

Diagnóstico de patógenos asociados al cultivo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en localidades del Cibao Central de la República Dominicana

Sandra Araujo¹, Máximo Halpay² y Lucia Silverio²

¹Investigadora Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). Investigadores en protección vegetal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) en el ²Centro de Tecnologías Agrícolas (Centa). Autor para Correspondencia ² mhalpay@idiaf.gov.do

RESUMEN

En la República Dominicana las plantaciones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) son afectadas por enfermedades fungosas y bacterianas cuya distribución geográfica e importancia económica varían considerablemente. Desde el punto de vista práctico, sin una identificación apropiada, no es posible desarrollar método de detección sensible y preciso que permitan controlar las enfermedades, solo la identificación de los agentes causales de las enfermedades permite seguir y validar estrategias de manejo que eviten su diseminación. Con el objetivo de aislar e identificar los patógenos asociados a enfermedades en el cultivo de yuca, se colectaron muestras foliares con síntomas y sin síntomas en parcelas previamente evaluadas, los aislamientos procedieron de 89 muestras, tomadas de las seis principales subzonas productoras de yuca de la Región del Cibao Central. Para aislamiento de los hongos, se utilizaron los medios de cultivo: agar nutritivo (AN), levadura-dextrosa-carbonato (YDC) y papa-dextrosa-agar (PDA), para la identificación de bacterias: la tinción de Gram. y pruebas bioquímicas. Se realizó una prueba de patogenicidad con los aislamientos obtenidos. Las plantas inoculadas presentaron expresión de daño de los tejidos internos y externos sugiriendo que los microorganismos inoculados tenían relación con las enfermedades observadas. De las muestras foliares colectadas, se aislaron e identificaron hongos de los géneros: *Cercosporidium*, *Colletotrichum* y *Alternaria*, además, se identificó la bacteria del género *Clavibacter*, la cual no ha sido reportada en la República Dominicana.

Palabras claves: yuca, daños foliares, *Cercosporidium*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Clavibacter*.

ABSTRACT

In the Dominican Republic, cassava (*Manihot esculenta* Crantz) plantations are affected by fungal and bacterial diseases whose geographic distribution and economic importance are considerably. From a practical point of view, without proper identification, it is not possible to develop a sensitive and precise detection method to control diseases, only the identification of the causal agents of the diseases allows to follow and validate management strategies that prevent their spread. In order to isolate and identify the pathogens associated with cassava cultivation diseases, leaf samples with and without symptoms were collected in previously evaluated plots, the isolates came from 89 samples, taken from the six main cassava producing sub-zones of the region. Central Cibao Region. For the isolation of the fungi, the culture media were used: nutrient agar (AN), yeast-dextrose-carbonate (YDC) and potato-dextrose-agar (PDA), for the identification of bacteria: Gram stain. and biochemical tests. A pathogenicity test was performed with the isolates obtained. The inoculated plants show expression of damage to the internal and external tissues, suggesting that the inoculated microorganisms were related to the observed diseases. From the foliar samples collected, fungi of

the genera: *Cercosporidium*, *Colletotrichum* and *Alternaria* were isolated and identified, in addition, the bacterium of the *Clavibacter* genus was identified, which has not been reported in the Dominican Republic.

Keywords: cassava, leaf damage, Cercosporidium, Colletotrichum, Alternaria, Clavibacter.

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae) ocupa el cuarto lugar como producto básico en la alimentación de la población mundial, después del arroz, maíz y trigo. Más de 100 millones de personas en el mundo dependen del consumo de la yuca como fuente de calorías, FAO/FIDA (2000). Entre las raíces y tubérculos, en la República Dominicana este cultivo ocupa el segundo lugar en cuanto a volumen de producción.

Los datos de producción para el año 2013, suministrado por la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA), indican que, en la República Dominicana, el área sembrada fue de 310,291 tareas (19,515 ha), la producción fue de 3,870,693 qq (175,940 tm) y la exportación en el año 2013 alcanzó un valor FOB de US\$ 254, 817.00, SEA (2013) y CEI-RD (2011).

El conocimiento sobre las enfermedades es reducido en el cultivo de yuca, por lo tanto, es importante estudiar la presencia e identificación de bacterias y hongos patógenos asociados al cultivo de la yuca, Verdier (1999) y Lozano y Álvarez (2002).

Los objetivos de este estudio fueron: realizar un diagnóstico de los agentes patógenos (bacterias y hongos), asociados al cultivo de la yuca en las principales localidades del Cibao Central de la República Dominicana; realizar pruebas de patogenicidad con los microorganismos aislados; conocer la distribución de los patógenos aislados por localidad y establecer la relación entre la presencia de los patógenos identificados y las localidades estudiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

Este estudio fue realizado en las provincias de La Vega, Espaillat y Hermanas Mirabal, ubicadas en la región norte, en la parte central del Valle del Cibao de la República Dominicana. Cuyo centro está localizado en las coordenadas geográficas de 19° 14' latitud norte y 70° 31' longitud oeste, a una altitud media de 100 metros sobre el nivel del mar (msnm). Las condiciones climáticas predominantes son temperatura media anual de 26.3 °C, con una máxima de 31.1 °C y una mínima de 21.5 °C; pluviometría de 1,457.4 milímetros/ año y con humedad relativa promedio anual de 74%. Presentan un clima húmedo para las partes altas y bosque húmedo en la parte baja.

La metodología de muestreo utilizada fue de acuerdo a Trujillo *et al.* (1982) y consistió en que en plantaciones de yuca con área de una hectárea, se tomó muestras en forma de zigzag de plantas enfermas y sanas. Tres tipos de muestras fueron tomadas, de acuerdo con la sintomatología: a) hojas jóvenes con manchas angulares, b) tallos con manchas severas y hojas fuertemente atacadas; c) puntos terminales de las plantas mostrando muerte regresiva (necrosis desde el punto terminal, en dirección a la parte más gruesa de la rama) y d) plantas asintomáticas.

Se evaluaron diez plantas al azar, para obtener la incidencia de plantas enfermas y de estas se tomaron muestras de tallos y hojas de seis plantas, las cuales fueron consideradas como una

muestra. Se utilizó un formulario de campo para recolectar los datos, así como las características generales de las plantas en las parcelas.

MUESTREO DE CAMPO

Con la finalidad de comprobar la presencia de organismos patógenos en el cultivo de yuca en la zona de estudio, se realizó una inspección visual para caracterizar la sintomatología en ramas y tallos del cultivo. En total, se tomaron 89 muestras en seis subzonas de la Dirección Regional Agropecuaria Norcentral y de la Dirección Regional Agropecuaria Norte (subzona Cayetano Germosén) del Ministerio de Agricultura.

Para el estudio, se seleccionó Dirección Regional Agropecuaria Norcentral por ser la zona de mayor producción de yuca. En la provincia de La Vega, las subzonas seleccionadas fueron: Barranca, Cutupú, La Torre, Rincón, Jarabacoa y Salcedo y en la Dirección Regional Agropecuaria Norte, la zona de Espaillat y la subzona Cayetano Germosén.

Las muestras fueron colectadas, debidamente identificadas y mantenidas en condiciones de laboratorio hasta el momento de su utilización. La cantidad de muestras para la región completa fue de 89, consideradas suficientes, donde se consideró una hectárea como unidad de muestreo.

Para las muestras en las localidades, se usó la siguiente identificación:

- BR: Barranca
- CT: La Torre
- SC: Salcedo
- CT: Cutupú
- JB: Jarabacoa
- VT: Villa Tapia
- MC: Moca
- SE: Seiba
- UV: Las Uvas

TAMAÑO MÍNIMO DE MUESTRA

El universo poblacional para este estudio fue de 3,215 plantaciones en las provincias señaladas. El tamaño de la muestra se determinó en base a los criterios expuestos por Krejcie & Morgan, esta tiene una precisión de un 95%. El número de plantaciones de yuca a ser incluidas en la muestra estuvo determinado y calculado mediante la aplicación de la fórmula:

$$n = \frac{X^2 Np}{(1-p)d^2} + \frac{X^2 p}{(1-p)}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 35,215 (50) (1-50)}{(0.05)^2} + \frac{(1.96)^2 (50)(1-50)}{(0.05)^2} = 39$$

$$n = 39$$

n= tamaño de la muestra

X^2 = Grado de confianza (se asume el valor de Chi cuadrado para un grado de libertad)

N=Tamaño del universo (total de plantaciones de yuca)

P= Proporción de la población con las características de interés (50%)

$D^2 = 0,05$ grado de precisión de 95 % (5% de error muestrear máximo admisible)

Según la fórmula, el número mínimo de fincas a muestrear fue de 39. El número de muestras que se colectó fue de 89, debido a que en ocasiones fue necesario sustituir muestras para obtener muestras más frescas, por daño del material o para confirmar resultados.

PROCEDIMIENTO EN LABORATORIO

Para el aislamiento e identificación de la presencia de organismos patógenos, se procedió a llevar las muestras a los laboratorios de bacteriología y micología del Centro de Tecnologías Agrícolas (Centa) del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) en Pantoja, Santo Domingo Oeste.

Cada muestra, se introdujo en un frasco de cristal con malla y debajo caer agua de la llave por aproximadamente diez minutos, estas muestras se maceraron en un mortero previamente esterilizado con 10 ml de agua destilada. Del macerado, se tomó una muestra con asa de platino y se estrió por agotamiento en una caja Petri conteniendo los medios de cultivo. De cada muestra, se sembraron al menos tres placas en medio de cultivo. Una vez sembradas, las cajas se pusieron a incubar en posición invertida, para evitar condensaciones indeseables de agua en la tapa a una temperatura normalmente comprendida entre 25 y 27 °C.

Los hongos fitopatógenos se aislaron mediante cortes del tejido enfermo y se sembraron en un medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA). Se incubaron a 28°C, posteriormente, se identificaron mediante claves taxonómicas. En el laboratorio se aislaron e identificaron las siguientes especies de hongos: *Alternaria*, *Cercosporidium*, *Colletotrichum* y el género de bacteria *Clavibacter*.

Las colonias bacterianas fueron sembradas en los medios de cultivo agar nutritivo (AN) y levadura-dextrosa-carbonato (YDC). Se observó forma, color y velocidad de crecimiento a las 48 a 72 horas después de la siembra.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FISIOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS

Se realizó tinción de Gram (French y Hebert 1980), KOH al 3 % (Suslow 1982), Prueba de la Catalasa, oxidasa, hidrólisis del almidón, licuefacción de la gelatina, Lemur Milk, Ureasa, Glucosa, lactosa, maltosa, threalosa, starch, salicin, arginina Dihidrolasa (Dowson 1949, Fahy y Howard 1983 y Mac Faddin 1975).

PRUEBA DE PATOGENICIDAD DE BACTERIAS Y HONGOS

Para las pruebas de patogenicidad, se utilizaron plantas de tres meses y la variedad de yuca usada por los productores de la zona. La inoculación se llevó a cabo bajo a una temperatura promedio de 25 a 28 °C y humedad relativa alta, además se sometieron a condiciones de cámara húmeda.

RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS PRUEBA DE PATOGENICIDAD PARA *COLLECTOTRICHUM SPP*, *CERCOSPORIDIUM SPP* Y *ALTERNARIA SPP*

El resultado de la prueba de patogenicidad confirmó que el material inoculado presentó expresión de daño en los tejidos internos y externos, confirmando que el microorganismo inoculado tiene relación con la enfermedad en ambos casos.

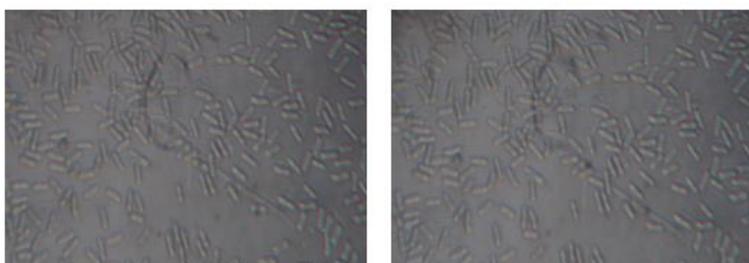


Figura 1. Colonias de *Colletotrichum* spp

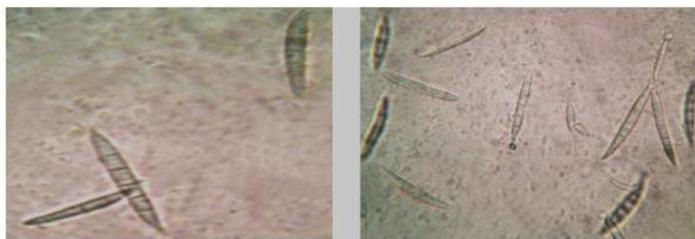


Figura 2 Conidias de *Cercosporidium* spp



Figura 3. Conidias de *Alternaria* spp

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS A PARTIR DE MUESTRAS FOLIARES

De las 89 muestras foliares, se aislaron e identificaron hongos del género:

- *Cercosporidium* en las siguientes muestras: BR2, BR2c a, BR2d, BR3b ,BR3d .BR4 BR4g c, BR4h ,BR4k, BR4m, CT5a, CT5b, SC6a, SC6d JB7a, VT 8^a, VT 8b, VT 8c , MC10b, MC10g, BR11e, BR11g, BR12a, BR12b, BR 12c, BR 12 d, BR 12e, , BR 13g, VT 13 a, Cc13a, Cc13b, SC 13d y SC13e;

- Género *Colletotrichum*, BR2ca, BR2d, BR4h, SC6a, VT 8b, BR11b, BR11d, BR12c y SC 13d.
- Género *Alternaria*: VT 8g, BR11d, BR11f, Cc13a, Cc13b, SC 13d.
- Adicionalmente, se observó bacterias del género *Clavibacter* en las siguientes muestras: BR12b, BR12c, BR12 d, BR12 f, BR 13g, Cc13a, Cc13b, Se13c, SC 13d, SC13e.

DISTRIBUCIÓN DE MICROORGANISMOS PATÓGENOS, A PARTIR DE MUESTRAS FOLIARES EN LA SUBZONA DE BARRANCA, LA VEGA

En subzona de Barranca en La Vega, se tomaron 38 muestras para el estudio. En las parcelas, se evaluaron diez plantas al azar, para obtener la incidencia de plantas con síntomas y asintomáticas. Los resultados de las muestras foliares muestran la presencia del hongo *Cercosporidium spp*, en once muestras con síntomas en las localidades de Las Uvas, Barranca, Licey, Hoya Grande, Rincón/Las Cabuyas y Rincón /Las Sidras. De igual modo, se reportó el hongo *Colletotrichum spp* en cuatro muestras en Las Uvas, Licey, Hoya Grande. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Aislamientos de organismos patógenos en la subzona de Barranca, La Vega

Localidad	Código de Muestra	Hongos	Bacterias
Las Uvas	BR1a	<i>Cercosporidium spp</i> ; <i>Collectotrichum spp</i> .	No presencia
Barranca	BR2a	<i>Cercosporidium spp</i> .	No presencia
La Yaya	BR2b	No presencia	No presencia
Licey	BR2c	<i>Cercosporidium spp</i> ; <i>Colletotrichum spp</i>	No presencia
Las Uvas	BR2d	<i>Cercosporidium spp</i> ; <i>Collectotrichum spp</i> .	No presencia
Barranca	BR3a	No presencia	No presencia
La Yaya	BR3b	<i>Cercosporidium spp</i> .	No presencia
Licey	BR3c	No presencia	No presencia
Barranca	BR3d	<i>Cercosporidium spp</i> .	No presencia
Jamo Arriba	BR4a	No presencia	No presencia
Las Uvas	BR4b	No presencia	No presencia
Las Uvas	BR4c	<i>Cercosporidium spp</i> .	No presencia
Jamo Arriba	BR4d	No presencia	No presencia
La Yerba	BR4e	No presencia	No presencia
Hoya Grande	BR4f	No presencia	No presencia
Hoya Grande	BR4g	<i>Cercosporidium spp</i> .	No presencia
Hoya Grande	BR4h	<i>Cercosporidium spp</i> ; <i>Colletotrichum spp</i> .	No presencia
La Yerba	BR4i	No presencia	No presencia
Sabaneta	BR4j	No presencia	No presencia
Rincón/Las Cabuyas	BR4k	<i>Cercosporidium spp</i> .	No presencia
Rincón/ Las Cidras	BR4l	No presencia	No presencia
Rincón/ Las Cidras	BR4m	<i>Cercosporidium spp</i> .	No presencia

DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS A PARTIR DE MUESTRAS FOLIARES EN LA SUBZONA DE CUTUPÚ, LA VEGA

En la subzona de Cutupú La Vega, se tomó 14 muestras. En cada parcela, se evaluó diez plantas al azar, para obtener la incidencia de plantas con síntomas y asintomáticas. Los resultados de las muestras foliares indican la presencia del hongo *Cercosporidium sp.*, en dos muestras con síntomas en las áreas de Cutupú y Las Cañas. Los resultados, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Aislamientos de organismos patógenos en la subzona agrícola de Cutupú, La Vega.

Fecha de Muestreo	Localidad	Código de Muestra	Hongos	Bacterias
	Cutupú	CT5a	<i>Cercosporidium spp.</i>	No presencia
	Las Cañas	CT5b	<i>Cercosporidium spp.</i>	No presencia
	Rio verde	CT5c	No presencia	No presencia
	Rio verde	CT5d	No presencia	No presencia
	La Penda	CT5e	No presencia	No presencia

DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS A PARTIR DE MUESTRAS FOLIARES EN LA SUBZONA AGRÍCOLA DE SALCEDO

En la subzona de Salcedo en La Vega, se tomaron tres muestras. En las parcelas, se evaluaron diez plantas al azar, para obtener la incidencia de plantas con síntomas y asintomáticas. Se observó la presencia del hongo *Cercosporidium spp.*, dos muestras con síntomas en el área de Salcedo, Clavijo. De igual modo, se reportó *Colletotrichum spp.* en una muestra en el área de Salcedo, Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de aislamientos de organismos patógenos en la Subzona de Salcedo

Localidad	Código de Muestra	Hongos	Bacterias
Salcedo	SC6a	<i>Colletotrichum spp.</i>	No presencia
San José	SC6b	No presencia	No presencia
Jayabo	SC6c	No presencia	No presencia
Clavijo	SC6d	<i>Cercosporidium spp.</i>	No presencia

DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS A PARTIR DE MUESTRAS FOLIARES EN LA SUBZONA AGRÍCOLA DE JARABACOA.

En la subzona de Jarabacoa en La Vega, se tomaron tres muestras. En cada parcela se evaluó diez plantas al azar, para obtener la incidencia de plantas con síntomas y asintomáticas. Los resultados de las muestras foliares indican la presencia de *Cercosporidium spp.* en una muestra con síntomas en el área de Vista Solares, Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de aislamientos de organismos patógenos en la subzona agrícola de Jarabacoa, La Vega.

Localidad	Código de Muestra	Hongos	Bacterias
Vista Solares	JB7a	<i>Cercosporidium</i> spp.	No presencia
Capacito	JB7b	No presencia	No presencia
Palo Blanco	JB7C	No presencia	No presencia

DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS A PARTIR DE MUESTRAS FOLIARES EN LA SUBZONA AGRÍCOLA DE VILLA TAPIA

En la subzona de Villa Tapia, La Vega, se obtuvieron 12 muestras. En las parcelas, se evaluó diez plantas al azar, para obtener la incidencia de plantas con síntomas y asintomáticas.

Los resultados de las muestras foliares muestran la presencia de *Cercosporidium* spp. en cuatro muestras con síntomas en las localidades del Coco 1, Coco 2, El Hospital y Toro Cenizo. De igual modo, se encontró *Colletotrichum* spp. en una muestra en el municipio de Coco 2. Identificando también la presencia de *Alternaria* spp. en una muestra en el área de Coco 2, Tabla 6.

Tabla 6. Aislamientos de organismos patógenos en la subzona agrícola de Villa Tapia

Localidad	Código de Muestra	Hongos	Bacterias
Coco 1	VT 8a	<i>Cercosporidium</i> spp.	No presencia
Coco 2	VT 8b	<i>Cercosporidium</i> spp; <i>Colletotrichum</i> spp.	No presencia
Hospital	VT 8c	<i>Cercosporidium</i> spp.	No presencia
Magüey	VT 8d	No presencia	No presencia
Magüey	VT 8e	No presencia	No presencia
Magüey	VT 8f	No presencia	No presencia
Coco 2	VT 8g	<i>Alternaria</i> spp.	No presencia
Sabana Angosta	VT 8h	No presencia	No presencia
Toro Cenizo	VT 9a	No presencia	No presencia
Toro Cenizo	VT 9b	No presencia	No presencia
Toro Cenizo	VT 9c	<i>Cercosporidium</i> spp.	No presencia
Tablón Afuera	VT 9d	No presencia	No presencia
Tablón Afuera	VT 9e	No presencia	No presencia

DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS A PARTIR DE MUESTRAS FOLIARES EN LA SUBZONA AGRÍCOLA DE MOCA

En la zona de Moca, se tomaron 10 muestras. En cada parcela se evaluó 10 plantas tomadas al azar, para obtener la incidencia de plantas con síntomas y asintomáticas. Los resultados de las muestras foliares, indican la presencia de *Cercosporidium* spp. en dos muestras en las áreas de El Aguacate y Jababa., Tabla 7.

Tabla 7. Aislamientos de organismos patógenos en la subzona agrícola de Moca

Localidad	Código de Muestra	Hongos	Bacterias
Moca	MC10a	No presencia	No presencia
El Aguacate	MC10b	<i>Cercosporidium</i> sp.	No presencia
El Aguacate	MC10c	No presencia	No presencia
Jababa	MC10d	No presencia	No presencia
Jababa	MC10e	No presencia	No presencia
Jababa	MC10f	No presencia	No presencia
Jababa	MC10g	<i>Cercosporidium</i> sp.	No presencia
Algarrobo	MC10h	No presencia	No presencia
El Aguacate	MC10i	No presencia	No presencia
Juan López	MC10J	No presencia	No presencia

DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS A PARTIR DE MUESTRA FOLIAR EN LA SUBZONA AGRÍCOLA DE BARRANCA

En la subzona agrícola de Barranca en La Vega, se tomaron 38 muestras. En las parcelas se evaluaron 10 plantas tomadas al azar, para obtener la incidencia de plantas con síntomas y asintomáticas. Los resultados de las muestras foliares indican la presencia del hongo *Cercosporidium spp* en 14 muestras con síntomas en los municipios de Jamo Arriba, en Jamo (4), La Torre, Rancho al Medio, Barranca, Monte Plata, Villa Tapia y Coco 1 (2), Salcedo (2). De igual modo, se reportó *Colletotrichum spp*; en cuatro muestras con síntomas en los municipios de Jamo Arriba, Las Cañas, Jamo y Salcedo. *Clavibacter spp* fue encontrada en diez muestras con síntomas en las subzonas agrícolas de Barranca y Jamo (4), Ranchito y Coco 1 (2), La Seiba y Salcedo (2). El género de hongo *Alternaria spp*, está presente en cuatro muestras con síntomas en el área de Las Cañas, Sabana Angosta y el Coco 1, Tabla 8.

Tabla 8. Aislamientos de organismos patógenos en la subzona de Barranca.

Localidad	Código de Muestra	Hongos	Bacterias
Barranca	BR11a	No presencia	No presencia
Jamo Arriba	BR11b	<i>Cercosporidium</i> spp. <i>Colletotrichum</i> spp.	No presencia
Rancho Viejo	BR11c	No presencia	No presencia
Las Cañas	BR11d	<i>Alternaria</i> spp. <i>Colletotrichum</i> spp.	No presencia
La Torre	BR11e	<i>Cercosporidium</i> spp.	No presencia
Sabana Angosta	BR11f	<i>Alternaria</i> spp.	No presencia
Rancho al Medio	BR11g	<i>Cercosporidium</i> spp.	No presencia
Rancho al Medio	BR11h	No presencia	No presencia
El Corozal	BR11i	No presencia	No presencia

Jamo	BR12a	<i>Cercosporidium</i> spp.	No presencia
Jamo	BR12b	<i>Cercosporidium</i> spp.	<i>Clavibacter</i> sp.
Jamo	BR12c	<i>Cercosporidium</i> spp; <i>Colletotrichum</i> spp.	<i>Clavibacter</i> sp.
Barranca	BR 12 d	<i>Cercosporidium</i> spp.	<i>Clavibacter</i> sp.
Jamo	BR 12 e	<i>Cercosporidium</i> spp.	No presencia
Ranchito	BR 12 f		<i>Clavibacter</i> sp.
Jamo	BR 13g	<i>Cercosporidium</i> spp.	<i>Clavibacter</i> sp.
Monte Plata -Villa Tapia	VT 13 a	<i>Cercosporidium</i> spp.	No presencia
Coco I	Cc13a	<i>Cercosporidium</i> spp.	<i>Clavibacter</i> sp.
Coco I	Cc13b	<i>Alternaria</i> spp; <i>Cercosporidium</i> spp.	<i>Clavibacter</i> sp.
La Seiba	Se13c	No presencia	<i>Clavibacter</i> sp.
Salcedo	SC 13d	<i>Cercosporidium</i> spp; <i>Alternaria</i> spp; <i>Colletotrichum</i> spp.	<i>Clavibacter</i> sp.
Salcedo	SC13e	<i>Cercosporidium</i> sp.	<i>Clavibacter</i> sp.

Tabla 9. Prueba de Chi Cuadrado para verificar la dependencia/independencia sobre la presencia del hongo *Cercosporidium* spp. en varias localidades de La Vega.

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	65,44	51	0,0841

La prueba de Chi Cuadrado (X^2), no mostró suficiente evidencia significativa, para afirmar que la presencia de *Cercosporidium* spp dependió de la localidad ((probabilidad $X^2 = 0.0841 > 0.05$, fijado en la planificación del experimento).

Tabla 10. Prueba de Chi Cuadrado para verificar la dependencia/ independencia entre la presencia de *Collectotrichum* spp y varias localidades evaluadas.

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	40,99	51	0,8406

La prueba de X^2 no mostró suficiente evidencia estadística para establecer que la presencia de *Collectotrichum* sp fuera influenciada por la localidad del muestreo (Probabilidad $X^2 = 0.8406 < 0.05$).

Tabla 11. Prueba de Chi Cuadrado para verificar la dependencia/independencia entre la presencia de *Clavibacter* spp y las localidades evaluadas.

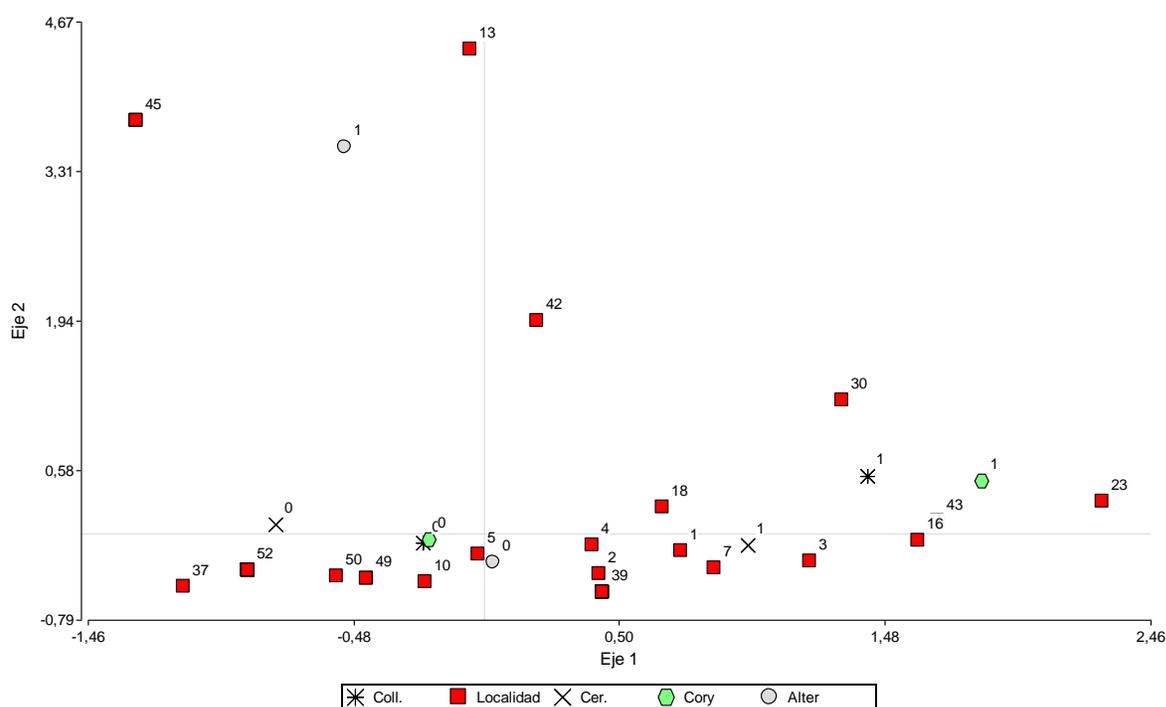
Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	54,96	50	0,2922

La prueba de X^2 realizada no mostró dependencia entre la presencia de *Clavibacter spp.* y las localidades muestreada (Probabilidad $X^2 = 0.2922 > 0.05$).

Tabla 12. Prueba de Chi Cuadrado para verificar la dependencia/ independencia entre la presencia de *Alternaria sp.* y las localidades evaluadas.

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	70,44	51	0,0369

La prueba de X^2 mostró suficiente evidencia significativa para afirmar que la presencia de *Alternaria sp.* dependió de la localidad (Probabilidad $X^2 = 0369 < 0.05$)



ANÁLISIS MULTIVARIADO DE CORRESPONDENCIA MÚLTIPLE ENTRE LOCALIDADES Y PRESENCIA DE LOS HONGOS DE LAS ESPECIES CERCOSPORIDIUM, COLLETOTRICHUM, ALTERNARIA Y LA BACTERIA CLAVIBACTER

En el análisis multivariado de las muestras en las localidades de Jamo (16), Hospital (43) y Salcedo (23), se presentan como las más afectadas por la presencia de la especie de bacteria *Clavibacter*, mientras que la aparición más baja de esta bacteria fue registrada en las localidades: Jababa (50), El Aguacate (49), y Rincón/Las Cidras (10), Jamo arriba (5).

La presencia de la especie *Cercosporidium* estuvo presente en las localidades de: Hoya Grande (7), Las Uvas (1), La Yaya (3) y Ranchito (18), mientras que su ausencia se manifestó fundamentalmente en las localidades de: Juan López (52), Jayabo (37) y Jababa (50).

Para el hongo, *Colletotrichum* spp, su presencia estuvo asociado a las localidades Coco 1 (30), Jamo (16), El hospital (43) y La Yaya (3). Baja presencia de este hongo, ocurrió en las localidades Rincón y Las Cidras (10), El Aguacate (49), Jamo arriba (5) y Jababa (4).

El hongo del género *Alternaria*, se manifestó en las localidades: El Hospital (43) y Sabana Angosta (45), mostrando baja presencia en las localidades: Jamo arriba (5), Rincón/ Las Cidras (10), Licey (4), Barranca (2) y Vista Solares (39).

En resumen, la baja presencia de las especies de: *Colletotrichum* y *Alternaria* y la bacteria *Clavibacter* ocurrió en las localidades de: Jayabo (37), Juan López (52), Jababa (50), El Aguacate (49), Rincón/ Las Cidras (10), Jamo Arriba (5), Licey (4), Barranca (2), Vista Solares (39), Ranchito (18) y Hoya Grande (7). Por otro lado, la presencia de estos agentes patógenos se registró en las localidades: Hoya Grande (7), La Yaya (3), Jamo (16), Hospital (43), Salcedo (23), Sabana Angosta (45) y Las Cañas (13).

CONCLUSIONES

- Los resultados de los aislamientos y las pruebas de patogenicidad en el estudio presentan evidencia de la presencia de especies de la bacteria *Clavibacter*.
- Se identificaron especies de *Cercosporidium*, *Colletotrichum* y *Alternaria*, asociadas a los daños foliares en el cultivo de yuca en localidades del Cibao Central.
- Al realizar la prueba de patogenicidad, se demostró que las especies aisladas de *Cercosporidium*, *Colletotrichum*, *Alternaria* y *Clavibacter* están comprometidas en las sintomatologías observadas.
- Según los resultados de las pruebas bioquímicas, para especies de *Clavibacter*, no fue posible establecer una relación directa entre la presencia de *Clavibacter* y la enfermedad, por tanto, investigación más detallada es necesaria.
- Los resultados de esta investigación sugieren que los daños foliares observados en las plantas de yuca en las localidades del Cibao Central están relacionadas a las especies de *Cercosporidium* spp, *Colletotrichum* spp, *Alternaria* spp y posiblemente, a la bacteria *Clavibacter* spp.
- Para las especies de *Cercosporidium*, *Colletotrichum* y *Clavibacter*, la prueba de Chi Cuadrado (X^2), no mostró dependencia entre la presencia de las especies y las localidades. En cambio, en el caso de la especie *Alternaria*, X^2 mostró dependencia entre la presencia del hongo y las localidades evaluadas.
- Los resultados del análisis multivariado de correspondencia múltiple entre localidades y presencia de los hongos/bacteria, se evidencia la presencia de las especies de *Cercosporidium* en las localidades de la Hoya Grande, Las Uvas, La Yaya y Ranchito, mientras, que su ausencia se manifestó fundamentalmente en las localidades de: Juan López, Jayabo y Jababa.

- Para el hongo *Colletotrichum* spp, su presencia estuvo asociado a las localidades Coco 1, Jamo, El Hospital y la Yaya. La baja presencia de este hongo ocurrió en las localidades Rincón/Las Cidras, El Aguacate, Jamo arriba y Jababa.
- La presencia de *Alternaria* se manifestó en las localidades de: El Hospital y Sabana Angosta, mostrando baja presencia en las localidades: Jamo arriba, Rincón/ Las Cidras, Licey, Barranca y Vista Solares.
- En sentido general, la baja presencia de las especies de: *Colletotrichum* y *Alternaria* y la bacteria *Clavibacter* ocurrió en las siguientes localidades: Jayabo, Juan López, Jababa, El Aguacate, Rincón/ Las Cidras, Jamo arriba, Licey, Barranca, Vista Solares, Ranchito y Hoya Grande. Por otro lado, la presencia de estos agentes patógenos se registró en las localidades: Hoya Grande, La Yaya, Jamo, Hospital, Salcedo, Sabana Angosta y Las Cañas.

RECOMENDACIONES

- Identificar con la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) las especies de los patógenos (*Cercosporidium* spp, *Colletotrichum* spp, *Alternaria* spp y *Clavibacter* spp) encontradas en la presente investigación.
- Realizar estudios epidemiológicos en los cultivos de yuca para conocer el comportamiento y modo de transmisión de la bacteria *Clavibacter*.
- Realizar investigaciones para conocer si la presencia del género *Clavibacter* en las localidades evaluadas, está relacionada con la presencia de cultivos anteriores.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G. 2005. Plant. Pathology. Department of Plant Pathology University of Florida. 5a ed. Elsevier Academic, New York, NY.
- Alvarez, E.; Bellottia, A.; Calvert, L.; Arias, B.; Cadavid, L.; Pineda, B.; Llano, Germán, Cuervo, M. 2003. Guía Práctica para el manejo de las enfermedades, las plagas y las deficiencias nutricionales de la yuca. Cali, Colombia: Centro Internacional Agricultura Tropical (CIAT). (En Línea). Revisado el 2 de febrero 2019. Disponible en: https://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/guia_practica_manejo_enfermedades_plagas_deficiencias.pdf
- CEI-RD (Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana). 2011. Perfil económico de la yuca 2011. Gerencia Inteligencia de Mercados, Subgerencia de Mercado al Exportador. Santo Domingo, DO.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). Enfermedades fungosas, bacteriosis y virosis en yuca. Folleto Técnico - No. 5. 47 p. Cali, CO.
- Dowson, W. 1949. Manual de Enfermedades Bacterianas. Adam y Charles, Black, Londres. 153p. Electrophoresis, DNA hybridization and Phytopathological techniques. Journal of. General Microbiology. 133: 57-71.
- Fahy, D.; Hayward, A. 1983. Media and methods for isolation and diagnostic guide. En Plant Bacterial Disease. A diagnostic guide. New York. Academic Press. Pp. 337-374.
- FIDA /FAO (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2000. La Economía mundial de la Yuca, hechos y perspectivas. Roma, IT. 59 p.
- French, E.; Hebert, T. 1980. Métodos de Investigación Fitopatológico. IICA. Costa Rica. 289 p.
- Krejcie, R.; Morgan, D. 1970. Determining sample size for research activities. Educational and Psychological Measurement 30: 607-610.
- Lozano J. 1986. Cassava Bacterial Blight: A Manageable Disease. Plant Disease 70:1089-1093.
- Lozano T.; Booth, R. 1974. Enfermedades de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, CO.
- Lozano, J. 1973. Bacterial blight of cassava in Central South America: Etiologic, epidemiology and control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, CO. 19 p.
- Lozano, J.; Sequeria, L. 1974. Bacterial blight of cassava in Colombia: etiology. Phytopathology 64:78-82.
- Lozano. J. 1972. Bacterial blight of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Colombia: Etiologic, epidemiology and control. Tesis (Ph. D). Universidad Of. Wisconsin, Madison. 114 p.
- Restrepo, S.; Álvarez E. 1996. Variabilidad de *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* en Colombia. Colombia. 22 (1): 1-4.
- Schaad, N. 1988. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic. USA.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 2003. Poscosecha y parafinado del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*). Santo Domingo, DO.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 2013. Diagnóstico del Sector Agropecuario. 2013. Departamento de Economía Agropecuaria. Santo Domingo, DO.

Soto, S.; Restrepo, S.; Mosquete, G.; Verdier, V. 2006. Análisis de expresión genética durante la respuesta de defensa de la yuca a la Bacteriosis vascular (Añublo Bacteriano). Rev. Colomb. Biotecnol. 7(2): 16-28.

Trujillo, G.; Subero, L.; Luciani, L. 1980. Añublo bacteriano en la zona central del país. Segundas Jornadas de la Facultad de Agronomía. UCV. Maracay, VE.

Trujillo, G.; Subero, L.; Luciano, J. 1982. Añublo Bacteriano de la yuca en la Zona Central de Venezuela. Rev. Frac. Agron. (Maracay) XXII (3-4):235-248.

Verdier, V. 2002. Bacteriosis vascular (o añublo bacteriano) de la yuca causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, CO.

Verdier, V.; Tomé, J. 1999. Molecular genetics mapping of resistance to *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* in cassava. Plant and Animal Genome VII Conference. Town and Country Hotel, San Diego, CA. Pp. 17-21

Weller, D.; Ritchie, D.; White, J. 1975. Isolation and identification of plant pathogenic bacteria. In: Phytopathology Congress. Minnesota. p.33

