

## Comparación de técnicas de muestreo para *Diaphorina citri* Kuwayama en cultivos de cítricos del Tolima, Colombia



### Comparisson of sampling techniques for *Diaphorina citri* Kuwayama in citrus crops of Tolima, Colombia

<https://eqrcode.co/a/eh4YAz>

✉Edgar Herney Varón Devia<sup>1\*</sup>, ✉Claudia Milena Flórez<sup>1</sup>, ✉Lumey Pérez<sup>2</sup>,  
✉Camilo Jaramillo Barrios<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agrosavia, Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Centro de investigación Nataima. Km. 9 vía Espinal-Ibagué, Tolima, Colombia.

<sup>2</sup>Agrosavia. Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Centro de investigación Caribia. Km. 6 vía Sevilla-Guacamayal. Municipio zona bananera, Magdalena, Colombia.

**RESUMEN:** Con el objetivo de evaluar cuatro técnicas de muestreo para *Diaphorina citri* Kuwayama, vector de la bacteria causante del HLB, se llevaron a cabo muestreos semanales durante seis meses entre septiembre de 2019 y febrero de 2020, en tres fincas de cítricos ubicadas en el norte y el centro del Tolima, Colombia, en los cuales se realizó el conteo del número de individuos (huevos, ninfas y adultos) del insecto presente en árboles de lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka). Se tomaron, además, brotes jóvenes de árboles en las parcelas correspondientes a cada tratamiento cada quince días. Se correlacionaron el número de adultos y el valor total de individuos por muestreo con el total de adultos e individuos por brote, con el fin de determinar cuál de las técnicas de muestreo se ajustó más a la población presente en los árboles. La técnica más adecuada para el muestreo de *D. citri* fue la visual, según su exactitud, costo y facilidad de uso. Sin embargo, teniendo en cuenta la situación epidemiológica, debido a la ausencia de HLB en el Tolima, se hace necesario apoyar el monitoreo visual del vector con la trampa amarilla adhesiva, fundamentalmente durante la ausencia de brotes.

**Palabras clave:** Lima Tahití, *Citrus latifolia*, monitoreo, muestreo visual.

**ABSTRACT:** In order to evaluate four sampling techniques for *Diaphorina citri* Kuwayama, the vector of the bacteria causing HLB, weekly samples were taken during six months between September 2019 and February 2020, in three citrus farms located in the north and center of Tolima, Colombia. The number of individuals (eggs, nymphs and adults) of the insect present in Tahitian lime trees (*Citrus latifolia* Tanaka) was counted. Bi-weekly, fresh buds of trees were also taken from the plots corresponding to each treatment. The number of adults and the total value of individuals per sample were correlated with the total number of adults and individuals per bud, aiming at determining which of the sampling techniques was more adjusted to the population present in the trees. Visual technique was the most appropriate for sampling *D. citri*, taking into account its accuracy, cost and ease of use. However, considering the epidemiological situation due to the absence of HLB reports in Tolima, it is necessary to support the visual monitoring of the vector with the yellow sticky trap, mainly during the absence of fresh buds.

**Key words:** Tahiti lime, *Citrus latifolia*, monitoring, visual sampling.

## INTRODUCCIÓN

El psílido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera. Liviidae) es considerado como una de las principales plagas de los cítricos. Su rango de hospedantes abarca 27 especies de rutáceas, dos especies de moráceas y una especie de fabácea (1). Este

insecto puede causar un daño directo a las plantas, al alimentarse y remover azúcares y producir encrespamiento de hojas y excreción de azúcares, lo cual favorece la formación de fumagina (*Capnodium citri* Berk & Desm., 1849). En altas poblaciones, puede causar la muerte de yemas apicales (2).

\*Autor por correspondencia: Edgar Herney Varón Devia. E-mail: [evaron@agrosavia.co](mailto:evaron@agrosavia.co)

Recibido: 24/06/2020

Aceptado: 27/09/2020

Su principal importancia radica en ser el vector de la bacteria agente causal de la enfermedad dragón de los cítricos o “Huanglongbing” (HLB), producida por *Candidatus Liberibacter asiaticus* y *Ca. L. americanus*, las cuales producen la muerte de las plantas y pérdidas de plantaciones productivas de cítricos (3). En situaciones de alta incidencia de HLB, la aplicación de nutrientes foliares, junto con un apropiado control del vector, pueden mantener la productividad de los árboles en el mediano plazo (4). Sin embargo, el control de *D. citri* es primordial para detener el avance de la enfermedad (5).

En el año 2007, *Diaphorina citri* fue informado en el departamento del Tolima (importante productor de lima Tahití (*Citrus latifolia* L.) en Colombia) en plantas de limón swinglea (*Swinglea glutinosa* (Blanco) Merr.) y lima Tahití (*Citrus latifolia* L.) (6), aunque la enfermedad de HLB no se ha reportado aún (7). Por tal razón, los agricultores de la zona deben llevar a cabo un monitoreo y control preventivo de las poblaciones del vector, con el fin de disminuir el riesgo de dispersión de la enfermedad, una vez que sea detectada en las áreas de producción.

El monitoreo de insectos plaga permite la detección temprana del insecto y da la posibilidad de tomar medidas de control o manejo a tiempo. En el caso de *D. citri* permite, además, conocer si existen poblaciones que sean +CaLas, obtener información sobre dinámica poblacional y detectar brotes en huertos comerciales (8).

No obstante, el monitoreo de insectos plaga debe balancear la facilidad de implementación, el costo y la precisión en describir las fluctuaciones reales de las poblaciones (9). Varias técnicas de monitoreo se propusieron y evaluaron para monitorear las densidades de *D. citri* (10,11,12).

Una técnica de muestreo es la de los tableros cromáticos adhesivos, la cual puede verse afectada por factores abióticos como la luz del sol y la temperatura (13), así como la dirección del viento (14); también puede capturar numerosos organismos no objetivo (15).

Otra técnica de monitoreo es el de golpeteo de ramas; esta es una técnica principalmente usada para muestrear adultos (16). Por su parte, las técnicas de muestreo visual y con red entomológica presentan la restricción de necesitar

brotes nuevos para ser eficientes en sus resultados (17).

En el presente estudio se buscó evaluar cuatro técnicas de muestreo de *D. citri*, con el fin de determinar su efectividad para las condiciones de los citricultores del Tolima, Colombia, desde los puntos de vista técnico, económico y de tiempo empleado en su uso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los meses de septiembre de 2019 a febrero de 2020 se llevaron a cabo muestreos semanales en tres fincas de cítricos ubicadas en el norte (Finca 1: N 04°54' 18,8" W 074°52' 44,7", Armero-Guayabal; Finca 2: N 05°15' 20,9" W 074°49' 42,0" Mariquita) y el centro (Finca 3: N 3°57'56,1" W 74°59'28,7" Guamo) del Tolima, Colombia. Con áreas entre 50 a 500 ha y altitudes que oscilaron entre 291 a 346 msnm.

Dentro de las fincas se muestrearon lotes de limón Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) con un tamaño de 5 ha aproximadamente. Los cultivos estaban plantados a una distancia de siembra de 7 X 5 m y tenían una edad aproximada de 10 años. Dentro de cada una de estas fincas se establecieron 12 parcelas de 4000 m<sup>2</sup> cada una. En cada parcela se muestrearon ocho árboles, con tres réplicas distribuidas dentro de un arreglo de bloques completos al azar. En cada réplica se realizó el conteo de la población de *D. citri* (huevos, ninfas y adultos) colectada bajo cuatro técnicas de muestreo: T1. Trampa amarilla adhesiva; T2. Golpeteo; T3. Red entomológica; T4. Visual. En cada tratamiento se registró el número de individuos colectados en un formato y se calculó el tiempo de ejecución del muestreo.

**T1. Trampas amarillas adhesivas.** Se utilizaron trampas acrílicas amarillas de 24 x 18 cm aproximadamente, las cuales se forraron en plástico vinipel por la cara cuadriculada y se trataron con un pegante o sustancia adhesiva a base de poliisobutileno (SAFERTAC®). Se ubicaron dos trampas por árbol previamente seleccionado y se ubicaron aproximadamente a 1,5 m del suelo, cerca al dosel exterior de las ramas. Las trampas se evaluaron semanalmente y se sustituyeron cada 15 días. Se tomó el tiempo de lectura y el registro de los adultos de *D. citri*, además del

tiempo de preparación y colocación de la trampa en el árbol.

**T2. Golpeteo Directo.** En cada árbol se seleccionaron dos ramas, idealmente con brotes nuevos o en su defecto con abundante follaje, ubicadas en lo posible una al lado opuesto de la otra. Cada rama se golpeó con fuerza tres veces con un tubo de PVC de media pulgada de ancho y aproximadamente 60 cm de largo, sobre una bandeja metálica cuadrada de 32 x 32 cm y 8 cm de profundidad. Posteriormente, se contabilizó el número de adultos de *D. citri* que cayeron en la bandeja.

**T3. Muestreo con red entomológica.** En este caso se usó una red entomológica de aproximadamente 35 cm de diámetro y un mango extensible desde 70 cm a 130 cm (Biologika®). En cada árbol seleccionado se eligieron tres ramas y en cada una de ellas se hizo oscilar la red entomológica de izquierda a derecha, tres veces a 180 grados (tres pases doble de red entomológica) para un total de nueve pases dobles por árbol.

**T4. Muestreo Visual.** Se realizó con una lupa NO 9881 de 30x de aumento, observando los brotes presentes en los lados contiguos a las calles, dado que la mayoría de los surcos ya habían cerrado. Se designó un tiempo de 40 segundos por cada lado, el cual se cronometró para observar e identificar tanto los adultos como los estados inmaduros (huevos y ninfas) de *D. citri*.

Además, se calculó a nivel general el costo de los materiales usados para llevar a cabo cada técnica de muestreo.

Por otra parte, quincenalmente, se tomaron brotes de los ocho árboles de las parcelas correspondientes a cada tratamiento, los cuales se llevaron al laboratorio de entomología de Agrosavia CI Nataima con el objetivo de contabilizar la cantidad de adultos e inmaduros (huevos y ninfas) presentes. Esta colecta fue realizada bajo los lineamientos señalados en resolución 1466 del 03 de diciembre de 2014. A partir de los resultados de estos muestreos se obtuvo el número total de individuos por brote en cada parcela.

## Análisis estadístico

Se correlacionó el número total de individuos del insecto en muestreo con el número total de individuos del insecto en brote; así mismo se hizo con los datos de adultos provenientes de las dos fuentes, con el fin de determinar cuál de los tratamientos se acercó más a la población que efectivamente había en cada árbol durante los muestreos. Para ello, inicialmente se hizo un análisis descriptivo y exploratorio para las abundancias de individuos encontradas para las diferentes técnicas de muestreo del insecto en campo y en los brotes. Posteriormente, se estableció la relación entre las poblaciones encontradas en cada tratamiento y las registradas en brotes a través del coeficiente de correlación de Spearman ( $R_s$ ). La abundancia total de individuos en campo y brotes se comparó con modelos lineales generalizados (MLG) a través de análisis de devianza (ANADE), que es una generalización del análisis de varianza para los GLM, con el fin de observar las diferencias entre meses, fincas y tratamientos. Previamente, se seleccionó el mejor modelo a través del coeficiente de información de Akaike (CIA) y el máximo valor de verosimilitud ( $\log\text{Lik}$ ). En ambas variables, se seleccionó el modelo binomial negativo cero inflado. Se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey con nivel de significación 0,05 para establecer diferencias estadísticas.

Para la abundancia total de individuos de *D. citri*, en campo y en laboratorio, se crearon dos variables indicadoras: 1 era el indicador de presencia y 0 de ausencia. En cada uno, se definió un modelo de regresión logística longitudinal y la probabilidad ( $\pi$ ) se obtuvo para identificar la técnica de muestreo y la época con mayor probabilidad de encontrar individuos. La función de enlace *cloglog*, así como el CIA y  $\log\text{Lik}$ , se usaron para seleccionar el mejor modelo. Las probabilidades de presencia de individuos en las técnicas de muestreo se compararon a través de análisis de devianza y se usó la prueba Tukey con nivel de significación 0,05 para establecer diferencias estadísticas. Se utilizó el paquete estadístico R V. 3.6.3. en el análisis de los datos con los paquetes *glmmADBM* y *pscl* ([18,19,20,21,22](#)).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

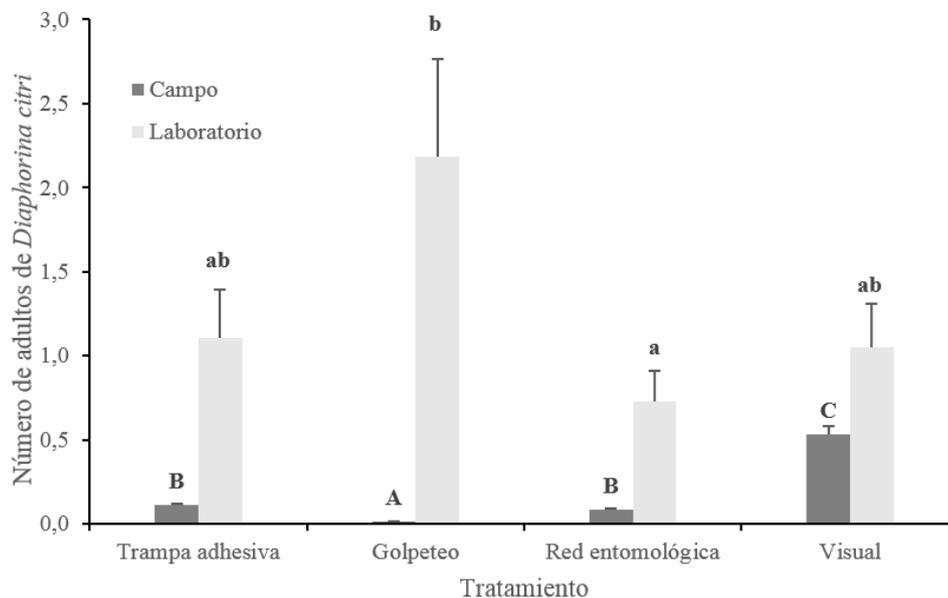
El tratamiento cuatro (visual) registró significativamente más adultos que el resto de los tratamientos ( $F=22.19, p<0.001$ ). Este estadio del insecto fue el único registrado en común por las cuatro técnicas de muestreo. Asimismo, en los datos tomados quincenalmente de los brotes de árboles de cada parcela y registrados en laboratorio, las poblaciones de adultos encontradas en las parcelas del tratamiento dos (golpeteo) fueron significativamente mayores que las encontradas en las parcelas del tratamiento tres (red entomológica) ( $F=15.18, p<0.001$ ), pero iguales estadísticamente a los tratamientos uno (trampa adhesiva amarilla) y cuatro (visual). (Fig. 1)

Respecto a los meses de muestreo, teniendo en cuenta los datos registrados de los cuatro tratamientos en campo, se registraron significativamente más adultos en el mes de noviembre de 2019 que en los otros meses ( $F=11.03, p<0.001$ ). En cuanto a las poblaciones tomadas de los brotes y registradas en el

laboratorio, el número de individuos muestreado fue significativamente mayor en el mes de noviembre de 2019 respecto a los meses de diciembre de 2019, y enero y febrero de 2020 ( $F=20.42, p<0.001$ ), pero no respecto a los meses de septiembre y octubre de 2019. (Fig. 2)

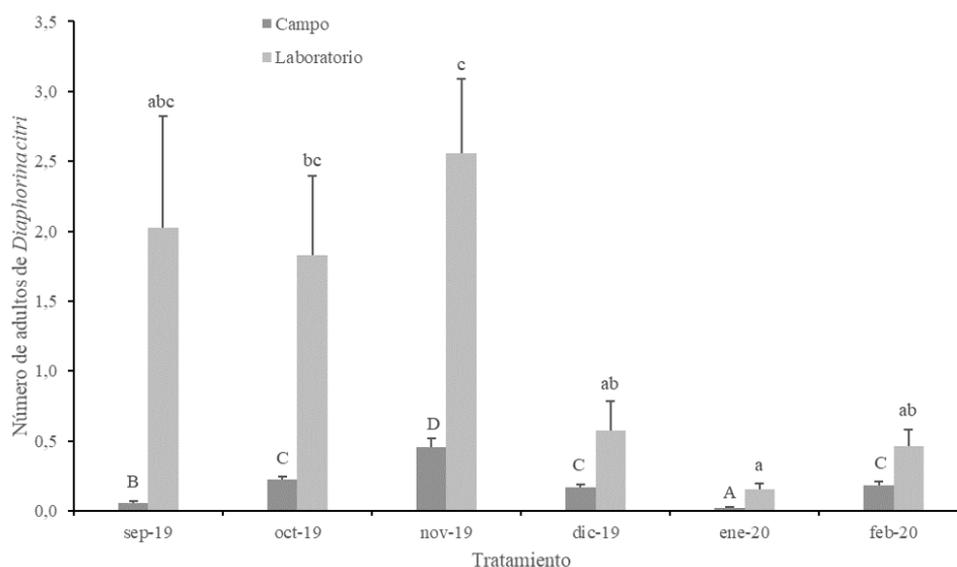
Se encontró que se colectaron a través de los tratamientos de muestreo significativamente más adultos en la finca 3 (Guamo) que en las fincas 1 (Armero-Guayabal) y 2 (Mariquita) ( $F=21.33; p<0.001$ ). En cuanto a las poblaciones encontradas en los brotes y registradas en laboratorio, se encontró que en la finca 3 fueron superiores a las encontradas en las otras dos fincas estudiadas ( $F=132.07; p<0.001$ ); las poblaciones encontradas en la finca 1 fueron, a su vez, significativamente mayores que las encontradas en la finca 2. (Fig. 3)

Por otra parte, se observó una correlación altamente significativa entre las poblaciones totales (adultos e inmaduros) encontradas en campo a partir de las diferentes técnicas de conteo *in situ* y las registradas en laboratorio a partir de brotes tomados de los árboles en cada tratamiento ( $R_s:0.18; p\text{-valor: } <0.0001$ ).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 1.** Número de adultos de *D. citri* capturados por medio de cuatro técnicas de muestreo en tres fincas de cítricos en la región del Tolima, Colombia, durante el periodo de septiembre de 2019 a febrero de 2020. Letras mayúsculas indican diferencias estadísticas significativas en condiciones de campo y letras minúsculas en condiciones de laboratorio al 0,05 de significancia/ *Number of D. citri* adults captured through four sampling techniques in three citrus farms in Tolima region, Colombia, between September 2019 and February 2020. Capital letters indicate significant statistical differences under field conditions and lowercase letters under laboratory conditions at 0.05 significance.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2.** Número de adultos de *D. citri* capturados por mes, por medio de cuatro técnicas de muestreo (trampa amarilla adhesiva, golpeteo, red entomológica y visual) en tres fincas de cítricos de la región del Tolima, Colombia, durante el periodo septiembre de 2019 y febrero de 2020. Letras mayúsculas indican diferencias estadísticas significativas en condiciones de campo y letras minúsculas en condiciones de laboratorio al 0,05 de significancia / *Number of D.citri adults captured per month, through four sampling techniques (yellow sticky trap, stem-tap, sweep net and visual) in three citrus farms in Tolima region, Colombia, between September 2019 and February 2020. Capital letters indicate significant statistical differences under field conditions and lowercase letters under laboratory conditions at 0.05 significance.*

Dentro de los tratamientos en estudio, la técnica visual fue la que presentó la mayor correlación entre las dos variables de poblacionales totales y resultó altamente significativa ( $R_s: 0,44; p\text{-valor} < 0,0001$ ). Por su parte, los otros tres tratamientos presentaron una correlación solo significativa entre ambas poblaciones: T1: ( $R_s: 0,07; p\text{-valor}: 0,0473$ ); T2: ( $R_s: 0,07; p\text{-valor}: 0,0499$ ); T3: ( $R_s: 0,08; p\text{-valor}: 0,0309$ ).

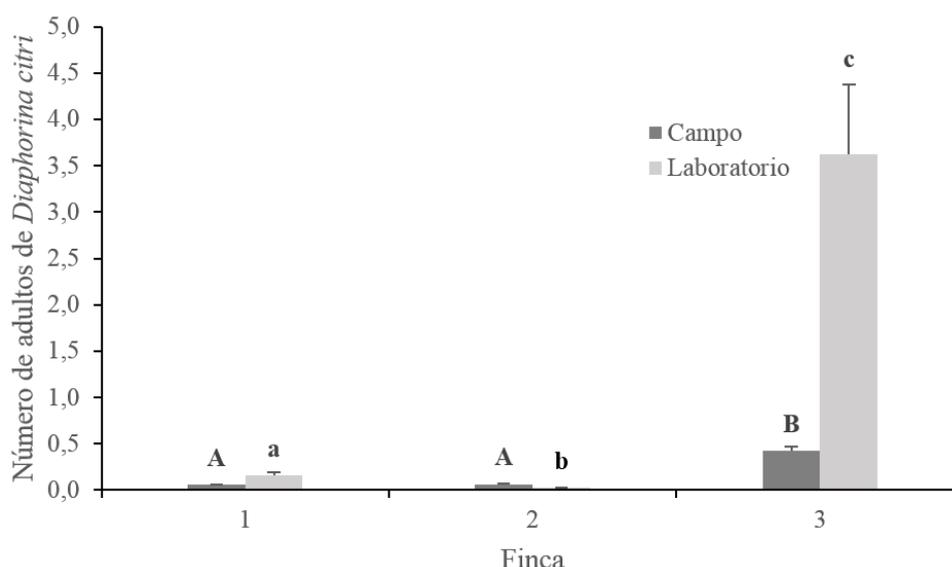
En cuanto a la población de adultos, el tratamiento de técnica visual de muestreo fue la única que presentó una correlación significativa entre ambas poblaciones ( $R_s: 0,16; p\text{-valor}: < 0,0001$ ).

Se presentó diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ( $p < 0,01$ ) para la probabilidad de presencia de *D. citri* en condiciones de campo (Fig. 4). En condiciones de campo, el tratamiento visual presentó el mayor promedio, con  $13,87 \% \pm 1,60$ , contrario al golpeteo, que registró el más bajo ( $0,95 \% \pm 0,12$ ). Los tratamientos de trampa adhesiva y red

entomológica no mostraron diferencias entre sí, con  $8,64 \% \pm 1,04$  y  $7,84 \% \pm 0,95$  respectivamente. En cuanto a los meses, noviembre evidenció los mayores porcentajes de presencia de *D. citri* para los cuatro tratamientos.

Con relación a las poblaciones de los brotes tomados en campo y registrados en laboratorio, no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ); sin embargo, el método de golpeteo registró la mayor probabilidad de presencia con  $13,44 \% \pm 2,43$  y la menor la presentó la trampa adhesiva con  $9,51 \% \pm 2,03$  (Fig. 5). Asimismo, el mes de noviembre evidenció los mayores picos de presencia de la especie; el mayor valor fue para el golpeteo ( $17,05 \%$ ).

Se calculó a nivel general el costo de los materiales utilizados por cada técnica de muestreo, sobre la base de los valores a precios locales del Tolima de 2020, con los siguientes resultados: T1 (trampa amarilla adhesiva): COP \$71.468 (Tablero cromático, pegante o goma adhesiva, vinipel, planillero plástico); T2



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.** Número de adultos de *D. citri* capturados por finca por medio de cuatro técnicas de muestreo (trampa amarilla adhesiva; golpeteo; red entomológica y visual), en tres fincas con cítricos del Tolima, Colombia, durante el periodo septiembre de 2019 a febrero de 2020. Letras mayúsculas indican diferencias estadísticas significativas en condiciones de campo y letras minúsculas en condiciones de laboratorio al 0,05 de significancia / *Number of D.citri adults captured per farm, through four sampling techniques (yellow sticky trap, stem-tap, sweep and visual net) in three citrus farms in Tolima region, Colombia, between September 2019 and February 2020. Capital letters indicate significant statistical differences under field conditions and lowercase letters under laboratory conditions at 0.05 significance.*

(golpeteo): COP \$18.718 (caja metálica, tuvo PVC, planillero plástico); T3: red entomológica: COP \$65.136 (red entomológica, planillero plástico); T4: visual: COP \$35.398 (lupa 30 X, planillero plástico).

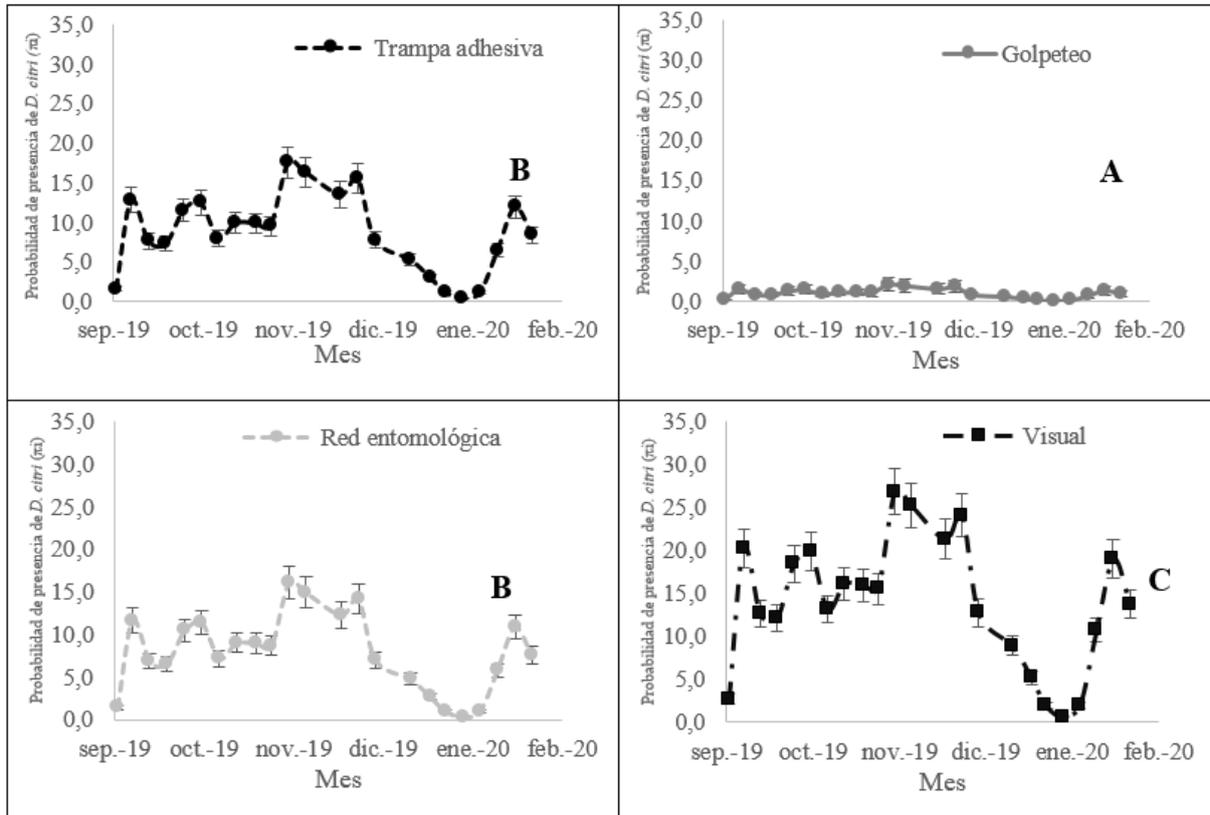
Finalmente, se encontró que la técnica del golpeteo fue la que menos requirió tiempo para su aplicación. Por otro lado, la técnica de trampa amarilla adhesiva fue la que requirió más tiempo para su implementación, teniendo en cuenta el tiempo de preparación, la colocación y la lectura de la misma. (Tabla 1)

Varios autores han desarrollado trabajos de investigación donde se comparan técnicas de muestreo de *D. citri*. Por ejemplo, Hall *et al.* (23) compararon la técnica de trampas adhesivas con la técnica del golpeteo de ramas; encontraron que esta última provee información de la presencia y abundancia relativa de adultos de *D. citri* durante una única visita, mientras que las trampas cromáticas requieren de dos visitas. Por su parte, Martínez-Carrillo *et al.* (24) compararon las técnicas de trampa adhesiva amarilla con la

técnica de golpeteo de rama y hallaron que la técnica de golpeteo es más adecuada para la toma de decisiones de control, mientras que las trampas son más adecuadas para el monitoreo de áreas grandes.

Miranda *et al.* (17), por su parte, compararon varias técnicas de muestreo de *D. citri* (tableros adhesivos de diferentes colores, redes entomológicas, dispositivos de succión, inspección visual y golpeteo de rama) bajo sistemas de cultivo de cítricos con o sin aplicación de insecticidas, y encontraron que el tablero adhesivo cromático fue la única técnica capaz de detectar la presencia de *D. citri* en áreas con control químico del insecto.

Los resultados del presente estudio demostraron que la técnica visual fue la más efectiva para el monitoreo de poblaciones de *D. citri*, considerando todos los aspectos evaluados para determinar su nivel de confianza (exactitud, costo y tiempo). Esta técnica de observación directa fue la más completa y aportó una visión más cercana a la realidad del cultivo, al permitir



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4.** Probabilidad de presencia ( $\pi$ ) de individuos de *D. citri* para cuatro técnicas de muestreo en condiciones de campo durante el periodo de septiembre de 2019 a febrero de 2020. Letras mayúsculas indican diferencias estadísticas significativas al 0,05 de significancia/ *Probability of presence ( $\pi$ ) of *D. citri* individuals for four sampling techniques under field conditions between September 2019 and February 2020. Capital letters indicate significant statistical differences at 0.05 of significance.*

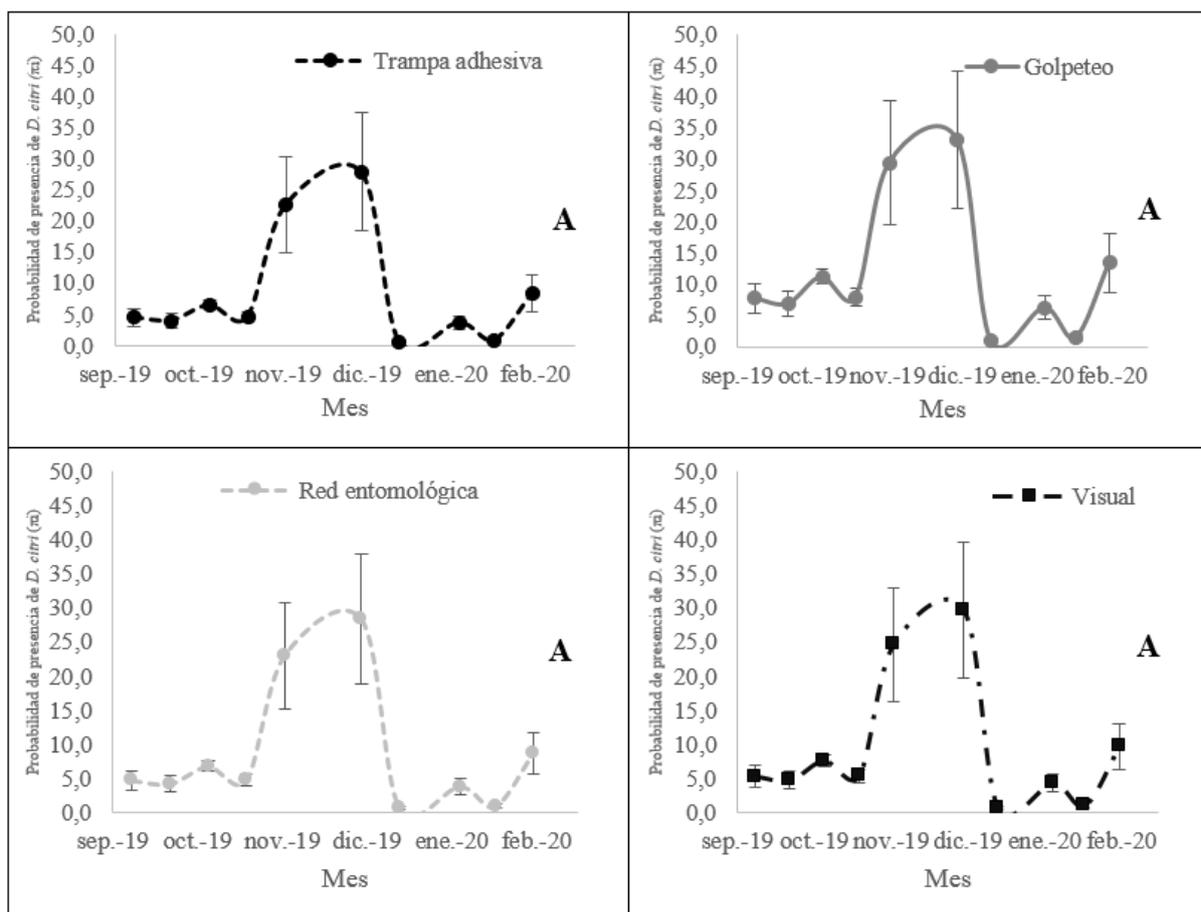
evaluar tanto adultos como estados inmaduros. Fue, además, relativamente barata, fácil de ejecutar y no requirió mucho tiempo para llevarla a cabo.

Contrario a lo anterior, la técnica de golpeteo directo de la rama resultó ser la menos indicada para evaluar las poblaciones de *D. citri*, pues no permitió la evaluación de estados inmaduros; además, tiene como principal deficiencia que los adultos del psílido pueden escapar debido al disturbio ocasionado en las ramas al momento de la ejecución del muestreo, de ahí sus bajos números de captura.

A su vez, la técnica de trampas adhesivas permitió el monitoreo de las poblaciones de adultos, así como la abundancia de las mismas; sin embargo, fue más engorroso de llevar a cabo y costosa que el resto. Por otra parte, la técnica de red entomológica (jama) fue eficiente en la

determinación de la presencia e incidencia de *D. citri*, no solo a nivel del rango visual del monitor, sino que con ella se pudo llegar a lugares del árbol donde no es posible acceder por otra técnica (ramas altas de los árboles).

Este resultado no concuerda con el de Miranda *et al.* (17), quienes encontraron que la técnica de trampeo fue la más efectiva para monitorear poblaciones de este insecto en áreas con aplicación de insecticidas (como es el caso del presente estudio) y presencia de HLB. Sin embargo, estos autores consideraron que la técnica visual es la única que puede ser usada para detectar huevos y ninfas del insecto, aunque dependiendo ampliamente de la presencia de brotes. A su vez, Martínez-Carrillo *et al.* (24) consideraron que la técnica de muestreo de trampas amarillas adhesivas era más adecuada para la detección del insecto en programas de



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.** Probabilidad de presencia ( $\pi$ ) de individuos de *D. citri* en brotes de *C. latifolia* para cuatro técnicas de muestreo aplicadas en condiciones de campo y registradas en laboratorio durante el periodo de septiembre de 2019 a febrero de 2020. Letras mayúsculas indican que no existen diferencias estadísticas significativas al 0,05 de significancia. / *Probability of presence ( $\pi$ ) of *D. citri* individuals in *C. latifolia* buds for four sampling techniques applied in field conditions and recorded in laboratory between September 2019 and February 2020. Capital letters indicate no statistically significant difference at 0.05 significance.*

**Tabla 1.** Tiempos de preparación, aplicación y lectura para cuatro técnicas de muestreo de *D. citri* llevadas a cabo en tres fincas de cítricos de la región del Tolima, Colombia, / *Preparation, application and reading times for four *D. citri* sampling techniques carried out in three citrus farms in Tolima region, Colombia.* Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento	Tiempo aplicación de muestreo por árbol (segundos)	Tiempo de lectura de individuos por árbol (segundos)	Tiempo de preparación de técnica (segundos)	Tiempo total/ árbol (segundos)
T1. Trampa amarilla adhesiva		24,3 ± 1,67	179,7*	204
T2. golpeteo de rama	15,05 ± 0,79	18,88 ± 0,51	-	33,94
T3. red entomológica	18,2 ± 0,38	31,9 ± 1,01	-	50,1
T4. Visual		80	-	80**

\*incluye la preparación y cambio de trampa.

\*\*es el tiempo que se estableció por árbol para esta técnica (40" por cada lado del árbol).

manejo amplio del vector en áreas donde la enfermedad HLB está presente, mientras que la técnica del golpeteo de rama era más adecuada para decisiones de manejo.

Por su parte, Setamou *et al.* (11) consideraron que la técnica visual es barata y rápida, como se corroboró en el presente estudio. Bouvet *et al.* (25), a su vez, valoraron que la técnica visual puede usarse para complementar las técnicas de golpeteo de ramas y trampas cromáticas adhesivas; estas últimas pueden usarse para monitorear grandes áreas y son eficientes para la detección temprana del vector; mientras que el golpeteo de ramas permite detectar adultos que estén presente en el follaje, sin necesidad de buscarlos.

Considerando la situación en la región del Tolima, es necesario tener en cuenta que, por ahora, el monitoreo de la abundancia del vector es aún más importante que la sola detección, con el fin de tomar decisiones de control para disminuir las poblaciones, por lo que la técnica visual se considera más útil en estos momentos que las otras técnicas que se evaluaron en el presente estudio. Esta situación puede cambiar, una vez se informe la presencia de la enfermedad HLB en los cultivos de la zona, dado que en ese momento las decisiones de control se van a tomar teniendo en cuenta la sola presencia del insecto vector.

Es probable que, aunque en las fincas en el presente estudio se llevaron a cabo aplicaciones de insecticidas para el control del vector, su nivel de aplicación no sea comparable con fincas localizadas en áreas con HLB. Esto puede deberse, en parte, a que los agricultores usan umbrales de acción empíricos para las aplicaciones de control del insecto, lo que racionalizaría de algún modo el uso de insecticidas. Sin embargo, se registraron aplicaciones de acaricidas, insecticidas de amplio espectro (piretroides) y otros de alta toxicidad (Dimetoato), sobre todo en las fincas 1 y 2, lo que explicaría las menores poblaciones encontradas en estas dos fincas, comparadas con las encontradas en la finca 3, en la cual las aplicaciones de insecticidas fueron mucho menores.

Se puede concluir que la técnica de muestreo que se recomienda para la zona del Tolima en

estos momentos es la visual, considerando el balance de todos los aspectos que se han tenido en cuenta (exactitud, costo y tiempo). Es necesario considerar que esta técnica se debe llevar a cabo cuando hay brotación prominente en el cultivo, que en la finca depende de las labores de poda que se lleven a cabo, así como de los periodos de lluvia (marzo-mayo, octubre-noviembre en la zona del Tolima). Por otro lado, si el árbol está bien desarrollado, el jameo sobre brotes nuevos también puede brindar una información útil sobre la presencia del insecto en las ramas altas.

Otra consideración es que cuando hay poca brotación, se hace difícil emplear la técnica visual y, en estos casos, la técnica de la trampa amarilla adhesiva podría ser más efectiva para determinar la presencia del insecto en el cultivo.

Finalmente, el agricultor debe monitorear su cultivo de cítricos periódicamente y, por lo tanto, es necesario que en algún momento roten las técnicas de muestreo, de acuerdo a las condiciones en que se encuentre el cultivo. Si hay alta brotación debe usar la técnica visual, complementada por el jameo. Por el contrario, en épocas de baja brotación, usar las trampas amarillas adhesivas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria “AGROSAVIA” por su apoyo en la ejecución de esta investigación que se deriva del proyecto: “Tecnologías para el manejo integrado del patosistema *Diaphorina citri* - HLB en el cultivo de los cítricos en Colombia”, ejecutado desde el año 2019. Los autores agradecen a la Gobernación del Tolima y a la Universidad del Tolima por su financiación mediante recursos del SGR derivados del convenio número 045-2019 (Validación de tecnologías para el monitoreo y manejo del patosistema *Diaphorina citri* - *Candidatus Liberibacter asiaticus* (HLB) en conglomerados de cítricos del centro y norte del departamento del Tolima) enmarcado en el convenio marco 2077-2018 "DESARROLLO DE VENTAJAS COMPETITIVAS MEDIANTE ACTIVIDADES I+D+I EN OCHO CADENAS DEL SECTOR AGROPECUARIO EN EL

DEPARTAMENTO DEL TOLIMA". Agradecemos también el apoyo del gremio citricultor del departamento del Tolima en cabeza de la asociación YUMA, representando y apoyando a otras asociaciones como ASOBARROSO, AFRUGTO y ASOTOMIN entre otras. Agradecimiento especial a los propietarios de las fincas que se usaron en el estudio, así como a los ingenieros agrónomos Humberto Alarcón y Jorge Enrique Forero.

## REFERENCIAS

1. Ouvrard, D. Psyllid. 2020; Disponible en: <https://www.hemiptera-databases.org/psyllid/?db=psylles&lang=en&card=taxon&rank=species&id=86>. Consultado: 19-08-2020.
2. Tsai JH, Wang, J-J, Liu Y-H. Seasonal abundance of the asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in southern Florida. *Fla Entomol.* 2002; 85: 446-451.
3. Grafton-Cardwell, EE, Stelinski LL, Stansly PA. Biology and management of Asian citrus - psyllid, Vector of the huanglongbing pathogens. *Annu Rev Entomol.* 2013; 58: 413-432.
4. Stansly PA, Arevalo HA, Qureshi JA, Jones MM, Hendricks K, Roberts PD, et al. Vector control and foliar nutrition to maintain economic sustainability of bearing citrus in Florida groves affected by huanglongbing. *Pest Manag Sci.* 2014; 70: 415-426.
5. Monzo C, Arevalo HA, Jones MM, Vanaclocha P, Croxton SD, Quereshi JA, et al. Sampling Methods for Detection and Monitoring of the Asian Citrus Psyllid (Hemiptera: Psyllidae). *Environ Entomol.* 2015; 1-9. DOI: 10.1093/ee/nvv032.
6. King CWH, Gómez CE, Ebrath EE, Ramos AA, Burckhardt D, Moreno H, et al. Detección de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) asociado a cítricos en Colombia (p. 180). 2008, Resúmenes XXXV Congreso Colombiano de la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali: Sociedad Colombiana de Entomología.
7. Araque W, Arevalo E. Potencial distribución espacial del vector del HLB de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en el departamento del Tolima, Colombia. *Rev colomb cienc hort.* 2018; 12(3): 545-560.
8. Korytkowski. Protocolo para el monitoreo de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae). FAO. OIRSA. Sf. Disponible en: [https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad\\_Vegetal/WEB%20-%20DRSV-UCom%20-HLB/HLB/2.%20Manejo%20Integrado%20del%20HLB/Manuales/PROTOCOLO%20PARA%20EL%20MONITOREO%20DE%20Diaphorina%20citri%20Kuwayama%20\(HEMIPTERA%20PSYLLIDAE\)%20.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad_Vegetal/WEB%20-%20DRSV-UCom%20-HLB/HLB/2.%20Manejo%20Integrado%20del%20HLB/Manuales/PROTOCOLO%20PARA%20EL%20MONITOREO%20DE%20Diaphorina%20citri%20Kuwayama%20(HEMIPTERA%20PSYLLIDAE)%20.pdf). Consultado: 13-12-2019.
9. Binns M, Nyrop J. Sampling insect populations for the purpose of IPM decision making. *Ann Rev Entomol.* 1992; 37: 427-453.
10. Hall DG, Albrigo LG. Estimating the relative abundance of flush shoots in citrus with implications on monitoring insects associated with flush. *Hortscience.* 2007; 42: 364-368.
11. Sétamou M, Flores D, French JV, Hall DG. Dispersion patterns and sampling plans for *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *J Econ Entomol.* 2008; 101: 1478-1487.
12. Thomas DB. Comparison of insect vacuums for sampling Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) on citrus trees. *Southwest Entomol.* 2012; 37: 55-60.
13. Hall D. An Assessment of Yellow Sticky Card Traps as Indicators of the Abundance of Adult *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Citrus. *J Econ Entomol.* 2009; 102(1): 446-452.
14. Johnston N, Stelinski L, Stansly P. Dispersal patterns of *Diaphorina citri* (Kuwayama) (Hemiptera: Liviidae) as influenced by citrus grove management and abiotic factors. *Fla Entomol.* 2019; 102(1): 168-173.
15. Sétamou M, Saldaña R, Hearn J, Dale J, Feria Arroyo TP, Czokajlo D. Screening Sticky Cards as a Simple Method for Improving Efficiency of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) Monitoring and Reducing Nontarget Organisms. *J Econ Entomol.* 2019; 112(3): 1167-1174. <https://doi.org/10.1093/jee/toz045>.
16. Monzo C, Stansly P. Economic injury levels for Asian citrus psyllid control in process

- oranges from mature trees with high incidence of huanglongbing. *PLoS One*. 2017; 12(4): 1-25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175333>.
17. Miranda MP, dos Santos FL, Bassanezi RB, Montesino LH, Barbosa JC, Sétamou M. Monitoring methods for *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) on citrus groves with different insecticide application programmes. *J Appl Entomol*. 2017; 142(1-2): 89-96.
  18. Zeileis A, Kleiber C, Jackman S. Regression models for count data in R. *J Stat Softw*, 2008; 27(8): 1-25. URL: <http://www.jstatsoft.org/v27/i08/>.
  19. Fournier DA, Skaug HJ, Ancheta J, Ianelli J, Magnusson A, Maunder MN, et al. AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optim Methods and Softw*, 2012; 27(2): 233-249.
  20. Skaug H, Fournier D, Nielsen A, Magnusson A, Bolker B. Generalized linear mixed models using AD model builder. 2016, R package version 0.8.3.3.
  21. Jackman S. pscl: Classes and methods for R developed in the political science computational laboratory. United States Studies Centre, University of Sydney. Sydney. New South Wales, Australia. R package version, 2017; 1(2). URL <https://github.com/atahk/pscl/>.
  22. Core R. Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical, 2020, Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
  23. Hall D, Hentz M, Complerlik MA. Comparison of traps and stem tap sampling for monitoring adult Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) in citrus. *Fla Entomolog*. 2009; 90(2): 327-334.
  24. Martínez-Carrillo J, Campoy-Cano SA, Gutiérrez-Coronado MA, Castro-Espinoza L, Arellano-Gil M, Mungarro-Ibarra C. Evaluating Yellow Sticky Card Trap and Stem-tap Sampling Methods for Adult *Diaphorina citri* in an Area-wide Program in Southwestern Sonora, Mexico. *Southwest Entomol*. 2016; 41(1): 9-14.
  25. Bouvet JP, Hochmaier V. Monitoreo y manejo del psílido asiático, vector de la enfermedad del HLB. INTA. Estación experimental agropecuaria Concordia. Sf. Disponible en: [http://E:/agenda%202020/HLB%20Tolima/Objetivo%201/literatura/inta\\_concordia\\_monitoreo\\_y\\_manejo\\_del\\_psilido\\_asiatico.pdf](http://E:/agenda%202020/HLB%20Tolima/Objetivo%201/literatura/inta_concordia_monitoreo_y_manejo_del_psilido_asiatico.pdf). Consultado: 05-05-2020.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses

**Contribución de los autores:** **Edgar Herney Varón Devia:** Diseño y ejecución de experimento, interpretación de los resultados. Escritura del manuscrito. **Lumey Pérez Artiles:** Planificación, diseño y justificación del proyecto. Escritura del manuscrito. **Camilo Ignacio Jaramillo Barrios:** Análisis estadístico, interpretación de resultados. Escritura del manuscrito. **Claudia Milena Flórez Cárdenas:** Obtención y toma de datos en campo, digitación y organización de bases de datos. Escritura del manuscrito.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)