

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS AGRARIAS
CON MENCIÓN EN PROTECCIÓN DE CULTIVOS

**“CONTENIDO DE CLOROFILA EN HOJAS DE PALTO CON
DIFERENTES NIVELES POBLACIONALES DE *Oligonychus
punicae* Hirst Y SU IMPACTO EN EL RENDIMIENTO”.**

Área de Investigación:

Control Biológico

Autor:

Br. DEZA DEZA, GABRIELA BEATRIZ

Jurado Evaluador:

Presidente: Dr. Cabrera La Rosa, Juan Carlos

Secretario: Dr. Barandiarán Gamarra, Miguel Ángel

Vocal: Dr. Castañeda Vergara, José Antonio

Asesor :

Dr. Pinna Cabrejos, Jorge

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1070-7272>

TRUJILLO – PERU

2022

Fecha de sustentación: 2022/11/03

ÍNDICE

I.	Introducción.....	1
II.	Marco Teórico.....	5
	2.1.Marco Referencial o Antecedentes.....	5
	2.2.Marco Teórico.....	6
	2.3.Marco Conceptual	8
III.	Metodología	10
	3.1 Población	10
	3.2 Muestra	11
	3.3 Operacionalización de variables	12
	3.4 Técnicas e instrumentos de Recolección	13
	Datos.	
	3.5 Procedimientos.....	15
	3.6 Diseño de Contrastación.....	16
	3.7 Procesamiento y Análisis de Datos	17
	3.8 Consideraciones Éticas	17
IV	Resultados	18
	4.1 Primera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto.....	18
	4.2 Segunda evaluación del índice de clorofila en hojas de palto.....	21
	4.3 Tercera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto.....	24
	4.4 Cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto.....	28
	4.5 Rendimiento t/ha de cada uno de los tratamientos	31
V	Discusión	39
VI	Conclusiones.....	42
VII	Recomendaciones	42
VII	Bibliografía.....	44
VIII	Anexos	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables del estudio del contenido de clorofila en hojas de palto con diferentes niveles poblacionales de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst y su impacto en el rendimiento.....	12
Tabla 2. Índice de clorofila inicial en hojas de palto en cada unidad experimental por tratamiento. Virú 2020.	18
Tabla 3. Estadísticos descriptivos para el índice de clorofila inicial promedio en hojas de palto con diferentes grados de infestación de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst. Virú 2020.....	18
Tabla 4 . Prueba de Normalidad para cada tratamiento en la primera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto. Virú -2020....	19
Tabla 5. Prueba de homogeneidad de varianzas para el índice inicial de clorofila hojas de palto. Virú – 2020.....	19
Tabla 6. Análisis de Varianza de los diferentes niveles poblacionales de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst con respecto a la evaluación inicial del índice de clorofila en hojas de palto. Virú -2020.....	20
Tabla 7. Subconjuntos homogéneos para las pruebas de comparación de medias entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales para la primera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto (prueba de Duncan). Virú -2020.....	20

Tabla 8. Índice de clorofila a los 90 días en hojas de palto en cada unidad experimental por tratamiento. Virú -2020.....	21
Tabla 9. Estadísticos descriptivos para el índice de clorofila promedio a los 90 días en hojas de palto con diferentes grados de infestación de <i>Oligonychus punicae</i> . Hirst Virú- 2020.....	21
Tabla 10. Prueba de Normalidad del índice de clorofila en hojas de palto a los 90 días para cada tratamiento. Virú -2020.....	22
Tabla 11. Prueba de homogeneidad de varianzas para el índice de clorofila en hojas de palto a los 90 días. Virú – 2020.....	23
Tabla 12. Análisis de Varianza de los diferentes niveles poblacionales de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst con respecto a la evaluación a los 90 días del índice de clorofila en hojas de palto. Virú -2020.....	23
Tabla 13. Subconjuntos homogéneos para las pruebas de comparación de medias entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales sobre el índice de clorofila en hojas de palto a los 90 días. Virú - 2020.....	24
Tabla 14. Índice de clorofila a los 180 días en hojas de palto en cada unidad experimental por tratamiento. Virú 2020.....	24
Tabla 15. Estadísticos descriptivos para el índice de clorofila promedio a los 180 días en hojas de palto con diferentes grados de infestación de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst. Viru- 2020.....	25
Tabla 16. Prueba de Normalidad del índice de clorofila en hojas de palto a los 180 días para cada tratamiento. Virú -2020.....	25

Tabla 17. Prueba de homogeneidad de varianzas para el índice de clorofila en hojas de palto a los 180 días. Virú – 2020.....	26
Tabla 18. Análisis de Varianza de los diferentes niveles poblacionales de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst con respecto a la evaluación a los 180 días del índice de clorofila en hojas de palto. Virú -2020.....	27
Tabla 19. Subconjuntos homogéneos para las pruebas de comparación de medias entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales sobre el índice de clorofila en hojas de palto a los 180 días. Virú - 2020.....	27
Tabla 20. Índice de clorofila a los 270 días en hojas de palto en cada unidad experimental por tratamiento. Virú 2020.....	28
Tabla 21. Estadísticos descriptivos para el índice de clorofila promedio a los 270 días en hojas de palto con diferentes grados de infestación de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst Virú -2020.....	28
Tabla 22. Prueba de Normalidad del índice de clorofila en hojas de palto a los 270 días para cada tratamiento. Virú -2020.....	29
Tabla 23. Prueba de homogeneidad de varianzas para el índice de clorofila en hojas de palto a los 270 días. Virú – 2020.....	29
Tabla 24. Análisis de Varianza de los diferentes niveles poblacionales de <i>Oligonychus punicae</i> con respecto a la evaluación a los 270 días del índice de clorofila en hojas de palto. Virú -2020.....	30
Tabla 25. Subconjuntos homogéneos para las pruebas de comparación de medias entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales	

sobre el índice de clorofila en hojas de palto a los 270 días. Virú - 2020.....	30
Tabla 26. Rendimiento promedio (t/ha) obtenido en cada nivel poblacional de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst.....	31
Tabla 27. Estadísticos descriptivos del rendimiento (t/ha) con respecto a los diferentes niveles poblacionales de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst. Virú 2020.....	31
Tabla 28. Prueba de Normalidad para cada tratamiento con respecto al rendimiento t/ha . Virú- 2020.....	32
Tabla 29. Prueba de muestras independientes de Kruskal -Wallis para el rendimiento t/ ha en cada uno de los niveles poblacionales de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst. Viru 2020.....	32
Tabla 30. Comparaciones de medias de los niveles poblacionales de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst con respecto al rendimiento t/ ha. Virú- 2020.....	33
Tabla 31. Correlación no paramétrica entre el rendimiento t/ ha y los diferentes niveles poblacionales de <i>Oligonychus punicae</i> Hirst con un índice de clorofila en hojas de palto a los 270 días. Virú – 2020.....	33
Tabla 32. Correlación no paramétrica entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional grado 2 y el índice de clorofila en hojas de palto obtenidos en la cuarta evaluación	34

Tabla 33. Correlación no paramétrica entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional grado 3 y el índice de clorofila en hojas de palto obtenidos en la cuarta evaluación35

Tabla 34: Correlación entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional mayor a grado 3 y el índice de clorofila en hojas de palto obtenidos en la cuarta evaluación (270 días).....36

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1 :** Ubicación de las hojas seleccionadas dentro de la unidad experimental para toma de datos.
- Figura 2 :** Gráfica de Correlación entre el rendimiento obtenido en cada tratamiento con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst en la cuarta evaluación del índice de clorofila (día 270).....34
- Figura 3:** Gráfica de Correlación entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional con grado 2 y la cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto (día 270).....35
- Figura 4:** Gráfica de Correlación entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional con grado 3 y la cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto (día 270).....36
- Figura 5:** Gráfica de Correlación entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional con grado mayor a 3 y la cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto (día 270).....37

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst en el contenido de clorofila en hojas de palto y su impacto en el rendimiento del cultivo. 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, así mismo también se evaluó el rendimiento en cada tratamiento (t/ha). 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 *Oligonychus punicae* Hirst 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 *Oligonychus punicae* Hirst 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: *Oligonychus punicae* Hirst, clorofila, rendimiento, niveles poblacionales, umbral de acción

Abstract

The present research aimed to determine the effect of different population levels of *Oligonychus punicae* Hirst on the chlorophyll content of avocado leaves and its impact on crop yield. 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 repetitions 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) 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 *Oligonychus punicae* 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 *Oligonychus punicae* Hirst with the avocado yield measured in tons per hectare. 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: *Oligonychus punicae* Hirst, chlorophyll, treatments, population levels, action threshold.

I. Introducción

El Palto o Aguacate (*Persea americana Mill.*) es una fruta cuya demanda a nivel mundial ha venido creciendo de manera exponencial en los últimos años, esto debido a los grandes beneficios nutricionales que tiene (vitaminas, proteínas y grasas insaturadas) lo cual permite su utilización tanto en productos frescos como en procesados y también en la industria cosmética (Gonzales, 2018). Actualmente el Perú es el segundo exportador mundial de paltas, y la ampliación de áreas destinadas a este cultivo continúa en crecimiento ya que se cuenta con características agroclimáticas favorables para el desarrollo del cultivo. Sin embargo, el establecimiento de extensas áreas en zonas desérticas a manera de monocultivo, ha conllevado al establecimiento de diferentes problemas fitosanitarios tanto de plagas como de enfermedades, para lo cual ha sido necesario establecer estrategias para realizar diagnósticos adecuados y oportunos a fin de mitigar los daños sobre el cultivo y lograr la rentabilidad esperada. Una de las principales plagas que tiene este cultivo, son los ácaros, específicamente la especie *Oligonychus punicae* Hirst.

El género *Oligonychus* es uno de los más extendidos en los paltos en California donde infesta a varios cultivares y en especial a los paltos del cultivar Hass, la cual constituye más del 88,6% de los cultivares en ese lugar. Además, se señala que muchas de las especies de *Oligonychus* están restringidas a diferentes altitudes, algunas se establecen en paltos instalados a más de 1200 msnm y otras especies restringidas solo a altitudes menores a los 1200 metros y se les ha encontrado afectando no solo a los paltos sino también a otros hospederos. (Aponte y MacMurtry., 1997). 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 inclusive llegando a desaparecer completamente en épocas de lluvia. Junto con el daño de la defoliación se ha mencionado que esto podría ocasionar caída de frutos como consecuencia de que la fruta queda desprotegida (efecto secundario ocasionado por falta de hojas) y expuestas a las altas temperaturas del ambiente (Bender, 1993). Este ácaro se alimenta principalmente en la superficie de la hoja, aunque en altos niveles poblaciones podría extenderse al envés. Se ha encontrado que la longevidad media de las hembras de los ácaros en el cultivar Hass es mayor que en la cultivar Pinkerton y Lamb Hass, lo que señala que existe mayor susceptibilidad de algunos tipos de cultivares frente a otros. También se ha evidenciado que 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 (flavonoides, fenoles, etc.) (Vásquez et al, 2008).

La alimentación de los ácaros provoca una decoloración marrón en las hojas que se conoce como bronceado, lo que a veces conduce a la defoliación parcial del árbol (Sances et al., 1982). La caída de hojas puede ocurrir cuando se tiene densidades promedio de 70 hembras adultas por hoja por un corto periodo de tiempo o por 50 hembras adultas por hoja por largos periodos. Se sabe que los ácaros fitófagos afectan de manera diferente a las plantas: alimentándose del follaje causando destrucción de células y por lo tanto disminución de la clorofila; en las hojas causan una disminución en su duración, así como alteraciones en el tamaño y en la tasa de formación. A mayor nivel de infestación de los ácaros fitófagos, y si la duración del ataque es larga y

empezó en etapas tempranas en el cultivo, se podrían dar mayores pérdidas en la producción (Mesa, 1999).

El control de ácaros se ha vuelto difícil sobre todo con el uso de plaguicidas químicos, considerando que el uso de éstos aumenta los costos de producción y son peligrosos para el medio ambiente, sin contar que por el uso indiscriminado pierden eficacia rápidamente. Por tanto, considerando la importancia del efecto de los ácaros en diversos cultivos se han realizado correlaciones entre rendimientos, números de hojas, tasa fotosintética entre otros, con las poblaciones presentes, a fin de poder llegar a establecer umbrales de acción adecuados (Karmakar, 2008).

Muchos otros estudios realizados en fresa, melocotón, algodón y 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, sin embargo, estos eventos varían según las densidades de ácaros y la intensidad de daño (Reddall et al., 2004).

Conjuntamente con los niveles poblacionales, se han realizado estudios sobre las respuestas fisiológicas del palto frente al ataque de ácaros. Una de ellas ha sido medir los contenidos de clorofila en hojas dañadas por el ataque de ácaros. Algunos resultados obtenidos señalan que el contenido medio de clorofila, (expresado en unidades de absorbancia), medido en el haz de la hoja disminuye a partir de presentar lesiones superiores al 65% de la hoja, mientras que el contenido de clorofila del envés de la hoja se mantuvo igual en diferentes niveles de lesión. Esto se esperaría porque la alimentación del ácaro marrón del palto normalmente se limita a la superficie superior de la hoja hasta que las poblaciones de ácaros se vuelven extremadamente altas (Sances et al, 1982).

Para la realidad de la Costa Norte del Perú, no se tiene referencia del nivel poblacional que causaría defoliación y el impacto que tendría sobre la producción; asimismo no se ha hecho un estudio acerca de que, si existe alguna correlación directa entre el contenido de clorofila, el grado de infestación y el rendimiento.

La investigación está dirigida a establecer un manejo adecuado del ácaro en el cultivo de palto. Siendo ésta una plaga clave presente durante toda la campaña en las condiciones de la zona Norte del Perú, es necesario establecer un umbral económico real de acuerdo a las condiciones de la zona teniendo como referencia el contenido de clorofila, el cual es una de las respuestas fisiológicas que son medibles y que permitirán evaluar su correlación con el nivel poblacional, a fin de entender la capacidad que tiene la planta para soportar el daño del ácaro. Además, a la fecha, las herramientas de control para ácaros son menos efectivas, debido a la rápida adquisición de resistencia y sobre todo a su corto ciclo de vida, y, por tanto, el manejo se vuelve mucho más complicado. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivos lo siguientes:

Objetivo General:

- Determinar el contenido de clorofila en hojas de palto con diferentes niveles o grados poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst y determinar su relación con el rendimiento.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el número promedio de frutas por árbol en cada tratamiento.
- Determinar la existencia de correlación entre el rendimiento y el contenido de clorofila en hojas de palto con diferentes niveles poblacionales de la plaga.

- Inferir tanto un umbral económico y el umbral de acción o intervención en base a los resultados obtenidos.

II. Marco Teórico

2.1 Marco Referencial o Antecedentes:

El ácaro marrón del palto, *Oligonychus punicae* Hirst, se considera una plaga importante en el sur de California (EE. UU.), ya que las altas densidades de población pueden causar una defoliación grave en varios cultivares de palto. Este ácaro se alimenta predominantemente de la superficie superior de la hoja, aunque la alimentación podría extenderse a la superficie inferior de la hoja en niveles altos de población (Vásquez et al., 2008).

Se realizaron estudios en California en 1980 para evaluar los efectos de las densidades de población bajas y altas de *Tetranychus urticae* (Koch) en la fotosíntesis, la transpiración, la productividad y el crecimiento vegetativo de las plantas de fresa en condiciones de campo. Todos los factores se redujeron significativamente por las altas densidades de ácaros. Las reducciones en el contenido de clorofila de la hoja (clorosis) se han asociado con daños producidos por la araña roja en cultivos como la manzana, las almendras, los cítricos y la fresa. Se ha demostrado que este efecto varía en función al desarrollo de la planta. Las plantas con mayor número de hojas maduras son más tolerantes a las lesiones por alimentación de *T. urticae* (Koch). Las plantas maduras pueden compensar el estrés y, por lo tanto, es posible que no se produzcan reducciones en la productividad (Sances et al, 1982).

En Israel, los estudios realizados en manzanas con el ácaro rojo europeo, *Panonychus ulmi* (Koch), revelaron una clara relación entre los niveles acumulados de ácaros por día (CMD) y la pérdida de rendimiento, y encontraron que 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).

Estudios realizados en Israel, han indicado que, en paltos, las hojas que sufrieron un daño del 46% en la superficie de la hoja superior 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%. Con esto se puede decir que la alimentación de *O. punicae* Hirst en el palto puede reducir gravemente una serie de procesos fisiológicos importantes. Algunos investigadores señalan como un umbral de acción conservador, un intervalo de 50- 100 ácaros por hoja (Maoz et al., 2010). Se necesitarán investigaciones futuras 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 adecuado para nuestra zona podría ayudar a reducir las aplicaciones de pesticidas contra el ácaro, reducir los efectos adversos contra los agentes de control biológico y los daños a la salud humana y al medio ambiente.

2.2 Marco Teórico:

El palto, conocido también como aguacate, es un cultivo que pertenece a la familia de las lauráceas, es originario de América central entre México y Guatemala (Olivares et al, 2007). Es un árbol de hoja perenne que puede llegar a medir hasta 12 metros de altura y alcanzar hasta 14 metros como ancho de copa (Villar, 2016). El cultivo de paltos en el Perú, se ha incrementado de manera exponencial en los últimos años,

llegando a ser el segundo exportador del mundo después de México, siendo los departamentos de Lima, Ica, La Libertad y Lambayeque donde se encuentran las mayores extensiones de este cultivo, y con menores áreas en la sierra peruana.

Dentro de las plagas más importantes que atacan a los árboles al cultivar Hass en el Perú están las arañitas rojas, ácaros de la familia *Tetranychidae*, cosmopolitas y muy polífagos, principalmente del género *Oligonychus*, que pueden desarrollarse de forma óptima en más de 150 especies vegetales y afectan prácticamente a todos los cultivos, atacando generalmente a las hojas y, en algunos casos, a los frutos. A nivel global, se han descrito 1,184 especies de la familia *Tetranychidae*, las cuales están comprendidas en 71 géneros. Sólo en el Perú se ha descrito 28 especies que atacan a cultivos frutales hortícolas y ornamentales (Cango et al., 2017). Esta familia de tetránquidos se caracteriza 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 (Lemus, 2017). El ácaro se sitúa principalmente en el haz de la hoja, cercanamente a las nervaduras, donde los estadios adultos e inmaduros se alimentan causando daño a las células superficiales de la hoja. Esta zona se va tornando progresivamente de color marrón y posteriormente puede causar la caída temprana de las hojas afectadas, esto como consecuencia del aumento de la transpiración en la hoja (Ripa y Larral 2008).

Cuando hay una infestación elevada, esta plaga 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 y Larral 2008).

El palto tiene la capacidad de producir varios “flujos” de crecimiento vegetativo; y las hojas que conforman estos flujos tienen un tiempo de vida variable que depende

de la demanda de nutrimentos que el árbol requiera en las etapas críticas de su desarrollo como es el momento de la floración y fructificación, siendo estos eventos, así como la presencia de otros tipos de estrés los que causa o acelera la abscisión de las hojas (Salazar et al, 2007)

Dentro de estas causas de estrés estaría considerado el daño causado por ácaros, el cual puede causar defoliación dependiendo del nivel de infestación que se tenga. Las condiciones de estrés, son condiciones no óptimas, las cuales causan como respuesta en la planta, una disminución en la cantidad de clorofila, perjudicando el proceso de fotosíntesis y conduciendo a una disminución en la fijación de carbono. En algunos cultivos de granos se ha observado que el contenido de clorofila está directamente asociado con el rendimiento. Las mediciones del contenido de clorofila se realizan por absorbancia, utilizando coeficientes de absorción específicos para las clorofilas (647 nm, 664nm) utilizando un espectrofotómetro (Gonzales, 2018). 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 causará 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 aplicación (Maoz et al ,2010).

2.3 Marco Conceptual:

- **Plaga:** Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales (FAO,2018).

Absorbancia: Medida de la atenuación de una radiación al atravesar una sustancia, que se expresa como el logaritmo de la relación entre la intensidad saliente y la entrante. La absorbancia (A) es un concepto más relacionado con la muestra puesto que nos indica la cantidad de luz absorbida por la misma, y se define como el logaritmo de $1/T$, en consecuencia: $A = \log 1/T = -\log T = -\log I_t/ I_o$.

- **Control:** (de una plaga): Supresión, contención o erradicación de una población de plagas (FAO, 2018).

- **Espécimen (especímenes) de referencia:** Espécimen de una población de un organismo específico que se conserva y se mantiene accesible para fines de identificación, verificación o comparación (FAO,2018).

- **Examen visual:** utilizando solo la vista, una lupa, un estereoscopio u otro microscopio óptico (FAO, 2018)

- **Incidencia (de una plaga):** Proporción o número de unidades de una muestra, envío, campo u otra población definida en las que está presente una plaga (FAO, 2018).

- **Lote:** Conjunto de unidades de un solo producto, identificable por su composición homogénea, origen, etc., que forma parte de un envío (FAO, 2018).

- **Nivel de tolerancia (de una plaga):** Incidencia de una plaga especificada como umbral de acción para controlar dicha plaga o prevenir su dispersión o introducción (FAO, 2018).

- **Registro de una plaga:** Documento que proporciona información concerniente a la presencia o ausencia de una plaga específica, en una ubicación y tiempo dados,

dentro de un área (generalmente un país), bajo las circunstancias descritas (FAO, 2018).

- **Tratamiento:** Procedimiento oficial para matar, inactivar o eliminar plagas o para esterilizarlas o desvitalizarlas (FAO, 2018)

- **Nivel de daño económico:** Es la densidad poblacional de plaga en la que el costo del combate coincide con el beneficio económico esperado del mismo (Hruska, 1987).

- **Umbral de Acción:** Indica una densidad de poblacional en la cual se requiere intervención para evitar que se alcance el nivel de daño económico (Hruska, 1987).

- **Respuesta fisiológica:** Es la expresión de las plantas cuando se exponen a agentes ambientales causales de estrés, como el viento, radiación, plagas, etc. que van a producir ciertas alteraciones: de orden físico (rompimiento de sus estructuras, desecación del follaje, etc.); de orden morfológico y de orden fisiológico como modificaciones en el patrón de distribución de materia seca (MS) o en sus relaciones hídricas y tasas fotosintéticas (Casierra y Aguilar, 2008)

- **Clorofila:** La clorofila es el pigmento fotosintético encargado de brindar el color verde a las plantas; así mismo son las moléculas responsables de la transformación de la energía lumínica a energía química en el proceso llamado fotosíntesis (Ruiz et al, 2019).

III. Metodología:

3.1 Población:

El estudio se realizó en árboles de palto variedad Hass que tienen una edad de 6 años con portainjerto variedad Zutano. El lote evaluado corresponde a un campo

de 40 ha ubicado en la zona de Virú- La libertad. EL campo está ubicado a 150 msnm, y la toma de datos se llevó durante los meses de agosto del 2019 a julio 2020. 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 cultivo es un campo convencional y cuenta con Certificación Global Gap, tiene sistema de riego por goteo con 4 mangueras por surco, y la fertilización se realiza por concentración (ppm de fertilizantes) de acuerdo a los requerimientos de la planta según su etapa de cultivo para alcanzar una nutrición óptima y adecuada de las mismas. Se realizaron de 2 a 4 riegos diarios, dependiendo de las condiciones climáticas. Los controles fitosanitarios se realizaron de manera foliar mediante la utilización de maquinarias atomizadoras previamente calibradas para asegurar eficiencia en las aplicaciones. El tipo de suelo es arenoso. Se realizó el trabajo sobre el cultivar Hass porque éste presenta ataques severos de ácaros (*Oligonychus punicae* Hirst) especialmente a partir de los meses de noviembre a marzo que coinciden con el aumento de las temperaturas en la zona. Para la unidad experimental se tomaron árboles con características homogéneas en tamaño (4.5 metros de altura), ancho de tallo, número de ramas principales (4 ramas principales), frondosidad y vigor.

3.2 Muestra:

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 4 hojas por árbol (pertenecientes a 4 ramillas marcadas en posiciones 2 oeste y 2 este). Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente dentro de una parcela de 1.7 hectáreas. La parcela tiene características homogéneas en número de plantas, tipo suelo, riegos, nutrición, etc.

3.3 Operacionalización de variables:

Tabla 1.

VARIABLES del estudio del contenido de clorofila en hojas de palto con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst y su impacto en el rendimiento.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	TIPO	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Población de <i>O. punicae</i> Hirst	Número de individuos móviles e inmaduros de <i>O. punicae</i> considerados como grados de infestación por hoja	Grado 1: 0-5 Grado 2: 6-10 Grado 3: 11-25 Grado 4: 26-50 Grado 5: 50 a más	Variable independiente cuantitativa	Observación visual directa y conteo	Cartilla de datos y lupa entomológica. Cintas plásticas.
Índice de clorofila	Índice de la cantidad de clorofila activa en hojas adheridas a la planta.	Índice de clorofila activa que es directamente proporcional al contenido de clorofila	Variable dependiente cuantitativa	Lectura del valor medido	Clorofilómetro y cartilla de datos.
Rendimiento	Peso obtenido del conjunto de frutos que producen las plantas por unidad de superficie.	t/ hectárea	Variable dependiente cuantitativa	Lectura del valor obtenido en el pesaje	Balanza digital y cartilla de datos.

Contenido o Índice de clorofila activa por hoja (Contenido de clorofila):

Este índice fue medido con ayuda del medidor de clorofila (clorofilómetro), el cual a través de la emisión de luz con 2 longitudes de onda diferente dirigida hacia la hoja adherida a la planta registra un valor que indica la clorofila activa de la hoja. Por tanto, los análisis que se efectuaron a nivel descriptivo y estadístico resultan válidos para considerar los resultados asumiéndolos como el contenido de clorofila. Este valor tiene correlación directa con el contenido de clorofila en la hoja según el instrumento utilizado para la medición (Read et al, 2004). Este valor fue tomado en las 4 hojas por cada unidad experimental. Se realizaron 4 evaluaciones durante la campaña (cada 3 meses).

Población de *O. punicae* Hirst (Niveles poblaciones): Mediante la observación directa 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. Adicionalmente el número de individuos registrados por hoja fueron agrupados en escalas o grados, siendo los siguientes:

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 – más individuos móviles (adultos o ninfas)

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.

Rendimiento (t /ha): Se registró la cantidad de frutos y el peso de frutos por árbol (kilogramos por árbol) mediante el uso de una balanza digital. Con este dato se estimó de manera directa las toneladas por hectárea.

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:

Los datos fueron tomados por medición, observación visual directa y contabilización de individuos en las hojas. Asimismo, se realizó la lectura directa del índice de clorofila obtenido por el medidor de clorofila. Este procedimiento de conteo de individuos móviles y del índice de clorofila, así como el conteo de frutos para estimación del rendimiento, se realizó en todas las unidades experimentales (20 árboles por tratamiento). El medidor de clorofila arroja un

índice de clorofila promedio por hoja (promedio de los 3 datos o 3 disparos tomados por hoja). Todos los datos fueron registrados en cartillas para su análisis posterior. Para los datos de rendimiento, se realizó el conteo y pesado de frutos por árbol, lo que también se registró en una cartilla. Para la contabilización de ácaros en las hojas se utilizó una lupa entomológica de 30X.

Para la medición del índice de clorofila se utilizó un Medidor de Clorofila FIELD SCOULT CM 1000. Este equipo detecta la luz en longitudes de onda de 700 nm y 840 nm para estimar el índice de clorofila en las hojas. Se mide la luz ambiental y aquella que se refleja en cada longitud de onda (anexo 1). La clorofila absorbe la luz de 700 nm y, como resultado, la reflexión de esa longitud de onda de la hoja se reduce en comparación con la luz reflejada de 840 nm. La luz que tiene una longitud de onda de 840 nm no se ve afectada por el contenido de clorofila de la hoja y sirve como una indicación de cuánta luz se refleja debido a las características físicas de la hoja (superficie de hoja cerosa o pubescente).

Las aplicaciones de acaricidas para cada tratamiento fueron realizadas con el equipo Degania sprays que es un atomizador de turbina para realización de aspersiones foliares.

Se utilizó una balanza digital para la estimación del rendimiento (peso de frutas por árbol).

Insumos químicos (agroquímicos aplicados en cada tratamiento para manejo de poblaciones).

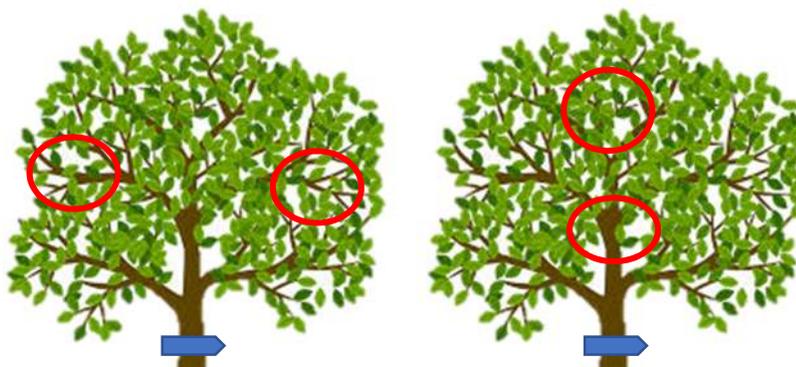
Todas las cartillas fueron pasadas a una computadora para su análisis posterior.

3.5 Procedimientos:

En cuanto al procedimiento realizado, se evaluaron 20 árboles por tratamiento. Estos árboles fueron distribuidos al azar dentro de la parcela y dentro de cada tratamiento. Se utilizaron cintas plásticas para marcar todos los árboles a nivel de tronco principal. De cada árbol se eligieron y se marcaron 4 hojas (pertenecientes a 4 ramillas) distribuidas 2 al lado este y 2 al lado oeste para obtener mejor representatividad en cuanto a poblaciones de la plaga. Las 4 ramillas también fueron marcadas con cintas plásticas para su rápida ubicación. Para el caso del nivel poblacional, cada semana se realizaba el conteo y se registraba el total de individuos móviles: adultos y ninfas en la cartilla correspondiente. De cada unidad experimental (árbol) se obtuvo un promedio de individuos por hoja a la semana.

Figura 1.

Ubicación de las hojas seleccionadas dentro de la unidad muestral para toma de datos.



Lado este

Lado oeste

El muestreo para la medición de clorofila se realizó cada 3 meses (4 veces durante la campaña) y se tomó como criterio el mismo árbol y el mismo número de hojas (4) que se tomaron para la evaluación de niveles poblacionales considerando las mismas ubicaciones. El criterio para elegir las hojas fue de que sea de los mismos puntos (ramas) de donde se tomó la muestra para el nivel poblacional. Además, la ubicación fue similar con respecto a la recepción de luz solar. Se realizaron 3

lecturas/ hoja de las cuales el instrumento clorofilómetro arroja un dato promedio. Otro criterio que se tomó en cuenta, fue realizar las mediciones en horas de la mañana, similares en todas las veces, a fin de evitar que la radiación solar altere los valores de la medición. Además, se tuvo en cuenta de realizar la medición cuando la hoja estuvo seca y limpia, es decir, se evitó realizar la medición en hojas húmedas (después de lluvias) o hojas sucias para evitar datos erróneos. Para la medición del rendimiento, se realizó el conteo de los frutos durante la cosecha, se pesó la producción de cada árbol.



Fotografías 1 y 2: Clorofilómetro y puntos de toma de datos de la hoja (Fuente: Gabriela Deza Deza, 2019).

3.6 Diseño de Contrastación:

El diseño que se utilizó fue Diseño Completamente al azar. Cada tratamiento fue aplicado aleatoriamente dentro de la parcela (lote) de 1.7 ha. La parcela tuvo características homogéneas (mismo tipo suelo, condiciones de riego, régimen nutricional, edad de cultivo, variedad Hass y mismo patrón, manejo agronómico). Dentro de la parcela se distribuyeron al azar los tratamientos y en cada uno de ellos se marcaron 20 árboles elegidos totalmente al azar evitando tomar plantas de los bordes, los cuales constituyeron las unidades experimentales en donde se realizaron las mediciones. Los tratamientos aplicados fueron:

TI: Nivel Poblacional Grado 2 (0-10 individuos móviles)

TII: Nivel Poblacional Grado 3 (11 – 25 individuos móviles)

TIII: Nivel Poblacional Grado 4 y 5 (26 individuos móviles a más)

100 m

I-1	I-19	I-8	I-3	I-7	I-15	I-2	I-17	I-9	I-4	I-5	I-11	I-14	I-6	I-10	I-12	I-18	I-13	I-16	I-20
II-20	II-1	II-11	II-10	II-16	II-3	II-2	II-17	II-4	II-18	II-5	II-9	II-12	II-6	II-15	II-7	II-8	II-13	II-14	II-19
III-9	III-20	III-10	III-2	III-1	III-19	III-11	III-18	III-3	III-12	III-13	III-16	III-4	III-14	III-15	III-5	III-7	III-6	III-8	III-17

170 m

3.7 Procesamiento y Análisis de datos:

Los datos fueron analizados utilizando el software de SPSS versión 26 para análisis estadísticos. Se realizará las pruebas de normalidad, ANOVA y prueba de comparación entre tratamientos de Duncan, así mismo análisis de correlación.

3.8 Consideraciones éticas:

Las parcelas donde se llevó a cabo la investigación y los datos obtenidos en ella contaron con la autorización del propietario para realizar los trabajos de evaluación.

La especie *O. punicae* Hirst está mencionada por Chávez (2020), en el trabajo de investigación “Fluctuación poblacional de *Oligonychus punicae* Hirts (Acari: Tetranychidae), y predadores en *Persea americana* Mill. “palto”, provincia de Virú, La Libertad, 2016.

IV RESULTADOS

4.1 Primera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto

Tabla 2

Índice de clorofila inicial en hojas de palto en cada unidad experimental por tratamiento. Virú 2020.

TTO	INDICE DE CLOROFILA 1ERA EVALUACIÓN																			
T1	416.8	413.1	414.7	369.5	394.3	476.9	426.3	458.8	456.7	473.9	435.5	516.9	438.9	416.3	434.3	514.8	515.2	498.7	454.3	389.1
T2	359.8	450.6	509.6	466.0	551.6	452.6	371.9	426.6	428.3	498.6	428.7	452.9	415.1	431.4	371.1	450.1	454.6	459.2	440.7	551.2
T3	434.5	399.0	390.4	471.1	410.4	407.3	362.8	396.7	355.3	418.3	410.0	431.5	455.5	424.8	463.8	418.3	388.9	418.9	352.4	388.3

Fuente: Registros del experimento

En la tabla 2 se observa los valores del índice de clorofila de la primera evaluación para los tres tratamientos, los cuales van en el rango desde 352.4 .8 hasta 551.6

Tabla 3

*Estadísticos descriptivos para el índice de clorofila inicial promedio en hojas de palto con diferentes grados de infestación de *Oligonychus punicae* Hirst. Virú 2020.*

		1era evaluación				
		Estadístico				
		95% de intervalo de confianza para la media				
Tratamiento	Media	Desviación estándar	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
T1	445.7500	43.31682	425.4771	466.0229	369.50	516.90
T2	448.5300	51.50151	424.4266	472.6334	359.80	551.60
T3	409.9100	32.71854	394.5973	425.2227	352.40	471.10

Fuente: Registros de experimento

En la Tabla 3 se observa que el tratamiento 2 con grado 3 de nivel poblacional presenta un promedio mayor del índice de clorofila en hojas de palto con 448.53 seguidos por el tratamiento 1 con grado 2 de nivel poblacional y con un índice de 445.75 y el tratamiento con grado mayor a 3 y con un índice de clorofila de 409.91, sin embargo, el tratamiento

con nivel poblacional con grado 2 tiene una mayor variabilidad de 51.5 en comparación con los tratamientos 1 y 3 que presentan una variabilidad de 43.3 y 32.7 respectivamente.

Tabla 4

Prueba de Normalidad para cada tratamiento en la primera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto. Virú -2020.

		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	T	Estadístico	gl	p	Estadístico	gl	p
1era evaluación	T1	0.113	20	,200*	0.955	20	0.445
	T2	0.168	20	0.141	0.932	20	0.172
	T3	0.104	20	,200*	0.968	20	0.707

Fuente: Registro del experimento

En la tabla 4 se observa que todos los tratamientos con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst (diferentes grados poblacionales) tienen un comportamiento de una distribución normal ya que se tiene valores donde $p > 0.05$. Por lo tanto, se concluye que los 3 tratamientos (diferentes grados poblacionales) presentan datos evaluación inicial de índices de clorofila que se distribuyen de una forma normal.

Tabla 5

Prueba de homogeneidad de varianzas para el índice inicial de clorofila en hojas de palto. Virú – 2020.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	p
1era evaluación	Se basa en la media	1.099	2	57	0.340
	Se basa en la mediana	0.966	2	57	0.387
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.966	2	47.355	0.388
	Se basa en la media recortada	1.111	2	57	0.336

Fuente: Registro del experimento

En la Tabla 5 se observa que los valores son mayores a 0.05 por tanto se acepta la H_0 (hipótesis nula) concluyendo que las varianzas son iguales u homogéneas.

Cumpliendo los dos supuestos de normalidad y homogeneidad se realizó el análisis de varianza para establecer si existía diferencia de algún tratamiento (diferentes niveles poblacionales) sobre el índice inicial de clorofila en hojas de palto.

Tabla 6.

*Análisis de Varianza de los diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst con respecto a la evaluación inicial del índice de clorofila en hojas de palto. Virú - 2020.*

	Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Dia 1	Entre tratamientos (población)	18558.2560	2.0000	9279.13	4.9716	0.0102
	Error	106385.8500	57.0000	1866.42		
	Total	124944.1060	59.0000			

Fuente: Registros del experimento.

En la Tabla 6 dado que valor de p es menor a 0.05, se muestra que por lo menos uno de los tratamientos (diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst) tiene un efecto diferente sobre el promedio del índice de clorofila en hojas de palto al inicio del estudio.

Tabla 7.

Subconjuntos homogéneos para las pruebas de comparación de medias entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales para la primera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto (prueba de Duncan). Virú -2020.

Duncan		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamiento	N	1	2
T3	20	409.9100	
T1	20		445.7500
T2	20		448.5300
p		1.000	0.839

Fuente: Registro del experimento

La prueba de Duncan agrupó a los tratamientos en 2, en donde muestra que tanto el tratamiento con nivel poblacional con grado 2 (T1) y tratamiento con nivel poblacional

grado 3 (T2) fueron los que determinaron 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 determina un menor índice de clorofila (Tabla 7).

4.2 Segunda evaluación del índice de clorofila en hojas de palto

Tabla 8.

Índice de clorofila a los 90 días en hojas de palto en cada unidad experimental por tratamiento. Virú 2020.

TTO	INDICE DE CLOROFILA 2DA EVALUACIÓN																			
T1	310.1	306.8	325.6	291.9	346.2	387.9	315.6	291.2	320.7	322.6	383.7	392.9	356.8	303.3	279.1	316.9	414.1	331.4	359.7	308.9
T2	310.9	322.6	370.8	290.9	372.5	304.3	330.8	301.5	289.4	305.3	256.4	328.1	303.3	355.9	266.6	379.4	352.1	393.6	349.4	377.6
T3	340.1	254.9	317.9	298.3	330.0	264.9	263.6	285.2	274.2	320.8	319.0	289.9	355.3	300.0	313.4	298.9	348.0	307.4	332.7	303.1

Fuente: Registros del experimento.

En la tabla 8 muestra los índices de clorofila obtenidos en cada tratamiento en la evaluación realizada a los 90 días, los valores están entre el rango de 254.9 y 414.1

Tabla 9

Estadísticos descriptivos para el índice de clorofila promedio a los 90 días en hojas de palto con diferentes grados de infestación de Oligonychus punicae. Hirst Virú- 2020.

Tratamiento	2da evaluación					
	Estadístico					
	Media	Desviación estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior		
T1	333.2700	37.76380	315.5960	350.9440	279.10	414.10
T2	328.0700	39.41432	309.6235	346.5165	256.40	393.60
T3	305.8800	28.27278	292.6479	319.1121	254.90	355.30

Fuente: Registros del experimento

En la Tabla 9 se observa que el tratamiento 1 con grado 2 de nivel poblacional presenta un promedio mayor del índice de clorofila en hojas de palto en la segunda evaluación 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 presenta un índice de clorofila de 305.88. El tratamiento con nivel poblacional con grado mayor a 3 (T3) presenta menor variabilidad en comparación con los tratamientos de nivel poblacional grado 2 (T1) y 3 (T2).

Tabla 10.

Prueba de Normalidad del índice de clorofila en hojas de palto a los 90 días para cada tratamiento. Virú -2020.

	T	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	p
2da evaluación	T1	0.180	20	0.087	0.926	20	0.131
	T2	0.118	20	,200*	0.961	20	0.562
	T3	0.094	20	,200*	0.978	20	0.901

En la tabla 10 se observa que todos los tratamientos (diferentes grados poblacionales) tienen un comportamiento de una distribución normal ya que se tiene valores donde $p > 0.05$. Por lo tanto, se concluye que los 3 tratamientos con diferentes grados poblacionales presentan datos para la segunda evaluación a los 90 días con índices de clorofila que se distribuyen de una forma normal.

Tabla 11

Prueba de homogeneidad de varianzas para el índice de clorofila en hojas de palto a los 90 días. Virú – 2020.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	p
2da evaluación	Se basa en la media	1.641	2	57	0.203
	Se basa en la mediana	1.189	2	57	0.312
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.189	2	49.522	0.313
	Se basa en la media recortada	1.561	2	57	0.219

En la Tabla 11 se observa que los valores de p son mayores a 0.05, y por tanto se acepta la Ho (hipótesis nula) concluyendo que las varianzas son iguales u homogéneas.

Cumpliendo los dos supuestos de normalidad y homogeneidad se realizó el análisis de varianza para establecer si existe diferencia de algún tratamiento con diferentes niveles poblacionales sobre la segunda evaluación del índice de clorofila en hojas de palto a los 90 días.

Tabla 12

*Análisis de Varianza de los diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst con respecto a la evaluación a los 90 días del índice de clorofila en hojas de palto. Virú -2020.*

	Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Dia 90	Tratamientos(población)	8464.3213	2.0000	4232.16	3.3598	0.0417
	Error	71799.9160	57.0000	1259.65		
	Total	80264.2373	59.0000			

Fuente: Registros del experimento

En la Tabla 12 debido a que el valor de p es menor a 0.05, se muestra que por lo menos uno de los tratamientos con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst tiene un efecto significativo diferente sobre el índice promedio de clorofila en hojas de palto a los 90 días, por lo tanto, se llevó a cabo la prueba de comparaciones de medias.

Tabla 13:

Subconjuntos homogéneos para las pruebas de comparación de medias entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales sobre el índice de clorofila en hojas de palto a los 90 días. Virú -2020.

Duncan		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamiento	N	1	2
T3	20	305.8800	
T2	20	328.0700	328.0700
T1	20		333.2700
Sig.		0.053	0.645

Fuente: Registros del experimento

La prueba de Duncan separó los tratamientos en 2 grupos donde se observó (Tabla 13) 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.

4.3 Tercera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto

Tabla 14

Índice de clorofila a los 180 días en hojas de palto en cada unidad experimental por tratamiento. Virú 2020.

TTO	INDICE DE CLOROFILA 3ERA EVALUACIÓN																			
T1	385.3	332.4	516.3	451.1	360.1	532.9	444.3	333.4	421.6	477.1	485.1	390.5	390.5	339.4	430.9	413.5	398.5	391.6	356.9	440.8
T2	355.3	428.4	464.7	407.8	437.9	344.5	356.9	361.6	446.4	406.6	292.8	449.5	374.6	476.4	590.4	394.8	360.7	427.4	445.4	436.0
T3	533.6	441.9	355.9	272.6	378.2	385.9	403.1	453.1	357.4	434.2	482.5	485.3	442.3	418.8	349.9	439.9	411.7	438.0	436.8	475.1

Fuente: Registros del experimento

En la tabla 14 se observa los índices de clorofila para cada tratamiento obtenidos en la tercera evaluación y están entre el rango de 272.6 y 590.4

Tabla 15.

Estadísticos descriptivos para el índice de clorofila promedio a los 180 días en hojas de palto con diferentes grados de infestación de Oligonychus punicae Hirst. Viru- 2020.

3era evaluación							
Estadístico							
95% de intervalo de confianza para la media							
Tratamiento	Media	Desviación estándar	Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo	Media
T1	414.6100	58.28430	387.3321	441.8879	332.40	532.90	13.03277
T2	412.9050	63.29628	383.2814	442.5286	292.80	590.40	14.15348
T3	419.8100	58.63415	392.3684	447.2516	272.60	533.60	13.11100

En la Tabla 15 se observa que el tratamiento con nivel poblacional de grado mayor a 3 presenta un promedio mayor del índice de clorofila en hojas de palto en la tercera evaluación 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 El tratamiento con nivel poblacional con grado 2 presenta menor variabilidad en comparación con el tratamiento con nivel poblacional grado 3 y grado mayor a 3.

Tabla 16

Prueba de Normalidad del índice de clorofila en hojas de palto a los 180 días para cada tratamiento. Virú -2020.

	T	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	p
3era evaluación	T1	0.109	20	,200*	0.959	20	0.516
	T2	0.132	20	,200*	0.935	20	0.192
	T3	0.147	20	,200*	0.964	20	0.630

Fuente: Registros del experimento

En la Tabla 16 se observa que todos los tratamientos (diferentes grados poblacionales) tienen un comportamiento de una distribución normal ya que se tiene valores donde $p > 0.05$. Por lo tanto, se concluye que los 3 tratamientos con diferentes grados poblacionales presentan en la tercera evaluación datos de índices de clorofila que se distribuyen de una forma normal.

Tabla 17

Prueba de homogeneidad de varianzas para el índice de clorofila en hojas de palto a los 180 días. Virú – 2020.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	p
3era evaluación	Se basa en la media	0.035	2	57	0.966
	Se basa en la mediana	0.071	2	57	0.931
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.071	2	55.475	0.931
	Se basa en la media recortada	0.038	2	57	0.963

En la Tabla 17 se observa que los valores de p son mayores a 0.05, y por tanto se acepta la H_0 (hipótesis nula) concluyendo que las varianzas son iguales u homogéneas.

Cumpliendo los dos supuestos de normalidad y homogeneidad se realizó el análisis de varianza para analizar si existe diferencia de algún tratamiento con diferentes niveles poblacionales sobre la tercera evaluación del índice de clorofila en hojas de palto.

Tabla 18

Análisis de Varianza de los diferentes niveles poblacionales de Oligonychus punicae Hirst con respecto a la evaluación a los 180 días del índice de clorofila en hojas de palto. Virú -2020.

Fuente de variación		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Día 180	Entre tratamientos (población)	517.5070	2.0000	258.75	0.0716	0.9310
	Error	205987.4255	57.0000	3613.81		
	Total	206504.9325	59.0000			

En el análisis de varianza (Tabla 18) se observa que no hay diferencia significativa entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst que a su vez determinen diferencias en el índice de clorofila a los 180 días. Esto se confirmó con la prueba de medias de Duncan.

Tabla 19

Subconjuntos homogéneos para las pruebas de comparación de medias entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales sobre el índice de clorofila en hojas de palto a los 180 días. Virú -2020.

Duncan

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
T2	20	412.9050
T1	20	414.6100
T3	20	419.8100
p		0.735

Fuente: Registros del experimento

En la prueba de Duncan, muestra que los tres tratamientos (diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst) no manifiestan diferencia estadística en los índices promedios de clorofila en hojas de palto a los 180 días (Tabla 19).

4.4 Cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto

Tabla 20

Índice de clorofila a los 270 días en hojas de palto en cada unidad experimental por tratamiento. Virú 2020.

TTO	INDICE DE CLOROFILA 4TA EVALUACIÓN																			
T1	375.6	411.9	391.0	451.0	324.2	554.0	559.4	550.5	521.1	506.9	435.9	411.1	582.1	525.1	638.0	609.6	532.7	561.3	500.4	433.1
T2	418.4	509.2	372.9	455.1	477.0	433.7	364.4	462.4	481.1	538.8	410.3	383.4	457.0	385.0	528.8	472.4	432.8	498.6	518.6	492.6
T3	409.1	374.0	437.4	518.2	341.4	482.3	428.8	543.5	288.3	384.9	507.1	419.6	607.9	500.3	476.8	588.1	405.9	423.8	376.6	405.6

Fuente: Registros del experimento

En la tabla 20 se observa los índices de clorofila obtenidos en la cuarta evaluación para cada tratamiento y están entre los rangos de 288.3 y 638.

Tabla 21

*Estadísticos descriptivos para el índice de clorofila promedio a los 270 días en hojas de palto con diferentes grados de infestación de *Oligonychus punicae* Hirst. Virú- 2020.*

4ta evaluación						
Estadístico						
95% de intervalo de confianza para la media						
Tratamiento	Media	Límite inferior	Límite superior	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
T1	493.7450	454.0224	533.4676	84.87480	324.20	638.00
T2	454.6250	429.7788	479.4712	53.08862	364.40	538.80
T3	445.9800	407.9013	484.0587	81.36226	288.30	607.90

Fuente. Registros del experimento

En la Tabla 21 se muestra que el tratamiento con nivel poblacional con grado 2 (T1) presenta un promedio mayor en cuanto al índice promedio de clorofila en hojas de palto a los 270 días, 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 muestra un índice de clorofila de 445.98. La variabilidad es menor en

el tratamiento con nivel poblacional con grado mayor a 3 (T3) seguido de los tratamientos con grado 3 (T2) y grado 2 (T1).

Tabla 22

Prueba de Normalidad del índice de clorofila en hojas de palto a los 270 días para cada tratamiento. Virú -2020.

	T	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	p
4ta evaluación	T1	0.131	20	,200*	0.966	20	0.678
	T2	0.105	20	,200*	0.960	20	0.547
	T3	0.142	20	,200*	0.975	20	0.851

Fuente: Registros del experimento

En la Tabla 22 se observa que todos los tratamientos con diferentes grados poblacionales tienen un comportamiento de una distribución normal ya que se tiene valores donde $p > 0.05$. Por lo tanto, se concluye que los 3 tratamientos con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst presentan datos de índices de clorofila que se distribuyen de una forma normal.

Tabla 23

Prueba de homogeneidad de varianzas para el índice de clorofila en hojas de palto a los 270 días. Virú – 2020.

		Estadístico de Levene			p
		gl1	gl2		
4ta evaluación	Se basa en la media	2.773	2	57	0.071
	Se basa en la mediana	1.802	2	57	0.174
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.802	2	48.589	0.176
	Se basa en la media recortada	2.711	2	57	0.075

En la Tabla 23 se observa que los valores son mayores a 0.05 por tanto se acepta la Ho (hipótesis nula) concluyendo que las varianzas son iguales u homogéneas.

Cumpliendo los dos supuestos de normalidad y homogeneidad se realizará el análisis de varianza para analizar si existió diferencia de algún tratamiento (diferentes niveles poblacionales) en la cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto.

Tabla 24

Análisis de Varianza de los diferentes niveles poblacionales de Oligonychus punicae Hirst con respecto a la evaluación a los 270 días del índice de clorofila en hojas de palto. Virú -2020.

	Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p
Día 270	Entre tratamientos (población)	25910.7043	2.0000	12955.35	2.3354	0.1060
	Error	316197.0590	57.0000	5547.32		
	Total	342107.7633	59.0000			

Según el resultado del análisis de varianza (Tabla 24) se muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales sobre el índice de clorofila de las hojas de palto a los 270 días. El hecho se confirmará con la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 25

Subconjuntos homogéneos para las pruebas de comparación de medias entre los tratamientos con diferentes niveles poblacionales sobre el índice de clorofila en hojas de palto a los 270 días. Virú -2020.

Duncan		
		Subconjunto para alfa = 0.05
Tratamiento	N	1
T3	20	445.9800
T2	20	454.6250
T1	20	493.7450
p		0.059

Fuente: Registro del experimento.

En la tabla 25 según la prueba de comparativos de Duncan nos dice que todos los tratamientos con diferentes niveles poblacionales son iguales con respecto al índice promedio de clorofila a los 270 días.

4.5 Rendimiento (t/ha) de cada uno de los tratamientos

Tabla 26

*Rendimiento promedio (t/ha) obtenido en cada nivel poblacional de *Oligonychus punicae**

Hirst

TTO	RENDIMIENTO (T/ HA)																			
T1	18.83	4.65	9.53	7.44	8.13	6.51	1.16	4.65	5.58	10.92	11.16	5.81	6.28	4.65	6.28	3.25	3.49	6.97	7.44	20.45
T2	13.94	10.23	4.65	4.18	7.90	13.71	16.27	15.80	16.73	13.71	5.11	10.23	13.94	27.43	18.59	16.50	10.23	11.16	7.90	4.65
T3	18.83	4.65	9.53	7.44	8.13	6.51	1.16	4.65	5.58	10.92	11.16	5.81	6.28	4.65	6.28	3.25	3.49	6.97	7.44	20.45

Fuente: Registros del experimento

En la tabla 26 se detalla el rendimiento por hectárea en cada una de las unidades experimentales para cada tratamiento. El rango va entre 1.16 tn/ha y 27.43 tn/ha

Tabla 27

*Estadísticos descriptivos del rendimiento (t/ha) con respecto a los diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst Virú 2020.*

		Rendimiento					
		Estadístico					
		95% de intervalo de confianza para la media			Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Tratamiento	Media	Límite inferior	Límite superior				
T1	7.6590	5.4205	9.8975	4.78302	1.16	20.45	
T2	12.1430	9.4477	14.8383	5.75906	4.18	27.43	
T3	7.6590	5.4205	9.8975	4.78302	1.16	20.45	

En la Tabla 27 se muestra que el tratamiento con nivel poblacional con grado 3 (T2) obtuvo un rendimiento mayor con 12.14 t/ ha con respecto a los tratamientos con nivel poblacional grado 2 (T1) y nivel poblacional grado mayor a 3 (T3). Los tratamientos con grado 2 (T1) y grado mayor a 3 (T3) muestran menor variabilidad que el tratamiento con nivel poblacional con grado 3 (T2).

Tabla 28

Prueba de Normalidad para cada tratamiento con respecto al rendimiento t/ha . Virú-2020

	T	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	p
Rendimiento	T1	0.218	20	0.013	0.834	20	0.003
	T2	0.113	20	,200*	0.933	20	0.173
	T3	0.218	20	0.013	0.834	20	0.003

Fuente: Registro del experimento

No todos los tratamientos tienen comportamiento de distribución normal (tabla 28), el tratamiento 2 proviene de una distribución normal, con valores $p > 0.05$, mientras que los tratamientos 1 y tratamiento 3, no provienen de una distribución normal. Por lo que, no se aconseja la aplicación del análisis de varianza sino la prueba de muestras independientes de Kruskal – Wallis.

Tabla 29:

Prueba de muestras independientes de Kruskal -Wallis para el rendimiento t/ ha en cada uno de los niveles poblacionales de Oligonychus punicae Hirst Viru- 2020

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
N total	60
Estadístico de prueba	8,629 ^a
Grado de libertad	2
p	0.013

Según la Tabla 29 existe diferencia significativa entre los tratamientos $p < 0.05$. Alguno de los tratamientos difiere de los demás. Por lo que, se realizó la prueba de comparación de medias entre ellos para determinar que tratamiento es diferente.

Tabla 30:

Comparaciones de medias de los niveles poblacionales de Oligonychus punicae Hirst con respecto al rendimiento t/ ha. Virú-2020.

Sample 1- Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	p	p*
T1-T3	0.000	5.513	0.000	1.000	1.000
T1-T2	-14.025	5.513	-2.544	0.011	0.033
T3-T2	14.025	5.513	2.544	0.011	0.033

En la comparación de tratamientos (Tabla 30) se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos con grado poblacional 2 (T1) y mayor a 3 (T3), sin embargo, hay diferencias significativas de ambos con respecto al tratamiento con nivel poblacional 3 (T2). El tratamiento con nivel poblacional 3 (T2) muestra un mayor rendimiento en t/ha de palto.

Tabla 31

*Correlación no paramétrica entre el rendimiento t/ha y los diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst con un índice de clorofila en hojas de palto a los 270 días. Virú - 2020*

			Día 270	Rendimiento
Rho de Spearman	4ta evaluación	Coefficiente de correlación	1.000	-0,281*
		Sig. (bilateral)		0.030
		N	60	60
	Rendimiento	Coefficiente de correlación	-0,281*	1.000
		Sig. (bilateral)	0.030	
		N	60	60

La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral)

La tabla 31 al mostrar un coeficiente de correlación cercano a cero (-0.281) entre el rendimiento en t /ha y los diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst indica que no hay correlación entre estas dos variables. Lo que indica la muestra que no hay un impacto significativo de las poblaciones de ácaros en el rendimiento.

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

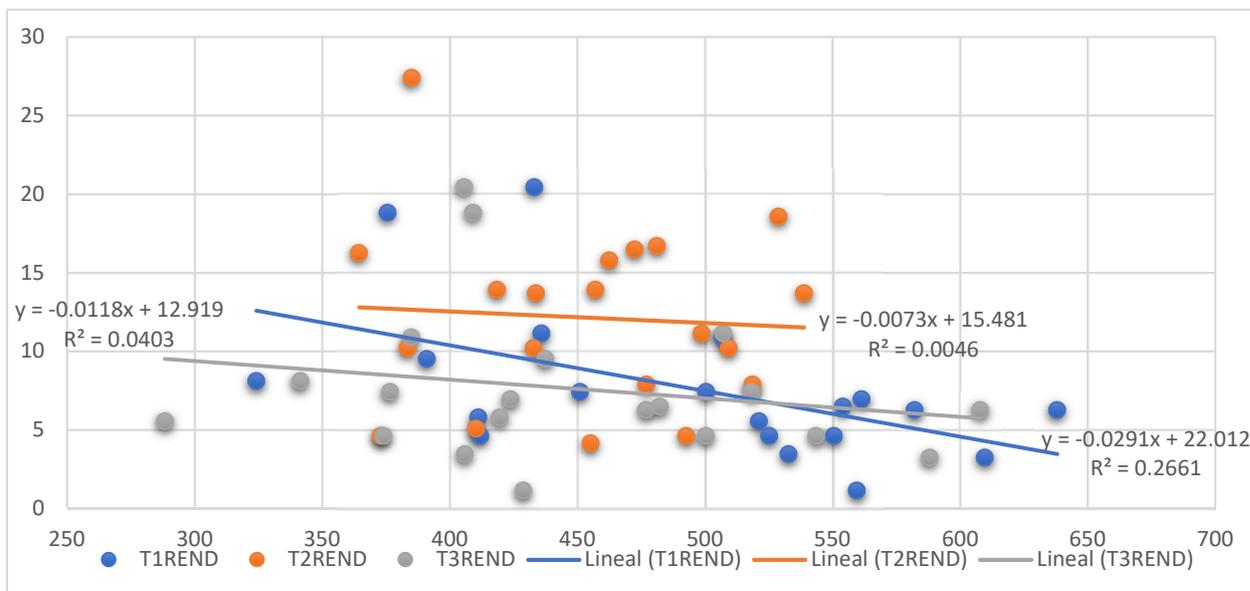


Tabla 32

Correlación no paramétrica entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional grado 2 y el índice de clorofila en hojas de palto obtenidos en la cuarta evaluación

		T1 - 4ta eval	
		T1 - 4ta eval	T1 - REND
Rho de Spearman	T1 - 4ta eval.	Coefficiente de correlación	1.000
		Sig. (bilateral)	-,560*
		N	20
T1 - REND		Coefficiente de correlación	-,560*
		Sig. (bilateral)	0.010
		N	20

Figura 3: Gráfica de Correlación entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional con grado 2 y la cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto (día 270)

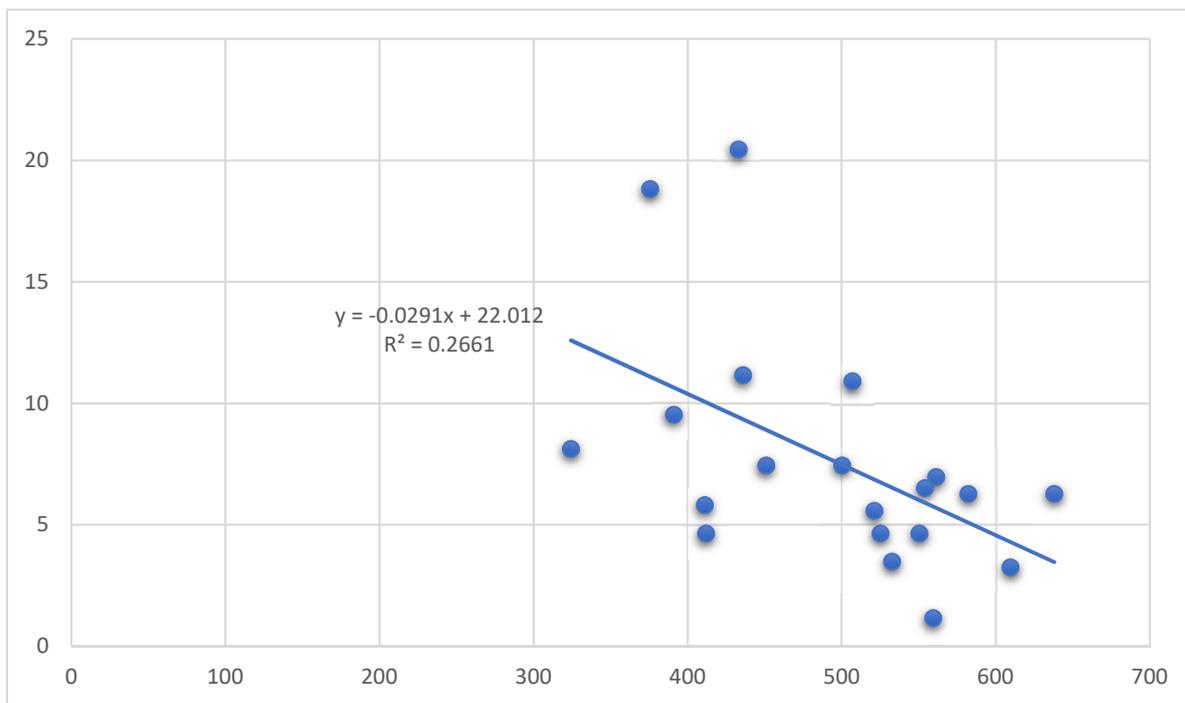


Tabla 33:

Correlación no paramétrica entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional grado 3 y el índice de clorofila en hojas de palto obtenidos en la cuarta evaluación

			T2 - 4ta eval.	T2 - REND
Rho de Spearman	T2 - 4ta eval.	Coefficiente de correlación	1.000	0.044
		Sig. (bilateral)		0.855
		N	20	20
	T2 - REND	Coefficiente de correlación	0.044	1.000
		Sig. (bilateral)	0.855	
		N	20	20

Figura 4: Gráfica de Correlación entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional con grado 3 y la cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto (día 270)

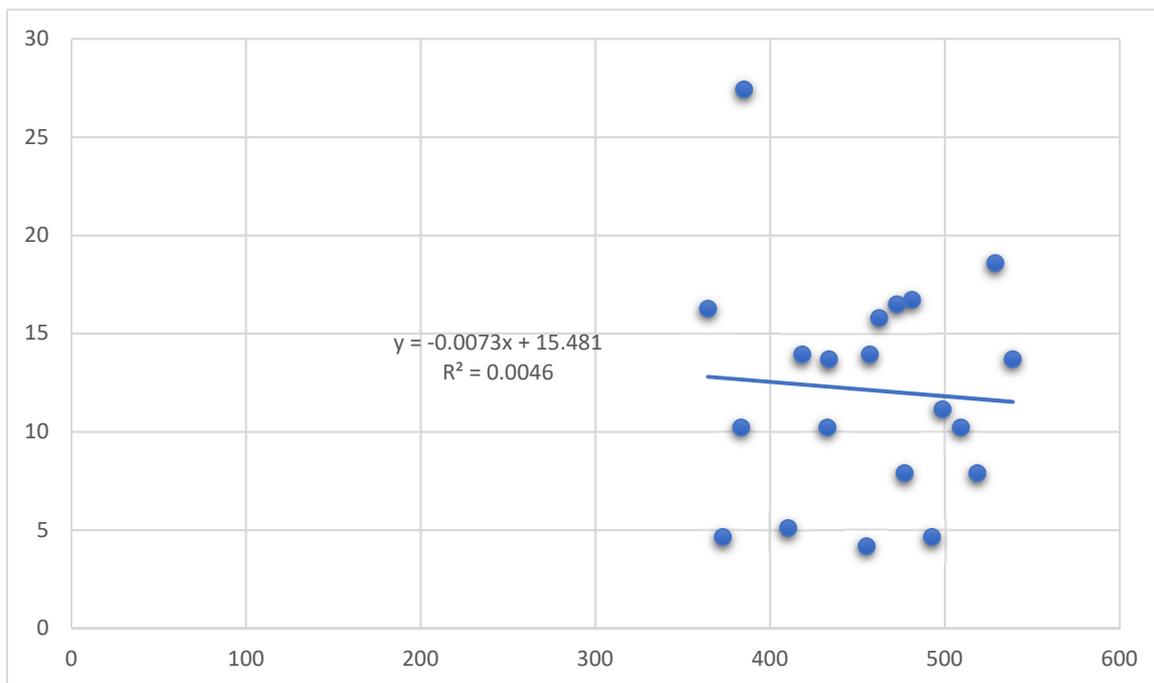
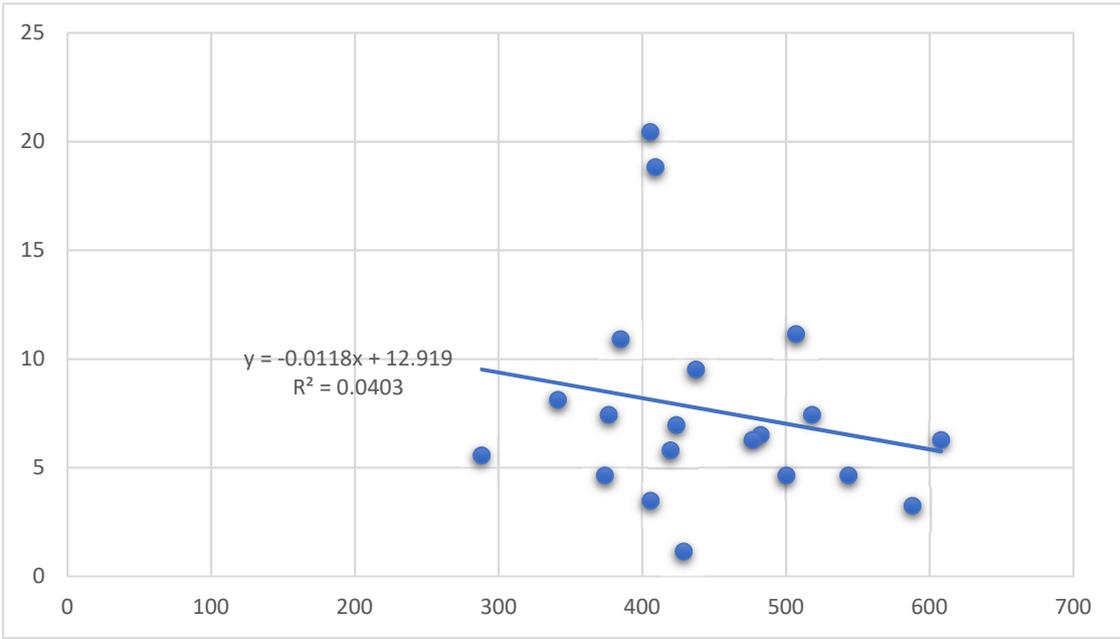


Tabla 34

Correlación entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional mayor a grado 3 y el índice de clorofila en hojas de palto obtenidos en la cuarta evaluación (270 días)

		T3 - 4ta eval.	T3 - REND
Rho de Spearman	T3 - 4ta eval.	1.000	-0.208
	Coefficiente de correlación		
	Sig. (bilateral)		0.379
	N	20	20
	T3 - REND	-0.208	1.000
	Coefficiente de correlación		
	Sig. (bilateral)	0.379	
	N	20	20

Figura 5: Gráfica de Correlación entre el rendimiento obtenido en el tratamiento con nivel poblacional con grado mayor a 3 y la cuarta evaluación del índice de clorofila en hojas de palto (día 270)



V DISCUSIÓN

En el presente estudio se observó que lo mencionado por Bender (1993) respecto a la defoliación o caída de fruta no se ha manifestado ya que los niveles poblacionales no han alcanzado el número que dicho autor indica que causa problemas, y que es de 500 ácaros por hoja, pues solamente se han llegado a contabilizar un número menor, máximo 67 ácaros por hoja. Si la evaluación arrojará mucho más de 50 ácaros obviamente podría llegar a 500 ácaros, pero la escala del presente estudio trata de mantener intervalos constantes en los grados establecidos por ello no se ha considerado este nivel poblacional.

Igualmente, con respecto al tiempo de duración de la infestación se observó que no se han dado periodos muy prolongados de la misma, inclusive con grados superiores de infestación 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 *Oligonychus punicae* Hirst no son los grados que se han presentado en este trabajo de investigación, pues como vemos, hasta el grado 5 que corresponde a 50 ácaros a más (67 ácaros por hoja encontrados) no existe afectación sustancial del contenido de clorofila ni tampoco del rendimiento por lo que, tendría que reconsiderarse el establecimiento de dichos umbrales de acción incluyendo grados superiores a los presentes, que sí muestren afectación en estos dos parámetros. 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. La población del presente trabajo de investigación (plantas de palto) está sometida a rigurosos y permanentes esquemas de nutrición que bien pueden explicar que las disminuciones a nivel de rendimiento no se hayan expresado.

Maoz et al. (2010) indican que un umbral de acción conservador para *Oligonychus punicae* Hirst 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 confirma que inclusive el grado 5 (mayor de 50 ácaros/ hoja) no afecta significativamente el rendimiento; por lo cual tampoco puede considerarse como una población que indique el nivel daño económico.

No obstante, no existir relación entre el nivel poblacional de ácaros y la afectación del rendimiento, el bronceado de hojas de palto es un fenómeno que se manifiesta inclusive a partir de los grados más bajos, pero que como vemos no tiene relación con el nivel de clorofila. Al respecto, Ripa y Larral (2008) manifiestan que este fenómeno se expresa con poblaciones altas de ácaros, pero que, por lo observado, se confirma que no existe dicha relación con los niveles poblacionales del presente estudio en particular. Fenómenos como caídas de fruto y disminución del calibre no se han puesto de manifiesto. La Figura 2 que muestra la correlación entre el rendimiento obtenido en los tratamientos con diferentes niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst al día 270 indica de manera general que no existe correlación de ninguno de los tratamientos con el rendimiento. Los gráficos siguientes de correlación

entre rendimiento y cada nivel poblacional específico (Figuras 3, 4 y 5) confirman esta tendencia.

VI CONCLUSIONES

6.1 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 51 ácaros/ hoja) de *Oligonychus punicae* Hirst no influyen con los índices de clorofila en las hojas palto medidos en diferentes momentos del trabajo de investigación para las condiciones de Virú - La Libertad.

6.2 La diferencia significativa existente entre el contenido de clorofila debido al nivel poblacional de *Oligonychus. punicae* Hirst al día 90 de evaluación no resulta ser un dato referente con respecto al objetivo general del cultivo de palto, pues el rendimiento no fue afectado al final de la campaña, para las condiciones de Virú La Libertad.

6.3 No existe correlación entre los grados de infestación 2 (1 – 10 ácaros/ hoja) ,3 (11-25 ácaro /hoja) ,4 (26- 50 ácaros/ hoja) y 5 (mayor a 51 ácaros/ hoja) de *Oligonychus punicae* Hirst con el rendimiento de palto medido en toneladas por hectárea en el presente trabajo de investigación.

6.4 Con el presente trabajo de investigación todavía no es posible determinar un umbral de acción para *Oligonychus punicae* Hirst en el cultivo de palto para las condiciones de Virú – La Libertad, por cuanto el daño sobre el rendimiento no se ha manifestado estadísticamente.

VII Recomendaciones:

7.1 Evaluar el índice de clorofila y rendimientos de palto con los mismos niveles poblacionales, en plantaciones que tengan problemas de estrés nutricional o con

sistemas de fertirriego diferentes, a fin de confirmar la correlación con respecto al ataque de *Oligonychus punicae* Hirst.

7.2 Evaluar el índice de clorofila y rendimientos de palto con niveles poblacionales más altos de *Oligonychus punicae* Hirst para verificar la probable afectación de dicha plaga en estos ítems y poder establecer umbrales de acción más adecuados para la zona y el cultivo.

7.3 Con los mismos niveles poblacionales de *Oligonychus punicae* Hirst se recomienda evaluar el contenido de clorofila y rendimiento durante 3 campañas consecutivas para determinar la influencia de la plaga en estos ítems debido a la posibilidad de efectos acumulativos del daño a nivel de reservas de la planta.

VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

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.

Bender, G. S. (1993). A new mite problem in avocados. *California Avocado Society Yearbook*, 77, 73-77.

Cango, M. N., Cabrejo, C. V., Quispe, R. Q., Cornejo, R. B., & Castro, E. V. (2014). Distribución poblacional de la arañita roja *Oligonychus* sp.(Acari: tetranychidae), sobre árboles del palto (*Persea americana* Miller) en Lima, Perú.

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.

Chávez Acosta, R. (2020). Fluctuación poblacional de *Oligonychus punicae* Hirts (Acari: Tetranychidae), y predadores en *Persea americana* Mill. "palto", provincia de Virú, La Libertad, 2016.

FAO, (2018). Normas Internacionales para medidas fitosanitarias. NIMF 5. Glosario de términos Fitosanitarios. Recuperado de [https://www.ippc.int/static/media/file/pubication/es/2018/ISPM_05_2018.Es2018-07-10 . Post CPM13.pdf](https://www.ippc.int/static/media/file/pubication/es/2018/ISPM_05_2018.Es2018-07-10_Post_CPM13.pdf)

Gonzales, S. C. E. (2018). Cultivo del aguacate (*Persea americana* Miller). Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. Ministerio de agricultura y ganadería. 7-24.

Hruska, A. J., & Rosset, P. M. (1987). Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* Número 05 (Septiembre 1987), paginas 36-44.

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.

Lemus, S. B. A (2017). Manejo Integrado de Ácaros en Aguacate. Serie Frutales Núm. 30. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

Maoz, Y., Gal, S., Zilberstein, M., Izhar, Y., Alchanatis, V., Coll, M., & Palevsky, E. (2011). Determining an economic injury level for the perseae mite, *Oligonychus perseae*, a new pest of avocado in Israel. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 138(2), 110-116.

Mesa, N. C. (1999). Acaros de importancia agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 52(1), 321-363.

Olivares, G., Guerra, M., Larraín, A., de Pruebas, C., Oliva, O., & de Valparaíso, E. U. (2007). Edited by AW Whiley, B. Schaffer and BN Wolstenholme. CABI Publishing.

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.

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. *Digital Imaging and Spectral Techniques: Applications to Precision Agriculture and Crop Physiology*, 66, 177-195.

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.

Ripa, R., & Larral, P. (2008). Manejo de plagas en paltos y cítricos. *Colección Libros INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias*.

Ruiz Santiago, F. L., Ruiz Velázquez, J. A., Hernández Becerra, J. A., García Jiménez, R., & Valadez Villarreal, A. (2019). Extracción y cuantificación de clorofila en hojas comestibles del estado de Tabasco. *Revista Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 944-949.

Salazar, S., Cossio, L., González, J. 2007. Nutrient Recycling by 'HASS' avocado leaves. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Actas VI Congreso Mundial del Aguacate). Viña Del Mar, Chile.

Sances, F. V., Toscano, N. C., Hoffmann, M. P., Lapre, L. F., Johnson, M. W., & Bailey, J. B. (1982). Physiological responses of avocado leaves to avocado brown mite feeding injury. *Environmental Entomology*, 11(2), 516-518.

Sances, F. V., Toscano, N. C., Oatman, E. R., Lapre, L. F., Johnson, M. W., & Voth, V. (1982). Reductions in plant processes by *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) feeding on strawberry. *Environmental Entomology*, 11(3), 733-737.

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.

Villar Cisternas, M. I. (2016). Composición nutricional y componentes bioactivos de cuatro variedades de paltas (*Persea americana*) comerciales chilenas: comparación de componentes bioactivos, cosechas 2011-20112.

VIII ANEXOS

Anexo 1: Especificaciones técnicas del Clorofilómetro.

SPECIFICATIONS

Measurement Sample	Individual plant leaves turf grass canopy
Measurement System	Reflectance of 700 nm and 840 nm light (10 nm FWHM)
Light Requirements	Natural sun light Artificial light: 60 Hz AC tungsten or halogen powered by DC current <i>Contact Spectrum for use with 50 Hz AC (Europe)</i>
Measurement Area	Conical field-of-view between 28.4 and 183 cm
Measurement Units	Index of relative chlorophyll content; 0 to 999
Logger Capacity	3250 readings without GPS/DGPS 1350 readings with GPS/DGPS
Repeatability	± 5% of measurement
Weight	1.5 lbs. (0.7 kg)
Temperature Range	Operate in 32° to 104° F (0° to 40°C)
Power	Two AAA alkaline batteries Approximately 3000 measurements
Environmental Sealing	Dust-proof

Anexo 2: Datos de las mediciones de clorofila en los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	1ERA EVALUACIÓN	2DA EVALUACIÓN	3ERA EVALUACIÓN	4TA EVALUACIÓN
T1	416.8	310.1	385.3	375.6
T1	413.1	306.8	332.4	411.9
T1	414.7	325.6	516.3	391.0
T1	369.5	291.9	451.1	451.0
T1	394.3	346.2	360.1	324.2
T1	476.9	387.9	532.9	554.0
T1	426.3	315.6	444.3	559.4
T1	458.8	291.2	333.4	550.5
T1	456.7	320.7	421.6	521.1
T1	473.9	322.6	477.1	506.9
T1	435.5	383.7	485.1	435.9
T1	516.9	392.9	390.5	411.1
T1	438.9	356.8	390.5	582.1
T1	416.3	303.3	339.4	525.1
T1	434.3	279.1	430.9	638.0
T1	514.8	316.9	413.5	609.6
T1	515.2	414.1	398.5	532.7
T1	498.7	331.4	391.6	561.3
T1	454.3	359.7	356.9	500.4
T1	389.1	308.9	440.8	433.1
T2	359.8	310.9	355.3	418.4
T2	450.6	322.6	428.4	509.2
T2	509.6	370.8	464.7	372.9
T2	466.0	290.9	407.8	455.1
T2	551.6	372.5	437.9	477.0
T2	452.6	304.3	344.5	433.7
T2	371.9	330.8	356.9	364.4
T2	426.6	301.5	361.6	462.4
T2	428.3	289.4	446.4	481.1
T2	498.6	305.3	406.6	538.8
T2	428.7	256.4	292.8	410.3
T2	452.9	328.1	449.5	383.4
T2	415.1	303.3	374.6	457.0
T2	431.4	355.9	476.4	385.0
T2	371.1	266.6	590.4	528.8
T2	450.1	379.4	394.8	472.4
T2	454.6	352.1	360.7	432.8
T2	459.2	393.6	427.4	498.6
T2	440.7	349.4	445.4	518.6
T2	551.2	377.6	436.0	492.6

T3	434.5	340.1	533.6	409.1
T3	399.0	254.9	441.9	374.0
T3	390.4	317.9	355.9	437.4
T3	471.1	298.3	272.6	518.2
T3	410.4	330.0	378.2	341.4
T3	407.3	264.9	385.9	482.3
T3	362.8	263.6	403.1	428.8
T3	396.7	285.2	453.1	543.5
T3	355.3	274.2	357.4	288.3
T3	418.3	320.8	434.2	384.9
T3	410.0	319.0	482.5	507.1
T3	431.5	289.9	485.3	419.6
T3	455.5	355.3	442.3	607.9
T3	424.8	300.0	418.8	500.3
T3	463.8	313.4	349.9	476.8
T3	418.3	298.9	439.9	588.1
T3	388.9	348.0	411.7	405.9
T3	418.9	307.4	438.0	423.8
T3	352.4	332.7	436.8	376.6
T3	388.3	303.1	475.1	405.6

Anexo 3: Datos de las mediciones de rendimiento (t/ha) en los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO tn/ha
T1	18.83
T1	4.65
T1	9.53
T1	7.44
T1	8.13
T1	6.51
T1	1.16
T1	4.65
T1	5.58
T1	10.92
T1	11.16
T1	5.81
T1	6.28
T1	4.65
T1	6.28
T1	3.25
T1	3.49
T1	6.97
T1	7.44
T1	20.45
T2	13.94
T2	10.23
T2	4.65
T2	4.18
T2	7.90
T2	13.71
T2	16.27
T2	15.80
T2	16.73
T2	13.71
T2	5.11
T2	10.23
T2	13.94
T2	27.43
T2	18.59
T2	16.50
T2	10.23
T2	11.16
T2	7.90
T2	4.65

T3	18.83
T3	4.65
T3	9.53
T3	7.44
T3	8.13
T3	6.51
T3	1.16
T3	4.65
T3	5.58
T3	10.92
T3	11.16
T3	5.81
T3	6.28
T3	4.65
T3	6.28
T3	3.25
T3	3.49
T3	6.97
T3	7.44
T3	20.45

Anexo 3:

Datos del número promedio de individuos móviles de *Oligonychus punicae* Hirst por hoja en cada tratamiento/ semana (45 semanas)

AÑO	SEMANA AÑO	T01	T02	T03
2019	SEM 31	13	11	13
	SEM 32	19	24	21
	SEM 33	13	13	13
	SEM 34	14	15	14
	SEM 35	15	15	16
	SEM 36	14	14	13
	SEM 37	18	18	18
	SEM 38	12	21	20
	SEM 39	15	21	27
	SEM 40	25	25	25
	SEM 41	9	26	27
	SEM 42	15	33	38
	SEM 43	39	35	38
	SEM 44	47	26	50
	SEM 45	13	51	60
	SEM 46	25	18	41
	SEM 47	11	23	34
	SEM 48	26	19	39
	SEM 49	12	55	56
	SEM 50	15	12	67
	SEM 51	23	28	42
	SEM 52	13	51	34
2020	SEM 01	29	15	56
	SEM 02	12	23	55
	SEM 03	23	35	58
	SEM 04	29	40	48
	SEM 05	9	46	42
	SEM 06	27	25	38
	SEM 07	12	13	18
	SEM 08	25	33	34
	SEM 09	32	25	26
	SEM 10	9	28	27
	SEM 11	11	28	15
	SEM 12	18	18	18
	SEM 13	5	18	25
	SEM 14	3	23	31

SEM 15	11	0	15
SEM 16	15	36	16
SEM 17	2	24	53
SEM 18	13	24	34
SEM 19	11	23	45
SEM 20	3	16	26
SEM 21	5	25	26
SEM 22	7	15	35
SEM 23	9	14	39