeste Asiático, África tropical, el norte de Australia, Estados Unidos (Hawai, Puerto Rico e Islas Vírgenes), la región Caribe y Sur América, en Guyana. Según Melo y Flores (1998), puede afectar más de 200 especies de unas 74 familias vegetales, siendo las más afectadas plantas de los géneros Fabaceae, Malvaceae, Moraceae, Proteaceae y Rhamnaceae. Para la región centroamericana existe una alta amenaza en cultivos como cítricos, mango, banano, cacao, café, caña de azúcar, algodón, ornamentales, hortalizas, plantaciones forestales, zonas residenciales y centros turísticos (OIRSA, 1999).

Compromisos al futuro

El país se debe preparar para la prevención y no para la contingencia, como normalmente ha sucedido. Sirven como ejemplos de lo primero el programa para detección de la roya y de la broca del café y el que se estableció para prevenir la introducción de roya y carbón en la caña. Por el momento, se debe asegurar que en los puertos, aeropuertos y pasos fronterizos el personal del ICA esté preparado para inspeccionar y reconocer la plaga en sus estadios más probables de ser diseminada en todas las plantas, frutas y vegetales provenientes de países de Centro y Sur América y el Caribe, con inspecciones minuciosas que incluyan los vehículos de transporte

Colombia y los países vecinos deben tomar medidas serias para el control del movimiento de productos agrícolas, en especial los traídos por pasajeros y turistas de las países caribeños y aquellos con los cuales éstos comercian o hacia donde se mueven masas considerables de pasajeros.

Lo anterior explica el papel que le corresponde cumplir a los servicios cuarentenarios, en la búsqueda de las vías posibles de dispersión de la plaga dentro del estudio

de análisis de riesgo que esto implica. En concordancia, se tiene que contar con registros históricos sobre las intercepciones hechas en cada puerto, acompañados de estudios bibliográficos, que permitan evaluar el riesgo para las diferentes vías de ingreso de un producto vegetal.

Se debe revisar la legislación fitosanitaria regional vigente en la Comunidad Andina de Naciones, y la de Colombia, para ver si sirve para enfrentar el reto que se nos presenta, e iniciar una campaña divulgativa donde toda la población conozca sobre el peligro que la plaga representa y las formas de prevenir su ingreso al país y a la región.

En el área vecina a Venezuela y en las otras áreas limítrofes del territorio nacional se debe hacer un monitoreo riguroso en los sistemas productivos para hacer la búsqueda cercana de la plaga. Por lo expuesto, se requieren esfuerzos interinstitucionales en el país y en la región, que nos permitan salir avantes ante la dispersión que se inició en esta década de los 90 la cochinilla rosada por los países del Caribe.

Referencias bibliográficas

- CARIBBEAN PLANT PROTECTION COMMISSION. 1996. *Circular letter No.1*. 3p.
- HOY, M., HAMON, A. Y NGUYEN, R. 1998. *Maconellicoccus hirsutus* (Green). 6p
- IICA. 1998. *Cochinilla rosada Maconellicoccus hirsutus* (Green). *La emergencia, reproducción y propagación de la cochinilla en las Américas*. 31p.
- MELO, A Y FLORES DE F., T. 1998. *Pragas: ameaca constante*. Ministerio da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuaria. En Alerta Quarentenario 6.
- NATIONAL PEST INTERSEPTION SERVICE. 1997. *Cooperative Agriculture Pest Survey*.
- NEW AGRICULTURIST. 1998. *Reporting agriculture for the 21st century. Biological control of the hibiscus mealybug, Maconellicoccus hirsutus a success in the Caribbean*.
- OIRSA. 1999. *Medidas preventivas y control de la cochinilla rosada*. 3p

Plagas exóticas de los productos almacenados, con especial referencia al gorgojo khapra (*Trogoderma granarium* Everts)

Adolfo Tróchez P. (*)

En el mundo se señalan más de 300 especies asociadas con productos almacenados. En Colombia se han registrado unas 30 especies de insectos en dichos productos, incluidas en 25 familias, en los órdenes Coleoptera, Lepidoptera y Psocotera.

Dentro de este número de especies se registran en el país las más cosmopolitas; sin embargo, se encuentran muchas especies que atacan granos en numerosos países y que pueden ser un peligro para la sanidad vegetal.

En este grupo de insectos se incluyen especies de la familia Dermestidae, con especial referencia a *Trogoderma granarium*, la plaga más importante de productos almacenados desde el punto de vista cuarentenario, y especies de la familia Bruchidae, Tenebrionidae, Nitidulidae, Cucujidae y otras más.

La globalización de la economía trae como consecuencia una mayor libertad en la introducción de productos, con el consiguiente riesgo de que traigan nuevos problemas fitosanitarios. El conocimiento que se tenga de las

plagas propias y de las potenciales es una necesidad de los programas de sanidad vegetal, lo mismo que la preparación de personal especializado en la identificación correcta y oportuna que permita tomar las decisiones más acertadas en forma rápida y segura.

En el siguiente escrito se hace referencia a algunas familias de insectos de productos almacenados que no existen en el país y que pueden llegar en las importaciones y establecerse en el país, ocasionando daños a la economía y obligar algunas veces a la aplicación de restricciones cuarentenarias.

Familia Bruchidae. La mayoría de especies de esta familia viven en las regiones tropicales de Asia, África, Centro y Sur América. Muchas de ellas tienen gran importancia económica porque se alimentan de leguminosas y consumen proteínas básicas para la alimentación del hombre y de los animales.

En Colombia, en productos almacenados, se han registrado 7 especies asociadas con leguminosas de importancia económica. Estas especies son :

* CORPOICA. CI Palmira. Apartado Aéreo 1301 - Palmira, Colombia.

Acanthoscelides armitagei (Pec)
Acanthoscelides obreptus Bridwell
Acanthoscelides obtectus (Say)
Bruchus sp.
Callosobruchus maculatus (F)
Callosobruchus phaseoli (Gyllenhal)
Caryedes sp.

Aunque en Colombia no se ha realizado un reconocimiento de especies en las leguminosas arvenses y arbóreas, a nivel mundial existen varias que atacan leguminosas almacenadas y que no se encuentran establecidas en Colombia. Tal es el caso de las especies del género *Bruchus*, como *B. tristis*, *B. ervi*, *B. lentis*, *B. viciae*, *B. suffupes*, *B. dentipes* y otras más; o las pertenecientes al género *Callosobruchus* (Ej. : *C. chinensis*, *C. analis*, etc.). Se encuentran distribuidas en muchos países y pueden ser introducidas en las leguminosas que se importen para el consumo humano o para multiplicación de especies leguminosas.

Familia Nitidulidae. Cerca de 22 especies de esta familia se han encontrado en productos almacenados o en estructuras donde se almacenan productos. En varios países se han registrado especies pertenecientes a los géneros *Carpophilus*, *Omosita*, *Nitidula*, *Haptoncus*, asociados con diversos productos como copra, arroz, maíz, frutas deshidratadas, maduras o secas, piñas y granos en general.

En Colombia sólo se han registrado 4 especies pertenecientes al género *Carpophilus*: *C. dimidiatus* (Fabricidas) y *C. ferrugineus* Murray, *C. pilosellus* Motschulsky y *C. senilis* Sharp.

Familia Tenebrionidae.

En Colombia se encuentran 12 especies de insectos asociados con productos almacenados y pertenecientes a esta familia:

Alphitobius diaperinus
Alphitobius laevigatus
Blapstinus sp.
Crypticus sp.
Cynaesus angustus
Gnatocerus cornutus
Gnatocerus maxillosus
Latheticus oryzae
Palorus subdepressus
Tribolium castaneum

Tribolium confusum
Sitophagus hololeptoides

De acuerdo con la literatura, existen varias especies de esta familia que no han sido registradas en Colombia, aunque son cosmopolitas. Se hace especial referencia a especies de los géneros *Tribolium* (*T. destructor*, *T. audax*, *T. madens*, *T. brevicorne*); *Tenebrio* (*T. obscurus*); *Platydemus* (*P. ruficorne*) y *Alphitophagus* (*A. bifasciatus*).

Familia Ptinidae

Estos insectos, conocidos como gorgojos araña, se encuentran distribuidos en varios países del mundo, especialmente en zonas templadas, en los cuales algunas especies atacan productos almacenados. En Colombia sólo se ha registrado una especie: *Trigonogenius globulus*. Sin embargo, se mencionan varias especies de los géneros *Ptinus* (*P. tectus*, *P. fur*); *Niptus* (*N. hololeucus*) y *Gibbium* (*G. psylloides*), que se pueden adaptar en las zonas frías de nuestro país.

Familia Dermestidae. De esta familia, 52 especies han sido registradas en productos almacenados, algunas de los cuales causan daños cuantiosos a los productos.

Las especies de la familia Dermestidae se alimentan de una amplia variedad de materiales de origen animal y vegetal.

Desde el punto de vista del tipo de alimento que consumen los Dermestidae, pueden dividirse en tres grupos: 1) Especies que son capaces de sostenerse alimentándose sólo de material vegetal o materiales que contienen proteína animal; 2) Especies que normalmente viven en material vegetal pero que pueden reproducirse en material animal; y 3) Una especie que está restringida a granos y productos de cereales y algunos productos de origen animal (*Trogoderma granarium*).

A nivel mundial existen 6 géneros de la familia Dermestidae, asociada con productos almacenados: *Thylodrias*, *Dermestes*, *Attagenus*, *Anthrenus*, *Orphinus* y *Trogoderma*.

En Colombia han sido registradas las siguientes especies asociadas con productos almacenados: *Attagenus fasciatus*, *Dermestes maculata*, *Dermestes ater*, *Orphinus* sp. Pos. *fulvipes* y *Trogoderma anthrenoides*. Lo anterior está señalando el alto riesgo de la introducción al país de especies foráneas, pertenecientes a esta familia, que se

encuentran en varios países, de los cuales Colombia realiza importaciones.

- *Trogoderma granarium*. Plaga de importancia cuarentenaria

Origen. El gorgojo Khapra es originario de la India, Ceilán y Malaya, de donde se ha diseminado a muchos países del mundo.

Posición taxonómica

Phylum: Artropoda
Clase: Insecta
Orden: Coleoptera
Familia: Dermestidae
Género: *Trogoderma*
Especie: *Trogoderma granarium* (Everts)

Sinónimos: *Trogoderma granarium* (Everst) (1898)
Trogoderma khapra Arrow (1917)

Nombres comunes:

Gorgojo o escarabajo Khapra (Español)
Khapra beetle (Inglés)
Trogoderma (dermeste) du grain (Francés)
Kraprakäfer (Alemán)
Besouro do arroz u outros grãos (Portugués)

IMPORTANCIA ECONÓMICA

El gorgojo Khapra, *Trogoderma granarium*, es la plaga más temida entre los insectos que atacan los productos almacenados en todo el mundo. Destruye los productos y puede ocasionar grandes pérdidas. El daño es ocasionado por el estado larval. Las larvas de los instares 1 a 3 se alimentan de residuos o granos dañados, pero las larvas más desarrolladas se alimentan en los granos enteros. El daño del grano depende de las condiciones existentes; puede variar del 6 al 33% o más (hasta 75%) y es importante por la gran cantidad de alimento que destruye sin ser consumido.

T. granarium es relativamente tolerante a los insecticidas y muchos fumigantes; puede sobrevivir en diáspora, cuando las condiciones ambientales o de alimento son adversas.

En los países donde no está establecido el insecto, es considerado de importancia cuarentenaria y existen regu-

laciones que afectan las importaciones a dichos países y se mantienen programas de inspecciones y trampeos permanentes en sitios donde pueda establecerse el *T. granarium*. El uso de feromonas, atrayentes alimenticios o su combinación para su detección temprana en mercancías y estructuras, son parte importante de un programa de control en un país libre del insecto. En los Estados Unidos, el programa de erradicación de focos en varios Estados, desde 1953 cuando se detectó hasta 1966, tuvo un costo de \$11 millones de dólares.

DISTRIBUCIÓN

Una distribución cierta de *T. granarium* es difícil de obtener, dado que la admisión de la presencia de esta plaga en un país puede resultar en restricciones para la exportación de productos hacia las áreas donde no existe. *T. granarium* se oculta en grietas cuando está en números bajos; en estado de diáspora puede existir sin ser encontrado en un área, si no se hacen los esfuerzos necesarios para su detección.

Es importante distinguir entre los registros que hacen mención a su detección, de aquellos donde realmente se encuentra establecido. *T. granarium* está establecido en una amplia área limitada al norte por el paralelo 35, al sur por Ecuador, al oeste por el África Occidental y al este por Myanmar. En general, *T. granarium* sólo es capaz de competir con otras especies de productos almacenados en condiciones de baja humedad. Sólo se ha establecido en algunas áreas de clima desfavorable (áreas restringidas).

La siguiente es la información sobre la presencia y distribución de *T. granarium* en varios países del mundo (1992). El primer registro para el continente americano data de 1953, California (EE.UU.), donde fue erradicado.

Europa: Austria, Chipre, Alemania (en áreas restringidas), España, Reino Unido (en áreas restringidas). Sólo interceptado en Bélgica, Dinamarca, Hungría, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Holanda, Rusia.

Asia: Afganistán, Bangladesh, India, Indonesia (encontrado pero no establecido); Irán, Irak, Israel, Japón (áreas restringidas); Líbano, Burma, Pakistán, Arabia Saudita, Srilanka, Siria, Taiwán, Turquía, Yemen, Israel, Armenia (interceptado), Arzabayán (interceptado), Ragaquestán (interceptado), Georgia (interceptado).

África: Argelia, Burkina-Faso, Egipto, Kenia (encontrado pero no establecido), Libia, Malí, Mauritania, Marruecos, Nigeria (en el norte), Senegal, Sierra Leona (sólo

interceptado), Somalia, Sur Africa (encontrado pero no establecido), Sudan, Tanzania (encontrado pero no establecido), Tunisia, Zambia, Zimbawe.

América del Norte: México (encontrado pero no establecido), Estados Unidos (encontrado y no establecido).

Sur América: Venezuela, Uruguay*.

En los Estados Unidos fue descubierto por primera vez en 1953 en California, y posteriormente en bodegas y silos de almacenamiento en áreas de Arizona, Nuevo México y Texas. De 1980 a 1983 se han presentado infestaciones aisladas en California, Maryland, Michigan, Nueva Jersey, Nueva York, Pensilvania y Texas. Todas las infestaciones conocidas han sido erradicadas.

Con varios de los países mencionados, Colombia realiza un intercambio comercial con la importación de numerosos productos, que vienen en diversas clases de embalajes, presentándose además el movimiento de contenedores y el transporte tipo "roll-on y roll-off" que representan un grave riesgo para la introducción del gorgojo Khapra. Lo anterior hace necesario un reconocimiento permanente en todas las áreas de almacenamiento de productos y sitios donde se mueven los embalajes.

HOSPEDEROS

Es una plaga de almacenamiento y ocurre principalmente en cereales y sus derivados, semillas oleaginosas y sus tortas, leguminosas (garbanzos, habas, lentejas), como también en materias de origen animal. La ocurrencia en otros materiales como sacos vacíos o goma, es posiblemente accidental.

Morfología de *Trogoderma granarium*

HUEVO

Inicialmente de color blanco leche, para pasar a medida que cumple su desarrollo a amarillo pálido. Es cilíndrico, de 0.7 mm de largo y 0.25 de ancho. Un extremo es redondeado y el otro agudo, en el cual lleva unas proyecciones como espinas más anchas en la base.

LARVA

La larva de primer instar mide 1.6 a 1.8 mm y un poco más de la mitad corresponde a una cola larga de pelos, formada en el último segmento abdominal. El cuerpo es de color amarillo claro uniforme, excepto en la cabeza y las setas del cuerpo que son café. La cabeza lleva una antena corta de 3 segmentos. La larva tiene como característica dos tipos de setas en el cuerpo. A medida que la larva aumenta de tamaño, el color del cuerpo cambia progresivamente de amarillo claro del primer instar a café rojizo dorado. La densidad de las setas aumenta de tamaño, pero las setas de la cola son más cortas que en las larvas del primer instar. El cuarto instar, las setas tienen apariencia de bandas oscuras transversales. La larva desarrollada mide 6 mm de largo. Morfológicamente, la larva de *T. granarium* puede ser separada de otras especies de *Trogoderma* por la ausencia de una línea oscura pretergal sobre los segmentos 7º y 8º Abdominales; dicha línea puede ser tenue o ausente en el séptimo segmento y nunca presente en el 8º segmento de *T. granarium*.

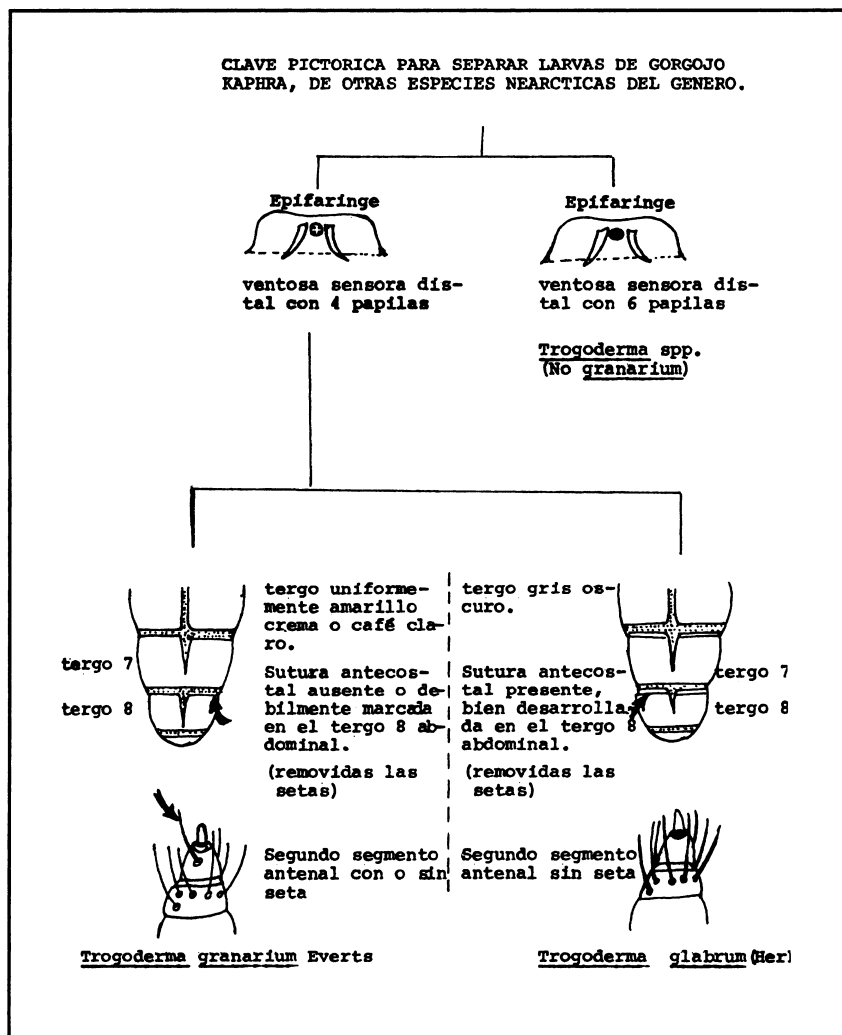
PUPA

La pupa es de tipo exarata y permanece dentro de la piel de la última muda; el macho es más pequeño que la hembra. El promedio de largo es de 3.5 a 5 mm.

ADULTO

Cuerpo subparalelo y moderadamente convexo: cutícula brillante, de color café rojizo pálido a café oscuro y algunas veces negro, con la cabeza y el pronoto a menudo más oscuro que el resto del cuerpo; cuando el cuerpo es oscuro, las antenas y las patas se observan más claras; la cabeza tiene un ocelo medio. La superficie dorsal, tanto del pronoto como de los élitros, está densamente cubierta de pelos finos inclinados o erectos, formando grupos de color café claro a oscuro, negro y aun amarillo y blanco, entremezclados entre sí, dándole al insecto una débil puntuación estriada, carácter que puede ayudar a distinguirlo de otras especies parecidas. Sin embargo, el carácter definitivo se encuentra en la genitalia del macho: ésta en *T. granarium*, tiene un ancho de más de 2/3 partes de la longitud del edeago y el puente es tan grueso o más grueso que el edeago en el punto donde se cruzan. Se puede uti-

* Data Sheet of Quarantine pest. CAB International Association with EPPO. 1992.



lizar las características del proceso metaesternal medio para separar adultos de *T. granarium* de otras especies de *Trogoderma*. Se ha desarrollado, además, una técnica de identificación mediante un anticuerpo monoclonal, utilizando la técnica de ELISA, que ofrece seguridad en su detección. La hembra es similar al macho, y los segmentos antenales 4 y 5 son ligeramente más grandes.

CICLO BIOLÓGICO Y HÁBITOS

El indicio más visible de una infestación de *T. granarium*, es la presencia de larvas y mudas que en una infestación extensa se presentan en gran número en la superficie de los granos.

Los adultos rara vez viven más de 12 días y no se alimentan; las hembras copuladas viven de 4 a 7. Sin embargo, algunos autores señalan que la longevidad está re-

lacionada con la temperatura ; a 39.5°C viven de 8 a 10 días y a 10°C pueden vivir entre 92 y 142. A la temperatura óptima para su desarrollo, entre 32 y 36°C, los adultos copulan a las 24 horas siguientes después de la emergencia. A temperaturas de 15-16°C la cópula ocurre sólo 6 días después de la emergencia (Tabla 1). La hembra sólo necesita una cópula para producir huevos fértiles toda su vida, aunque son frecuentes varias cópulas. No existe cópula por encima de 42°C ni por debajo de 10°C.

Los huevos son colocados generalmente en forma individual, entre la masa del grano, aunque algunas veces pueden ser depositados varios en un solo sitio, como puede ser en las hendiduras de los granos de trigo.

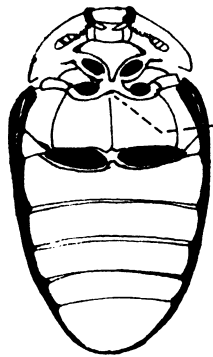
La temperatura tiene efecto en el número de huevos depositados por hembra y el período de incubación de los mismos. Entre 15 y 20°C, el período de oviposición se prolonga (26 a 41 días) y sólo coloca de 1 a 8 huevos por día y

UN CARACTER SUPLEMENTARIO PARA SEPARAR ADULTOS DE TROGODERMA GRANARIUM
EVERTS, DE OTRAS ESPECIES NEARTICAS DE TROGODERMA

Por George T. Okumura
Dpto. de Agricultura de California

Proceso metaesternal medio anterior redondeado (A).
Rara vez un saliente rudimentario presente.
T. granarium.

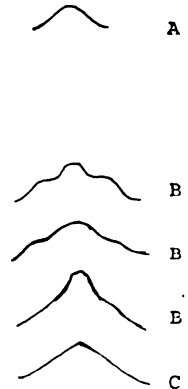
Proceso metaesternal medio anterior con un saliente (B)
u ocasionalmente piramidal (C).



Proceso
metaesternal
anteromedio

Trogoderma granarium (vista ventral)

- Trogoderma angustum* (Solier)
- Trogoderma anthrenoides* (Sharp)
- Trogoderma ballfinchae* Beal
- Trogoderma fasciferum* Blatchley
- Trogoderma glabrum* (Herbst)
- Trogoderma grassmani* Beal
- Trogoderma inclusum* LeConte
- Trogoderma okumurai* Beal
- Trogoderma ornatum* (Say)
- Trogoderma parabile* Beal
- Trogoderma paralia* Beal
- Trogoderma primum* (Jayne)
- Trogoderma simplex* Jayne
- Trogoderma sinistrum* Fall
- Trogoderma sternale* Jayne
- Trogoderma teukton* Beal



puede haber días en los cuales no haya oviposición. Otros autores señalan, sin embargo, que a 20°C la hembra no pone huevos. Bajo condiciones óptimas la hembra oviposita en promedio de 50 a 90 huevos en un período de 5 a 7 días (Tabla 1).

El número de huevos por encima o por debajo del rango óptimo de temperatura (32 a 36°C) es el mismo que para otras temperaturas, pero se afecta la fertilidad, existe mayor mortalidad y la eclosión de huevos es menor. Así, a 15.6°C sólo el 5.6% de huevos eclosionan comparado con 57.2% a 32.5°C.

La duración de las larvas y el número de mudas varía de acuerdo con la temperatura, calidad y cantidad de alimento y la humedad relativa (Tabla 2). La larva es inactiva a temperaturas menores de 5°C y cuando se expone a temperaturas de -10°C, durante 25 horas, el 25% de larvas de 1 a 3 instar mueren. Los de cuatro instar fueron más resistentes a fríos extremos.

En condiciones de alta temperatura (32 a 36°C) y buena alimentación, las larvas pueden desarrollarse en 28 días o menos (Tabla 2), mientras que a bajas temperaturas o carencia de alimento, entran en un estado de diapausa que puede durar varios días sin llegar a

empupar, reactivándose su actividad cuando mejoran las condiciones. El número de mudas larvales puede variar bajo estas condiciones. Existe discusión en cuanto al desarrollo de *T. granarium* a bajas temperaturas. Algunos autores indican que no hay desarrollo a temperaturas menores de 25°C y que todas las larvas entran en diapausa; sin embargo, otros autores señalan desarrollo larval a 15°C. Recientemente se ha demostrado que existe un componente genético envuelto en la habilidad de algunas razas de *T. granarium* para entrar en diapausa y que también es posible la selección de razas capaces de completar su ciclo a bajas temperaturas.

La pupa, como ocurre en la familia Dermestidae, permanece en la piel del último instar larval, con la superficie dorsal expuesta. El efecto de la temperatura sobre este estado se muestra en la Tabla 2, siendo su duración a 32.5°C de 3 a 4 días.

Cuando el adulto se forma, permanece en un estado de quiescencia por un período que puede variar de pocas horas a varios días, según la temperatura (Tabla 2).

El ciclo total de *T. granarium* en condiciones óptimas (32 a 36°C) puede durar de 37 a 39 días (Tabla 2).

MÉTODOS DE DETECCIÓN

El estado más fácil de observar durante la inspección es la larva, y la evidencia más clara es la presencia de exuvias larvales con numerosos pelos o setas. Debe prestarse especial atención a los productos y embalajes de los países donde la plaga es originaria o se encuentra establecida, especialmente en productos como semillas oleaginosas y sus derivados, leguminosas, cereales y gomas, como también en sacos nuevos y usados. En bodegas y sitios de almacenamiento deben examinarse las rendijas, divisiones de paredes y uniones de los ladrillos donde puedan ocultarse los insectos. Las larvas son más fácilmente vistas antes del crepúsculo, ya que tienden a ser más activas en este período.

Las trampas son otra forma de monitorear *T. granarium* en bodegas y otros sitios de almacenamiento. En Rusia se han utilizado trampas con maíz o trigo, y dan

mejores resultados que la observación visual. Se ha desarrollado una trampa por USDA/PPQ que combina un atrayente alimenticio para las larvas y una feromona para machos adultos. Una vez capturados las larvas y adultos, deben identificarse correctamente por un especialista .

FORMA DE DISPERSIÓN.

La dispersión natural de este insecto es limitada. La dispersión internacional ocurre principalmente por medio de larvas en las mercancías, sacos vacíos y en las estructuras de barcos, camiones y contenedores. De acuerdo con las experiencias de otros países, los productos más comúnmente infestados son torta de maní, torta de algodón, goma arábica y arroz, leguminosas y semillas de sen. Los sacos usados son otro medio de dispersión. *T. granarium* puede también contaminar otras clases de semilla, frutas secas y diverso tipo de plantas y productos de origen animal.

TABLA 1. Huevos puestos por una hembra de *T. Granarium*, período de oviposición y preoviposición, precópula y duración de la hembra en días, en diferentes condiciones de temperatura.

| Temp. °C | Total de huevos | Período de ovip. | Período preovip. | Muerte de hembra | Precópula | Día de Cópula |
|----------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------|---------------|
| 15 - 16 | 70 | 27 | 3 | 36 | 5 | 6 |
| 20.0 | 59 | 29 | 4 | 36 | 3 | 4 |
| 25.0 | 52 | 16 | 4 | 36 | 2 | 3 |
| 26.8 | 60 | 14 | 2 | 22 | 2 | 3 |
| 27.9 | 62 | 10 | 1 | 18 | 1 | 2 |
| 28.15 | 67 | 9 | 1 | 15 | 1 | 2 |
| 30.2 | 77 | 7 | 1 | 12 | 1 | 2 |
| 32.5 | 83 | 7 | 1 | 10 | 1 | 0 |
| 34.3 | 79 | 8 | 1 | 8 | 1 | 0 |
| 36.0 | 63 | 7 | 1 | 8 | 1 | 0 |
| 39.5 | 49 | 5 | 1 | 8 | 1 | 0 |

TABLA 2. Efecto de la temperatura en la duración en días de la larva, pupa y adultos quicientos y ciclo total de *Trogoderma granarium*.

| Temp. °C | Larva de 1er. ínstar | Duración de larva | Pupa | | Período de quiescencia (adultos) | Duración ciclo de vida |
|-------------|----------------------------|-------------------------|--------|--------|--|---------------------------|
| | | | Machos | Hembra | | |
| 10.0 | 31 | 87 | 19 | 23 | 7 - 9 | 147 |
| 15.6 | 23 | 53 | 14 | 18 | 4 | 93 |
| 20.0 | 18 | 47 | 11 | 12 | 3 | 77 |
| 25.0 | 15 | 42 | 8 | 9 - 10 | 2 | 66 |
| 26.8 | 14 | 40 | 6 | 8 | 2 | 61 |
| 27.9 | 13.5 | 37 | 6 | 8 | 2 | 56 |
| 28.5 | 9.5 | 36 | 5 | 7 | 2 | 53 |
| 30.2 | 8 | 34 | 4 | 5 | 1 - 2 | 48 |
| 32.5 | 5 | 28 | 3 | 4 | 1 | 39 |
| 34.3 | 3.5 | 26 | 2 | 3 | 1 | 35 |
| 36.0 | 2.5 | 27.5 | 3 | 4 | 0.5 | 37 |
| 39.5 | 2 | 32 | 2 | 2 | 0 | 39 |

CONTROL

Las larvas de *T. granarium* son más resistentes a los fumigantes que la mayoría de los insectos de productos almacenados. Hasta cuando se utilizó el bromuro de metilo

como fumigante ofrecía un buen control en un amplio rango de productos. En el momento el fumigante utilizado es la fosfamina, para la cual se han establecido las dosis y las horas de exposición de acuerdo con el tipo de almacenamiento y la temperatura, tal como se indica en la Tabla 3.

TABLA 3. Dosis y horas de exposición de fosfamina para el control de *T. granarium* de acuerdo con la temperatura.

| Mercancía | Temperatura | Dosis g/m ³ | Horas de exposición |
|-------------------------------------|-------------|------------------------|---------------------|
| Granos o semillas a granel | 8 - 13°C | 6 tab. (18 g) | 120 |
| | 12 - 15°C | 6 tab. (18 g) | 96 |
| | 15 ó más | 6 tab. (18 g) | 72 |
| Mercancía en costales o paquetes | 8 - 12°C | 10 tab. (30 g) | 120 |
| | 12 - 15°C | 10 tab. (30 g) | 96 |
| | 15 ó más | 10 tab. (30 g) | 72 |
| Silos con granos | 8 - 12°C | 4 tab. (12 g) | 120 |
| | 12 - 15°C | 4 tab. (12 g) | 96 |
| | 15 ó más | 4 tab. (12 g) | 72 |
| Furgones, camiones con tenedores | 8 - 12°C | 10 tab. (30 g) | 120 |
| | 12 - 15°C | 10 tab. (30 g) | 96 |
| | 15 ó más | 10 tab. (30 g) | 72 |

En la India, el uso de polvo de semilla (*Azadirachta indica*) ha sido efectivo y barato para el control de *T. granarium* en trigo almacenado. El empleo de Dióxido de carbono se reportó como efectivo en la India. En Suecia se señala que el tratamiento con CO₂ (en concentración mayor del 60% de CO₂) no es suficiente para el control de *T. granarium*. Como una alternativa para el control del insecto, con tratamientos diferentes a la fumigación u otros pesticidas, se recomienda el uso de calor. Una exposición a 60°C durante 30 minutos mata todos los estados de *T. granarium*.

Bibliografía consultada

- BANCKS, A.V. 1977. *Distribution and establishment of Trogoderma granarium Everts Coleoptera: Dermestidae): Climate and other influencia*. J. of Stored Products. Res. 13, 183-202.
- BARAK, A.V. 1989. *Development of a new trap to detect and monitor Khapra beetle (Coleoptera: Dermestidae)*. J. Economic Entomol. 82, 147-1477.
- BELL, CH. ; WILSON, S.M. 1995. *Phosphine tolerance and resistance in Trogoderma granarium Everts (Coleoptera : Dermestidae)*. J. of Stored Products Research. 31, 199-205.
- GARCÍA, A.P. 1965. *El gorgojo Khapra (Trogoderma granarium Everts). Descripción y combate*. Rev. Fitofilo. V. 18 (46):34-48.
- HINTON, H.E. 1945. *A monograph of the beetles associated with stored products*. Johnson Reprint Co. London. 443 p.
- KARNAVAR, G. K. 1972. *Mating behavior and fecundity in Trogoderma granarium (Coleoptera:Dermestidae)*. J. of Stored Product Research. 8, 65-69.
- PEST IDENTIFICACION NOTEBOOK. Sin fecha. Professional Development Center. USDA/APHIS.
- QUARANTINE PEST FOR EUROPE. 1992. CAB. *International and Mediterranean Plant Protection Organization*. EPPO.
- STUART, R.M. ; BARAK, A. ; BURKHOLDER ; E. W. 1994. *Immunological Identification of Trogoderma granarium Everts (Coleoptera:Dermestidae)*. Journal of Stored Product Research. 30 : 9 - 16.
- SOUTHGATE, B. J. 1979. *Biology of the Bruchidae*. Ann. Rev. Entomol. 24:449-473.
- TRÓCHEZ, PA. 1987. *Manual de reconocimiento de insectos asociados con productos almacenados*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). IICA. Bogotá Colombia. Publicación Miscelánea IICA 031. 137 p.

Experiencias prácticas del análisis de riesgo de plagas (ARP)

Ing. García Romero José Ulises

El creciente intercambio comercial entre más países, amplía las posibilidades de una mayor comercialización internacional de productos y subproductos agrícolas. Sin embargo, esta situación incrementa la probabilidad de que plagas exóticas se introduzcan y se dispersen o diseminen en los diferentes países. Por lo que es necesario establecer y asegurar un nivel adecuado de protección fitosanitaria de las importaciones de productos de origen vegetal, en un país, parte de éste o en una área comprendida por varios países, mediante el establecimiento y la aplicación de medidas fitosanitarias, las cuales deben estar bien sustentadas técnicamente.

Por tal razón fue necesario el desarrollo de una metodología que ayudara a prevenir la introducción de plagas exóticas de importancia cuarentenaria, lo que dio origen al Análisis de Riesgo de Plagas (ARP), que se define como: “La determinación de plaga(s) de importancia cuarentenaria, y la evaluación del potencial del daño que podrían causar, así como las medidas que deben tomarse para mitigar el posible riesgo de introducción”.

El proceso de análisis de riesgo de plagas en México, está basado en metodologías armonizadas con los lineamientos internacionales establecidos por organismos internacionales de protección fitosanitaria. Dicho proceso comprende tres etapas:

I. **Iniciación del proceso de ARP.** Es la identificación de plagas de importancia cuarentenaria potencial.

- II. **Medición del riesgo:** Es la determinación de cuáles plagas son de importancia cuarentenaria. Define el riesgo en términos de probabilidad de establecimiento, dispersión, daño económico y entrada.
- III. **Manejo del riesgo:** Es desarrollar, evaluar, comparar y seleccionar las medidas fitosanitarias para mitigarlo.

Etapa I: Iniciación del ARP

El análisis de riesgo puede iniciarse de dos maneras; la primera es un ARP para una ruta de entrada, es decir, un producto en particular procedente de un país específico. En este caso se determinan las plagas que atacan al producto a importar (considerando la especie vegetal y la parte de la planta que se moviliza) y que están presentes en el lugar de origen del producto.

La segunda forma de iniciar el ARP es a partir de una plaga en particular, cuya importancia cuarentenaria ha sido reconocida en otros países o regiones, o cuya presencia pueda representar una amenaza para el país.

Etapa II: Medición del riesgo

Esta etapa consiste primeramente en determinar si las plagas identificadas en la Etapa I se ajustan a la definición de plaga de importancia cuarentenaria, esto es «plaga (s) de

importancia económica potencial no presente (s) en México, o de importancia económica presente (s) en zonas bajo control fitosanitario oficial».

Una vez que la plaga es reconocida como de importancia cuarentenaria, se estima el riesgo que puede representar para México, en función del potencial de establecimiento, diseminación o dispersión, daño económico y entrada; para lo cual es necesario integrar una ficha técnica de cada una de las plagas con información relativa a diferentes aspectos como: distribución geográfica, biología, síntomas o daños, hábitos, hospederos, vectores, condiciones climatológicas favorables, control, etc.

Asimismo, es necesario determinar si existen en México las condiciones necesarias para que la plaga se establezca y disemine causando un impacto económico. Entre los factores a considerar se encuentran: presencia de hospederos de la plaga, presencia de vectores, condiciones climáticas prevalecientes, existencia de regulaciones, etc.

Es importante señalar que el análisis de riesgo debe estar suficientemente documentado, y se deben citar claramente las fuentes de información consultadas, así como explicar los razonamientos usados en la toma de decisiones para la evaluación y el manejo del riesgo.

Potencial de establecimiento

Con objeto de estimar el potencial de establecimiento de una plaga, hay que obtener en las áreas donde está presente en la actualidad información biológica fidedigna (ciclo biológico, rango de hospederos, epidemiología, supervivencia, etc.)

Luego se puede comparar cuidadosamente la situación en el área de ARP con la de otras donde está presente en la actualidad. Puede ser útil el estudio de casos concretos relativos a plagas comparables. Como ejemplos de los factores que hay que examinar, cabe mencionar los siguientes:

- ◆ Disponibilidad, cantidad y distribución de hospederos en el área de ARP
- ◆ Compatibilidad ecológica del área de ARP
- ◆ Potencial de adaptación de la plaga
- ◆ Estrategia reproductiva de la plaga
- ◆ Método de supervivencia de la plaga.

Potencial de dispersión

Con el fin de estimar el potencial de propagación de la plaga, hay que obtener información biológica fidedigna de las áreas

donde está presente en la actualidad, comparar cuidadosamente la situación del área de ARP con la de las otras donde está presente. Para evaluar el potencial de los factores que hay que examinar, cabe mencionar los siguientes:

- ◆ Compatibilidad del medio ambiente natural o modificado mediante ordenación para la propagación natural de la plaga
- ◆ Vectores potenciales de la plaga en el área de ARP
- ◆ Enemigos naturales potenciales de la plaga en el área de ARP

La información sobre el potencial de propagación se utiliza para determinar la rapidez con que puede expresarse la importancia económica potencial de una plaga en el área de ARP. Esto también es importante si la plaga tiene probabilidades de entrar o establecer en un área con escasa importancia económica potencial y luego propagarse a otra en la que ésta es elevada. Además, puede ser importante en la etapa del manejo del riesgo, al examinar la facilidad con que se puede contener o erradicar una plaga introducida.

Potencial de daño económico

El siguiente paso en el proceso de ARP es determinar si la plaga tiene importancia económica potencial en el área de ARP.

Con objeto de estimar la importancia económica potencial de la plaga, hay que obtener información de las áreas donde está presente en la actualidad; en cada una de ellas se ha de señalar si la plaga ocasiona daños grandes, pequeños o ninguno, y si lo hace con frecuencia o no. En lo posible, se ha de relacionar esto con los efectos bióticos y abióticos, en particular con el clima.

Luego se puede comparar cuidadosamente la situación en el área de ARP con la de las otras donde está presente. Puede ser útil el estudio de casos concretos relativos a plagas comparables. A continuación se ha de recurrir a la opinión de expertos para determinar la posible importancia económica. Como ejemplo de los factores que hay que examinar, cabe mencionar los siguientes:

- ◆ Tipo de daño
- ◆ Pérdida de cosechas
- ◆ Pérdidas de mercados de exportación
- ◆ Aumento de los gastos en el control

- ◆ Efectos sobre los programas en curso de manejo integrado de plagas
- ◆ Daños para el medio ambiente
- ◆ Capacidad de otras plagas para actuar como vector
- ◆ Costos sociales conocidos, como desempleo

Potencial de entrada

Es la habilidad de una plaga para rebasar los límites de una determinada área, ya sea en forma activa o pasiva, dentro de un cierto período de tiempo.

Los siguientes factores son parámetros que se utilizan para pronosticar la probabilidad de entrada:

- ◆ Tipo de producto
- ◆ Volumen a importar
- ◆ Capacidad de infestación del producto y contaminación de los medio de transporte
- ◆ Signo del daño
- ◆ Empaques y embalajes utilizados
- ◆ Capacidad de introducción en medios de transporte
- ◆ Grado de dificultad en la detección de la plaga en los puntos de ingreso

Etapa III: Manejo del riesgo

Es la toma de decisiones para reducir el riesgo a través de medidas fitosanitarias, para lo cual se basa en la información recabada en la etapa de medición del riesgo. Estas medidas deberán relacionarse con la ruta comercial, y en particular referirse a las condiciones para permitir la entrada de los productos; asimismo, deberán ser congruentes con el nivel de riesgo identificado, de manera que no constituyan una restricción injustificada al comercio.

Aplicación y herramientas del ARP

Es importante señalar que el proceso de ARP a nivel mundial es dinámico, por lo que éste sigue desarrollándose, ya que a medida que el comercio se incrementa las medidas fitosanitarias deben ser más exactas y precisas.

Dentro de este proceso se han desarrollado diferentes herramientas cuyo objetivo es tratar de hacer medicio-

nes y un manejo del riesgo más veraz y apegado a la realidad. Las herramientas implementadas en dicho proceso son principalmente paquetes computacionales cuya función es tratar de semejar, comparar y ubicar geográficamente los sitios con hospederos susceptibles, condiciones ambientales adecuadas, así como comparación de localidades por mes, todo esto con el fin de apoyar a la toma de decisiones para los diferentes productos.

Sin embargo, aunque se cuente con este equipo, a través de los años hemos observado que para su perfecto funcionamiento se requiere de información completa y precisa, tanto de la plaga como de las zonas a donde se pretende movilizar el producto, por lo cual una de las limitantes iniciales para el uso de estos equipos es la falta de fuentes de información.

Ante dicha situación fue necesaria la adquisición de diversas fuentes de información mediante el uso de diferentes mecanismos, destacando los siguientes materiales de apoyo para la realización del soporte técnico:

- ◆ Base de datos.
 - FAO
 - EPPO
- ◆ Sistema de Abstracts en CD.
 - Agris
 - Tropag and Rural
 - Agrícola
 - CAB International
- ◆ Crop Protection Compendium
- ◆ Literatura especializada
- ◆ Consulta de expertos
- ◆ Internet

Aunado a estas fuentes de información y con el fin de obtener material bibliográfico actualizado, así como artículos completos de revistas científicas de importancia agrícola y comercio internacional, el departamento implementó un programa de intercambio bibliotecario con diversas instituciones de investigación agrícola y de comercio. El Departamento cuenta actualmente con el apoyo de 18 bibliotecas a nivel nacional de universidades, institutos de investigación agrícola, centros internacionales, etc., entre los que se encuentran:

- ◆ Colegio de posgraduados
- ◆ Cimmyt
- ◆ Universidad Autónoma de Chapingo

-
- ◆ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias
 - ◆ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
 - ◆ Universidad Nacional Autónoma de México

Aportes del ARP a la fitosanidad

El ARP ha aportado valiosa información desde los inicios de su aplicación, la cual ha servido para implementar regulaciones fitosanitarias más justas y eficientes. Dentro de los logros obtenidos podemos mencionar los siguientes:

- ◆ Ubicación de puntos de verificación internos
- ◆ Regulaciones para nuevos países
- ◆ Regulaciones para nuevos productos
- ◆ Elaboración de normas oficiales mexicanas
- ◆ Aplicación de medidas cuarentenarias no restrictivas
- ◆ Ubicación de rutas de ingreso
- ◆ Elaboración de protocolos de intercambio comercial internacional
- ◆ Regulación para productos específicos
- ◆ Mayor seguridad en la movilización de productos y subproductos agrícolas.

Terminó de imprimirse en
noviembre de 1999 en



Tel: 2885338
Santafé de Bogotá, DC, Colombia

