

Gestión De Prevención Del Hongo Fusarium Raza En La Producción Bananera De Ecuador

Soto Galarza Boris Iván*
Campos Vera Roberto Jacinto*
Lopez Pincay Pamela Roxana*

Resumen

El presente artículo tiene como propósito analizar la gestión de prevención del hongo Fusarium Raza 4 en la producción bananera de Ecuador. Específicamente, se caracteriza el hongo Fusarium Raza4 que afecta las plantaciones de banano; luego, se describen los métodos de detección e identificación del hongo Fusarium Raza4 en las plantas de banano; y se explican los procedimientos de prevención del hongo Fusarium Raza4 en las plantaciones de banano, así como las gestiones preventivas más recientes de prevención de la plaga en Ecuador. Metodológicamente hablando, el presente artículo es de tipo descriptivo – documental; utilizando material bibliográfico, noticias actuales e información proporcionada por el Banco Central de Ecuador y por el Ministerio de Agricultura y Agrocalidad. Los resultados muestran que el Fusarium, es una devastadora plaga que hoy ha puesto en alerta a los productores bananero del Ecuador ya que una vez introducido en las plantaciones es difícil de erradicar, permaneciendo durante décadas en el terreno que lo alojó. Se concluye que la mejor opción para evitar el impacto del hongo Fusarium Raza 4 en la producción de musáceas es la exclusión y la capacitación de los productores, además, las gestiones de medidas preventivas del hongo van enfocadas principalmente hacia el trabajo conjunto con otras instituciones que tienen protocolos ya confirmados, de tal manera que se conozcan y apliquen las medidas de bioseguridad necesarias para evitar contagio.

* Investigador independiente, borissotog@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2184-4467>

* Universidad Tecnica Equinoccial Santo Domingo, robertocamposvera@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-3553-6986>

* Universidad de Guayaquil, pamelopez206@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-8317-1467>

Recibido: 2020-09-20. **Aceptado:** 2020-12-01

Como citar APA: Soto B., Campos J., Lopez P. (2020) Gestión De Prevención Del Hongo Fusarium Raza En La Producción Bananera De Ecuador. *Repique*, 2(2), 69-86

Palabra clave: hongo Fusarium Raza 4, Gestión, prevención, bananeras.

Prevention Management of the Fungus Fusarium Raza in the Banana Production of Ecuador

Abstract

The purpose of this article is to analyze the prevention management of the fungus Fusarium Race 4 in the banana production of Ecuador. Specifically, the Fusarium Raza4 fungus that affects banana plantations is characterized; then, the detection and identification methods of the fungus Fusarium Raza4 in banana plants are described; and the procedures for preventing the fungus Fusarium Raza4 in banana plantations are explained, as well as the most recent preventive measures to prevent the plague in Ecuador. Methodologically speaking, this article is descriptive-documentary; using bibliographic material, current news and information provided by the Central Bank of Ecuador and by the Ministry of Agriculture and Agrocalidad. The results show that Fusarium is a devastating pest that today has alerted banana producers in Ecuador since once it is introduced into the plantations it is difficult to eradicate, remaining for decades in the land that hosted it. It is concluded that the best option to avoid the impact of the fungus Fusarium Race 4 on the production of musaceae is the exclusion and training of the producers, in addition, the efforts of preventive measures of the fungus are mainly focused on joint work with other institutions that They have already confirmed protocols, so that the necessary biosecurity measures are known and applied to avoid contagion.

Key word: Fusarium Race 4 fungus, Management, prevention, banana plantations.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el banano es la fruta más cultivada ocupando el cuarto lugar después del del trigo, el arroz y el maíz. Representa una parte fundamental de la economía de países pequeños y entre los principales países vendedores de la fruta a nivel mundial se encuentra Ecuador, acompañado de Filipinas, Costa Rica, Colombia y Guatemala.

Gutiérrez Benítez y Acuña Gamboa (2022) Ecuador juega un importantísimo papel como exportador de banano, ya que posee grandes extensiones de terreno destinados a este cultivo, una de sus grandes ventajas es que goza de condiciones climáticas excepcionales, que junto a la riqueza de su suelo han permitido que desde finales de los años 40 el país se convierta en un productor agrícola de excelencia, por lo que durante todo el año hay fruto disponible para la comercialización nacional e internacional.

En pocas palabras, grandes divisas que recibe el país entran por vía de la producción del banano, lo que permite además, generar empleos en cantidad. Sin embargo, no todo parece perfecto, existe una amenaza externa global que está haciendo estragos en algunos países, dañando gran parte de la producción de banano. Se trata del hongo *Fusarium*, el cual una vez introducido en las plantaciones es difícil de erradicar, permaneciendo durante décadas en el terreno que lo alojó. Esto hace que se pierdan grandes cantidades de plantaciones, causando un impacto económico negativo en el sector productor y comercializador de banano, afectando a su vez el consumo de las comunidades.

El hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cubense (Foc)*, es un agente causal de la Marchitez por *Fusarium*. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO:2016), la marchitez por *FUSARIUM* es causada por el hongo *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* transmitido por el suelo. Es una de las enfermedades más destructivas de banano en todo el mundo. Su nueva Raza 4 Tropical (*Foc R4T*) ha causado graves pérdidas en el Sudeste Asiático, afectando negativamente la subsistencia de los pequeños productores. También, se ha extendido a África (Mozambique) y al Medio Oriente, causando preocupaciones de su posible propagación al subcontinente indio y América Latina con repercusiones graves para los pequeños productores, los trabajadores y la cadena de valor del banano. (FAO:2016).

La enfermedad puede propagarse a través de materiales vegetales y esporas y de partículas del suelo infestadas adheridas a herramientas agrícolas, zapatos, vehículos y cualquier otro medio. El riego y el drenaje de agua, en particular las inundaciones, juegan un papel crítico en la propagación.

La principal preocupación por parte de la industria bananera es que una vez establecido en una plantación, se propaga fácilmente y permanece

viable en el suelo durante décadas, de hecho, según el diario El Comercio (2019) la plaga, en su versión Raza 1, terminó con las plantaciones de banano de Ecuador en la década de los 60.

Si bien, la principal preocupación es las innumerables pérdidas de plantas de banano, traducidas en disminución de ingreso, lo que genera un gran impacto económico en las producciones de banano; algo que también causa gran grado de preocupación son los costos para prevenir y erradicar el hongo.

El presente artículo analiza la gestión de prevención del hongo Fusarium Raza4 en la producción bananera de Ecuador. En primera instancia se caracteriza el hongo Fusarium Raza4 que afecta las plantaciones de banano; luego, se describen los métodos de detección e identificación del hongo Fusarium Raza4 en las plantas de banano; se explican los procedimientos de prevención del hongo Fusarium Raza4 en las plantaciones de banano, así como las gestiones preventivas más recientes de prevención de la plaga en Ecuador.

Metodológicamente hablando, el presente artículo es de tipo descriptivo – documental. Se describen las variables desde su estado natural, sin ningún tipo de manipulación, realizándose una revisión bibliográfica, y, para los resultados, se utilizan estadísticas proporcionadas por el Banco Central de Ecuador y por el Ministerio de Agricultura y Agrocalidad, quienes suministran información acerca de las variaciones en las exportaciones de banano en Ecuador y de las medidas preventivas de bioseguridad, para detener el ingreso de plagas que afectan las plantaciones.

A nivel mundial, el banano es la fruta más cultivada ocupando el cuarto lugar después del trigo, el arroz y el maíz. Representa una parte fundamental de la economía de países pequeños y entre los principales países vendedores de la fruta a nivel mundial se encuentra Ecuador, acompañado de Filipinas, Costa Rica, Colombia y Guatemala.

Ecuador juega un importantísimo papel como exportador de banano, ya que posee grandes extensiones de terreno destinados a este cultivo, una de sus grandes ventajas es que goza de condiciones climáticas excepcionales, que junto a la riqueza de su suelo han permitido que desde finales de los años 40 el país se convierta en un productor agrícola

de excelencia, por lo que durante todo el año hay fruto disponible para la comercialización nacional e internacional.

En pocas palabras, grandes divisas que recibe el país entran por vía de la producción del banano, lo que permite además, generar empleos en cantidad. Sin embargo, no todo parece perfecto, existe una amenaza externa global que está haciendo estragos en algunos países, dañando gran parte de la producción de banano. Se trata del hongo fusarium, el cual una vez introducido en las plantaciones es difícil de erradicar, permaneciendo durante décadas en el terreno que lo alojó. Esto hace que se pierdan grandes cantidades de plantaciones, causando un impacto económico negativo en el sector productor y comercializador de banano, afectando a su vez el consumo de las comunidades.

El hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense (Foc), es un agente causal de la Marchitez por Fusarium. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO:2016), la marchitez por FUSARIUM es causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense transmitido por el suelo. Es una de las enfermedades más destructivas de banano en todo el mundo. Su nueva Raza 4 Tropical (Foc R4T) ha causado graves pérdidas en el Sudeste Asiático, afectando negativamente la subsistencia de los pequeños productores. También, se ha extendido a África (Mozambique) y al Medio Oriente, causando preocupaciones de su posible propagación al subcontinente indio y América Latina con repercusiones graves para los pequeños productores, los trabajadores y la cadena de valor del banano. (FAO:2016).

La enfermedad puede propagarse a través de materiales vegetales y esporas y de partículas del suelo infestadas adheridas a herramientas agrícolas, zapatos, vehículos y cualquier otro medio. El riego y el drenaje de agua, en particular las inundaciones, juegan un papel crítico en la propagación.

La principal preocupación por parte de la industria bananera es que una vez establecido en una plantación, se propaga fácilmente y permanece viable en el suelo durante décadas, de hecho, según el diario El Comercio (2019) la plaga, en su versión Raza 1, terminó con las plantaciones de banano de Ecuador en la década de los 60.

Si bien, la principal preocupación es las innumerables pérdidas de plantas de banano, traducidas en disminución de ingreso, lo que genera un gran

impacto económico en las producciones de banano; algo que también causa gran grado de preocupación son los costos para prevenir y erradicar el hongo.

El presente artículo analiza la gestión de prevención del hongo *Fusarium Raza4* en la producción bananera de Ecuador. En primera instancia se caracteriza el hongo *Fusarium Raza4* que afecta las plantaciones de banano; luego, se describen los métodos de detección e identificación del hongo *Fusarium Raza4* en las plantas de banano; se explican los procedimientos de prevención del hongo *Fusarium Raza4* en las plantaciones de banano, así como las gestiones preventivas más recientes de prevención de la plaga en Ecuador.

Metodológicamente hablando, el presente artículo es de tipo descriptivo – documental. Se describen las variables desde su estado natural, sin ningún tipo de manipulación, realizándose una revisión bibliográfica, y, para los resultados, se utilizan estadísticas proporcionadas por el Banco Central de Ecuador y por el Ministerio de Agricultura y Agrocalidad, quienes suministran información acerca de las variaciones en las exportaciones de banano en Ecuador y de las medidas preventivas de bioseguridad, para detener el ingreso de plagas que afectan las plantaciones.

METODOLOGÍA

Los hongos del género *Fusarium* son ampliamente conocidos alrededor del mundo, y se han convertido en un problema serio ya que producen metabolitos tóxicos que ponen en peligro la salud de los seres humanos y de los animales. Además, incluye muchos patógenos de plantas de importancia agrícola que en conjunto ocasionan enfermedades caracterizadas por marchitez, tizones, pudriciones en cultivos ornamentales y forestales en ecosistemas agrícolas y naturales (Ma et al., 2013).

También es llamado el mal de Panamá causado por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense*, es una de las plagas más importantes de las musáceas. Se han descrito razas con capacidad de atacar clones particulares. Foc R4T es una plaga especialmente de musáceas. Sin embargo, parece tener la capacidad de permanecer en determinadas malezas y posiblemente en otras plantas relacionadas con las musáceas tales como *Heliconia* spp. (Pérez Vicente 2004; Fourie et al. 2009).

Como otros fitopatógenos, este hongo emplea diversas estrategias de infección, así también, la especificidad del hospedero depende de cada especie de *Fusarium*. El hongo puede sobrevivir en el suelo como micelio o como esporas en ausencia de sus anfitriones, y si se encuentra cerca una planta hospedera, la infección puede iniciar en las raíces, en partes de la planta por encima del suelo, a través del aire o el agua (Ma et al., 2013).

Para que la infección se logre con éxito, la interacción entre hongo-planta responde a un proceso donde se deben movilizar diferentes conjuntos de genes para la señalización temprana del hospedero, la adhesión a la superficie de este, la descomposición enzimática de barreras físicas, la defensa contra los compuestos antifúngicos del anfitrión, y la inactivación y la muerte de las células huésped por micotoxinas segregadas. (Agrios, 2005).

Numerosos estudios acerca de una amplia gama de hongos convergen en la identificación de genes básicos de patogenicidad que codifican para componentes esenciales de las vías involucradas para las señales exógenas o endógenas, tales como proteínas Ras (pequeñas GTPasas) los componentes de señalización de proteína G y sus vías descendentes, diversos complejos proteínicos (Ma et al., 2013) y las cascadas de señales de transducción que son reguladores para el desarrollo del hongo y su virulencia: el sistema de señalización de la adenosin monofosfato cíclico dependiente de proteína quinasa (cAMP-PKA) y la cascada de proteínas quinazas activadas por mitógenos (MAPK) (Groenewald, 2006).

Estas vías juegan un papel crucial en la formación de estructuras infectivas, tales como los apresorios y la secreción de una mezcla de enzimas hidrolíticas para penetrar el complejo de barreras físicas del huésped, que incluyen quitinasas, celulasas, pectinasas y proteasas. (Groenewald, 2006).

El hongo presenta características saprófitas y puede sobrevivir en el suelo hasta por 30 años mediante estructuras de resistencia (clamidosporas) (Stover, 1962). La germinación de las clamidosporas es inducida por la acción de exudados radicales de plantas susceptibles, e infectan la superficie y la corteza de las raicillas secundarias y terciarias, de donde después el micelio alcanza los vasos del xilema produciendo microconidios. Mediante la degradación de paredes y vasos cribosos, los conidios se mueven a través de la corriente ascendente de savia y colonizan nuevos

vasos hasta colonizar la mayor parte del sistema vascular de la planta y eventualmente causar su muerte.

Cuando la planta muere, el hongo coloniza el tejido parenquimatoso adyacente a los vasos y produce esporas. A partir de la muerte de los tejidos de la planta también se induce la formación de clamidosporas (esporas de paredes gruesas que pueden sobrevivir en condiciones desfavorables). Tanto las esporas como las clamidosporas pueden dispersarse por diversos medios (agua, viento, suelo contaminado, tejido infectado vivo o muerto), con la diferencia de que las últimas tienen mayor capacidad de sobrevivencia. (OIRSA 2013).

En los últimos diez años *Fusarium oxysporum* raza 4 tropical, se ha reportado en zonas productoras del Sudeste de Asia, Taiwán, China, Indonesia, Malasia, Australia y Filipinas, actualmente la FAO reporta la plaga en África y el Medio Oriente, Jordania y Mozambique afectando a la mayoría de musáceos comestibles, por lo que su pronta dispersión es una amenaza potencial para el sector bananero de América Latina y El Caribe.

En otro orden de ideas, cabe mencionar que existen muchas clases de este hongo. Algunos de los Hospederos *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense R4T son: *Chloris inflata* (sin. *Chloris barbata*), *Commelina diffusa*, *Heliconia caribaea*, *Heliconia chartacea*, *Heliconia collinsiana*, *Heliconia crassa*, *Heliconia latispatha*, *Heliconia mariae*, *Heliconia rostrata*, *Heliconia vellerigera*, *Musa acuminata*, *Musa balbisiana*, *Musa schizocarpa*, *Musa textiles*, *Ensete ventricosum*, *Euphorbia heterophylla*, *Panicum purpurascens*, *Paspalum fasciculatum*, *Tridax procumbens*. (Plan nacional de acción para controlar y erradicar posibles focos de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 4 tropical (Foc R4T) (2013).

De acuerdo al Plan Nacional de Contingencia para *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Foc R4T) (2013), las actividades relacionadas a aspectos fitosanitarios se regulan a través de la Ley de Sanidad Vegetal (Registro oficial N° 315 del abril 16 de 2004), cuyo organismo ejecutor oficial es la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la calidad del Agro-AGROCALIDAD.

En las áreas de producción AGROCALIDAD, por medio del personal técnico agrícola de las coordinaciones provinciales realiza actividades de vigilancia fitosanitaria a través de prospecciones de plagas puntuales en las épocas de cultivo esto se ejecuta mediante la Resolución N° 24 del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria-SESA (Actualmente AGROCALIDAD) de fecha 5 de junio del 2008.

Métodos de detección: El sistema de vigilancia fitosanitaria que mantiene AGROCALIDAD a nivel nacional, contempla dos estrategias de acción para la detección temprana de plagas: vigilancia activa y vigilancia pasiva. La vigilancia activa se orienta a la captura y registro de información de FOC R4T obtenidas a través de prospecciones, monitoreos, verificación de denuncias, etc., que se realizan en el campo. La vigilancia pasiva corresponde a actividades de recopilación de información fitosanitaria desde otras fuentes de información externas a AGROCALIDAD, constituidas por diversas instancias del sector privado y estatal como tesis, artículos científicos, etc.

Parte de este método lo representa la selección de especies y lugares de monitoreo y prospección. Dentro de las prospecciones de cultivos en cada provincia se identificarán áreas de riesgo y potenciales áreas de peligro de introducción (entrada y establecimiento) de FOC R4T. Para *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* R4T se prospectará y monitoreará en las zonas bananeras y plataneras del Ecuador. El monitoreo se realizará en:

- Áreas en el entorno de los puntos de control y couriers.
- Áreas con cultivos establecidos a partir de material de propagación vegetal importado y tránsito
- Áreas relacionadas con lugares de acopio, consumo, almacenamiento, procesamiento o selección de productos agrícolas importados
- Áreas relacionadas con Estaciones Experimentales agrícolas
- Áreas de riesgo correspondientes a vías o rutas internacionales

Protocolos de Identificación: El instructivo específico de toma y envío de muestras de Foc R4T *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 4 tropical del laboratorio de Biología Molecular-Vegetal de AGROCALIDAD (BM), expone los lineamientos para la toma de muestras, preparación y envío de muestras de musáceas al BM. El ensayo que se realiza en el laboratorio servirá para la confirmación de la presencia o ausencia de Foc R4T.

El Plan Nacional de Contingencia para *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Foc R4T) (2013) establece los procedimientos de prevención de la enfermedad de las plantas de banano:

Perfiles de Peligro para el control de pasajeros: Basados en que el mayor riesgo de introducción de plagas se produce por la movilidad humana, es necesario que se apliquen mayores controles a los pasajeros provenientes de países que reporten la presencia de Foc R4T, por lo que el control de pasajeros, será en base a los perfiles de peligro establecidos por AGROCALIDAD.

Medidas de control para medios de transporte: En la actualidad el comercio internacional de plantas, productos vegetales y otros artículos reglamentados se realiza en el marco del Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) de la Organización Mundial de Comercio (OMC) y del Nuevo Texto de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), de cuyos acuerdos Ecuador es parte contratante, por lo que es necesario que se emitan disposiciones para el control de lugares de almacenamiento, empaquetado, medios de transporte, contenedores, suelo y todo otro organismo, objeto o material capaz de albergar o diseminar plagas de plantas, en particular cuando medie el transporte internacional, por lo que AGROCALIDAD establecerá la normativa que deberán aplicar las embarcaciones, aeronaves y medios de transporte terrestre para su ingreso al país.

Certificación y registro de viveros, laboratorios y material de propagación de Musáceas nacionales y de importación: Las actividades de producción y comercialización de partes vegetativas, plántulas y plantas de banano y musáceas dentro del territorio ecuatoriano, se aplica a todas las personas naturales o jurídicas a través de la Dirección de Sanidad Vegetal y procesos desconcentrados de AGROCALIDAD, con la implementación del "Manual de procedimientos técnicos para el registro y certificación de centros de producción, viveros y productores de material vegetal de propagación de banano y otras musáceas", establecido mediante Resolución Técnica N°138 (Anexo 8) y la Resolución 048 que establece las medidas y los requisitos fitosanitarios generales y específicos para la importación de plantas in vitro de musáceas (*Musa* spp.) obtenido por biotecnología moderna.

Por otra parte Pérez-Vicente (2015) habla de prácticas para la prevención del hongo. Explica que la prevención es la estrategia más

costo-efectiva para proteger las fincas e industria bananera de las amenazas de bioseguridad. Los productores pueden jugar un papel vital al familiarizarse con las plagas más importantes de los bananos. Las fincas son el primer y más importante nivel de ejecución de las operaciones de vigilancia y manejo de las plagas. La bioseguridad de las fincas comprende un grupo de prácticas simples de protección diseñadas para proteger la unidad de producción de la entrada y dispersión de plagas exóticas. Es un conjunto de medidas encaminadas a proteger las propiedades de la entrada y diseminación de plagas. Constituye la responsabilidad del productor y el personal que visita la finca o trabaja en ella.

Las necesidades y ventajas de estas prácticas son:

- 1) No tener plagas, liberando a los productores de los altos costos de producción, garantizando una mejor calidad de los productos y asegurando su comercialización.
- 2) La prevención es la estrategia de mayor impacto en los costos-eficiencia para proteger las fincas y el ambiente de las amenazas de bioseguridad.
- 3) El éxito de los programas de vigilancia y manejo de plagas depende de las acciones a nivel de finca.
- 4) Una bioseguridad mejorada y un alto nivel de alerta incrementa las oportunidades de una detección temprana de las plagas si estas son introducidas en el país.
- 5) Una detección temprana incrementa la probabilidad de la erradicación, demorará la diseminación de la plaga y reducirá su impacto en la finca y en toda la región/país.

Adicionalmente, Perez-Vicente (2015) pasa a explicar que existen procedimientos simples que al adoptarse como rutina son capaces de reducir el riesgo de entrada de plagas exóticas a la finca.

Estos son:

- 1) Creación de alertas sobre las principales plagas que amenazan la bioseguridad de la finca bananera y que exista un programa de bioseguridad adoptado en la finca. Los rabajadores, visitantes y familiares deben estar informados que existe en la finca un programa de bioseguridad para prevenir la entrada de plagas exóticas. El personal de la finca y sus familiares deben tener un conocimiento básico de las principales enfermedades que pueden afectar la producción con un gran

impacto en la misma, así como de los procedimientos básicos a seguir en caso de una sospecha de la presencia de una de estas plagas.

2) Señalizaciones/comunicaciones generales. Las señales deben ubicarse en la entrada principal y en los accesos de los equipos, en las instalaciones de procesamiento, parqueos y estaciones de fregado. Las señales deben ser claras e indicar los sitios de parqueo de los equipos y sus rutas dentro de la unidad de producción, que los visitantes al entrar deben dirigirse primeramente a la dirección o administración de la finca antes de ingresar a las unidades de producción. Lo mejor es que se realice la coordinación previa de la visita.

3) Empleo de material certificado para plantar. Debe evitarse el movimiento de germoplasma de países donde Foc R4T esté presente, sin la adecuada certificación de su estatus fitosanitario y del conocimiento confiable de la calidad de su origen o fuente. El material de plantación puede transmitir y diseminar diferentes patógenos del banano. El estatus fitosanitario del material de siembra no puede ser determinado por inspección visual simple, ya que puede estar infectado asintóticamente (como por ejemplo con Foc R4T, Moko, BBTv, BSV, etc.). Se han desarrollado y publicado diferentes normas técnicas para el movimiento seguro del germoplasma de Musa (Diekmann y Putter, 1996).

En la actualidad existen métodos confiables para el diagnóstico de Foc R4T, marchiteces bacterianas y virus en plantas que serán empleadas como fuentes de material de siembra (Thomas, 2015). El empleo de material de siembra obtenido de fuentes confiables reduce el riesgo de introducción de patógenos. Es altamente recomendado el empleo de vitroplantas certificadas como libre de patógenos e indexadas con trazabilidad. Las nuevas plantaciones deben mantenerse bajo vigilancia para de esta forma garantizar una detección temprana de plagas, y se debe mantener un registro de las plagas presentes en el nuevo material sembrado.

4) Mantener el pH del suelo encima de 5,5 para limitar el desarrollo de la marchitez por Fusarium. Los estudios realizados en Centroamérica durante la epidemia de la raza 1 de Foc en Gros Michel permitieron establecer que los suelos con valores de pH cercanos a 7 son menos óptimos para el desarrollo de marchiteces por Fusarium (Pérez Vicente et al., 2015). Los suelos supresivos en general tienen valores cercanos a 7 de

pH. Cuando el pH se encuentra por debajo de 6,5, ocurre un incremento de la incidencia del mal de Panamá.

5) Prevención de la entrada de plagas a la finca y sus parcelas mediante el manejo del movimiento del personal y maquinarias agrícolas. El movimiento del personal y los equipos dentro de la finca contribuye a la dispersión de las plagas. Los trabajadores deben ser alertados de las medidas básicas de bioseguridad. Las ropas y zapatos deben lavarse a la entrada y salida de la finca para eliminar los restos de suelo y de plantas que pueden transportar. Se debe prohibir el ingreso directo de visitantes o trabajadores de otras fincas con ropas y zapatos sucios. Se debe proveer a los visitantes de calzado para visitar o trabajar en la finca; limitar con cercas o cables el movimiento del personal entre las diferentes parcelas y usar lo más que se pueda la misma vía para el movimiento de maquinarias, personal y productos dentro de la finca. Es necesario que se instruya a los trabajadores sobre medidas higiénicas básicas para proteger la bioseguridad. Deben establecerse para la desinfección de calzado y equipos, baños (los productos basados en amonios cuaternarios han demostrado su eficiencia en este propósito), para aquellos que van o regresan hacia la finca y los que se mueven entre las diferentes parcelas (llegar limpios, salir limpios). Es recomendable mantener un registro de visitantes. Esta información será de mucho valor cuando se quiera determinar el origen y transmisión de eventos de bioseguridad.

6) Monitoreo frecuente de las plagas que inciden en el cultivo para una detección temprana de aquellas consideradas raras o inusuales. El monitoreo o vigilancia del cultivo involucra la búsqueda, registro y manejo de las plagas. La conducción de inspecciones regulares al cultivo brinda un mejor chance de identificar nuevas plagas antes de que se establezcan e incrementa la oportunidad de erradicación y de hacer frente a brotes secundarios (Oca et al. 2020).

7) Reportar inmediatamente situaciones inusuales. Esté alerta de regulaciones existentes para la protección de la producción bananera de las amenazas existentes.

8) Creación de capacidades y entrenamiento a los trabajadores de los síntomas y procedimientos a seguir ante un evento de bioseguridad. Los trabajadores de la finca es el personal que diariamente se mueve por las diferentes áreas de producción y que está en contacto con las plantas. Se

le debe proveer de información básica de los síntomas característicos de las plagas de interés, entendimiento básico de las vías de distribución y algunas normas de cómo proceder si se observa un evento de bioseguridad o algo parecido. El personal técnico tiene que estar atento a la información de los síntomas básicos y procedimientos de vigilancia para obtener información relacionada con los límites y severidad del brote. La distribución de carteles o pósteres en los lugares de reunión, así como de plegables con informaciones simples y básicas, ayudará a incrementar la probabilidad de una detección temprana.

RESULTADOS

Según El Diario el Universo (2019), al menos cinco aristas tienen cubiertas Ecuador para prevenir el ingreso y, en caso de ser necesario, detectar de manera temprana la presencia en el banano. Estas son:

- Capacitar a los productores para la detección temprana
- Tomar de medidas de bioseguridad para evitar la llegada
- Tomar acciones en puertos y aeropuertos
- Importar de plantas resistentes a la enfermedad
- Fortalecer los laboratorios para la detección

Como parte de estas medidas, en Agosto del año 2019, visitaron el país dos científicos sudafricanos de la Universidad de Stellenbosch, expertos en el tema de Fusarium F4. Son Altus Viljoen y Diane Mostert, quienes, entre otras actividades, visitaron plantaciones de banano en El Carmen, Manabí.

Altus Viljoen, que ha conocido de cerca la enfermedad, dice que ha constatado en otros países las graves consecuencias que tiene en la planta Cavendish. Este tipo de planta es la de mayor cultivo en Ecuador. Recomienda al menos tres acciones inmediatas: tener conciencia sobre la enfermedad y sus cuidados, lo que no involucra solo Agrocalidad y productores, sino a toda la cadena que brinda servicios. Mantener rigurosas medidas de bioseguridad en finca. Controles de quiénes entran y quiénes salen, mantener desinfección de herramientas, pediluvios y rodaluvios, cuyos costos no son altos. (Diario el Universo:2019).

Por otra parte, Diane Mostert, explica que Ecuador tiene una capacidad potente en sus laboratorios de identificar el mal de forma rápida. Pero aclara que, de llegarse a dar este escenario, se debe trabajar con otras instituciones para los protocolos confirmatorios.

Patricio Almeida, director de Agrocalidad, indica que al momento existen unos 1.000 expertos haciendo vigilancia en diversas partes del país. Sin embargo, lo más importante es que los propios productores, que conocen sus plantaciones, se capaciten para la detección temprana. Al momento se ha capacitado a 7.000 productores de un universo de 16.000.

En resumen, la gestión de medidas preventivas del hongo *Fusarium* van enfocadas principalmente hacia el trabajo conjunto con otras instituciones que tienen protocolos ya confirmados, de tal manera que se conozcan y apliquen las medidas de bioseguridad necesarias para evitar contagio. Adicionalmente, es bien importante la capacitación de los productores de banano, a fin de estar preparados para hacer frente a la plaga.

La mejor opción para evitar el impacto del hongo *Fusarium* Raza 4 o Mal de Panamá en la producción de musáceas es la exclusión. Mantenerse en etapa de exclusión implica que Ecuador continúe aplicando los protocolos de bioseguridad, tanto a nivel de puertos y aeropuertos, terminal terrestre y frontera, y que mantenga la exhortación para que el sector productivo adopte ciertas medidas de seguridad dentro de sus fincas.

Según Villegas (2019), 18 países como Taiwán, Malasia, Indonesia, Filipinas, Jordania, Mozambique, Australia, entre otros, conviven con esta enfermedad. "Los brotes de esta plaga en el ámbito mundial han revelado la complejidad de su tratamiento y erradicación, ya que no tiene cura". En el caso de Ecuador, desde el 3 de julio del año 2019, se implementaron medidas de exclusión bajo un protocolo internacional para controlar eventuales propagaciones en América Latina y el Caribe. "La importancia de la producción bananera ecuatoriana se observa en el porcentaje de aportación a escala mundial", enfatizó Villegas.

Según el Diario El Comercio (2019), el país en el 2018 vendió 6,5 millones de toneladas métricas de la fruta. Eso significó que el 30% de lo que se consumió en el mundo salió de las plantaciones ecuatorianas. El país se encuentra en el 'top ten' de los mayores exportadores junto a ocho países latinoamericanos. Sin embargo, la especialista de Oirsa señala, que se debe trabajar en las fronteras para promover un tránsito sano.

Los arcos de desinfección son una medida preventiva y efectiva, pero, se vuelve necesaria la inclusión social. Villegas (2019) explicó que aparte de capacitar a los productores bananeros, la ciudadanía debe entender la

amenaza que representa la plaga a las musáceas. "Los mapas de vulnerabilidad que se han levantado en los países miembros del Organismo han permitido tener situadas las zonas de riesgo por la presencia de plantaciones o de tránsito de personas", señaló.

Patricio Almeida, director de Agrocalidad, dijo que por la incidencia de la plaga, se necesita la implementación de medidas fitosanitarias severas para evitar el movimiento del patógeno de áreas infectadas a áreas libres. Por ejemplo, desde Agrocalidad se emitió una resolución para evitar el transporte de material vegetal de un finca a otra. "Las nuevas siembras deben realizarse mediante meristemas y no con colinos como tradicionalmente se hace en provincias productoras".

CONCLUSIONES

El hongo *Fusarium Raza 4* es una plaga especialmente de musáceas. Sin embargo, parece tener la capacidad de permanecer en determinadas malezas y posiblemente en otras plantas relacionadas con las musáceas. Este hongo emplea diversas estrategias de infección, así también, la especificidad del hospedero depende de cada especie de *Fusarium*.

En lo relacionado a la prevención de la plaga, el Plan Nacional de Contingencia para *Fusarium oxysporum f. sp. cubense (Foc R4T)* (2013) establece los procedimientos de prevención de la enfermedad de las plantas de banano, entre los cuales se encuentran: Perfiles de Peligro para el control de pasajeros, Medidas de control para medios de transporte y Certificación y registro de viveros, laboratorios y material de propagación de Musáceas nacionales y de importación.

Por otra parte, entre las medidas de prevención y detección temprana del hongo en las bananeras ecuatorianas se tienen:

- Capacitar a los productores para la detección temprana
- Tomar de medidas de bioseguridad para evitar la llegada
- Tomar acciones en puertos y aeropuertos
- Importar de plantas resistentes a la enfermedad
- Fortalecer los laboratorios para la detección

Al respecto, se concluye que la mejor opción para evitar el impacto del hongo *Fusarium Raza 4* o Mal de Panamá en la producción de musáceas

es la exclusión. Mantenerse en etapa de exclusión implica que Ecuador continúe aplicando los protocolos de bioseguridad, tanto a nivel de puertos y aeropuertos, terminal terrestre y frontera, y que mantenga la exhortación para que el sector productivo adopte ciertas medidas de seguridad dentro de sus fincas.

A manera de conclusión general, es importante conocer los detalles acerca del hongo *Fusarium*, con el fin de estar preparados ante cualquier situación de propagación del mismo. A través de este estudio se pueden aportar medidas preventivas que alejen las probabilidades de contagio, a fin de proteger la producción bananera y por ende evitar un impacto económico negativo.

REFERENCIAS

- Agrios, G. 2005. *Plant Pathology*. 5ed. Nueva York. Elsevier Academic Press. 922 p.
- AGROCALIDAD 2013. *Memorias Curso de Capacitación sobre diagnóstico y manejo del mal de Panamá de las musáceas*. Quevedo- Ecuador
- Diario El Comercio. 29 de Octubre de 2019.
<https://www.elcomercio.com/actualidad/oirsa-medidas-bioseguridad-plagas-plantaciones.html>.
- Diario El Universo. 31 de Agosto de 2019.
<https://ocaru.org.ec/index.php/comunicamos/noticias/item/9365-en-cinco-frentes-se-evita-el-ingreso-de-plaga-fusarium-r4-a-ecuador>
- Diekmann, D. R. and C.A.J. Putter: *Musa* FAO/IPGRI Technical Guidelines for the Safe Movement of Germplasm, 2nd.ed., Rome, 1996.
- Groenewald, S. 2006. *Biology, pathogenicity and diversity of Fusarium oxysporum f. sp. cubense*. Tesis doctoral, Universidad de Pretoria, Gauteng, Sudáfrica. 158 p.
- Gutiérrez Benítez, J. G. y Acuña Gamboa, L. A. (2022). Evaluación estandarizada de los aprendizajes: Una revisión sistemática de la literatura. CPU-E. *Revista de Investigación Educativa*, ene-jun (34), 321-351. <https://doi.org/10.25009/cpue.v0i34.2800>
- Ley de sanidad vegetal (2004)

- Ma, L. J.; Geiser, D. M.; Proctor, R. H.; Rooney, A. P.; O'Donnell, K., Trail, F. y Kazan, K. 2013. *Fusarium Pathogenomics*. Annual review of microbiology, 67, 399-416.
- Oca Rojas, Y. M., Silupu, W. M. C., Romero, R. M., Jonathan, C. T., & Bastidas, C. B. (2020). Information technologies for the formation of socio-productive networks: Theoretical reflections. *RISTI - Revista Iberica De Sistemas e Tecnologias De Informacao*, 2020(E31), 151-160.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) (2016)
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO (2016)
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (2016) Hoja de información FCC-EMPRES. Luchar contra la marchitez por fusarium del banano.
- Perez-Vicente (2004) *Fusarium wilt (enfermedad de panamá) de bananas: una revisión actualizada de la corriente* Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Ministerio de Agricultura de Cuba. Gaveta 634, 11300, Playa, Ciudad Habana, Cuba.
- Pérez-Vicente, Luis. (2015) Las mejores prácticas para la prevención de la raza 4 tropical de la marchitez por fusarium y otras enfermedades exóticas en fincas bananeras *Fitosanidad*, vol. 19, núm. 3, diciembre, 2015, pp. 243-250 Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba
- Rishbeth, J.: «Fusarium wilt of banana in Jamaica. I. Some observations on the epidemiology of the disease», *Ann. Bot.* 19, 293, 1957.
- Stover, R.H. (1962) *Fusarial Wilt (Panama Disease) of Bananas and Other Musa Species*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England.
- Thomas, J.: *Musa Net Technical Guidelines for the Safe Movement of Musa Germplasm*, 3rd Edition, Bioersity International, Rome, 2015.
- Villegas Nancy (2019). Coordinadora de Análisis de Riesgo del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)