



Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations

## Jornada de capacitación de la FAO sobre Fusarium R4T

Foro Mundial Bananero (FMB)

Proyecto de emergencia sobre Fusarium R4T en América Latina y el Caribe  
Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF)

Fortalecimiento de Capacidades y Sensibilización en Respuesta a la Amenaza de la Marchitez por  
Fusarium del Banano, Raza 4 Tropical

Día 2 - "Bioseguridad y aplicaciones móviles que apoyan la vigilancia"

Miércoles 28 de Julio de 2021

**Moderadora:** Sra. Esther Peralta, Especialista en Sanidad Agropecuaria de la Oficina Subregional para Mesoamérica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/SLM)

### Palabras de introducción:

Raixa Llauger, Oficial de Agricultura (Frutas Tropicales), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

### Panelistas:

Dr. Jorge Palacino, Director Técnico de Sanidad Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) Ing.

Fernando Araya, Director Ejecutivo del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), dependiente del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG)

M.Sc. Mauricio Guzmán, Coordinador del Departamento de Fitoprotección de la Dirección de Investigaciones de la Corporación Bananera Nacional, Costa Rica (CORBANA)

Ing. Jorge Alex Murray, Jefe de Bioseguridad de Bananeros Unidos de Santa Marta S.A.S., Colombia (BANASAN)

Ing. Antonio J. González de Servicios Administrativos Bananeros, Colombia (SAB SAS)

M.Sc. Nancy Villegas, Coordinadora de la Unidad Regional de Análisis de Riesgo del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)

Dr. Varma Varun, colaborador de la Universidad Exeter e Investigador en el Departamento de Ciencias Analíticas y Computacionales del instituto *Rothamsted Research*, Reino Unido

Ing. Jimmy Santiago, Jefe de Tecnologías de Servicios Administrativos Bananeros, Colombia (SAB SAS), y desarrollador del programa BANASOFT

Dr. Michael Gomez Selvaraj, Investigador *Senior* en agricultura digital, especializado en biología molecular, fitomejoramiento y teledetección fenómica de la Alianza *Bioversity International* con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (BI/CIAT)

La grabación del evento está disponible en la página web: <https://www.fao.org/tr4gn/news/news-detail/es/c/1415383/> y los tiempos indicando el inicio de cada sesión están indicados en azul.

#### Resumen:

Este seminario web se orientó a miembros de la Red Global sobre R4T, las Organizaciones Nacionales de Protección Vegetal de los países productores de musáceas e instituciones públicas relacionadas, investigadores, profesionales y técnicos, así como productores, sus encadenamientos y gremios en América Latina y el Caribe y otras áreas geográficas. El evento abordó alternativas para la bioseguridad en zonas de producción (estrategias públicas, iniciativas del sector privado, análisis de riesgo y tecnologías de cartografía), y herramientas de apoyo a la vigilancia de Foc R4T (aplicaciones móviles).

#### **02:07** Introducción a la segunda sesión de la jornada:

**La Sra. Raixa Llauger** introdujo la sesión mencionando que la FAO viene realizando talleres y jornadas virtuales con objetivo de fortalecer las capacidades de los países en América Latina y El Caribe ante a la amenaza de la Marchitez por Fusarium del Banano, Raza 4 Tropical. Agradeció a los expertos presentes e hizo hincapié a la importancia y relevancia de los temas abordados en las Jornadas para la producción bananera a nivel global.


#### **Alternativas sobre la bioseguridad en áreas de producción:**

#### **05:07** Las disposiciones sobre bioseguridad de las Organizaciones Nacionales de Protección Fitosanitaria (ONPF)

**El Dr. Jorge Palacino**, acompañado de Catalina Quintero (ambos de ICA, ONPF de Colombia), señala que se armó un Grupo Especializado en Foc (GEF) desde el 2019, para abordar la problemática y hacer seguimiento de la bioseguridad. El patógeno Foc R4T es una plaga cuarentenaria presente en Colombia con distribución restringida (Departamento de La Guajira, municipios de Dibulla y Riohacha) y bajo control oficial. El Plan de Acción Nacional contempla una visión sistémica en cuanto a bioseguridad:

**El Dr. Jorge Palacino**, acompañado de Catalina Quintero (ambos de ICA, ONPF de Colombia), informó a la audiencia a respecto del Grupo Especializado en Foc (GEF) que se formó en Colombia desde el 2019, para abordar la problemática de la enfermedad y hacer seguimiento de las acciones de bioseguridad en el país. El patógeno Foc R4T es una plaga cuarentenaria presente en Colombia con distribución restringida (Departamento de La Guajira, municipios de Dibulla y Riohacha) y bajo control oficial. El Plan de Acción Nacional contempla una visión sistémica en cuanto a bioseguridad.

Entre los aspectos abordados por el plan, destacase el establecimiento de una serie de marcos normativos que abarcan entre otros temas: la reglamentación de la importación de materiales vegetales únicamente de países libres; medidas de cuarentena en fincas; estado de emergencia nacional del 09/08/19 al 08/02/21; un plan de bioseguridad y vigilancia en lugares de producción de banano y plátano para la exportación (que incluye normativas para el cerramiento de las áreas de modo a evitar la movilización de suelo, únicos ingresos y salidas, ubicación estratégica y recambio de pediluvios); El plan también contempla medidas de seguridad en relación al movimiento desde zonas afectadas a otras zonas,



incluyendo bioseguridad en puertos y control de la movilización (de material vegetal, contenedores, vehículos, maquinaria e implementos).

Además, el plan brinda claridad al respecto de los procesos de vigilancia mediante el uso de protocolos de bioseguridad en los recorridos de campo (trajes) y en la toma y envío de muestras (custodia hasta laboratorio). Los procesos de diagnóstico son contemplados a través de una red de laboratorios (nacional, cuarentena vegetal, Antioquia, Atlántico, Valle del Cauca y zonas bananeras del Magdalena y del Urabá), con remodelaciones, exclusividad y capacidades analíticas (de distintos procesos), de aplicación de pruebas (moleculares, bioquímicas) y de caracterización (morfológica). La mitigación del riesgo de dispersión de material vegetal y suelo está basada en nodos de control y enfocada en puertos marítimos (logística e infraestructura), patios de contenedores (lavado y desinfección), en las vías principales entre departamentos (desinfección de vehículos, lavado de musáceas, licencia de movilización) y en las vías comunitarias entre fincas así como en las propias fincas (control de ingreso y salida, área sucia y limpia para calzado, lista de chequeo establecida por el ICA).


El Dr. Palacios hizo hincapié a respecto de los convenios y alianzas para brindar apoyo a los pequeños y medianos productores de banano y plátano realizada por la ONPF con la FAO y con gremios bananeros como la Asociación de Bananeros de Colombia (AUGURA) y la Asociación de Bananeros de la Magdalena y la Guajira (ASBAMA) donde se entregaron 88,3 mil kits de bioseguridad para la prevención del FoC R4T. El ICA en colaboración con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), estudió la efectividad de los desinfectantes a base de Amonio Cuaternario (usados en Colombia), todos los cuales mostraron acción biocida sobre estructuras reproductivas y de sobrevivencia del Foc R4T, en medio de cultura.

El Dr Palacios presentó la guía conjunta de importación de germoplasma y material de propagación de plátano y banano, que cuenta con 14 protocolos de cuarentena (incluyendo plan de contingencia, buenas prácticas, aguas residuales, manejo agronómico y fitosanitario, empaque, inspección y monitoreo, desinfección y esterilización, arvenses, imprevistos, muestras, calzados y pediluvios)

El director técnico concluyó su intervención mencionando que la comunicación del riesgo, mismo después del control del brote, no se ha detenido. El hizo hincapié a la capacitación de productores (en tema de bioseguridad y buenas prácticas agrícolas) y los materiales producidos, tales como *brochures*, volantes, vallas, afiches y videos, incluyendo material armonizado con los países de la Comunidad Andina, que fue enfocado y distribuido en los puertos, aeropuertos y áreas fronterizas.

**El Ing. Fernando Araya** (SFE, ONPF de Costa Rica), señaló que el Foc R4T es la plaga de mayor riesgo en el sistema de alerta en Costa Rica. El director ejecutivo inició su intervención presentando las iniciativas de carácter legal, incluyendo la normativa fitosanitaria de exclusión operativa y preventiva iniciada varios años atrás, en conjunto con la Corporación Bananera Nacional (CORBANA), y que se ha intensificado debido a la presencia continental.

Entre las actividades desarrolladas dentro de la estrategia del país ante a la amenaza, destacase la elaboración de: una ficha técnica de la plaga; el Decreto Ejecutivo MAG 40.364/2017 (con disposiciones



generales para la prevención); la notificación de requisitos de importación para musáceas ante la OMC; una guía para la aplicación de medidas fitosanitarias; un simulacro internacional y una resolución con medidas fitosanitarias de aplicación obligatoria (productores, importadores, comercializadores y población en general).

De acuerdo con el ingeniero, desde la confirmación del brote en Colombia en Julio de 2019 se intensificaron las capacitaciones (con el apoyo de CORBANA), se fortaleció el Laboratorio de Biología Molecular del SFE (quedando de respaldo el de CORBANA), se evaluaron los arcos de fumigación (con respecto a la operación y estructura, deriva y cobertura, así como uso de desinfectantes), se equipó a funcionarios con kits para casos sospechosos y los capacitaron para la toma de muestras. Además, se reasignó fondos públicos para la prevención, se conformaron unidades caninas y se creó un fondo de prevención, exclusión y combate.

El Decreto MAG N°42392/2020 declaró Estado de Emergencia Fitosanitaria Nacional (prevención de la introducción de este patógeno) y la Resolución-DSFE-006-2020 estableció medidas fitosanitarias de aplicación obligatoria.


El oficial del Servicio Fitosanitario del Estado destacó que la capacidad de detección temprana de brotes es crítica para la aplicación de las medidas de contención en el menor tiempo posible. La importancia en la preparación de personal capacitado del SFE y CORBANA fue crucial para la ejecución de un plan de divulgación y concientización.

El Ing Araya resaltó la necesidad de que los laboratorios (de biología molecular) estén preparados y habilitados para análisis de ADN. También destacó la importancia de un plan de contención anterior al apareamiento del brote con articulación de múltiples actores y hizo hincapié a la importancia de campañas informativas adecuadas y del fortalecimiento de las alianzas entre OIRSA, FAO, IICA, universidades, transnacionales y colegios superiores.

Según el ingeniero, es necesario tener a disposición materiales vegetativos alternativos que sean tolerantes y/o resistentes a la enfermedad. El Director Ejecutivo mencionó al respecto del trabajo articulado entre el SFE, el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) y CORBANA y destacó la importancia de convenios internacionales para la investigación conjunta, tales como el mecanismo de cofinanciamiento para el desarrollo de tecnología agropecuaria (FONTAGRO).

#### 48:42 Alternativas de bioseguridad para pequeños productores y áreas de producción no certificadas

**El M.Sc. Mauricio Guzmán** (CORBANA) define la bioseguridad como el conjunto de buenas prácticas para minimizar el riesgo de introducción de organismos dañinos, mediante el fortalecimiento y refuerzo de las capacidades a todo nivel en los principales puntos de ingreso al país, fincas y actividades comerciales, para lo cual se requiere del desarrollo de legislación (“combate legal”), así como guías o lineamientos para bioseguridad en fincas. Existen muy buenas guías que definen entre 15 y 20 medidas que abarcan diferentes aspectos de la producción. En Costa Rica, se establecieron 15 medidas de bioseguridad (entrada principal, pediluvios, cercas y defensas en plantaciones, desinfección, calzado/botas de hule,



herramientas, información y capacitación) y 42 puntos de control, cuyo seguimiento se realiza con el apoyo de un Formulario para la Elaboración del Plan de Acción (tipo semáforo).

Mientras los grandes productores (exportación) tienen un alto porcentaje de cumplimiento, los pequeños tienen bajo o nulo cumplimiento. Mientras los primeros tienen un riesgo medio, los segundos tienen un riesgo alto. En los pequeños productores, los factores de mayor riesgo son: cercas y defensas ausentes o inseguras; múltiples puntos de ingreso a la finca; movimiento sin control de personas y animales domésticos; material de siembra no certificado; y carencia procedimientos para la desinfección de vehículos, calzado y herramientas. Las principales barreras para la adopción de medidas de bioseguridad son: carencia de información clara y sencilla; escasa capacitación; baja disponibilidad de asistencia técnica continua y oportuna; muy escasos recursos económicos; carencia de canales de comunicación adecuados y de fácil acceso; y baja o nula disponibilidad de semilla certificada. Para reducir esta brecha, se requiere: asistencia técnica oportuna y frecuente; capacitación permanente; ideas prácticas, sencillas y de bajo costo; mensajes simples y claros; disponibilidad de semilla certificada; y mejorar los canales de comunicación.


Colombia ha dispuesto de apoyo económico mediante una línea especial de crédito para bioseguridad y control de enfermedades, con tasas diferenciadas por tamaño de productor. Dado que la vigilancia fitosanitaria es un factor clave para la defensa, el segmento de pequeños productores requiere con urgencia mucho apoyo para la detección oportuna, tanto del sector público como del privado (involucrados). CORBANA ha dispuesto de línea telefónica gratuita y correo electrónico para recibir informes y alertas de plantas sospechosas, y brindar asistencia. Cada país debe diagnosticar su situación de bioseguridad y definir con urgencia las acciones necesarias para mejorarla a nivel de pequeños productores y reducir la brecha.

#### 1:15:04 La bioseguridad apoyada por el sector privado y las certificadoras

**El Ing. Jorge Alex Murray** (BANASAN), empezó su intervención brindando una visión general al respecto de su entidad. BANASAN maneja alrededor de 6 mil ha, y vigila un alrededor de 260 unidades de producción establecidas por la ONPF (75% presentes en cooperativas). Desde noviembre de 2019, su empresa implementó protocolos, creó un grupo de bioseguridad (con 5 ingenieros capacitados como auditores) y obtuvo certificaciones de CERES y GLOBALG.A.P.+ Add-on (renovada el 2021). Esta última abarca controles de cumplimiento para Foc R4T, relativos a comprensión del patógeno, formación y concientización, control en puntos de acceso, buenas prácticas agronómicas y supresión del patógeno.

Con respecto a la comprensión del comportamiento del patógeno y su epidemiología, la empresa capacitó a su personal en temas relativos a la identificación de síntomas externos, y en el análisis de riesgos en suelo, material vegetal y agua de circulación.

Con respecto a la formación y la concientización, se creó un guía de bioseguridad para personas que transitan y se desarrolló un programa de capacitación continua. En relación a los puntos de acceso de las granjas de los productores, se evaluó conjuntamente mediante matriz de riesgo y una lista de chequeo de cumplimiento de la normativa (ICA y GLOBAL G.A.P.). La matriz es compuesta de cuatro componentes con



su respectivo puntaje: (i) infraestructura (áreas de seguridad para entrada, calzado y vehículos esenciales, contenedores con área sucia y limpia, senderos, accesos alternos, comunitarias/para cooperativas); (ii) operativo; (iii) químico (chequeo de producto desinfectante y su concentración; lavado y desinfección de botas; en fincas orgánicas se usa de amonio cuaternario en pediluvios de entrada y para lavado y desinfección de vehículos, y de cloro al 3% en pediluvios internos y para la desinfección de herramientas); e (iv) informativo.

Con relación a las medidas agronómicas, la empresa sigue las resoluciones implementadas por el ICA (declaración emergencia nacional, plan de bioseguridad y vigilancia, medidas para contener la dispersión) y emplea materiales vegetales con origen en laboratorio certificado u originarios de compañías con certificación ICA. La empresa también conduce el chequeo de lavado y desinfección previo al movimiento de maquinaria. Las normas relativas a la supresión del patógeno no se han aplicado en el Departamento de Magdalena, siguiendo resolución del protocolo ICA.

El ingeniero concluyó mencionando que la integración es clave para que un plan de bioseguridad funcione, resaltando la importancia en el establecimiento de una conexión permanente entre industria, gobierno y comunidad.

**El Ing. Antonio J. González** (SAB SAS) comparte la experiencia adquirida en las fincas de cuarentena agrupadas en su organización y su aporte a la prevención hacia zonas libres de Colombia. La integración de actores se construyó mediante convenios entre públicos (M. Agricultura, ICA) y privados (ASBAMA, AUGURA) que han permitido la canalización de fondos en bioseguridad, específicamente, en el desarrollo de plan de capacitaciones a todo nivel, la provisión de amonio cuaternario, la comunicación del riesgo (campañas), la entrega de botas de caucho en fincas, y la entrega de elementos para cercar fincas. Aquello ha permitido apoyar a pequeños productores no cuentan con recursos suficientes.

El sector privado ha desarrollado las siguientes actividades: la capacitación permanente en fincas, comunidades y encadenamientos productivos (medidas de bioseguridad); la delimitación de zonas externas (vehículos, motos y bicicletas no necesarios) y restricción del ingreso; el establecimiento de áreas de bioseguridad para el cambio de botas (entrar limpio, salir limpio). Con el tiempo, se redujeron costos de materiales de construcción de la infraestructura de bioseguridad, manteniendo los estándares, lo que aumentó la replicabilidad para pequeños productores. Se han adaptado contenedores como zonas de bioseguridad. A nivel de finca, se ha avanzado en la implementación de protocolos de bioseguridad (pediluvios, rodaluvios, señalética). En La Guajira, dado la restricción en el movimiento de maquinarias, se han implementado protocolos de bioseguridad desde el sitio de despacho al ingreso a cada finca (articulación vía comunicación en grupos Whastapp). Los contenedores, maquinarias, vehículo del personal y el personal técnico de La Guajira (ej.: demarcación de chasis), se han segregado de aquellos de zonas libres (Magdalena y César). Se han hecho diversas mejoras tecnológicas y de manejo (ej.: nebulización y bombas de espalda para lavado y desinfección de vehículos; lavado, cepillado y enjuague de contenedores en patio; bicicletas para desplazamientos internos; diseños tipo de pediluvio en campo; reducción del movimiento de suelo en pediluvio y rodaluvios, seguimiento de soluciones con productos desinfectantes).

### 1:44:18 ARP – Determinación de zonas de riesgo como apoyo a la bioseguridad, la vigilancia y las medidas de contención

La **M.Sc. Nancy Villegas** (OIRSA) brindó una visión general sobre el OIRSA, mencionando el apoyo proporcionado a los países miembros y sus ONPF para que puedan cumplir con las disposiciones sanitarias, en vigilancia, diagnóstico y Análisis de Riesgo de Plagas (ARP) desarrolladas por el organismo.

Se contabilizan 2.517 plagas cuarentenarias reglamentadas que representan una amenaza en Centroamérica (entre ellas insectos, hongos, malezas, virus, bacterias, nematodos, ácaros, phytoplasmas, viroides y moluscos). El cambio climático está ampliando el rango de latitudes aptas para la producción de musáceas, así como la distribución de patógenos.


En Latinoamérica y El Caribe, los principales países exportadores son Ecuador, Costa Rica, Guatemala y Colombia donde los sistemas de producción de bananos son diversos. Los desafíos fitosanitarios de la región incluyen epidemias históricas (tales como la Sigatoka amarilla, Sigatoka negra y el Moko del plátano), brotes actuales (tales como la pudrición acuosa del pseudotallo o bacteriosis, el nemátodo excavador, y el picudo negro), amenazas (la marchitez del plátano por *Xanthomonas*, *Banana bunchy top virus*) y peligros (Foc R4T). Interesa conocer la localización de estas enfermedades, su prevalencia en campo, su severidad/incidencia, los factores que condicionan su aparición, los paquetes tecnológicos disponibles, la investigación, así como la información de los productores para reconocerlas y manejarlas.

De acuerdo con la Coordinadora de la Unidad Regional de Análisis de Riesgo, el ARP proporciona las bases técnicas y procedimientos para la implementación de acciones fitosanitarias que permitan prevenir (entrada, primera barrera) la incursión de la enfermedad.

El procedimiento de ARP considera las siguientes etapas: (i) inicio (definición de alcance); (ii) evaluación de riesgo (categorización de plagas, estimación de las probabilidades, estimación de las consecuencias, conclusiones e incertidumbre); (iii) si existen medidas, el manejo del riesgo (identificación de las medidas de mitigación; evaluación de eficacia y disponibilidad de opciones; comparar medidas estimadas con los riesgos; recomendación de medidas); toma de decisión y/o re-evaluación. Las medidas de exclusión son enfocadas en las entradas (de mercancías reglamentadas, artículos no regulados, suelo, pasajeros, correo internacional, etc.), en la cuarentena exterior (mediante inspección de tipo intrusivo y no intrusivo), en la cuarentena mediante arcos desinfección, por medio del tratamiento de basuras internacionales y la regulación de la higienización de contenedores.

La Sra Villegas hizo hincapié a la importancia y relevancia de diversos temas como: la reglamentación de métodos de diagnóstico por medio de PCR, la elaboración de regulaciones, la implementación de planes de acción y la vigilancia activa.

La Coordinadora de la Unidad Regional de Análisis de Riesgo mencionó que en 2018 se publicó un procedimiento de ARP para Foc R4T, que se actualizó el 2019 y que hasta el 2022, se trabajará en la publicación de ARP para plagas cuarentenarias emergentes y reemergentes en musáceas. Además, en el 2021, se publicó un conjunto de medidas de bioseguridad para la introducción y movimiento de material



de propagación de musáceas. La Sra Villegas concluyó mencionando que el OIRSA también analiza los puertos y terminales habilitados para importación y exportación de banano en la región de manera a identificar zonas de riesgo a la introducción del patógeno.

#### 2:08:56 Tecnologías de mapeo que complementan el ARP territorial

**El Dr. Varma Varun** (Universidad Exeter; *Rothamsted Research*) empezó la presentación señalando que la producción de musáceas enfrenta una serie de riesgos, de carácter climático, de largo (cambio gradual en la aptitud de las tierras) y corto plazo (eventos meteorológicos extremos de mayor frecuencia e intensidad), así como riesgos derivados del ataque de plagas y enfermedades. La evaluación, manejo y mitigación de riesgos requiere información precisa sobre la ubicación de la producción, y enfrenta el desafío de contar con datos precisos, de buena resolución y actualizados. En Latinoamérica y El Caribe (LAC), el cambio climático impacta en la productividad de bananos de manera variable (negativa o positiva), según el área de cultivo, el sistema de producción y la tecnología empleada. Los modelos de pronóstico de riesgos de enfermedad disponen de información sobre la biología del patógeno, así como medios estadísticos y de simulación, pero carecen de información epidemiológica básica (ubicación de plantas hospederas, densidad de plantación, conectividad entre plantaciones, etc.).

El proyecto Banex desarrolló un mapeo a nivel global de las áreas de plantación de bananos, basada en información satelital de alta resolución (10 a 50 m) actualizada regularmente (mínimo 6 meses). Se ha completado el levantamiento para las latitudes productivas en las Américas, con 50 m de resolución, con una precisión de 95-98%, con la expectativa de generar mapas de acceso libre. Empleando el mismo algoritmo se puede llegar a mayores resoluciones (de hasta 10 m/pixel).


Entre las aplicaciones de estos productos, se puede mapear la superficie de plantaciones afectada por huracanes, identificar áreas de riesgos en el caso de futuras inundaciones, el porcentaje de plantaciones nuevas en zonas de riesgo, el tiempo de recuperación de un área de producción, etc.

De acuerdo con el investigador, la evaluación de riesgo ante a una enfermedad y su vigilancia requieren personal capacitado, incentivos y mecanismos de reporte, además del uso de soluciones tecnológicas, y de mecanismos de alerta temprana basada en información satelital y cartografía. La cartografía actualizada en alta resolución contribuye a la estrategia de vigilancia y a la modelación de riesgos de infección. El Dr. Varun finalizó agradeciendo el financiamiento del Programa Global de Seguridad Alimentaria y al *Science and Technology Facilities Council – Food Network +*, y la colaboración de CORBANA, Will Thompson (ETH Zurich) y Banelino.

#### 2:29:31 Análisis colectivo de las alternativas existentes

Los expositores de **Colombia** indicaron que, mediante resoluciones, se han establecido los requisitos para ingreso y movimiento de maquinaria y vehículos de uso agrícola de segunda mano (principio de bioseguridad: “entra limpio, salga limpio”), para la erradicación de plantas (mediante el herbicida glifosato), y para la movilización de material vegetal de propagación. De acuerdo con los panelistas, se requiere reforzar la trazabilidad y el control en las zonas fronterizas y cercanas a La Guajira. En La Guajira,





se han cumplido las medidas establecidas por el ICA y procesos fueron mejorados. Se establecieron 3 áreas con medidas diferentes, desde la eliminación de plantas en bolsas (en condiciones anaeróbicas) hasta la aplicación de bioinsumos en zonas periféricas.

En finca, los costos de las medidas de bioseguridad han sido de aproximadamente 5-6 centavos de dólar por caja al inicio de la incursión del patógeno, con las mejoras adoptadas esos costos fueron reducidos a aproximadamente 2 centavos por caja, según las características de cada finca.

Cada puesto de control, ha costado aproximadamente 77 mil dólares/año para la ONPF (el puesto consiste en un *trailer* autónomo, personal y amonio cuaternario). Se instalaron 17 puestos en total, más otros 15 puestos en convenio, alcanzando unos 1 964 mil USD/año en costos directos de instalación el primer año, y 1 395 mil USD/año para mantenimiento (personal, trajes de bioseguridad, mantención de máquinas pulverizadoras).


Las aguas residuales de puntos de lavado y desinfección se dirigen a filtros de separación de sólidos y de infiltración. Las placas huella han reducido la cantidad de suelo que llegan a esos filtros. Estas aguas no deben ir a cursos de aguas superficiales.

En La Guajira, los productores de grandes extensiones adoptan áreas de bioseguridad únicas, ya en Magdalena (zona libre), los 550-600 pequeños productores de banano de exportación están agrupados en cooperativas, los cuales, en algunas áreas, han establecido área de seguridad únicas para un grupo de fincas.

Los representantes de organizaciones públicas y privadas de **Costa Rica** indicaron que, no solamente la infraestructura es importante, sino la efectividad de las medidas y su proporcionalidad al riesgo, producto de un análisis integral. En las fincas orgánicas, las certificadoras han colaborado a subsanar la limitación de opciones de productos factibles de usar. Han reconocido la importancia de la investigación para la innovación y para la efectividad de las medidas en toda la región. Según los especialistas se requiere modernizar los puntos de entrada en los países. En Costa Rica, por ejemplo, se ha invertido 250 000 dólares para fronteras terrestres y marítimas (sin incluir aeropuertos).

Los costes para la implementación de medidas de bioseguridad, considerando una productividad de 3 mil cajas/ha es de 120 dólares/ha (4 centavos por caja de banano) al inicio, y el costo de mantenimiento esta alrededor de 1 centavo de dólar/caja.

Dado que los desinfectantes basados en sales de amonio cuaternario tienen limitaciones, se está viendo la aplicabilidad del uso de glutaraldehído o mezclas entre ambos. Existen procedimientos y guías para la producción de material vegetal sano que son fáciles de replicar (basadas en el uso de rebrotes y la propagación *in vitro*). La estrategia que se planea en el país es la producción regional de semilla certificada de buena calidad, para minimizar el riesgo de trasiego de semillas de diferentes partes. De acuerdo con los especialistas la Legislación debe corregir el movimiento fronterizo de semillas y se debe difundir las medidas de controles mediante cadenas de información. La importación de maquinaria usada demanda que el equipo esté totalmente desinfectado y libre de suelo y material orgánico, al ingresar en el país.



También se ha discutido poner requisitos de limpieza y desinfección a contenedores de transporte marítimo que vienen de otros continentes, que no necesariamente reciben ese tratamiento.

**El OIRSA** indicó que, dado que la prevención es más costo/efectiva que el control, es imperativo aumentar la inversión en prevención y la aplicación de medidas de bioseguridad en todos los países.

**La Universidad Exeter** señaló que, para mejorar la prevención y alerta temprana, se podría usar imágenes de satélites comerciales, cuyos costos son muy mayores. Algunos países podrían quedar fuera, afectando la uniformidad y comparabilidad entre países.

### **Aplicaciones móviles que apoyan la vigilancia de la plaga:**

#### **3:13:23** BANASOFT – una aplicación para la vigilancia y el seguimiento de brotes

**El Ing. Jimmy Santiago** (SAB SAS) brindó una descripción del BANASOFT (plataforma web, desarrollada por SAB SAS), que lleva de forma digital procesos relevantes de una finca productora de banano y pone a disposición información relevante e integrada para la toma de decisiones, el mejoramiento de los procesos, el aumento de la producción y la calidad, así como la optimización en el uso de los recursos. Las fincas son georreferenciadas y se generan diversas capas de información (productividad, suelos, clima, fertilización, sanidad vegetal, imágenes satelitales). El módulo SIG despliega información geoespacial con viñetas (producción, satélite, bioseguridad, sanidad vegetal y laboratorio) y da la opción de “mapa de calor” para la erradicación de brotes. La aplicación móvil (plataforma Android) se utiliza para capturar datos sobre los procesos en campo, planta empacadora y área de contenedores (la cual requiere internet para transmitir información).

Para el monitoreo de brotes a nivel de finca, el encargado del recorrido accede mediante credenciales y clave de ingreso. Se puede entonces capturar información descriptiva y fotografías de los síntomas (diagnóstico del brote y su ubicación detallada). Para las auditorías, la información de terreno se organiza en los cinco ejes de bioseguridad y sus componentes establecidos en la normativa (Resolución ICA): evaluación de infraestructura; conducta operativa; información de desinfectantes; información general; e información de campo.

El seguimiento de la sanidad vegetal se puede hacer en diferentes fechas y períodos, mediante el llenado de columnas de información en planillas, con la opción de descargarlas en Word, Excel y PDF (reportes). Con respecto a la bioseguridad, se registran las informaciones a nivel de finca, lote, banda, torre, coordenadas, diagnóstico, estado actual, fecha de detección, confirmación del ICA, eventual área erradicada, etc. Con respecto a las auditorías, se especifica el auditor, tipo de auditoría, tarea/consulta, su respectiva respuesta y las observaciones correspondientes, y se pueden generar estadísticas y gráficos de cumplimiento.

El ingeniero concluyó mencionando que, para el éxito de la herramienta, se requiere seguimiento constante y análisis de los reportes para la toma de decisión.

### 3:27:38 Tumaini: aplicación móvil basada en inteligencia artificial para el diagnóstico específico de plagas de banano y las medidas de control adecuadas


**El Dr. Michael Gomez Selvaraj** (Alianza BI/CIAT) empezó su presentación señalando que los sistemas de alerta temprana necesitan diversos sensores (vehículos aéreos no tripulados en combinación, imágenes satelitales de resolución media a alta, terrestres) y fuentes de información (modelos avanzados de inteligencia artificial, aplicaciones móviles). La herramienta Tumaini (“esperanza” en Swahili), disponible en inglés, castellano, francés, Tamil y Swahili desarrollada para el monitoreo y vigilancia digital de grandes superficies de producción de bananos en zonas tropicales fue presentada. La aplicación es libre (Android) y se encuentra disponible en línea (3 mil descargas), en *google play store*. Las bases de datos se vienen colectando y probando en India, África, Malasia y Latinoamérica. De acuerdo con el investigador la línea de proceso de aprendizaje artificial incluye la recolección de imágenes (validadas por fitopatólogos), el etiquetado de datos, su difusión, el desarrollo de bases de datos de entrenamiento, validación y testeo, la evaluación de desempeño y la detección en imágenes de enfermedades. La segunda versión de la aplicación Tumaini maneja un modelo en línea y descargable, contiene más de 12 mil imágenes, más de 30 mil anotaciones, 9 clases de patógenos (que abarcan 6 enfermedades incluyendo marchitez por *Fusarium*) y 7 modelos. Su riqueza son los datos.

El software permite realizar la identificación en plantas enteras, hojas, pseudotallos, racimos, cortes de fruta y cormo (se está incluyendo ahora el raquis). La fotografía de campo se ingresa, especificando el tejido vegetal, a la aplicación móvil quien realiza el reconocimiento, indicando un porcentaje de confiabilidad (cuando mayor a 80% es considerado adecuado). Se accede a una descripción de la enfermedad identificada, la sintomatología y el control. Se han realizado capacitaciones de campo a pequeños agricultores para su empleo en la identificación de patógenos. El desafío es cómo clasificar las nuevas enfermedades y diferenciar algunas con sintomatología parecida (ej.: *Xanthomonas* y *Fusarium*), para lo cual se buscan las diferencias claves y fomenta que los usuarios ingresen imágenes de varios tipos de tejidos. La detección es buena a nivel de género, no a nivel de especie. En su uso también se observan otras limitaciones relacionadas a la identificación de síntomas tempranos.

Los datos sobre coordenadas geográficas de posicionamiento global (GPS), modelamiento de detección de enfermedad, imágenes y cajas se filtran, integran y representan territorialmente. Se ha mejorado los sistemas de obtención, análisis y mapeo de datos y de alertas temprana, con miras a una herramienta integrada. Se integra plataformas aéreas (drones) y satelitales, con aplicaciones móviles (terreno) de detección de patógenos, generando un impacto favorable importante (cerca del 60% de las pérdidas por plagas y enfermedades se deben a carencia de información a nivel de finca). Enfocados en África, se trata de extenderse a otros territorios. Se agradece al Programa de Investigación del CGIAR en Raíces, Tubérculos y Bananos.

### 3:44:10 Preguntas, comentarios y análisis colectivo sobre el tema y la sesión del día:

La aplicación desarrollada por SAB SAS es propiedad de ella (no es abierta). Las infecciones complejas (combinadas) son difíciles de identificar, para ello, es importante el modelo múltiple (varios tejidos



vegetales, en particular, es importante incorporar el raquis). Falta incorporar patógenos de Latinoamérica, la aplicación es gratuita, se pueden ofrecer capacitaciones y recibir imágenes a analizar.

**3:49:02 Cierre de la segunda sesión de la Jornada de la FAO:**

To discover the benefits of becoming a member of the World Banana Forum and to take an active role towards a sustainable banana sector, please visit:

**[www.fao.org/world-banana-forum](http://www.fao.org/world-banana-forum)**

World Banana Forum Secretariat  
Trade and Markets Division

Food and Agriculture Organization of the United Nations  
Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Rome, Italy

**WBF@fao.org | [www.fao.org/wbf](http://www.fao.org/wbf) | @FAOwbf**



**Red Global sobre R4T**

**<http://www.fao.org/TR4GN>**

**oro (FMB)  
IT en América Latina y el Caribe  
cción Fitosanitaria (CIPF)**