

Contenido de clorofila en hojas de palto con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst y su impacto en el rendimiento

Chlorophyll contents in avocet leaves with different populational levels of *Oligonychus punicae* Hirst and its impact on yield

Gabriela Deza-Deza¹ ; Jorge Pinna-Cabrejos^{2*} 

¹Virú S.A., Virú - La libertad, Perú; e-mail: gdezadeza@gmail.com

²Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo - La Libertad, Perú; e-mail: jorge.pinnacabrejos@gmail.com

*autor de correspondencia: jorge.pinnacabrejos@gmail.com

Cómo citar: Deza-Deza, G.; Pinna-Cabrejos, J. 2023. Contenido de clorofila en hojas de palto con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst y su impacto en el rendimiento. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 26(2):e2370. <http://doi.org/10.31910/rudca.v26.n2.2023.2370>

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: marzo 3 de 2023

Aceptado: diciembre 1 de 2023

Editado por: Helber Adrián Arévalo Maldonado

RESUMEN

El palto es un cultivo muy importante, a nivel mundial y en Perú, siendo una plaga importante el ácaro *Oligonychus punicae*. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de diferentes niveles poblacionales del *O. punicae*, en el contenido de clorofila en hojas de palto y su impacto en su rendimiento e inferir un umbral económico y de intervención. Se utilizó un diseño completamente al azar, considerando 3 tratamientos con diferentes niveles poblacionales, correspondiente a los grados 2, 3 y mayor que 3. Se tomó un árbol como unidad experimental con 20 repeticiones por tratamiento, en donde se evaluó la población de ácaro en 4 hojas por árbol. Estas evaluaciones se realizaron con frecuencia semanal durante toda la campaña. Se midió el contenido de clorofila de las 4 hojas por árbol en cada tratamiento; asimismo, se evaluó el rendimiento en cada tratamiento ($t\ ha^{-1}$). Los resultados mostraron que los diferentes grados de infestación estudiados: Grado 2 (1-10 ácaros/hoja), Grado 3 (11-25 ácaro/hoja), Grado 4 (26-50 ácaros/hoja) y Grado 5 (mayor a 50 ácaros/hoja) de *O. punicae*, no influyeron significativamente en los índices de clorofila en las hojas de palto. Además, se determinó que no existe correlación entre los diferentes grados de infestación de *O. punicae* con el rendimiento de palto. En el presente trabajo no se pudo determinar el umbral de acción para esta plaga y cultivo, ya que los niveles poblacionales estudiados no mostraron un impacto estadísticamente significativo sobre el rendimiento.

Palabras claves: Ácaros; Aguacate; Ecología de poblaciones; Evaluación de insectos plaga; Umbral de acción.

ABSTRACT

Avocado is a very important crop worldwide, and in Peru, being a relevant pest the mite *Oligonychus punicae*. The aim of this paper was to determine the effect of different levels of *O. punicae* populations on the chlorophyll content in avocado leaves and its impact on their yield, and to infer an economic and intervention threshold. A completely randomized design was carried out, there were 3 treatments each with a different population level corresponding to grades 2, 3 and greater than 3. A tree was taken as a sampling unit with 20 replications per treatment, the mite population was evaluated in 4 leaves per tree. These evaluations were carried out on a weekly basis throughout the campaign. The chlorophyll content of the 4 leaves per tree was evaluated in each treatment, likewise the production in each treatment ($t\ ha^{-1}$) was also evaluated. The results showed that the different degrees of infestation studied: Grade 2 (1 - 10 mites / leaf), Grade 3 (11-25 mites / leaf), Grade 4 (26- 50 mites / leaf) and Grade 5 (greater than 50 mites / leaf) of *O. Hirst* did not influence the chlorophyll indices in the avocado leaves. It was also determined that there is no correlation between the different degrees of infestation of *O. punicae* Hirst with the avocado yield. In the present work, the mite action threshold could not yet be determined since the population levels studied did not show a statistically significant impact on yield performance.

Keywords: Action threshold; Avocado; Insect pest assessment; Mites; Population ecology.

INTRODUCCIÓN

El palto o aguacate (*Persea americana* Mill.) es una fruta cuya demanda, a nivel mundial, viene creciendo de manera exponencial en 2022 y 2023 (Luengo & Ramírez, 2023), debido a los grandes beneficios nutricionales, al contener altos porcentajes de vitaminas, de proteínas y de grasas insaturadas, lo que permite su consumo en fresco, procesado y también su empleo en la industria cosmética (Gonzales, 2018). El palto es una laurácea, originario de América Central, entre México y Guatemala (Whiley *et al.* 2007) y es un árbol de hoja perenne, que puede llegar a medir hasta 18 metros de altura (Ayala Silva & Ledesma, 2014).

Una de las principales plagas que tiene este cultivo son los ácaros o arañitas rojas, de la familia Tetranychidae, cosmopolitas y muy polífagos, principalmente los ácaros, del género *Oligonychus* y, en específico, la especie *Oligonychus punicae* Hirst, 1926. Estos ácaros atacan, por lo general, las hojas y, en algunos casos, los frutos.

A nivel global, se describen 1.257 especies de la familia Tetranychidae, comprendidas en 71 géneros (Flechtman & Moraes, 2017). Los tetraníquidos se caracterizan por tener un cuerpo pequeño y globoso; la hembra es de forma redondeada y es más grande que el macho, el cual, tiene forma algo más alargada.

El ácaro se sitúa, principalmente, en el haz de la hoja, cerca de las nervaduras, donde los adultos e inmaduros se alimentan, causando daño a las células superficiales de la hoja, aunque en altos niveles poblacionales, se podría extender al envés (Vásquez *et al.* 2008). La zona afectada de la hoja se va tornando progresivamente de color marrón y después, los ácaros pueden causar la caída temprana de las hojas afectadas, como consecuencia del aumento de la transpiración en las mismas (Ripa & Larral, 2008).

Cuando hay una infestación elevada, los ácaros pueden invadir el follaje nuevo, causando también el bronceado, lo cual, podría ocasionar la caída de fruta recién formada o de fruta de calibre más pequeño (Ripa & Larral 2008; Sances *et al.* 1982a), debido a que la fruta queda expuesta a la radiación y las altas temperaturas del ambiente (Bender, 1993). La caída de hojas puede ocurrir cuando se tienen densidades promedio de 70 hembras adultas por hoja, por un corto periodo de tiempo o por 50 hembras adultas por hoja, por largos periodos. Los ácaros fitófagos se alimentan del follaje causando destrucción de células y, por lo tanto, disminución de la clorofila, una disminución en la duración de las hojas, así como alteraciones en su tamaño y en la tasa de su formación. Las pérdidas en la producción dependerán del nivel de infestación, de la duración del ataque y del momento en que se presente los ácaros, de acuerdo con el desarrollo fenológico de la planta (Mesa, 1999).

El ácaro marrón del palto *O. punicae* es una plaga importante en el sur de California (Estados Unidos), donde infesta a varios cultivares y, en especial, a los paltos del cultivar Hass, el cual, constituye más del 88,6 % de los cultivares en ese lugar. Muchas de las especies de *Oligonychus* están restringidas a diferentes altitudes; algunas, se establecen en paltos instalados a más de 1.200 m s.n.m. y otras

especies están restringidas solo a altitudes menores a los 1.200 m s.n.m. y se les ha encontrado afectando no solo a los paltos, sino también en otras plantas hospederas (Aponte & McMurtry, 1997; Cerna *et al.* 2009).

Los daños causados por los ácaros parecen ser más severos en las zonas desérticas, como sería en caso de los cultivares en el Perú, causando defoliación, cuando las poblaciones llegan alrededor de 500 ácaros por hoja, alcanzando su punto máximo en los meses de verano y declinando las poblaciones hacia finales del otoño e invierno e, incluso, llegando a desaparecer completamente en épocas de lluvias. La longevidad media de las hembras de los ácaros en el cultivar Hass es mayor que en el cultivar Pinkerton y Lamb Hass, lo que indica que existe mayor susceptibilidad de algunos cultivares frente a otros. El hospedero tiene un efecto sobre la reproducción de los ácaros y esto puede estar asociado a la mayor o menor producción de algunos compuestos de las plantas, como los flavonoides o fenoles (Vásquez *et al.* 2008).

Las altas densidades de otros ácaros, como la arañita roja *Tetranychus urticae* Koch, redujeron significativamente la fotosíntesis, la transpiración, la productividad y el crecimiento vegetativo de las plantas de fresa, en condiciones de campo (Sances *et al.* 1982b). Las reducciones en el contenido de clorofila de la hoja (clorosis), se asocian con daños producidos por la araña roja en cultivos, como la manzana, las almendras, los cítricos y la fresa. Las plantas con mayor número de hojas maduras son más tolerantes a las lesiones por alimentación de *T. urticae*, lo cual, se atribuye a que las plantas maduras pueden compensar el estrés y, por lo tanto, es posible que no se produzcan reducciones en la productividad (Sances *et al.* 1982b).

El ácaro rojo europeo, *Panonychus ulmi* Koch, revela una clara relación entre los niveles acumulados de ácaros por día (CMD) y la pérdida de rendimiento y las altas densidades de ácaros, que se producen en la mitad de la temporada, pueden reducir el peso de la fruta, en el año y una disminución en el número de frutas, en la temporada siguiente (Palevsky *et al.* 1996).

Las hojas de paltos que sufrieron un daño del 46 % en su superficie mostraron un 30 % de reducción en las tasas de fotosíntesis, en comparación con las hojas, con un 91% de daño, donde las tasas disminuyeron en un 41 % (Maoz *et al.* 2010), lo que demuestra que la alimentación de *O. punicae* puede reducir gravemente una serie de procesos fisiológicos importantes. Un umbral de acción conservador es de 50 - 100 ácaros por hoja (Maoz *et al.* 2010); sin embargo, se considera necesario realizar más investigaciones para refinar este umbral, ya que puede variar entre los cultivares y las regiones climáticas. El conocimiento y la definición de un umbral de acción podría ayudar a reducir las aplicaciones de plaguicidas contra el ácaro, reducir los efectos adversos contra los agentes de control biológico y los daños a la salud humana y al medio ambiente.

El control de ácaros con el uso de plaguicidas químicos aumenta los costos de producción y afectan negativamente el medio ambiente, sin contar que, por el uso indiscriminado, pierden eficacia

rápido. Por tanto, considerando la importancia del efecto de los ácaros en diversos cultivos se han realizado correlaciones entre la población de los ácaros, el rendimiento, el número de hojas y la tasa fotosintética, a fin de poder llegar a establecer umbrales de acción adecuados (Karmakar, 2008).

Las condiciones de estrés generadas por las enfermedades o los insectos plaga causan, como respuesta en la planta, una disminución en la cantidad de clorofila (Gonzales, 2018), perjudicando el proceso de distribución de fotosintatos y conduciendo a una disminución en la fijación de carbono (Casiera-Posada & Aguilar-Avenida, 2008). En algunos cultivos de granos se ha observado que el contenido de clorofila está directamente asociado con el rendimiento (Gonzales, 2018).

Muchos estudios realizados en fresa, en melocotón, en algodón y en menta, sobre el efecto de los ácaros, han manifestado una disminución en la tasa fotosintética y la transpiración de las hojas. La disminución de la tasa fotosintética es resultado de la disminución de la apertura de las estomas, la que varía según las densidades de ácaros y la intensidad de daño (Reddall *et al.* 2004).

En el palto, el contenido medio de clorofila en el haz de las hojas disminuye al presentar lesiones por ácaros superiores al 65 % de la hoja, mientras que el contenido de clorofila del envés de la hoja se mantiene igual en diferentes niveles de lesión. Esto, porque la alimentación del ácaro marrón del palto, normalmente, se limita al haz de la hoja, hasta que las poblaciones de ácaros se vuelven extremadamente altas (Sances *et al.* 1982a).

Para poder prevenir el impacto de esta plaga es necesario tener los conceptos claros sobre el nivel de daño económico y el umbral de acción. El nivel de daño económico se define como una densidad de población que causa daños económicos (afectando el rendimiento), mientras que el umbral de acción, indica una densidad poblacional, en la cual, se requiere intervención, para evitar que se alcance el nivel de daño económico. Como tal, el concepto de umbral de acción es en realidad un parámetro que indica el momento adecuado para efectuar una medida de control (Maaz *et al.* 2010).

Actualmente, Perú es el tercer exportador mundial de paltas (CIEN, 2023) y la ampliación de zonas destinadas a este cultivo continúa en crecimiento, ya que se cuenta con características agroclimáticas favorables, para el desarrollo de este. Para la realidad de la Costa Norte de Perú, no se tiene referencia del nivel poblacional del ácaro que causaría defoliación y el impacto que tendría sobre la producción; asimismo, no se tienen estudios acerca de que si existe alguna correlación directa entre el contenido de clorofila, el grado de infestación y el rendimiento.

Esta investigación está dirigida a establecer un umbral económico, de acuerdo con las condiciones de la zona, teniendo como referencia el contenido de clorofila, que es una de las respuestas fisiológicas, que son medibles y que permite evaluar su correlación con el nivel poblacional, a fin de entender la capacidad que tiene la planta para soportar el daño del ácaro. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el contenido de clorofila en hojas de

palto, con diferentes niveles o grados poblacionales del ácaro *O. punicae* y determinar su relación con el rendimiento e inferir, tanto un umbral económico como un umbral de acción o intervención.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en árboles de palto cultivar Hass, que tienen una edad de seis años, con portainjerto cultivar Zutano. El lote evaluado corresponde a un campo de 40 ha, ubicado en la zona de Virú, La libertad. El campo está ubicado en las coordenadas 8°22'04" S, 78°47'46" O a 150 m s.n.m. y la textura del suelo es arena.

La densidad del cultivo es de 667 plantas por hectárea, el marco de siembra es de 6 metros entre hileras y 2,5 entre plantas. El sistema productivo es convencional, con sistema de riego por goteo, con cuatro mangueras por surco y la fertilización se realiza por concentración (ppm de fertilizantes), de acuerdo con los requerimientos de la planta, según su etapa de cultivo. Los controles fitosanitarios se realizaron de manera foliar, mediante la utilización de maquinarias atomizadoras, previamente calibradas, para asegurar eficiencia en las aplicaciones. El cultivar Hass presenta ataques severos del ácaro marrón, especialmente, entre noviembre y marzo, que coinciden con el aumento de las temperaturas en la zona.

Para la unidad experimental se tomaron árboles con características homogéneas en tamaño (altura aproximada de 4,5 m), ancho de tallo, número de ramas principales (4 ramas principales), frondosidad y vigor. La muestra estuvo constituida por un total de 60 árboles, correspondiendo 20 árboles para cada uno de los tres tratamientos. La unidad experimental fue un árbol, de donde se evaluaron cuatro hojas por árbol, pertenecientes a 4 ramas, dos en posición oeste y dos en posición este. Las poblaciones originales existentes de ácaros fueron reguladas hasta los grados deseados en cada tratamiento (grado 2, 3, y mayor a 3), mediante aplicaciones de productos acaricidas, a fin de mantener el nivel poblacional, requerido para cada tratamiento. Los ácaros fueron identificados por el entomólogo Dr. Juan Carlos Cabrera La Rosa.

El número de individuos registrados por hoja fueron agrupados en escalas o grados: Grado 1: 0-5 individuos móviles (adultos o ninfas); Grado 2: 6-10 individuos móviles (adultos o ninfas); Grado 3: 11-25 individuos móviles (adultos o ninfas); Grado 4: 26-50 individuos móviles (adultos o ninfas); Grado 5: 51 a más individuos móviles (adultos o ninfas). Los tratamientos aplicados fueron: T1: nivel poblacional grado 2; T2: nivel poblacional grado 3; T3: nivel poblacional grados 4 y 5.

Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente dentro de una parcela de 1,7 ha. Se registró la cantidad de individuos móviles que se observaron por hoja, lo que incluye a estadios adultos y ninfas. La evaluación se realizó con una frecuencia semanal, con una lupa entomológica de 30X y se registraba el total de individuos móviles: adultos y ninfas. De cada unidad experimental (árbol) se obtuvo un promedio de individuos por hoja a la semana.

El índice de clorofila activa por hoja (contenido de clorofila) fue medido con ayuda del medidor de clorofila FIELD SCOULT CM 1000 (clorofilómetro) (Read *et al.* 2004) (Figura 1). El medidor de clorofila arrojó un índice de clorofila promedio por hoja de los tres datos tomados por hoja. Este valor fue tomado en las cuatro hojas por cada unidad experimental y 20 árboles por tratamiento. Se realizaron cuatro evaluaciones durante la campaña (cada 3 meses), en el mismo árbol, considerando el mismo número de hojas que se

tomaron para la evaluación de niveles poblacionales y teniendo en cuenta las mismas ubicaciones, respecto a la recepción de luz solar. Se realizaron las mediciones en horas de la mañana, a fin de evitar que la radiación solar altere los valores de la medición. Además, se realizó la medición cuando la hoja estuvo seca y limpia, es decir, se evitó realizar la medición en hojas húmedas, después de la lluvia o en hojas sucias.

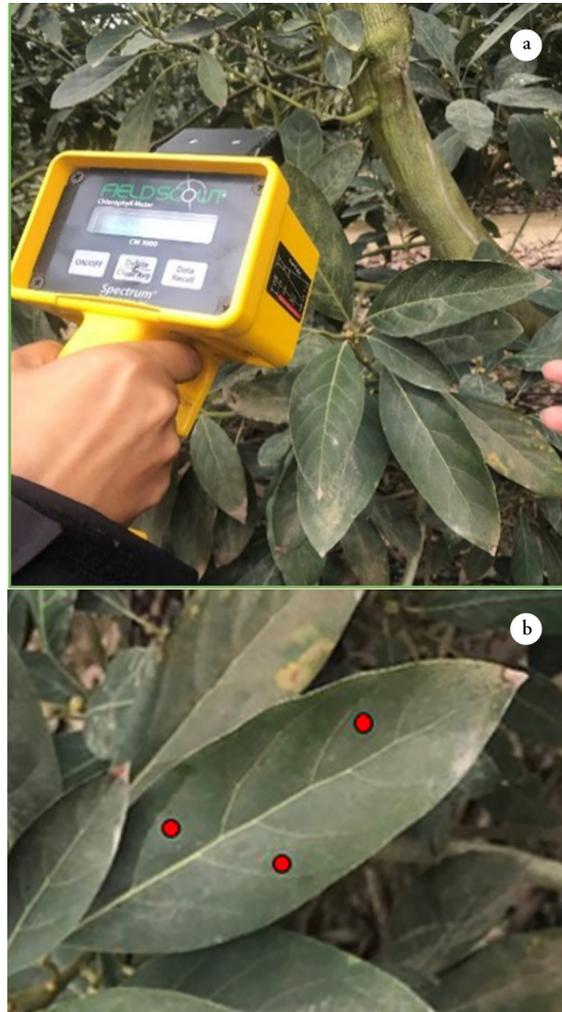


Figura 1. Medición del índice de clorofila activa en hojas de palto (*Persea americana*), con diferentes tamaños poblacionales del acaro marrón del palto (*Oligonychus punicae*). a) Clorofilómetro y b) puntos de toma de datos de la hoja.

Para determinar el rendimiento se registró la cantidad de frutos y el peso de frutos en kilogramos por árbol y, con este dato, se estimó, de manera directa, las toneladas por hectárea.

El diseño que se utilizó fue un diseño completamente al azar, cada tratamiento fue distribuido aleatoriamente dentro de la parcela, de 1,7 ha y en cada uno de ellos, se marcaron 20 árboles, evitando tomar plantas de los bordes. Los datos fueron analizados utilizando el software de SPSS versión 26, para análisis estadísticos. Se realizaron las pruebas de normalidad, ANOVA y prueba de

comparación entre tratamientos de Duncan. Asimismo, se adelantó un análisis de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto.

Los valores del índice de clorofila de la primera evaluación para los tres tratamientos estuvieron en el rango de 352,4 a 551,6. El tratamiento 2, con grado 3 de nivel poblacional, presentó un promedio mayor del índice de clorofila con 448,53, seguido por

el tratamiento 1, con grado 2 de nivel poblacional, con un índice de 445,75 y el tratamiento con grado mayor a 3, con un índice de clorofila de 409,91.

Todos los tratamientos con diferentes niveles poblacionales de *O. punicae* cumplieron los supuestos de normalidad y de homogeneidad, por lo que se realizó el análisis de varianza, para establecer si existía diferencia de algún tratamiento (diferentes niveles poblacionales), sobre el índice inicial de clorofila; siendo el valor de p menor a 0,05, indicando que, por lo menos, uno de los tratamientos tiene un efecto diferente sobre el promedio del índice de clorofila en hojas de palto, al inicio del estudio.

La prueba de Duncan agrupó a los tratamientos en 2 y muestra que, tanto el tratamiento con nivel poblacional con grado 2 (T1) como el tratamiento con nivel poblacional grado 3 (T2), fueron los que tuvieron un índice mayor de clorofila en las hojas de palto, en la primera evaluación, con respecto al tratamiento con nivel poblacional con grado mayor a 3 (T3), el cual, tiene un menor índice de clorofila.

Segunda evaluación del índice de clorofila en hojas de palto. Los índices de clorofila obtenidos en cada tratamiento en la evaluación realizada a los 90 días, estuvieron en el rango de 254,9 a 414,1. El tratamiento 1, con grado 2 de nivel poblacional, presentó un promedio mayor del índice de clorofila en hojas de palto, con 333,27, seguido del tratamiento con un nivel poblacional con grado 3, con un índice de clorofila de 328,07 y, finalmente, el tratamiento con nivel poblacional grado mayor a 3, presentó un índice de clorofila de 305,88. El ANOVA mostró diferencias significativas; la prueba de Duncan separó los tratamientos en 2 grupos, donde se observó que el tratamiento con nivel poblacional con grado 2 (T1) fue el que presentó un mayor índice promedio de clorofila en hojas de palto, a los 90 días, en comparación con el tratamiento con grado mayor a 3 (T3), que presentó un menor índice promedio de clorofila.

Tercera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto. Los índices de clorofila para cada tratamiento obtenidos en la tercera evaluación estuvieron en el rango de 272,6 a 590,4. El tratamiento con nivel poblacional de grado mayor a 3 presentó un promedio mayor del índice de clorofila en hojas de palto, con 419,8, seguidos por el tratamiento con nivel poblacional con grado 2, con 414,6 y el tratamiento con nivel poblacional grado 3, con 412,9. En el análisis de varianza se observó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en el índice de clorofila, a los 180 días. Esto se confirmó con la prueba de medias de Duncan.

Cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto. Los índices de clorofila obtenidos en la cuarta evaluación para cada tratamiento estuvieron en el rango de 288,3 a 638. El tratamiento con nivel poblacional con grado 2 (T1) presentó un promedio mayor a los 270 días (493,75), seguido por el tratamiento con nivel poblacional con grado 3 (T2), con un índice de clorofila de 454,62 y, finalmente, el tratamiento con nivel poblacional con grado mayor a 3 (T3), que mostró un índice de clorofila de 445,98. El análisis de

varianza muestra que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos a los 270 días. El hecho se confirmó con la prueba de comparación de medias de Duncan.

Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de cada uno de los tratamientos. El rendimiento en las unidades experimentales varió entre 1,16 y 27,43 $t\ ha^{-1}$. El tratamiento con nivel poblacional con grado 3 (T2) obtuvo un rendimiento mayor con 12,14 $t\ ha^{-1}$ con respecto a los tratamientos con nivel poblacional grado 2 (T1): 7,66 y nivel poblacional grado mayor a 3 (T3): 7,66. No todos los tratamientos tuvieron una distribución normal, por lo que no se aplicó el análisis de varianza sino la prueba de muestras independientes de Kruskal – Wallis, que arrojó diferencias significativas. En la comparación de medias se observó que no hay diferencias significativas entre los tratamientos con grado poblacional 2 (T1) y mayor a 3 (T3); sin embargo, hubo diferencias significativas de ambos con respecto al tratamiento con nivel poblacional 3 (T2). El tratamiento con nivel poblacional 3 (T2) mostró un mayor rendimiento.

El coeficiente de correlación entre el rendimiento en $t\ ha^{-1}$ y los diferentes niveles poblacionales de *O. punicae* es cercano a cero (-0,281), lo que indica que no hay correlación entre estas dos variables, es decir, que no hay un impacto significativo de las poblaciones de ácaros en el rendimiento. Las líneas de regresión de los diferentes tratamientos se observan en la figura 2.

La figura 2, que muestra la relación entre el rendimiento obtenido en los tratamientos con diferentes niveles poblacionales de *O. punicae* al día 270, indica, de manera general, que no existe correlación de ninguno de los tratamientos con el rendimiento.

Ni la defoliación ni la caída de fruta se manifestaron durante el experimento, lo cual, se pudo deber a que los niveles poblacionales no alcanzaron 500 ácaros por hoja que, según Bender (1993), es el tamaño poblacional que causa estos problemas; el número máximo que se contabilizó fue de 67 ácaros por hoja. Si la evaluación arrojará mucho más de 50 ácaros por hoja, la población podría llegar a 500 ácaros en un corto plazo, pero la escala del presente estudio trató de mantener intervalos constantes en los grados establecidos y, por ello, no se consideró este nivel poblacional.

No se presentaron periodos muy prolongados de la infestación, inclusive, con grados superiores de la misma, que hubiesen podido determinar la disminución en el rendimiento, como lo afirma Mesa (1999), pues en este estudio no se disminuyó significativamente el rendimiento, ni tampoco el contenido de clorofila.

Los umbrales de acción para *O. punicae* no son los grados que se han presentado en este trabajo de investigación, pues, hasta el grado 5, que corresponde a 50 ácaros a más (67 ácaros por hoja encontrados), no existió afectación sustancial del contenido de clorofila, ni tampoco del rendimiento, por lo que se tendría que reconsiderar el establecimiento de dichos umbrales de acción, incluyendo grados superiores a los presentes, que sí muestren afectación en estos dos parámetros. Maoz *et al.* (2010) indican que un umbral de acción conservador para *O. punicae* es de 50 – 100

ácaros / hoja, por lo que es necesario estudiar más en detalle este intervalo poblacional, para confirmar, a nivel de las condiciones locales, si se trata de una infestación referente en cuanto a umbral de acción; sin embargo, el presente estudio confirmó que, incluso,

el grado 5 (mayor de 50 ácaros/ hoja), no afecta significativamente el rendimiento, por lo que tampoco se puede considerar como una población que indique el nivel de daño económico.

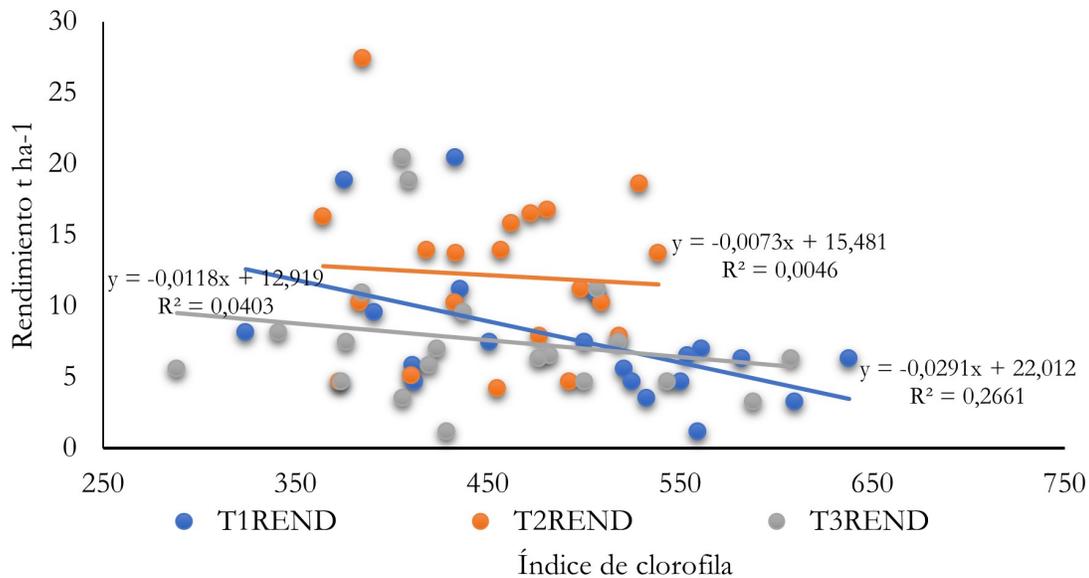


Figura 2. Correlación entre el rendimiento obtenido en cada tratamiento, con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst y el índice de clorofila en la cuarta evaluación (día 270).

Todo esto considerando que, Karmakar (2008) recomienda los estudios de correlación entre variables, como población de ácaros y tasa fotosintéticas y rendimientos, para establecer los umbrales de acción adecuados. Las plantas de palto del presente trabajo estuvieron sometidas a rigurosos y permanentes esquemas de nutrición, que bien pueden explicar que las disminuciones, a nivel de rendimiento, no se hayan expresado.

A pesar de que no se evidenció relación entre el nivel poblacional de ácaros y la afectación del rendimiento, el bronceado de hojas de palto es un fenómeno que se manifestó, incluso, a partir de los grados más bajos, pero que no tuvo relación con el nivel de clorofila. Al respecto, Ripa & Larral (2008) manifiestan que este fenómeno se expresa con poblaciones altas de ácaros, pero por lo observado en el presente trabajo, se indica que no existe dicha relación con los niveles poblacionales evaluadas.

Se hace necesario evaluar el índice de clorofila y rendimientos de palto con niveles poblacionales más altos de *O. punicae*, para verificar la probable afectación de dicha plaga en estas características y poder establecer umbrales de acción más adecuados, para la zona y el cultivo.

Se concluye, que los diferentes grados de infestación estudiados de *O. punicae* no influyen en los índices de clorofila en las hojas de palto. La diferencia significativa existente entre el contenido de clorofila, debido al nivel poblacional; al día 90 de evaluación, no resulta ser un dato referente con respecto al objetivo general del cultivo de palto, pues el rendimiento no es afectado al final de la campaña. A su vez, no existe una correlación entre los grados

de infestación evaluados con el rendimiento de palto, medido en toneladas por hectárea.

Financiación: Este estudio fue financiado con recursos propios de los autores y recibió todo el apoyo de la Universidad Privada Antenor Orrego. **Conflictos de intereses:** El artículo fue preparado y revisado con la participación de los dos autores, quienes declaramos que no existe conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados. **Contribución autores:** Gabriela Deza realizó el análisis formal de los datos para la escritura del borrador del manuscrito. Gabriela Deza y Jorge Pinna contribuyeron con la investigación en campo y manejo de recursos. Gabriela Deza lideró la contextualización y metodología del manuscrito. Los dos autores participaron en la redacción, revisión, edición del manuscrito y aprueban la versión final.

REFERENCIAS

1. APONTE, O.; MCMURTRY, J.A. 1997. Damage on 'Hass' avocado leaves, webbing and nesting behaviour of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental & applied acarology*. 21(5):265-272. <https://doi.org/10.1023/A:1018451022553>
2. AYALA SILVA, T.; LEDESMA, N. 2014. The avocado tree. En: Nandwani, D. (ed.). *Sustainable horticultural systems: Issues, technology and innovation*. Springer. p.157-205. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06904-3_8

3. BENDER, G.S. 1993. A new mite problem in avocados. California Avocado Society Yearbook. 77:73-77.
4. CASIERRA-POSADA, F.; AGUILAR-AVENDAÑO, O.E. 2008. Respuestas fisiológicas y morfológicas de plantas de mora (*Rubus* sp.) sometidas a estrés por viento inducido. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2(1):43-53. <https://doi.org/10.17584/rcch.2008v2i1.1172>
5. CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS GLOBALES, CIEN. 2023. Nota semanal de Inteligencia comercial. Evolución del mercado mundial y nacional de palta. Julio. Disponible desde Internet en: https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2023/07/CIEN_NSIM1_Julio_2023_Palta_1.pdf
6. CERNA, E.; BADII, M.H.; OCHOA, Y.; AGUIRRE U., L.A.; LANDEROS, J. 2009. Tabla de vida de *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) en hojas de aguacate (*Persea americana* Mill) variedad hass, fuerte y criollo. Universidad y ciencia. 25(2):133-140.
7. FLECHTMAN, C.H.W.; MORAES, R.C.B. 2017. Tetranychidae Database. Disponible desde Internet en: <http://www.lea.esalq.usp.br/tetranychidae/>
8. GONZALES, S.C.E. 2018. Cultivo del aguacate (*Persea americana* Miller). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Gobierno de El Salvador. 7-24. Disponible desde Internet en: <https://www.centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-aguacate/>
9. KARMAKAR, K. 2008. *Steneotarsonemus spinki* Smiley (Acari: Tarsonemidae) - A yield reducing mite of rice crops in West Bengal, India. International Journal of Acarology. 34(1):95-99. <http://dx.doi.org/10.1080/01647950808683710>
10. LUENGO, K.; RAMÍREZ, A. 2023. Latinoamérica lidera crecimiento mundial. Visión frutícola. Secciones; Tendencias. Industria de paltas al alza.
11. MAOZ, Y.; GAL, S.; ZILBERSTEIN, M.; IZHAR, Y.; ALCHANATIS, V.; COLL, M.; PALEVSKY, E. 2010. Determining an economic injury level for the persea mite, *Oligonychus perseae*, a new pest of avocado in Israel. Entomologia Experimentalis et Applicata. 138(2):110-116. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-7458.2010.01080.x>
12. MESA, N.C. 1999. Ácaros de importancia agrícola en Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 52(1):321-363.
13. PALEVSKY, E.; OPPENHEIM, D.; REUVENY, H.; GERSON, U. 1996. Impact of European red mite on Golden Delicious and Oregon Spur apples in Israel. Experimental & applied acarology. 20(6):343-354. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00052963>
14. READ, J.J.; WHALEY, E.L.; TARPLEY, L.; REDDY, K.R. 2004. Evaluation of a hand-held radiometer for field determination of nitrogen status in cotton. En: VanToai, T.; Major, D.; McDonald, M.; Schepers, J.; Tarpley, L. Digital imaging and spectral techniques: applications to precision agriculture and crop physiology. p.177-195. <https://doi.org/10.2134/asaspecpub66.c14>
15. REDDALL, A.; SADRAS, V.O.; WILSON, L.J.; GREGG, P.C. 2004. Physiological responses of cotton to two-spotted spider mite damage. Crop Science. 44(3):835-846. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.8350>
16. RIPA, R.; LARRAL, P. 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección Libros INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias, N° 23, Chile. Disponible desde Internet en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/3509>
17. SANCES, F.V.; TOSCANO, N.C.; HOFFMANN, M.P.; LAPRE, L.F.; JOHNSON, M.W.; BAILEY, J.B. 1982a. Physiological responses of avocado leaves to avocado brown mite feeding injury. Environmental Entomology. 11(2):516-518. <http://dx.doi.org/10.1093/ee/11.2.516>
18. SANCES, F.V.; TOSCANO, N.C.; OATMAN, E.R.; LAPRÉ, L.F.; JOHNSON, M.W.; VOTH, V. 1982b. Reductions in plant processes by *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) feeding on strawberry. Environmental Entomology. 11(3):733-737. <https://doi.org/10.1093/ee/11.3.733>
19. VÁSQUEZ, C.; APONTE, O.; MORALES, J.; SANABRIA, M.E.; GARCÍA, G. 2008. Biological studies of *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) on grapevine cultivars. Experimental and Applied Acarology. 45(1):59-69. <http://dx.doi.org/10.1007/s10493-008-9154-x>
20. WHILEY, A.W.; SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B.N. 2007. El Palto: Botánica, producción y usos. CABI Publishing. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile.