

# Caracterización de daño y distribución espacial de *Ceroplastes cirripediformis* en maracuyá en el Caribe Colombiano

## Damage characterization and spatial distribution of *Ceroplastes cirripediformis* in yellow passion fruit in the Colombian Caribbean

Omar Ríos-Suárez<sup>1</sup> ; Claudio Fernández-Herrera<sup>1</sup> ; Karol Pérez-García<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad de Córdoba. Montería - Córdoba, Colombia; e-mail: omarríos.biologo@gmail.com; cfernandezherrera@correo.unicordoba.edu.co; kperez@correo.unicordoba.edu.co

**Cómo citar:** Ríos-Suárez, O.; Fernández-Herrera, C.; Pérez-García, K. 2022. Caracterización de daño y distribución espacial de *Ceroplastes cirripediformis* en maracuyá en el Caribe Colombiano Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 25(1):e1739. <http://doi.org/10.31910/rudca.v25.n1.2022.1739>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

**Recibido:** octubre 17 de 2020

**Aceptado:** enero 25 de 2022

**Editado por:** Helber Adrián Arévalo Maldonado

### RESUMEN

El maracuyá es la principal especie del género *Passiflora*. Sus principales productores son Brasil, Ecuador, Colombia y Perú con, aproximadamente, 805.000 t/año. En Colombia, se cultivaron 8.164 ha en 2019, con una producción de 137.622 t y un rendimiento promedio de 16.86 t/ha; no obstante, este agroecosistema es afectado por *Ceroplastes cirripediformis*, que causa daños severos y pérdidas económicas sustanciales. Para conocer su potencial de daño e importancia, se investigó los diferentes grados de infestación y la distribución espacial de *C. cirripediformis* en el agroecosistema maracuyá. Para esto, se estableció una escala de daño y se elaboró una grilla espacial sobre el cultivo, seleccionando 36 puntos, en los cuales, se realizaron muestreos mensuales, durante seis meses. En cada punto, se evaluó el grado de severidad de la escama y las variables meteorológicas. Con esta información, se estimaron los índices de dispersión, varianza/media, índice de Morisita y exp. K de la binomial negativa. Asimismo, se realizó un análisis de correlación ( $r$  de Pearson), entre los factores abióticos y los índices

evaluados. Los resultados indican que los grados de severidad de *C. cirripediformis* establecidos fueron: grado 1 (<40 individuos), grado 2 (41-80 individuos), grado 3 (>a 81 individuos). De acuerdo con el análisis de correlación, los factores de temperatura y de precipitación inciden notablemente sobre las poblaciones del cóccido y su distribución. Los índices de dispersión mostraron que las poblaciones en el cultivo de maracuyá se establecen en agregado, por lo que es esencial focalizar estrategias de manejo hacia puntos específicos.

Palabras clave: Coccidae; Escama de cera; Escala de daño; *Passiflora*; Severidad.

### ABSTRACT

The passion fruit is the main species of the genus *Passiflora*. Its main producers are Brazil, Ecuador, Colombia, and Peru with approximately 805,000 t/year. In Colombia, 8,164 ha were cultivated in 2019, with a production of 137,622 t and an average

yield of 16.86 t/ha. However, this agroecosystem is affected by *Ceroplastes cirripediformis*, which causes severe damage and substantial economic losses. To know its potential for damage and importance, the different degrees of infestation and the spatial distribution of *C. cirripediformis* in the passion fruit agroecosystem was investigated. For this, a damage scale was established, and a spatial grid was drawn up on the crop, selecting 36 points in which monthly samplings were carried out for six months. At each point, the degree of severity of the scale and the meteorological variables were evaluated. With this information, the dispersion indices, variance/mean, Morisita index, and exp. K of the negative binomial. Likewise, a correlation analysis (Pearson's r) was performed between the abiotic factors and the evaluated indices. The results indicate that the degrees of severity of *C. cirripediformis* established were: grade 1 (<40 individuals), grade 2 (41-80 individuals), grade 3 (> 81 individuals). According to the correlation analysis, the temperature and precipitation factors have a notable impact on the populations of the coccyx and its distribution. The dispersion indices found in the populations in the passion fruit cultivation were achieved in aggregate, so it is essential to focus management strategies towards specific points.

Keywords: Barnacle scale; Coccidae; Damage scale; *Passiflora*; Severity.

## INTRODUCCIÓN

El constante crecimiento poblacional de la humanidad permite el desarrollo de nuevos mercados, en diferentes sectores económicos (Puerto Becerra, 2010). Es el caso del sector frutícola, donde se reflejó un incremento de la producción de 3,8 %, entre 2017 y 2018, siendo Asia, América Latina y África, las tres regiones principales productoras del mundo, lo cual, obedece al aumento del área cosechada (Molina, 2016; FAO, 2020). Se estima que para el periodo comprendido entre el 2019 y el 2028, se tendrá un crecimiento mesurado, aproximadamente, del 2,8 % en promedio, encabezando la lista las frutas tropicales, como el mango, la piña, la papaya, el aguacate, las pasifloras y los cítricos (Orrego *et al.* 2020; FAO, 2020).

En Latinoamérica, Colombia es el segundo país productor de frutas tropicales, debido a su ubicación geográfica y a la variedad de frutas disponibles, que exhiben excelentes cualidades sensoriales, nutricionales o nutraceuticas (Molina-Hernández *et al.* 2019). Entre las frutas tropicales con gran importancia comercial, se encuentra el maracuyá (*Passiflora edulis* fo. *flavicarpa*, Degener 1932), que pertenece a la familia Passifloraceae (Cañizares Chacín & Jaramillo Aguilar, 2015; Molina-Hernández *et al.* 2019). Esta familia posee entre 17 a 25 géneros, dentro de los cuales, *Passiflora* resulta ser el más numeroso e importante en la economía, ya que agrupa, aproximadamente, 575 especies (Ocampo *et al.* 2010).

Los principales productores de maracuyá, a nivel mundial, son Brasil, Ecuador, Colombia y Perú con, aproximadamente, 805.000 t/año (Passionfruit, 2021). En Colombia, esta fruta fue introducida a inicio de los 60's y en 2019, la superficie dedicada a este cultivo fue

de 8.164 hectáreas, con una producción de 137.622 toneladas y un rendimiento promedio de 16.86 ton/ha, de las cuales, el 70 % son destinados a la industria como jugo concentrado para exportación, debido a sus características nutritivas, coloración amarillo-naranja, sabor ácido y aroma exótico (Talcott *et al.* 2003; Molina-Hernández *et al.* 2019; Agronet, 2021).

A pesar de la gran demanda que genera esta fruta tropical, uno de los factores limitantes para su desarrollo corresponde al ataque de varios insectos plagas (Menacé Almea *et al.* 2019). Se reportan en Colombia, las especies, *Langsdorfia* sp., *Diabrotica* sp., *Hexaleurodicus* sp., *Trigona* sp., *Drosophila* sp., *Agraulis* sp., *Leptoglossus* sp., *Tetranychus urticae*, *Tetranychus mexicanus*, *Neohydatothrips* sp., *Dasiops inedulis*, *Corythucha gossypii*, *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*, *Thrips tabaci* Lindeman, *Frankliniella auripes* Hood, *Frankliniella occidentalis*, Perg., *Neohydatothrips signifer* Priesner, *Ceroplastes cirripediformis*, *Dione juno juno* Cramer, *Eveides isabella* Huebneri, *Polyphagotarsonemus latus*, *Anastrepha pallidipennis*, *Drosophila* sp., *Diactor bilineatus*, *Agrotis ipsilon*, *Feltia* sp. (Kondo, 2009; Hernández M. *et al.* 2011; Romero-Ramírez *et al.* 2018).

Dentro de este complejo de plagas, *Ceroplastes cirripediformis* Comstock, 1881 (Hemiptera: Coccidae), comúnmente conocida como escama de percebe o tortugueta, es la única especie del género *Ceroplastes*, reportada en el maracuyá (Kondo, 2009; García *et al.* 2019); sin embargo, se referencia como una plaga altamente polífaga, capaz de alimentarse de plantas hospedadoras de 119 géneros en 63 familias, en más de 32 países (García *et al.* 2019), razón por la que, en el 2017, el centro internacional para la agricultura y biociencia (CABI), la designó como una escama invasiva, que causa daños severos a las plantas hospedantes, generando pérdidas económicas sustanciales (Wang *et al.* 2020). Como la mayoría de los insectos escama, esta especie se caracteriza por su hábito chupador, que inserta su estilete en el floema y otros tejidos de la planta, donde destruye al hospedante, succionando jugo directamente de él y excretando melaza para inducir manchas de carbón. El primer y segundo instar ninfal infestan las hojas de las plantas hospedantes y migran a los tejidos leñosos durante el tercer instar, donde culminan su ciclo de vida (Wang *et al.* 2020).

Para planificar las estrategias de control, incluidas dentro del manejo integrado de plagas (MIP), es importante conocer cómo se dispersan las poblaciones del insecto plaga en tiempo y espacio (Paz & Arrieche, 2017). Asimismo, resulta esencial tener conocimiento de los atributos que le son inherentes a los sistemas de vida, como son la disposición que presentan en el espacio, las fluctuaciones poblacionales en el tiempo y su relación con las variables meteorológicas (Sánchez-Castro *et al.* 2016).

En cuanto a la disposición espacial de las poblaciones de insectos es fundamental tener en cuenta la interacción entre la dinámica de la población y los factores bióticos o abióticos (Sciarretta & Trematerra, 2014), debido a que estas interacciones permiten exhibir patrones de distribución en el espacio, ya sea de forma homogénea, aleatoria o agrupada (Fortin *et al.* 2006). Cada tipo de distribución espacial podría ser el resultado de restricciones

medioambientales, como la disponibilidad de recursos, el clima, el tipo de suelo, la entrada de sustancias químicas y la manipulación física en los cultivos, lo que da como resultado, cambios en el paisaje (Hahn *et al.* 2017). Comprender estos cambios permite analizar cómo las plagas agrícolas se distribuyen espacialmente y qué decisiones de manejo son las más adecuadas (Hahn *et al.* 2017). Además, se logra optimizar qué medidas de control se pueden dirigir hacia las zonas específicas de infestación, reduciendo el uso de insecticidas, retrasando el desarrollo de resistencia y promoviendo la conservación de enemigos naturales (Pérez-Álvarez *et al.* 2010).

En relación con lo anterior, se planteó reconocer los diferentes grados de infestación de *C. cirripediformis*, su distribución espacial y la relación de la distribución espacial con la temperatura y la precipitación, en el agroecosistema maracuyá.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación, se realizó en un cultivo de maracuyá, establecido en el municipio de Ciénaga de Oro, Córdoba, Colombia (Figura 1), ubicado a 8°49'25,3" LN 75°36'12,4" LO, con una temperatura

promedio de 30,5 °C y humedad relativa de 77 %, lo que permite clasificarlo, de acuerdo con Holdridge (1982), como una zona de bosque seco tropical (Gobernación de Córdoba, 2012).

**Escala de daño para *C. cirripediformis*.** Se muestrearon al azar 50 tallos de maracuyá con incidencia de *C. cirripediformis*. Con el uso de una cinta métrica, se calculó el rango en que fluctúan las poblaciones del cóccido en cada tallo, determinando el intervalo promedio en que oscila *C. cirripediformis* en tallos. Posteriormente, se contabilizó el número de escamas presentes por cada segmento de tallo, independientemente, del estado de desarrollo del cóccido y se registraron los daños causados por la escama sobre cada una de las estructuras vegetales. En este parámetro, todas las plantas oscilaban con una edad de 18 a 20 meses (etapa reproductiva) y al muestrear no se discriminó el lugar de fijación del insecto en las diferentes secciones del tallo, debido a la ubicación que presenta *C. cirripediformis*, según el estado de desarrollo.

Con la información obtenida, se construyó una tabla de niveles de severidad, teniendo en cuenta tres criterios: número de individuos presentes por cada grado, longitud de la sección del tallo afectado

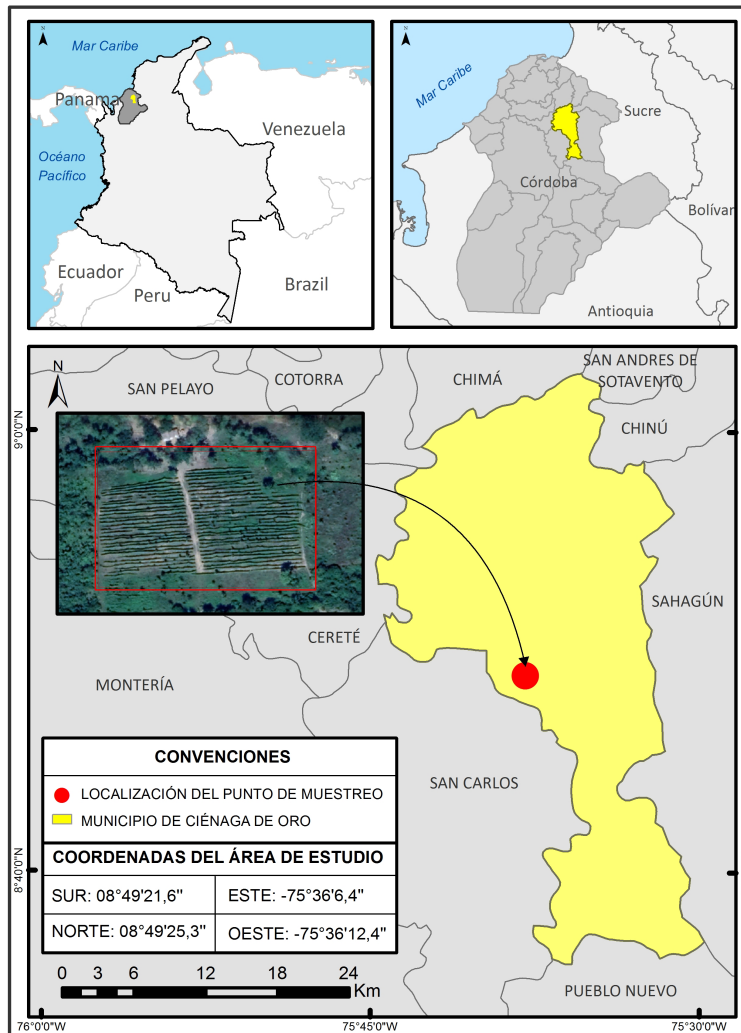


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio (Municipio de Ciénaga de Oro, Córdoba, Colombia).

y caracterización de los daños expresados por cada grado de infestación, lo que permitió evaluar el grado de severidad, por cada punto de muestreo.

**Tipo de muestreo.** Se procedió a realizar un muestreo sistemático, donde se establecieron puntos específicos, teniendo en cuenta el área del cultivo y la densidad de plantas. Para esto, se utilizó una grilla espacial, donde se seleccionaron seis calles del cultivo y, en cada una, seis puntos de muestreo, a una distancia de 30 m de largo x 18 m de ancho, para un total de 36 puntos. Estos puntos fueron marcados dentro del lote y georreferenciados con un GPS, permitiendo, de esta forma, la ubicación exacta de cada punto dentro del predio. Teniendo en cuenta la escala de daño y el tipo de muestreo establecido, se llevaron a cabo muestreos mensuales donde se registró el grado de severidad de la escama.

**Variables evaluadas.** Se instaló un termómetro de máximos y mínimos en el cultivo y durante un periodo de 6 meses, se realizó el registro diario de los valores de temperatura, en tres espacios del día (mañana, medio día y tarde). Asimismo, con el uso de un pluviómetro, se hizo registro de cada uno de los valores correspondientes a las precipitaciones ocurridas, durante el desarrollo de la investigación.

**Distribución espacial.** Con la información recopilada, se realizó una base de datos, donde se registró, mensualmente, el grado de severidad y la abundancia de *C. cirripediformis*. Los valores de abundancia obtenidos fueron utilizados para determinar los índices de dispersión, varianza/media, índice de Morisita y exponente K de la binomial negativa, con los cuales, se estimó el tipo de distribución que presentan las poblaciones de la escama.

Para determinar el índice de varianza/media ( $S^2/\bar{x}$ ), se utilizó la ecuación 1.

$$I = \frac{S^2}{\bar{x}} \quad \text{ecuación 1}$$

Donde, I es el índice de dispersión,  $S^2$  la varianza y  $\bar{x}$  es la media. Si los valores de la relación se aproximan a 1, se puede decir que la distribución de la población es completamente aleatorizada; valores de 0 o cercanos a este indican una distribución espacial uniforme y valores mayores de 1 señalan una distribución agregada (Fernandes *et al.* 2003; Vivas C. & Notz, 2011; Silva *et al.* 2016).

Para estimar el índice de Morisita ( $I_\delta$ ), se utilizó la ecuación 2.

$$I_\delta = \frac{\sum ni(n_i-1)}{n(n-1)} N \quad \text{ecuación 2}$$

Donde,  $I_\delta$  es el índice de agregación,  $n_i$  es el número de individuos en cada una de las muestras, n el total de individuos en el total de las muestras, N corresponde al número de muestras. Así, cuando  $I_\delta = 1$ , la distribución es aleatoria; cuando  $I_\delta > 1$  la distribución es del tipo contagioso y cuando  $I_\delta < 1$  indica una distribución regular (Fernandes *et al.* 2003; Vivas C. & Notz, 2011; Silva *et al.* 2016).

Con relación al exponente K de la distribución binomial negativa, se utilizó la ecuación 3.

$$k_1 = \frac{(\bar{x})^2}{s^2 - \bar{x}} \quad \text{ecuación 3}$$

Donde,  $K_1$  es el índice de agregación,  $\bar{x}$  es la media y  $s^2$  la varianza. Este parámetro es una medida inversa del grado de agregación, en este caso, los valores negativos indican una distribución regular o uniforme, los valores positivos, cercanos a cero, indican disposición agregada y los valores más altos que ocho indican una disposición al azar (Fernandes *et al.* 2003; Vivas & Notz, 2011; Silva *et al.* 2016).

Con el uso de gráficos, se compararon los grados de severidad de *C. cirripediformis* con las variables de temperatura y precipitaciones. De igual manera, se realizó un análisis de correlación (r de Pearson) en el programa estadístico R versión 4.1.2 (R core team, 2021), entre los factores abióticos y los índices de dispersión evaluados, permitiendo estimar el efecto que pueden tener estas variables sobre los grados de infestación del cóccido, en el transcurso del tiempo.

También, se llevó a cabo la estimación de los datos de abundancia en cada mes por medio del método de interpolación IDW (Distancia Inversa Ponderada), ejecutado en el software ArcGIS 10.1 (Spatial Analyst Tools/Interpolation/IDW) (ESRI, 2012). Realizado este proceso, se elaboraron los respectivos mapas, teniendo en cuenta la reclasificación de la escala de daño de *C. cirripediformis* por el IDW (< 0 corresponde a ausencia de plantas; valores entre 0 y 0,5, equivalen a grado 0; entre 0,5 y 1,5, equivalen a grado 1; entre 1,5 y 2,5, corresponde a grado 2 y los valores superiores a 2,5, equivalen a grado 3).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de daños y grados de severidad de la escama.

La presencia de *C. cirripediformis* en el cultivo permitió determinar una escala de daño para evaluar la presencia del cóccido en los diferentes muestreos. Se obtuvo que las altas poblaciones del cóccido se agruparon en longitudes, que variaron de 20 a 63 cm, con un promedio de  $33,4 \pm 9,7$  cm y más de 80 individuos, independientemente, del estado en desarrollo del insecto; sin embargo, existían poblaciones con menor cantidad de individuos con relación a la longitud del tallo.

Con base a estas observaciones se establecieron 4 grados de severidad:

- Donde el grado 0 se caracterizó por la ausencia del cóccido, presentar tallos sanos y vigorosos de color verde, con haces vasculares en buen estado fisiológico y hojas fotosintéticamente activas sin daños mecánicos.
- El grado 1 presentó de 1 a 40 individuos en instar ninfal N3, N4. Los tallos, se caracterizaban por su coloración verde y aún vigorosa. Ante la presencia de la escama, se producen excreciones

de miel de rocío, que resultan de gran atracción para agentes fúngicos oportunistas, que producen fumagina sobre la superficie del tallo.

- En el grado 2, el número de individuos varía de 41 a 80, notándose la presencia de instares ninfales N3, N4 y adultos. Los tallos mantienen su coloración, aunque las paredes de los tejidos internos son más secas en comparación con el grado 1.
- En el grado 3, la población sobrepasa los 81 individuos, con presencia de ninfas N3, N4 y adultos, siendo, este último, de mayor abundancia. La planta presenta exceso de fumagina, tanto en tallos como hojas e, incluso, sobre las mismas escamas, lo que influye en la reducción de la fotosíntesis, daños cosméticos al fruto y otros órganos de la planta. Con el paso del tiempo y la severidad del cóccido, los tallos cambian de coloración, pasando a un color marrón claro, las hojas se vuelven cloróticas y se desprenden, la planta se descompensa, a nivel fisiológico y morfológico, presenta marchitez descendente y posterior muerte (Figura 2).

La descripción de los anteriores grados de severidad coincide con los reportes de Kondo (2009), quién evaluó la severidad de *C. cirripediformis* en tallo en diferentes lotes de maracuyá, en Palmira, Valle del Cauca, concluyendo que, a un nivel bajo, el control de la escama se puede combatir con podas directas, aplicación de extractos naturales (Aceite de Neem), aspersiones adecuadas de productos químicos y monitoreo constante.

Al comparar los grados de severidad con los factores de temperatura y de precipitación, se obtuvo que la precipitación es un factor de regulación de la escama en el maracuyá, dado que las abundancias de éstas, registradas hasta el mes 4, fueron disminuyendo en los meses 5 y 6, donde se presentaron lluvias hasta el punto de no registrar individuos, en 10 puntos de muestreo (Figura 3).

Al correlacionar este factor abiótico con los índices de dispersión evaluados, se determinó que el índice de dispersión (0,32) y el índice de Morisita (0,09), se asociaron positivamente presentando una correlación directamente proporcional, es decir, a medida que aumentan las precipitaciones el estado de agregación se mantiene en las poblaciones de *C. cirripediformis*; no obstante, el índice de la binomial negativa (-0,19), se asoció negativamente en relación con la precipitación, por lo que, a medida que aumenta este factor, los valores de este índice se acercan a cero, manteniendo una distribución en agregado; sin embargo, si los valores pasan de cero a valores negativos, se vería reflejada una distribución regular en las poblaciones del cóccido, incidiendo, notablemente, esta variable sobre el número de individuos o el ciclo de vida de la especie (Tabla 1).

Lo anteriormente descrito, coincide con los resultados reportados por Uriás-Lopez *et al.* (2010), quienes indicaron que poblaciones de *Aulacaspis tubercularis* Newstead en huertos comerciales de mango, disminuyó en julio y agosto, donde el factor precipitación osciló de 316 a 459 mm, lo que produjo un descenso drástico de las poblaciones del insecto.



Figura 2. Presencia de poblaciones de *Ceroplastes cirripediformis* en tallos de maracuyá *Passiflora edulis* fo. *Flavicarpa*.



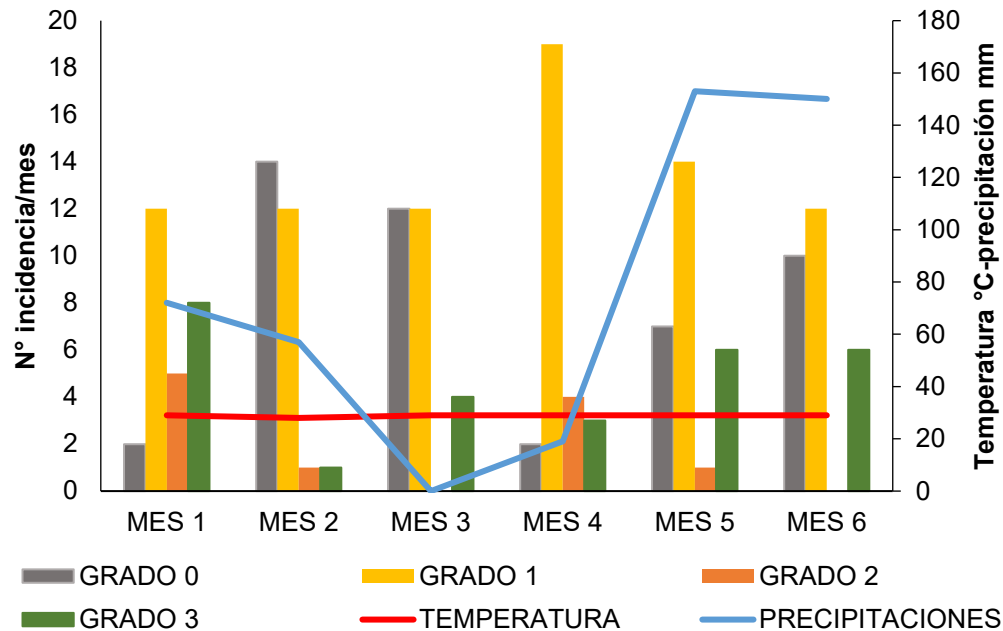


Figura 3. Influencia de los factores abióticos sobre los grados de severidad de *Ceroplastes cirripediformis* en tallos de maracuyá *Passiflora edulis* fo. *flavicarpa*.

(Mes 1: diciembre, Mes 2: enero; Mes 3: febrero, Mes 4: marzo, Mes 5: abril, Mes 6: mayo).

Tabla 1. Matriz de correlación de las condiciones ambientales evaluadas de temperatura y de precipitación y los índices de dispersión, Morisita y binomial negativa.

Factores abióticos	ID	IM	K
Temperatura (°C)	-0,06	-0,72°	0,88*
Precipitación	0,32	0,09	-0,19

\*: Diferencias al 5 %; °: Diferencias al 10 %.

Por otro lado, las temperaturas reflejadas durante los meses evaluados se comportaron de manera constante. De acuerdo con la correlación de Pearson entre la temperatura y los índices de dispersión evaluados, este factor se asoció negativamente con el índice de dispersión (-0.06) y Morisita (-0.72), lo que indica que son inversamente proporcionales. Por tanto, si aumenta la temperatura disminuye el estado de agregación de *C. cirripediformis*, pudiendo pasar a una distribución aleatoria o uniforme, debido al efecto que esta variable ejerce sobre las poblaciones del cóccido. Por el contrario, la temperatura se asoció positivamente con el índice de distribución binomial negativa, comportándose directamente proporcional a esta variable, lo que demuestra que, al aumentar o disminuir la temperatura y los valores del índice de la binomial negativa, las poblaciones se alejan de un estado de agregación, reflejando una distribución, de acuerdo con las condiciones de temperatura presente y el número poblacional de la especie.

Por tanto, la temperatura es un factor que puede influir en la distribución de *C. cirripediformis* al igual que en su tasa reproductiva, ya que, a temperaturas cálidas, tiende a disminuir la duración del ciclo de vida y, a su vez, aumenta la tasa reproductiva de la escama, tal como lo demuestran Marín-Loayza & Cisneros-Vera (1995), al comparar la duración del ciclo de vida de *C. cirripediformis*, en

época de verano e invierno. Asimismo, Abd-Rabou *et al.* (2009) y Robayo Camacho & Chong (2015) reportaron que, a una mayor temperatura, *Saissetia coffeae* (Walker) alcanzó una menor duración del ciclo de vida, resultados que coinciden con los obtenidos en esta investigación, para los meses 3 y 4 (Figura 3).

**Distribución espacial.** La escama del maracuyá, bajo las condiciones del municipio de Ciénaga de Oro, Córdoba, registró una distribución en agregado, corroborado con los diferentes índices de dispersión evaluados (Tabla 2). Dicha distribución se confirma, puesto que los valores obtenidos para los índices de varianza/media y Morisita son superiores a uno, como fue descrito por Silva *et al.* (2016). De la misma forma, con la  $X^2$  y F, se corrobora que el índice varianza/media y Morisita, respectivamente, reflejaron una distribución en agregado en las poblaciones de *C. cirripediformis*, durante los meses evaluados. Con relación al avance de las fechas de muestreo el valor de K fue más cercano a cero, lo que evidencia un mayor grado de agregación, como lo referencian Vivas C. & Notz (2011), Silva *et al.* (2013) y Silva *et al.* (2016) (Tabla 2).

La distribución descrita para esta especie puede estar atribuida a los factores abióticos estudiados. Autores, como Badii *et al.* (2011) y Silva *et al.* (2016), consideran que esta distribución puede obedecer

Tabla 2. Medias (m), varianzas (S<sup>2</sup>), índices de dispersión (I, razón varianza/media), índice de Morisita (I<sub>δ</sub>) y exponente K de la distribución binomial negativa de la abundancia del insecto plaga *Ceroplastes cirripediformis* en un cultivo de maracuyá *Passiflora edulis* fo. *flavicarpa* en el municipio de Ciénaga de Oro, Córdoba, Colombia. (Mes 1: diciembre, Mes 2: enero; Mes 3: febrero, Mes 4: marzo, Mes 5: abril, Mes 6: mayo).

Muestreo	m	S <sup>2</sup>	I	I <sub>δ</sub>	K	X <sup>2</sup> (I)	F (I <sub>δ</sub> )
Mes 1	46,78	1530,84	32,72*	1,65*	1,47 <sup>ag</sup>	883,44	32,51
Mes 2	14,35	427,05	29,74*	2,94*	0,49 <sup>ag</sup>	803,11	29,81
Mes 3	6,60	156,46	23,68*	4,32*	0,29 <sup>ag</sup>	639,41	23,62
Mes 4	20,21	484,69	23,97*	2,09*	0,87 <sup>ag</sup>	647,39	23,8
Mes 5	17,25	766,12	44,41*	3,20*	0,39 <sup>ag</sup>	1199,14	40,27
Mes 6	5,71	99,10	17,34*	3,77*	0,34 <sup>ag</sup>	468,25	17,31

\*: Significativo al 5 %; ag: Agregado.

a diferentes factores bióticos o abióticos, como microclimas (temperatura, humedad o viento), el desarrollo de huevos en masas debajo de la capa cerosa de la madre, preferencia por ciertos tejidos de la planta por parte de ninfas y adultos, respuestas a feromonas o parasitismo diferencial.

Por otro lado, es importante resaltar que la presencia de altas poblaciones del cóccido en ciertos puntos del agroecosistema genera competencia intraespecífica, lo que provoca que las poblaciones del insecto se dispersen hacia los alrededores, generando una distribución escalonada de los grados de severidad dentro del cultivo que, en el tiempo, se manifiesta en una infestación generalizada. En razón a lo anterior, se sugiere realizar un monitoreo constante, la ubicación de los primeros focos de mayor incidencia de la escama y el manejo oportuno, a través de podas de remoción, destrucción de tejido vegetal removido, eliminación de arvenses hospederas, uso de productos selectivos, entre otros. Esquivel Higuera & Jasso García (2014) y Silva *et al.* (2016) registraron distribución espacial en agregado del gusano soldado *Mythimna unipuncta* y de *Vatiga* spp., en cultivo de maíz y e yuca, respectivamente, para lo cual, sugirieron basar la reducción poblacional de estos insectos, mediante la focalización de estrategias de manejo hacia puntos específicos o focos de infestación.

**Agradecimientos.** Al laboratorio de Entomología de la Universidad de Córdoba y productores de la zona donde se desarrolló la investigación. **Conflicto de intereses:** El artículo fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados. **Financiación:** Este estudio fue financiado por Colciencias, a través de la convocatoria No 697 para la formación de capital humano de alto nivel para el departamento de Sucre Maestría Nacional 2014.

## REFERENCIAS

- ABD-RABOU, S.; ALI, N.; EL-FATIH, M.M. 2009. Life table of the hemispherical scale, *Saissetia coffeae* (Walker) (Hemiptera: Coccidae). Egyptian Academic Journal Biological Sciences a Entomology (Egypt). 2(2):165-170. <https://doi.org/10.21608/EAJBSA.2009.15438>
- AGRONET. 2021. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Análisis – estadísticas, maracuyá. Disponible desde Internet en: <http://www.agronet.gov.co> (con acceso el 17/11/2021).
- BADII, M.H.; GUILLEN, A.; CERNA, E.; LANDEROS, J. 2011. Dispersión espacial: El prerrequisito esencial para el muestreo. Daena: International Journal Good Conscience (México). 6(1):40-71.
- CAÑIZARES CHACÍN, A.; JARAMILLO AGUILAR, E. 2015. El cultivo de la Maracuyá en el Ecuador. Universidad Técnica de machala – UTMACH (Ecuador). 82p.
- ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, ESRI. 2012. ArcGIS Resource Center. Disponible desde Internet en: <https://support.esri.com/es/download/1951> (con acceso el 08/03/2020).
- ESQUIVEL HIGUERA, V.; JASSO GARCÍA, Y. 2014. Distribución espacial y mapeo de gusano soldado en seis localidades del estado de México, en el año 2011. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5(6):923-935. <https://doi.org/10.29312/remexca.v5i6.879>
- FERNANDES, M.G.; BUSOLI, A.C.; BARBOSA, J.C. 2003. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. Neotropical Entomology (Brasil). 32(1):107-115. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000100016>

1. ABD-RABOU, S.; ALI, N.; EL-FATIH, M.M. 2009. Life table of

8. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, FAO. 2020. Major tropical fruits - Preliminary market results 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible desde Internet en: <https://www.fao.org/3/cb6196en/cb6196en.pdf> (con acceso el 17/11/2021).
9. FORTIN, M.-J.; DALE, M.R.; VER HOEF, J. 2006. Spatial analysis in ecology. In: El-Shaarawi, A.; Piegorisch, W.W. (eds). Encyclopedia of environmetrics. Ed. John Wiley and Sons (Chichester, England). p.2051-2058. <https://doi.org/10.1002/9780470057339.vas039>
10. GARCÍA, M.; DENNO, B.; MILLER, D.; MILLER, G.; BENDOV, Y.; HARDY, N. 2019. ScaleNet: a literature-based model of scale insect biology and systematics. Disponible desde Internet en: <http://scalenet.info> (con acceso el 17/11/2021).
11. GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA. 2012. Plan departamental para la gestión de riesgos de Córdoba. Disponible desde Internet en: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/367/PDGR%20Cordoba.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (con acceso el 20/11/2021).
12. HAHN, N.G.; RODRIGUEZ-SAONA, C.; HAMILTON, G.C. 2017. Characterizing the spatial distribution of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* Stål (Hemiptera: Pentatomidae), populations in peach orchards. Plos One (United states). 12(3):e0170889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170889>
13. HERNÁNDEZ M., L.M.; CASTILLO, F.; OCAMPO, J.; WYCKHUYS, K.A.G. 2011. Guía de identificación de plagas y enfermedades para el maracuyá, la gulupa y la granadilla. Bio-sistemas, Universidad Jorge Tadeo lozano (Colombia). 58p.
14. HOLDRIDGE, L.R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Centro Interamericano de Información y Documentación Agrícola -CIDIA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA. Costa Rica. 215p.
15. KONDO, T. 2009. Brote poblacional de “La tortuguita”: *Ceroplastes cirripediformis* Comstock en un cultivo de maracuyá en Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Novedades Técnicas, Corpoica (Colombia). 12:26-33.
16. MARÍN-LOAYZA, R.; CISNEROS-VERA, F. 1995. Ciclo de desarrollo de *Ceroplastes floridensis* y *C. cirripediformis* (Homoptera: Coccidae). Revista peruana de entomología (Perú). 38:45-54.
17. MENACÉ ALMEA, M.A.; BELEZACA, C.; LARA VALAREZO, M.A. 2019. Análisis en condiciones semicontroladas la biología del gusano defoliador (*Dione juno juno*) del maracuyá (*Passiflora edulis*), en el litoral del Ecuador. Universidad y Sociedad (Cuba). 11(2):215-219.
18. MOLINA, N.A. 2016. La producción de frutas tropicales: panorama mundial y en Argentina. Estación experimental agropecuaria bella vista. Disponible desde Internet en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_hd42\\_frutas\\_tropicales\\_0.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_hd42_frutas_tropicales_0.pdf) (con acceso el 17/11/2021).
19. MOLINA-HERNÁNDEZ, J.B.; MARTÍNEZ-CORREA, H.A.; ANDRADE-MAHECHA, M.M. 2019. Potencial agroindustrial del epicarpio de maracuyá como ingrediente alimenticio activo. Información tecnológica (Chile). 30(2):245-256. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000200245>
20. OCAMPO, J.; COPPENS D'EECKENBRUGGE, G.; JARVIS, A. 2010. Distribution of the genus *Passiflora* L. diversity in Colombia and its potencial as an indicator for biodiversity management in the coffee growing zone. Diversity Journal (United states). 2(11):1158-1180. <https://doi.org/10.3390/d2111158>
21. ORREGO, C.; SALGADO, N.; DIAZ, M. 2020. Productividad y competitividad frutícola andina: Estudio de mercado interno y externo de la fruta fresca y sus derivados. Fontagro. Disponible desde Internet en: [https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16111\\_-\\_Producto\\_9.pdf](https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16111_-_Producto_9.pdf) (con acceso el 16/11/2021).
22. PASSIONFRUIT. 2021. Supply and demand. Disponible desde internet en: <http://www.passionfruitjuice.com> (con acceso el 17/11/2021).
23. PAZ, R.; ARRIECHE, N. 2017. Distribución espacial de *Thrips tabaci* (Lindeman) 1888 (Thysanoptera: Thripidae) en Quibor, Estado Lara, Venezuela. Bioagro. 29(2):123-128.
24. PÉREZ-ÁLVAREZ, R.; ARGÜELLES-CÁRDENAS, J.; AGUILERA GARRAMUÑO, E. 2010. Distribución espacial de *Premnotrypes vorax* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae) en cultivos de papa. Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria (Colombia). 11(1):11-20. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol11\\_num1\\_art:190](https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:190)
25. PUERTO BECERRA, D.P. 2010. La globalización y el crecimiento empresarial a través de estrategias de internacionalización. Revista pensamiento y gestión (Colombia). 28:171-195.
26. R CORE TEAM. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible desde Internet en: <https://www.R-project.org/> (con acceso el 18/11/2021).



27. ROBAYO CAMACHO, E.; CHONG, J.-H. 2015. General Biology and Current Management Approaches of Soft Scale Pests Hemiptera (Coccidae). *Journal of Integrated Pest Management (United Kingdom)*. 6(1):17. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmv016>
28. ROMERO-RAMÍREZ, A.C.; SALAZAR-CERÓN, M.A.; ORDUZ-RODRIGUEZ, J.O. 2018. Diagnóstico tecnológico y socioeconómico de los cultivos de maracuyá y guayaba en el Ariari, Meta. *Revista Temas agrarios (Colombia)*. 24(1):42-52. <https://doi.org/10.21897/rta.v24i1.1778>
29. SÁNCHEZ-CASTRO, A.; MIRANDA CABRERA, I.; FERNÁNDEZ ARGUDÍN, B.M. 2016. Distribución espacial y temporal de *Empoasca* spp. (Typhlocybae) en un campo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Protección Vegetal (Cuba)*. 31(3):159-164.
30. SCIARRETTA, A.; TREMATERRA, P. 2014. Geostatistical Tools for the Study of Insect Spatial Distribution: Practical Implications in the Integrated Management of Orchard and Vineyard Pests. *Plant protection science (Europe)*. 50(2):97-110. <https://doi.org/10.17221/40/2013-PPS>
31. SILVA, A. DE S.; MOTA, T.A.; FERNANDES, M.G.; KASAB, S.O. 2013. Spatial distribution of *Bemisia tuberculata* (Hemiptera: Aleyrodidae) on cassava crop in Brazil. *Revista Colombiana de Entomología*. 39(2):193-196.
32. SILVA, A. DE S.; MOTA, T.A.; PYÑEIRO, N.G.; FERNANDES, M.G.; PEREIRA, F.F. 2016. Spatial distribution of *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae) on cassava crop. *Revista Acta biológica colombiana*. 21(1):195-200. <https://doi.org/10.15446/abc.v21n1.46762>
33. TALCOTT, S.T.; PERCIVAL, S.S.; PITTET-MOORE, J.; CELORIA, C. 2003. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortifel yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry (United states)*. 51(4): 935–941. <https://doi.org/10.1021/jf020769q>
34. URÍAS-LOPEZ, M.A.; OSUNA-GARCÍA, J.A.; VÁSQUEZ-VALDIVIA, V.; PÉREZ-BARRAZA, M.H. 2010. Fluctuación poblacional y distribución de la escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) en Nayarit, México. *Revista Chapingo serie Horticultura (México)*. 16(2):77-82.
35. VIVAS C., L.E.; NOTZ, A. 2011. Distribución espacial en poblaciones de *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) en el cultivo de arroz en Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola (Venezuela)*. 11(1):109-125.
36. WANG, F.; WANG, D.; GUO, G.; ZHANG, M.; LANG, J.; WEI, J. 2020. Potential distributions of the Invasive barnacle scale *Ceroplastes cirripediformis* (Hemiptera: Coccidae) under climate change and implications for its management. *Journal of Economic Entomology (England)*. 20(20):1-8. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa245>