



## INCIDENCIA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL MANCHADO DEL CÁLIZ DE JAMAICA EN GUERRERO, MÉXICO †

### [INCIDENCE AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF CALYX SPOT ON ROSELLE IN GUERRERO, MEXICO]

David H. Noriega-Cantú<sup>1\*</sup>, Eduardo R. Garrido-Ramírez<sup>3</sup>,  
Juan Pereyda-Hernández<sup>2</sup>, Rocío Toledo-Aguilar<sup>1</sup>, Romualdo Vasquez-Ortiz<sup>1</sup>,  
Antonino Alejo-Jaimes<sup>1</sup> and Ricardo González-Mateos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP. Campo Experimental Iguala. Carretera Iguala-Tuxpan Km. 2.5, Col. Centro Tuxpan C.P. 40000, Iguala de la Independencia Guerrero, México. Email: noriega.david@inifap.gob.mx, toledo.rocio@inifap.gob.mx, alejo.antonino@inifap.gob.mx, ingromualdo85@hotmail.com

<sup>2</sup>UAGro. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Periférico Pte. S/N, Col. Villa Guadalupe, Iguala, Gro., México; C.P. 40010. Maestría en Competitividad y Sustentabilidad, Calle Pino s/n Col. El Roble, Acapulco, Gro. México Email: pereyda.juan@gmail.com, eduacaauagro@gmail.com

<sup>3</sup>INIFAP. C. E. Centro de Chiapas. Carr. Internacional. Ocozocoautla-Cintalapa km 3 s/n, Ocozocoautla, Chiapas, México. Email: garrido.eduardo@inifap.gob.mx

\*Corresponding autor

#### SUMMARY

**Background:** Roselle calyx spot (MCJ) causes losses of 80% of the yield of this crop. **Objective:** To know the geographical distribution of the leaf and calyx disease of the roselle in the producing localities and municipalities of the state of Guerrero. **Methodology:** The recognition area included the Costa Chica region (Ayutla de los Libres, Tecoanapa, San Marcos and Acapulco de Juárez), Costa Grande (Atoyac de Álvarez and Coyuca de Benítez) and the North region (Copalillo). The delimitation of the commercial plots considered a distance > 10 km, for a sampling in five of golds, evaluating the incidence and severity of MCJ. The information was integrated into a database of geographic information systems and the spatial pattern was analyzed. The variables were analyzed in random blocks, with five repetitions, under the procedure with proc rank and an analysis of variance proc glm, the separation of means was used by the Tukey-Kramer procedure and Spearman's linear correlation coefficients were calculated. **Results:** The disease has a differential geographical distribution, the highest incidence (> 75%) in calyx occurred in the municipalities of Tecoanapa and Ayutla, however, its presence in the leaves can increase the incidence in calyx in Acapulco, San Marcos, Copalillo and Coyuca de Benítez. The highest severity index was presented in Tecoanapa with 2.87, showing differences with Ayutla, Acapulco and San Marcos with 2.24, 2.06 and 1.04 respectively ( $p < 0.05$ ). Atoyac and Copalillo only had leaf spots and Coyuca de Benítez the disease was not detected. The Tecoanapa and Coneja genotypes had leaf and calyx spotting values of 2.85 and 2.17 respectively, with significant differences with the Criollo, Jersey and Sudan genotypes with low values of 1.59, 0.75 and 0.31 respectively ( $p < 0.05$ ); Jersey and Sudan showed symptoms only on leaves. The plantations at altitudes of 19-100 m had severity values with 2.38, followed by > 100 m with 2.09 and 0-18 m with 0.93 ( $p < 0.05$ ). The severity of the MCJ was correlated with the altitude, genotypes and producing municipalities. **Implications:** The disease distribution maps made it possible to identify municipalities with higher risk, genotypes and altitudes with higher and lower incidence and severity of MCJ. **Conclusions:** The study shows that the MCJ in Guerrero is influenced by the genotypes and altitudes of the sowing areas, which causes a diverse incidence and severity of the disease among producing municipalities.

**Key words:** Roselle calyx spot; geographic distribution; Guerrero state.

#### RESUMEN

**Antecedentes:** El manchado de cáliz de jamaica (MCJ) causa pérdidas del 80% de rendimiento de este cultivo. **Objetivo:** Conocer la distribución geográfica de la enfermedad en hoja y cáliz de la jamaica en las localidades y municipios productores del estado de Guerrero. **Metodología:** El área de reconocimiento incluyó la región Costa Chica (Ayutla de los Libres, Tecoanapa, San Marcos y Acapulco de Juárez), Costa Grande (Atoyac de Álvarez y Coyuca de Benítez) y la región Norte (Copalillo). La delimitación de las parcelas comerciales consideró un distanciamiento > 10 km, para un muestreo en cinco de oros, evaluando la incidencia y severidad del MCJ. La información se integró en una base de datos de sistemas de información geográfica y se analizó el patrón espacial. Las variables se analizaron en

† Submitted August 9, 2019 – Accepted April 9, 2021. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.  
ISSN: 1870-0462.

bloques al azar, con cinco repeticiones, bajo el procedimiento con proc rank y un análisis de varianza proc glm, la separación de medias se utilizó el procedimiento de Tukey-Kramer y calcularon coeficientes de correlación lineal de Spearman. **Resultados:** La enfermedad tiene una distribución geográfica diferencial, la mayor incidencia ( $\geq 75\%$ ) en cáliz se presentó en los municipios de Tecoaapa y Ayutla, no obstante, su presencia en las hojas puede incrementar la incidencia en cáliz en Acapulco, San Marcos, Copalillo y Coyuca de Benítez. El mayor índice de severidad se presentó en Tecoaapa con 2.87, mostrando diferencias con Ayutla, Acapulco y San Marcos con 2.24, 2.06 y 1.04 respectivamente ( $p \leq 0.05$ ). Atoyac y Copalillo solo presentó manchas en hojas y Coyuca de Benítez no se detectó la enfermedad. Los genotipos Tecoaapa y Coneja tuvieron valores de 2.85 y 2.17 de manchado de hoja y cáliz respectivamente, con diferencias significativas con los genotipos Criollo, Jersey y Sudán con valores bajos de 1.59, 0.75 y 0.31 respectivamente ( $p \leq 0.05$ ); Jersey y Sudán mostraron síntomas solo en hojas. Las plantaciones a altitudes de 19-100 m tuvieron valores de severidad con 2.38, seguidos por  $>100$  m con 2.09 y de 0-18 m con 0.93 ( $p \leq 0.05$ ). La severidad del MCJ se correlacionó con la altitud, genotipos y municipios productores. **Implicaciones:** Los mapas de distribución de la enfermedad permitieron identificar municipios de mayor riesgo, genotipos y altitudes con mayor y menor incidencia y severidad del MCJ. **Conclusiones:** El estudio muestra que el MCJ en Guerrero está influenciado por los genotipos y altitudes de las áreas de siembra, lo que provoca una incidencia y severidad de la enfermedad diversa entre municipios productores.

**Palabras clave:** Manchado del cáliz de jamaica; distribución geográfica; estado de Guerrero.

## INTRODUCCIÓN

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) es un cultivo anual, su principal uso es el cáliz para bebidas frescas, no obstante, en diferentes países se ha utilizado como antihipertensivo y diurético (Herrera-Arellano 2007). En México el principal estado productor es Guerrero con 14,295 ha con una aportación del 74% de la producción nacional (SIAP, 2019). Sin embargo, la enfermedad “manchado y tizón del cáliz” (MCJ) es considerada una de las más severas, con una afectación del 60% de la superficie, causando pérdidas cercanas al 80% de la producción (Cesavegro, 2018). En la etiología de la enfermedad, Correa *et al.* (2011), determinaron que el manchado acuoso del follaje de jamaica en el estado de Tabasco, México fue inducido por *Pilidiella diplodiella* (sin. *Phoma diplodiella*). En el mismo sentido, Lepengué *et al.* (2013), reportaron a *Phoma sabdariffae* como el principal agente patógeno de *H. sabdariffa* en Gabón, el cual induce podredumbre acuosa en cada parte de los órganos de la planta infectada. Sin embargo, más recientemente se reporta a los hongos *Corynespora cassiicola*, *Coniella diplodiella* y *Coniella javanica* como los agentes causales (Ortega-Acosta *et al.*, 2015; Barrón-Coronado *et al.*, 2019 y Noriega-Cantú *et al.* 2020). Alvarez *et al.* (2016), realizaron un análisis filogenético sobre los géneros asexuales de *Coniella* y *Pilidiella*, incluido la fase sexual *Schizoparme* indicando que estos géneros deben considerarse como sinónimos, teniendo prioridad el nombre de *Coniella*. Los síntomas del MCJ son muy similares, manchas irregulares en las hojas con centros de color pajizo bordes negros y anillos de color púrpura, al crecer se unen en grandes áreas necróticas; en los cálices se observan puntos hundidos necróticos, circulares a irregulares, causando un tizón en el ápice que se extiende a la base del cáliz y en algunos casos en etapas avanzadas un marchitamiento general de la planta y en algunos casos, la necrosis del tejido, se reporta la

presencia de pequeños cuerpos de color marrón oscuro, denominados picnidios (Noriega *et al.*, 2020).

Respecto a la distribución del MCJ, Martínez (2010) reportó que la enfermedad del manchado del cáliz tuvo una incidencia final de 75 % en localidades de Huamuchitos, Mpio. de Acapulco de Juárez y 59 % en Xalpatláhuac Mpio. de Tecoaapa, Guerrero, con severidad de 42 y 18.6%; no obstante, la enfermedad fue asociada a los hongos *Coniella musaiaensis* (Sutton) var. hibisci, *Lasioidiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl, *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt) Wei y *Phomopsis* sp. Deam.

Los antecedentes muestran varios estudios de diagnóstico, no obstante, la incidencia y severidad de la enfermedad en las áreas de producción, no ha sido suficientemente estudiada, por lo que, el objetivo de este trabajo fue conocer la distribución geográfica del manchado de la hoja y cáliz de la jamaica en las localidades y municipios productores del estado de Guerrero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en diferentes regiones agrícolas del estado de Guerrero, ubicadas entre los 16° y 18° latitud norte y los 98° y 102° longitud oeste, donde se presenta un cálido subhúmedo (Aw) (García, 2004), altitudes de 0-400 m; en esta región se ubica la principal área productora de jamaica en México; así también, se realizó un muestreo en una nueva área de producción, con clima semiárido cálido (BS). El área producción y de reconocimiento incluyó la región Costa Chica (Ayutla de los Libres, Tecoaapa, San Marcos y Acapulco), Costa Grande (Atoyac y Coyuca de Benítez) y la región Norte (Copalillo). El estudio se realizó en el ciclo Primavera-verano 2017 y 2018 en

los meses de julio a diciembre, desde crecimiento vegetativo, floración y cosecha.

### Distribución geográfica

El área productora fue delimitada considerando los municipios y sus localidades, en cada una de ellas con un distanciamiento  $\geq 10$  km, se definieron parcelas comerciales con una extensión de una hectárea, en un muestreo cinco de oros. La incidencia de la enfermedad se determinó en cinco plantas seleccionadas al azar y en cada planta se seleccionó una rama por punto cardinal, contabilizando las hojas y cálices visiblemente enfermos y sanos, con la siguiente fórmula:

$$\text{Incidencia de la enfermedad (IE)} = \frac{\text{Número de hojas, flores enfermas}}{\text{Número total de hojas, flores}} \times 100$$

En estas mismas hojas y cálices se registró la severidad a través de una escala diagramática (Ortega-Santos *et al.*, 2016) con rango de 0 al 5, en hoja 0=sano (0 % de lámina foliar dañada) y 5=daño severo (>57 % de área dañada); en cáliz 0=sano (0% de tejido dañado) y 5=daño severo (>77% de tejido dañado), tanto en hoja y cáliz el porcentaje corresponde a la superficie afectada por la enfermedad. El muestreo se realizó en los genotipos sembrados por los productores de jamaica, donde se consideraron 23 parcelas comerciales, situadas en 18 localidades de siete municipios.

Cada parcela muestreada fue georreferenciada con GPS, formando con ello una base de datos unificada. Para la elaboración de la cartografía se utilizó el sistema de información geográfica QGIS 3.6.3, así como el modelo digital de elevación de INEGI, las capas de división política estatal, batimetría y estados fronterizos de la CONABIO y el patrón parcelario de Consejo Estatal de jamaica de Guerrero.

La cartografía de la distribución geográfica espacial del complejo manchado de hoja y cáliz en jamaica (MCJ) se elaboró a partir de los muestreos con presencia de la enfermedad en hoja y cáliz. Para conocer la incidencia por huerto se promediaron los datos de incidencia por hoja, rama y planta, clasificando la incidencia según Tabla 1.

### Análisis estadístico

Las variables en estudio (incidencia y severidad del MCJ para los municipios, cultivares y altitudes) se analizaron en un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones, considerando cada planta como repetición. Los datos de severidad de la enfermedad fueron analizados con PROC RANK en SAS (Shah y

Madden (2004) y sometiendo a un análisis de varianza con el procedimiento PROC GLM. La separación de medias utilizando el procedimiento de Tukey-Kramer con el software SAS v9.2. Y con el fin de analizar la relación entre variables, se calcularon coeficientes de correlación lineal de Spearman debido a la normalidad de los datos (SAS, 2010).

**Tabla 1. Clases de incidencia de la enfermedad complejo del manchado de la hoja y cáliz en jamaica.**

Clasificación	Rango (%)
Sin incidencia	0
Incidencia baja	> 0 y $\leq 75$
Incidencia media	> 75 y $\leq 93$
Incidencia alta	> 93

## RESULTADOS

### Distribución Geográfica

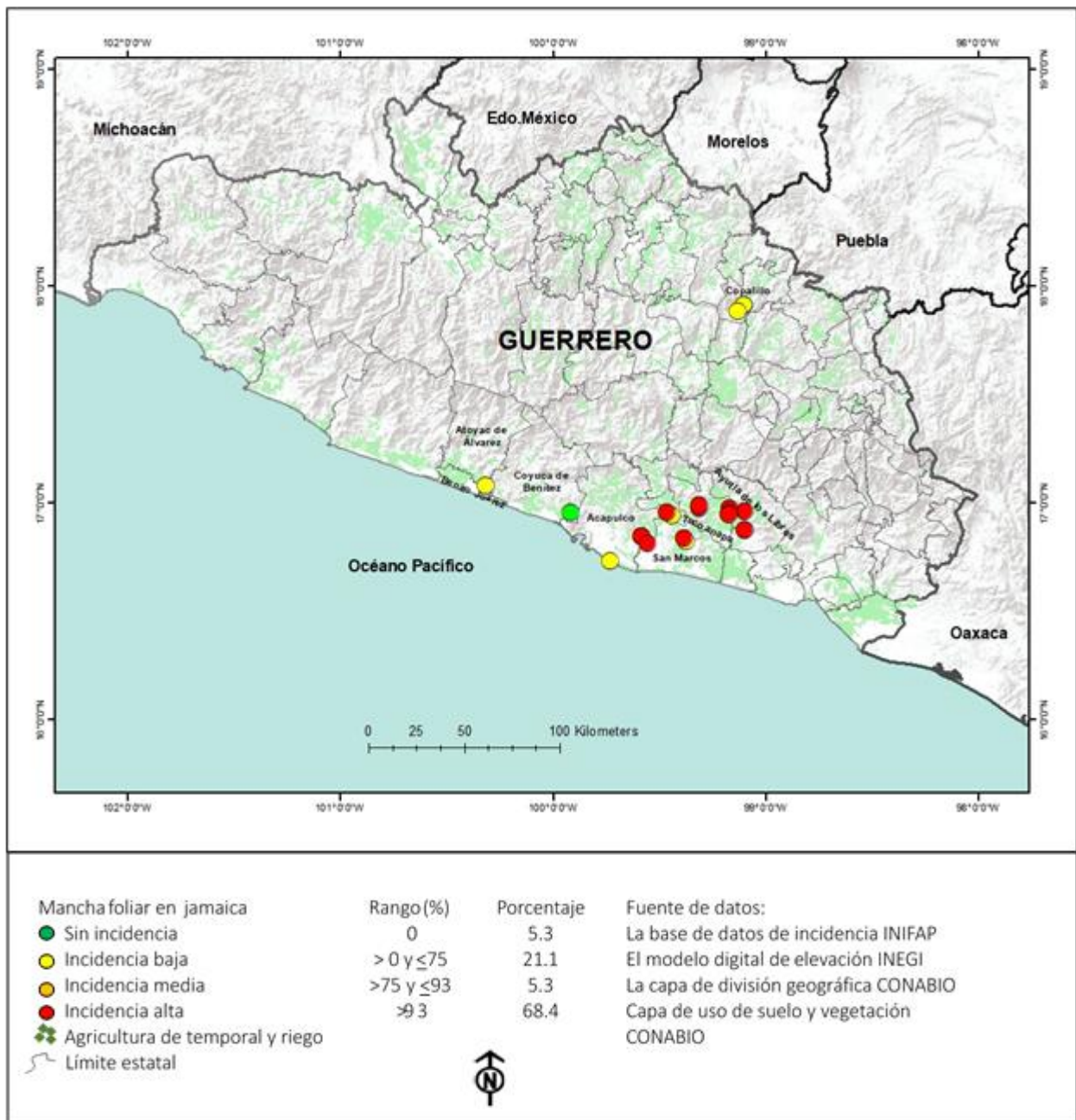
La distribución espacial de incidencia promedio del complejo manchado de la hoja y cáliz de jamaica (MCJ) en Guerrero se presenta en las Figuras 1 y 2. Esta cartografía permite visualizar de manera clara y práctica, el contexto geográfico en que se circunscribe la enfermedad en el estado; además permite analizar en su conjunto la magnitud de la incidencia. No obstante, que los mapas sean a escala a nivel estatal, se puede apreciar que la incidencia del manchado de la hoja y del cáliz requiere atención en los municipios de Tecoaapa, Ayutla y Acapulco, por riesgo con alta incidencia (>93 %) del manchado de cáliz es prioritario en estos tres municipios. En la Figura 1 se muestra la distribución del manchado en hojas, el cual contrasta con el mapa del manchado en cáliz (Figura 2), donde se observa una incidencia de 75 a 100 % en los municipios de Ayutla y Tecoaapa principalmente. Esta enfermedad en el estado, se asocia primero el manchado de hojas y posteriormente se presenta en cáliz, lo cual es un foco de atención, debido que estas pueden disparar la clasificación actual de la enfermedad “sin y baja incidencia” en los demás municipios, como San Marcos, Atoyac, Copalillo y Coyuca de Benítez.

En la Tabla 2 se observa la distribución del MCJ a nivel municipal, donde la más alta severidad se observó en Tecoaapa con 2.87 total manchado de la hoja y cáliz, con diferencias significativas con los seis municipios restantes ( $P \leq 0.05$ ); en Ayutla y Acapulco se tuvieron valores de 2.24 y 2.06, que mostró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) con tres municipios. Dos municipios, San Marcos y Atoyac, tuvieron severidades de 1.04 a 1.00 total manchado de la hoja y

cáliz, este último municipio solo mostró daños en hojas y no en cáliz, situación similar a Copalillo como área nueva de producción y solamente Coyuca de Benítez no tuvo presencia de la enfermedad.

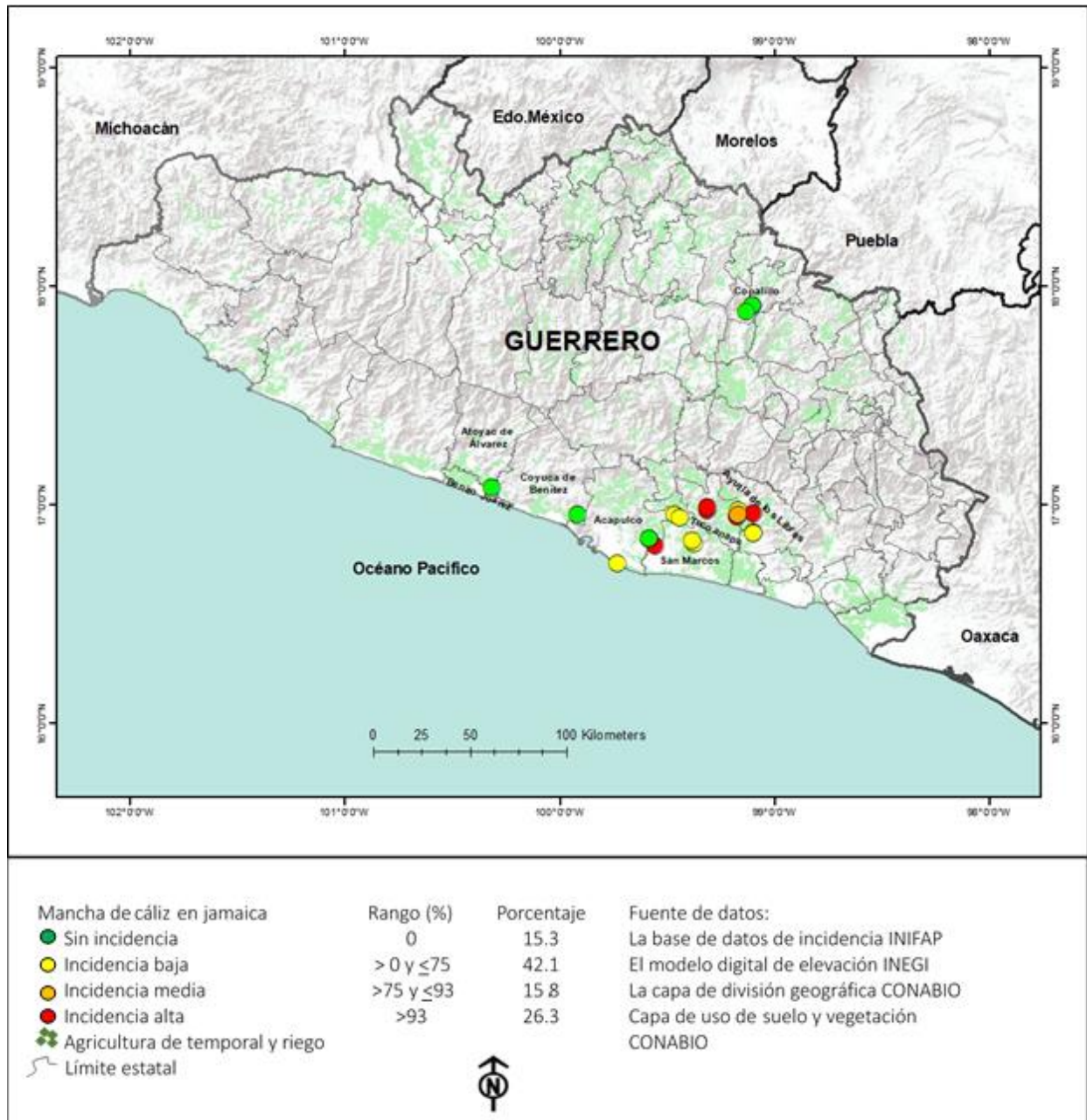
En la Tabla 3, se muestra la severidad del MCJ por genotipo, donde el material genético Tecoaapa y Coneja mostraron valores más altos, con 2.85 y 2.17

total de manchado de la hoja y del cáliz respectivamente, con diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) con los demás genotipos Criolla, Jersey y Sudán que tuvieron valores de 1.59, 0.75 y 0.31 respectivamente. Los genotipos Jersey y Sudán mostraron solamente síntomas en hojas y la ausencia de manchas en cáliz.



**Figura 1.** Distribución geográfica de la incidencia del manchado de hojas en jamaica en la región productora de Guerrero, México.





**Figura 2.** Distribución geográfica de la incidencia del manchado de cáliz en jamaica en la región productora de Guerrero, México.

En la Tabla 4, se muestra la severidad del MCJ por altitud, donde las siembras de jamaica de 0 a 18 m mostraron los más bajos daños con un índice de 0.93 total de manchado de la hoja y del cáliz. Los mayores daños fueron a nivel de hoja con 0.85 manchas de hoja y mínimo en el manchado de cáliz con un índice de 0.08, con diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) con las dos altitudes agrupadas entre 19-100 m y > 100 m donde se observan los mayores daños tanto en hoja como en cáliz con 2.38 y 2.09 total de manchado de la hoja y del cáliz. Las siembras a nivel de mar no mostraron daño, o solamente daño en hoja y no en

cáliz.

El nivel de severidad de la enfermedad en hoja, cáliz y la severidad total del manchado de la hoja y cáliz en este estudio estuvo positivamente correlacionado con las áreas de siembra de los municipios durante el muestreo de campo (Tabla 5). Es decir, a medida que aumenta el número de municipios con nuevas áreas de siembra también aumenta la severidad del MCJ. Así también la correlación fue positiva con los indicadores de severidad del manchado del cáliz y el incremento de genotipos sembrados. Mientras la altitud mostró una

correlación negativa entre la severidad del manchado de la hoja, cáliz y severidad total de la planta. Lo que se interpreta que a mayores altitudes se reduce la severidad del MCJ.

## DISCUSIÓN

La incidencia de la enfermedad del manchado de hoja y cáliz en jamaica en el área productora de Guerrero se reporta entre el 46 a 75% (Martínez 2010 y Pereyda *et al.*, 2014). En el presente estudio también mostró que la incidencia de MCJ es del orden de 75 y 100% en los Municipios de Ayutla, Tecoaapa y Acapulco, no obstante, municipios aledaños como San Marcos, Atoyac y Coyuca de Benítez tiene una menor

incidencia. La mayor severidad media del MCJ (2.87) en el estudio se presentó en Tecoaapa, seguido por Ayutla (2.24) y Acapulco (2.06), con estos valores de la escala (>1), los cálices no se pueden comercializar, lo que indica la importancia de la enfermedad en el área de estudio. En municipios como Copalillo, el cual es una nueva área de producción, la enfermedad solo se localizó en las hojas y no se observó en los cálices, por lo que se deben de tomar medidas preventivas de manejo y evitar su incremento. Esta enfermedad ha hecho que la producción de jamaica no sea atractiva ni comercializable para los agricultores, provocando el cambio de cultivo o la búsqueda de nuevas áreas de producción.

**Tabla 2. Distribución geográfica de la severidad del manchado de hoja y cáliz en jamaica por municipio en Guerrero. PV 2017-2018.**

Municipio	Manchado de hoja <sup>1</sup>	Manchado de cáliz	Total manchado de la hoja y cáliz
Tecoanapa	2.01 a	0.86 a	2.87 a
Ayutla	1.93 a	0.31 b	2.24 b
Acapulco	1.49 b	0.56 b	2.06 b
San Marcos	0.89 c	0.15 c	1.04 c
Atoyac	1.00 c	0.00 c	1.00 c
Copalillo	0.10 d	0.00 c	0.10 d
Coyuca de Benítez	0.00 d	0.00 c	0.00 d

<sup>1</sup>Promedio de manchado de hoja, del cáliz y total hoja + cáliz evaluado con la escala de severidad de 0 al 5, donde 0=sano (0% de daño) y 5=daño severo (>63% de daño). Los valores de la escala analizados por SAS rank (equivalente a la prueba de Kruskal-Wallis), y el ANOVA por Proc GLM. Prueba de Tukey-Kramer después de generar los rangos:  $P \leq 0.05$ .

**Tabla 3. Manchado de hoja y del cáliz en jamaica por genotipos en Guerrero. PV 2017-2018.**

Genotipo	Manchado de hoja <sup>1</sup>	Manchado de cáliz	Total manchado de la hoja y cáliz
Tecoanapa	2.02 a	0.83 a	2.85 a
Coneja	1.78 ab	0.39 b	2.17 ab
Criolla	1.20 bc	0.38 b	1.59 b
Jersey	0.75 cd	0.00 c	0.75 c
Sudán	0.31 d	0.00 c	0.31 c

<sup>1</sup>Promedio de manchado de hoja, del cáliz y total hoja + cáliz evaluado con la escala de severidad de 0 al 5, donde 0=sano (0% de daño) y 5=daño severo (>63% de daño). Los valores de la escala analizados por SAS rank (equivalente a la prueba de Kruskal-Wallis), y el ANOVA por Proc GLM. Prueba de Tukey-Kramer después de generar los rangos:  $P \leq 0.05$ .

**Tabla 4. Distribución del manchado de hoja y del cáliz en jamaica por altitud en Guerrero. PV 2017-18.**

Altitud	Manchado de hoja <sup>1</sup>	Manchado de cáliz	Total manchado de la hoja y cáliz
0-18	0.85 a	0.08 a	0.93 a
19-100	1.60 b	0.78 b	2.38 b
>100	1.59 b	0.49 b	2.09 b

<sup>1</sup>Promedio de manchado de hoja, del cáliz y total hoja + cáliz evaluado con la escala de severidad de 0 al 5, donde 0=sano (0% de daño) y 5=daño severo (>63% de daño). Los valores de la escala analizados por SAS rank (equivalente a la prueba de Kruskal-Wallis), y el ANOVA por Proc GLM. Prueba de Tukey-Kramer después de generar los rangos:  $P \leq 0.05$ .

**Tabla 5. Correlación de Spearman entre severidad del manchado del cáliz de jamaica (MCJ), los municipios, altitud y los genotipos en la región productora de jamaica. Guerrero, México.**

Variables	Severidad del MCJ		
	Hoja	Cáliz	Total manchado de la hoja y cáliz
Municipios	<b>0.11636<sup>y</sup></b>	<b>0.26626</b>	<b>0.17007</b>
	<b>0.0199<sup>*</sup></b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0007</b>
	<b>400<sup>z</sup></b>	<b>396</b>	<b>396</b>
Genotipos	-0.04564	<b>0.14352</b>	-0.00445
	0.3626	<b>0.0042</b>	0.9296
	400	<b>396</b>	396
Altitud	<b>-0.11648</b>	<b>-0.12032</b>	<b>-0.13391</b>
	<b>0.0198</b>	<b>0.0166</b>	<b>0.0076</b>
	<b>400</b>	<b>396</b>	<b>396</b>

<sup>y</sup> Coeficiente de correlación; <sup>\*</sup> Nivel de significancia y <sup>z</sup> Número de observaciones.

Los datos del SIAP (2019), reportan que entre las mayores superficies y producción del cultivo de jamaica se encuentran Ayutla de los Libres, Tecoaapa y Acapulco de Juárez donde se concentra el 54% de la producción de este cultivo en el país. Los resultados de este trabajo indican que son los municipios con una mayor incidencia del MCJ, información que puede proporcionar una base para la toma de decisiones y/o estrategias para el control y prevención de la enfermedad, considerando las localidades propicias para la producción e industria asociadas.

Por otro lado, el trabajo también intento determinar la severidad de la enfermedad en los diferentes genotipos sembrados, encontrando que la Jersey y Sudán mostraron los más bajos valores de la escala con 0.75 y 0.31 respectivamente. El genotipo Jersey se localizó únicamente en Acapulco y Copalillo, mientras que Sudan además de estar presente en estos municipios también se localizó en Coyuca de Benítez y Atoyac de Alvarez. Información que puede ser útil para un programa de mejoramiento genético del cultivo.

Los datos de este estudio indican que la incidencia y severidad más bajas del MCJ se registraron en las áreas con las menores altitudes (0 a 18 m), como Coyuca de Benítez, Atoyac y algunas áreas de Acapulco. Por el contrario, los municipios con una altitud intermedia (19-100 m) como Ayutla y Tecoaapa se registró la mayor incidencia y severidad. Mientras que municipios con mayor altitud (> 100 m) la enfermedad mostró un ligero decremento, no obstante, que esta variable de altitud y severidad del MCJ tuvo una correlación negativa en términos generales del muestreo. Los factores como la altitud, la distancia al mar entre otros (latitud, relieve, corrientes marinas, biodiversidad, suelos) son los que condicionan los elementos de clima (temperatura, precipitaciones, humedad y vientos) los que interactúan con la

atmósfera e influyen en su composición y dinámica (OMM, 2013). Los municipios de Ayutla y Tecoaapa están dentro de las altitudes intermedias y probablemente los elementos del clima influyen en una mayor incidencia y severidad de la enfermedad, como lo muestran los estudios de dinámica de esporas de hongos patógenos en el cultivo que han mostrado fluctuaciones poblacionales mensuales relacionados con temperaturas, precipitaciones, radiación solar y velocidad del viento (Sahu *et al.*, 2014 y Noriega *et al.*, 2020). Por lo que es conveniente realizar investigaciones adicionales para determinar la tolerancia de los genotipos, las condiciones de clima más propicias para el desarrollo de estos patógenos que permita predecir la epidemia, así como el diseño de mejores estrategias de control de la enfermedad bajo un enfoque de manejo integrado.

## CONCLUSIONES

Este estudio muestra que la distribución geográfica del MCJ dentro del área productora de jamaica del estado de Guerrero está influenciada por los genotipos de cultivo sembrados, por las altitudes de las áreas de siembra, lo que provoca una incidencia y severidad de la enfermedad diversa entre municipios productores. Así también, reveló que las mayores plantaciones de jamaica en la entidad están bajo la presión de la enfermedad, lo que sugiere la necesidad de prácticas de manejo apropiadas y un programa de mejoramiento genético para selección de genotipos tolerantes.

## Declaraciones

**Financiamiento.** Los autores agradecen el apoyo financiero y la Coordinación para el proyecto 13462934089 del Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Iguala.

**Conflicto de interés.** No existe conflicto de intereses por la publicación de la presente investigación.

**Cumplimiento de estándares éticos.** La investigación no incluyó estudios en seres humanos por lo tanto no se requirió someterlo a revisiones para la verificación de su cumplimiento.

**Disponibilidad de datos.** Los datos están disponibles, ante solicitud razonable al autor por correspondencia (noriega.david@inifap.gob.mx).

## REFERENCIAS

- Alvarez L.V., Groenewald J.Z.2, and Crous P.W. 2016. Revising the *Schizoparmaceae*: *Coniella* and its synonyms *Pilidiella* and *Schizoparme*. *Studies in mycology* 85:1–34. <http://dx.doi.org/10.1016/j.simyco.2016.09.001>.
- Barrón-Coronado A. K., V. Ayala-Escobar, S. G. Leyva-Mir, C. Nava-Díaz, S. Aranda-Ocampo and J. Hernández-Morales. 2019. First report of *Coniella javanica* causing blight on roselle leaves and calyx in Guerrero, Mexico. *Plant disease*. Doi: 10.1094/PDIS-09-18-1609-PDN.
- Cesavegro, Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guerrero. 2018. Manejo fitosanitario de la jamaica. <https://cesavegro.org.mx/manejo-fitosanitario-de-la-roselle/>. Consultado: 01 de julio de 2019.
- Correa, S. E.; Ortiz G., C. F.; Torres C., M.; Bautista M., C. C.; Rivera C., M. C.; Lagunes E., L. C. y Hernández S., J. H. 2011. Etiology of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Watery Spot in Tabasco, Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología* 29:165-167.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen. Serie Libros No. 6. Quinta Edición: corregida y aumentada. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., México. 98 p.
- INEGI (Instituto de Estadística, Geografía e Informática). 2016. Datos vectoriales de la base referencial mundial de recurso suelo (WRB-2006).
- Lepengué AN, Yala JF, Lebamba J, Mouaragadja I, Kone D and M'Batchi B. 2013. Phoma *sabdariffae*'s impact on roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) fructification parameters in Gabon. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 4(1):155-164.
- Martínez S., C. 2010. Etiología e incidencia de hongos asociados al manchado del cáliz de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Guerrero, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. 88 p.
- Noriega-Cantú DH, Toledo-Aguilar R, Vasquez-Ortiz R, Alejo-Jaimes A, Garrido-Ramírez ER, Pereyda-Hernández J and González-Mateos R. 2020. Relationship between spore fluctuations, environmental conditions and severity of calyx spot on roselle (*Hibiscus sabdariffa*). *Mexican Journal of Phytopathology* 37(3). DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1909-1
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2013. Weather, climate, Water. Tiempo. Disponible en: [http://www.wmo.int/pages/themes/weather/index\\_es.html](http://www.wmo.int/pages/themes/weather/index_es.html)
- Ortega-Acosta S. A., C. Velasco-Cruz C., J. Hernández-Morales, D. L. Ochoa-Martínez and J. Hernández-Ruiz. 2016. Diagrammatic logarithmic scales for assess the severity of spotted leaves and calyces of roselle. *Mexican Journal of Phytopathology* 34(3):270-285. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1606-6
- Ortega-Acosta S. A., J. Hernández-Morales, D. L. Ochoa-Martínez and V. Ayala-Escobar. 2015. First report of *Corynespora cassiicola* causing leaf and calyx spot on roselle in Mexico. *Plant disease* 99(7):1041. Doi: 10.1094/PDIS-04-14-0438-PDN.
- Pereyda-Hernández J., D. H. Noriega-Cantú, R. González-Mateos y V. M. Domínguez-Márquez. 2014. Creciente daño en cáliz de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Guerrero, México. XVI Congreso Nacional de Fitopatología. Pp. 62.
- Sahu S., Sharma K., Patra S. 2014. Aeromycological study of *Hibiscus sabdariffa* (Roselle) in Winter Season. *International Journal of Scientific Research* 3:467-468.
- SAS Institute, Inc. 2010. SAS user's guide: Statistics. Release 9.3. Ed. SAS Institute Incorporation. Cary, C, SA. 1028 pp.
- Shah, D.A. and Madden L.V. 2004. Nonparametric analysis of ordinal data in designed factorial experiments. *Phytopathology* 94: 33-43.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la SAGARPA). 2019. Anuario estadístico de la producción agrícola 2019 en México. El cultivo de jamaica. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F. [On line]. available at <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado: 15 de marzo de 2021.