



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“Biología de *Oligonychus peruvianus* McGregor (Acari  
Tetranychidae) en dos cultivares aguacate (*Persea americana* Mill)”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTOR:**

**Alex José Ojeda Barrera**

**TUTOR:**

**Ing. Michel Leiva Mora, Ph.D.**

**CEVALLOS, 2024**

**“Biología de *Oligonychus peruvianus* McGregor (Acari Tetranychidae) en dos  
cultivares aguacate (*Persea americana***

**Mill)”**

REVISADO POR:



Dr. Leiva Mora Michel, PhD.

TUTOR

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:**

**Fecha**



PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. Patricio Núñez Torres, PhD.

07/02/2024



Ing. Mg. Velástegui Espin Giovanni Patricio

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

07/02/2024



Ing. Leython Chacón Sirli Lilig, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

07/02/2024

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Alex José Ojeda Barrera**, portador de cédula de ciudadanía número: 1805259320, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**Biología de *Oligonychus peruvianus* McGregor (Acari Tetranychidae) en dos cultivares aguacate (*Persea americana* Mill)**” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



---

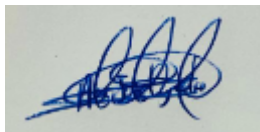
**ALEX JOSÉ OJEDA BARRERA**

## DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Biología de *Oligonychus peruvianus* McGregor (Acari Tetranychidae) en dos cultivares aguacate (*Persea americana* Mill)**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



---

**ALEX JOSÉ OJEDA BARRERA**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de titulación se lo dedico a Dios ya que gracias a Él he podido culminar mis estudios de la mejor manera, a mi madre y a mi padre que fueron los pilares fundamentales para que yo haya podido llegar a esta instancia, debido a que ellos me apoyaron en cada decisión en cada momento y sobre todo me han ayudado a crecer como persona, a que cada día me vuelva más responsable, además de que pusieron toda su confianza en mí.

También se lo dedico a mi familia, ya que, con sus consejos, sus palabras de aliento su manera de creer en mí, pero sobre todo que nunca me dejaron solo ni en mis peores momentos, me ayudaron a seguir adelante para cumplir este gran sueño y cumplir todas las expectativas.

A mis amigos, que han estado ahí día con día compartiendo sus experiencias conocimientos y además su cariño conmigo me trataron como a un hermano, he pasado momentos inolvidables con ellos, pero sobre todo le dedico esto a mi novia quien me guio, me apoyo y nunca dejó que me rindiera, supo darme el cariño, la fuerza y amor para lograr cumplir este sueño, son momentos que nunca olvidaré en la vida, siento que puedo tocar el cielo con las manos gracias a este logro.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, le quiero agradecer a Dios por tener a mi familia con vida, además de que puedo disfrutar de ellos, agradezco a mi familia por estar ahí para mí en mis peores momentos siempre pude acudir a ellos, también le agradezco a mi novia por ser esa persona incondicional, por brindarme el apoyo necesario en cada momento porque sin esperar nada a cambio hizo todo por mí, a mis amigos les agradezco por enriquecer mi cultura y mis conocimientos.

También agradezco a mis docentes, por los conocimientos que me impartieron por los valores y sobre todo por guiarme de manera indicada, pero sobre todo por el esfuerzo además de creer en mí.

## ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes Investigativos .....	3
1.2. Bases teóricas .....	5
1.2.1. La familia Tetranychidae .....	5
1.2.2. Oligonychus peruvianus.....	6
1.2.3. El cultivo de aguacate .....	7
1.2.4. Plagas y enfermedades del aguacate .....	7
1.3. Objetivos .....	10
Objetivo general:.....	10
Objetivos específicos: .....	10
CAPÍTULO II .....	11
METODOLOGÍA .....	11
2.1. Ubicación del estudio .....	11
2.2. Modalidad de la investigación.....	11
2.3. Tipo de investigación .....	11
2.4. Equipos y materiales .....	11
2.4.1. Equipos.....	11
2.3.2. Materiales.....	11

2.8.1.	Identificación del ácaro .....	13
2.8.2.	Cría de <i>O. peruvianus</i> en hojas de aguacate.....	13
2.9.	VARIABLES RESPUESTA.....	14
2.9.1.	Duración del ciclo biológico .....	14
2.9.2.	Longevidad.....	14
2.9.3.	Fecundidad .....	14
2.9.4.	Tasa de oviposición.....	14
2.10.	Análisis estadístico .....	15
CAPÍTULO III .....		16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		16
3.1.	Duración del ciclo biológico de <i>Oligonychus peruvianus</i> sobre hojas de aguacate bajo condiciones de laboratorio.....	16
3.2.	Longevidad de las hembras de <i>Oligonychus peruvianus</i> sobre hojas de aguacate bajo condiciones de laboratorio.....	18
3.3.	Estimar la fecundidad de las hembras de <i>Oligonychus peruvianus</i> sobre hojas de aguacate bajo condiciones de laboratorio .....	19
CAPÍTULO IV.....		23
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		23
4.1.	CONCLUSIONES.....	23
4.2.	RECOMENDACIONES .....	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		24
Anexos .....		28
A.	Análisis estadístico del ciclo biológico .....	28
B.	Análisis estadístico de fecundidad y longevidad .....	35
C.	Fotografías .....	40



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Producción y área cosechada de aguacate a nivel mundial, período 2012-2021 .....	8
<b>Tabla 2.</b> <i>Esquema de la distribución para la aplicación de los tratamientos en el ensayo</i> .....	12
<b>Tabla 3.</b> Duración del ciclo biológico (huevo-adulto) de <i>Oligonychus peruvianus</i> criado en dos cultivares de aguacate .....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales países productores de aguacate y área cosechada a nivel mundial .....	9
<b>Figura 2.</b> <i>Colonia de O. peruvianus donde se aprecian los huevos, larvas, ninfa y una hembra adulta</i> .....	17
<b>Figura 3.</b> <i>Longevidad de las hembras de Oligonychus peruvianus criadas en hojas de aguacate cultivares Verde y Hass</i> .....	18
<b>Figura 4.</b> Fecundidad total de las hembras de <i>Oligonychus peruvianus</i> criadas en hojas de aguacate cultivares Verde y Hass .....	19
<b>Figura 5.</b> Tasa de oviposición de las hembras de <i>Oligonychus peruvianus</i> criadas en hojas de aguacate cultivares Verde y Hass .....	20
<b>Figura 6.</b> Días de oviposición de las hembras de <i>Oligonychus peruvianus</i> criadas en hojas de aguacate cultivares Verde y Hass .....	21
<b>Figura 7.</b> <i>Hembras adultas de O. peruvianus en oviposición debajo de la telaraña que forman para proteger a las colonias</i> .....	40
<b>Figura 8.</b> Fotografía mostrando el daño (color oscuro de la hoja) causado por la alimentación de <i>O. peruvianus</i> .....	41
<b>Figura 9.</b> Pequeña colonia de <i>O. peruvianus</i> debajo de la telaraña.....	42

## RESUMEN

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es un importante árbol que se cultiva comercialmente en varias regiones tropicales y subtropicales. Esta especie de frutal es atacado por diferentes especies de ácaros, incluyendo a *Oligonychus peruvianus*; sin embargo, existen pocos estudios sobre este tema. En tal sentido, esta investigación tuvo como objetivo evaluar los aspectos bioecológicos de *Oligonychus peruvianus* McGregor (Acari Tetranychidae) en aguacate (*Persea americana* Mill). Se estudió la biología del ácaro sobre dos cultivares de aguacate (Verde y Hass), bajo condiciones de laboratorio usando unidades de cría. El ciclo biológico (huevo-adulto) fue más largo cuando las hembras fueron criadas sobre hojas del cultivar Verde (19.5 días), mientras que en el cultivar Hass, este tiempo fue se redujo en un 17.4 % (16.1 días). Las hembras tuvieron mayor longevidad cuando fueron criadas sobre hojas del cultivar Hass (20.8 días), mientras que en el cultivar Verde el tiempo de vida se redujo a 12.8 días. Además, la fecundidad fue significativamente mayor en hembras criadas sobre hojas de Hass (23.8 huevos/hembra) y disminuyó a 12.6 huevos/hembra en hembras criadas sobre aguacate Verde. De acuerdo con los resultados, el cultivar Hass parece ofrecer las mejores condiciones para el desarrollo del ácaro, por lo tanto, esta información debe tenerse en cuenta al momento de establecer y diseñar planes de manejo de plagas.

**Palabras clave:** aguacate, biología, fecundidad, longevidad, tasa de oviposición.

## ABSTRACT

The avocado (*Persea americana* Mill.) is an important fruit tree that is commercially grown in several tropical and subtropical regions. This species is attacked by different species of mites, including *Oligonychus peruvianus*; however, there are few studies on this topic. According to this, this research aimed to evaluate the bioecological aspects of *Oligonychus peruvianus* McGregor (Acari Tetranychidae) in avocado (*Persea americana* Mill). The biology of the mite was studied on two avocado cultivars (Verde and Hass), under laboratory conditions using rearing units. The biological cycle (egg-adult) was longer when the females were reared on leaves of cultivar Verde (19.5 days), while in cultivar Hass, this time was reduced by 17.4 % (16.1 days). Females showed greater longevity when they were reared on Hass leaves (20.8 days), while in the Verde, the lifespan was reduced to 12.8 days. Furthermore, fecundity was significantly higher in females reared on Hass leaves (23.8 eggs/female) and decreased to 12.6 eggs/female in females reared on avocado cv. Verde. According to the results, the cultivar Hass seems to offer the best conditions for the development of the mite, therefore, this information should be taken into account when establishing and designing pest management plans.

**Keywords:** avocado, biology, fecundity, longevity, oviposition rate.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es un importante árbol frutal tropical originario de México y América Central y que se cultiva comercialmente en varias regiones tropicales y subtropicales, con una producción mundial de más de 8 millones de toneladas en 2021 (Torres et al., 2023)(Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023). Los países americanos lideran la producción de aguacate, con el 70.2 % de la producción total, seguida Asia (14.3%), África (12.3%) mientras que Europa y Oceanía solo aportan el 1.7 y 1,4 %, respectivamente, siendo México, República Dominicana y Perú, los principales productores a nivel mundial (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023). El área de cultivo de aguacate ha incrementado de 460.241 a 858.153 ha a nivel mundial durante la última década, debido a la mayor demanda de los consumidores, especialmente en América del Norte y Europa, debido a los beneficios nutricionales del aguacate (Araújo et al., 2018).

El cultivo de aguacate presenta altos costos de producción debido a la necesidad de aplicar prácticas culturales y a la presencia de plagas y enfermedades, que pueden ser factores limitantes importantes para la producción, entre las cuales se incluyen la pudrición de la raíz causada por *Phytophthora cinnamomi*, sarna del aguacate (*Sphaceloma perseae*), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y la mancha de Cercospora (*Pseudocercospora purpurea*) (Marais, 2004). Con relación a las plagas, (Peña, 2003) reportan que entre las principales plagas se incluyen la mosca de la fruta del Caribe (*Anastrepha suspensa*), los enrolladores de hojas (*Epimecis detexta*, *E. matronaria*, *Anacamptodes defectaria* y *Oxydia vesulia transponens*), la chinche de encaje del aguacate (*Pseudacysta perseae*), el minador del aguacate (*Gracillia perseae*), el enrollador de hojas del aguacate (*Caloptilia* sp.), el chinche (*Dagbertus fasciatus*) y los ácaros *Tegolophus perseae* y *Oligonychus yothersi*.

El género *Oligonychus* es uno de los grupos más grandes de Tetranychidae y comprende más de 200 especies con amplia distribución a nivel mundial (Migeon & Dorkeld, 2021). Este género incluye especies con hábitos alimenticios que van desde

las formas polífagas hasta especies oligófagas y monófagas que pueden reproducirse en plantas de importancia económica (especies frutales y hortalizas), pero también en árboles silvestres, arbustos, pastos, etc.) de hojas anchas y angostas (Migeon & Dorkeld, 2021; Mushtaq et al., 2021).

Entre las especies de mayor importancia económica dentro del género se incluyen al ácaro de la palmera datilera *O. afrasiaticus* (McGregor), la araña roja del té *O. coffeae* (Neitner), el ácaro de la hierba de los bancos/ácaro del dátil del nuevo mundo *O. pratensis* (Banks) y el ácaro pardo del aguacate *O. punicae* (Hirst), se han extendido por todo el mundo y ahora están ampliamente distribuidos (Migeon & Dorkeld, 2021; Vacante, 2016).

Adicionalmente, otras dos especies, *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker & Abbatiello y *Oligonychus peruvianus* McGregor han sido reportados en plantaciones de aguacate. El ácaro del aguacate, *O. perseae* es una plaga importante del aguacate originario de Mesoamérica desde donde se ha propagado y establecido en otras áreas productoras de aguacate en todo el mundo, probablemente a través del comercio de material vegetal (Mendonça et al., 2011; Montserrat et al., 2013). Se ha informado que esta plaga causa daños significativos a los aguacates en México, EE. UU. (California, Florida, Hawái), Costa Rica, Israel, España continental e islas Canarias, Portugal (continental y Madeira), Italia y Marruecos (Torres et al., 2023). En cuanto a *O. peruvianus*, Muñoz & Rodríguez (2014) señalaron esta especie en ocasiones no produce daños considerables; sin embargo, existen pocos estudios que sustenten esta idea.

Adicionalmente, en el campo y en el laboratorio, *O. peruvianus* y *O. perseae* se confunden comúnmente, debido a que comparten ciertas características morfológicas como el patrón de estrías entre las setas e1, las setas dorsales y la forma del edeago han hecho posible separar ambas especies (Sandoval et al., 2011). Por lo cual ambas especies podrían ocurrir de manera simultánea en plantas de aguacate.

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes Investigativos

Dada la importancia de las especies del género *Oligonychus* existen varios estudios sobre biología en diferentes cultivos, incluyendo el cultivo de aguacate.

Chavez-Espinoza et al. (2017) estudiaron el ciclo biológico de *Oligonychus cubensis* Livschitz en condiciones de laboratorio sobre hojas de aguacatero cv. 'Criollo' y encontraron que la duración promedio del ciclo (huevo-adulto) fue 10.91 días, mientras que el periodo de preoviposición duró apenas un día, pero la oviposición se extendió durante 16 días y una longevidad de hasta 33 días.

Considerando la importancia de los problemas fitosanitarios causados por el ácaro *Oligonychus perseae* sobre la producción de aguacate en México, Imbachi-López et al. (2017) evaluaron su comportamiento, biología y alimentación bajo condiciones de laboratorio (23°C, 60% HR) y determinaron que el tiempo de desarrollo (huevo-adulto) fue de 16,6 días y las hembras mostraron una longevidad de 17,33 días, con una tasa de oviposición de 1,71 huevos/hembra/día y una fecundidad promedio de 13,29 huevos dentro de un tiempo de oviposición de 10,75 días. Con relación a los parámetros de la tabla de vida se encontró que la tasa intrínseca de crecimiento natural ( $r_m$ ) fue de 0,16, la tasa finita de incremento ( $\lambda$ ) de 4,3 días, la tasa neta de producción o tasa de remplazo ( $R_o$ ) fue de 15,71 y un tiempo generacional ( $T$ ) de 17,1 días. Por otra parte, con relación al daño producido por *O. perseae* se observaron manchas necróticas próximos a las nervaduras de la hoja cubierta por la telaraña producida por el ácaro.

En Colombia, Reyes-Bello et al. (2011) evaluaron la biología del ácaro rojo *Oligonychus yothersi* en condiciones controladas (26°C y 56 HR) usando hojas de aguacate cv. 'Lorena', observando que la duración de la fase de huevo fue de 4.96 días, larva 2.25 días, protocrisálida 0.76 días, protoninfa 2.11 días, deutocrisalida 0.90 días, deutoninfa 2.61 días y teliocrisalida 1.28 días, lo que resultó en un tiempo total de desarrollo de 14.34 días. Con base en los valores de longevidad, fecundidad y los

parámetros de la tabla de vida, los autores señalan que esta especie muestra un alto potencial reproductivo y de desarrollo del ácaro sobre el cultivar Lorena.

Además, existen estudios de la biología de especies de *Oligonychus* sobre otras especies de plantas. Con el objetivo de evaluar el efecto de la planta hospedera sobre el potencial de daño de *O. yothersi*, Punina (2023) evaluó la biología en hojas de durazno, manzana y rosa (21°C; 52% HR) observándose que el tiempo de preoviposición fue más corto cuando el ácaro fue criado sobre hojas de durazno, mientras que no se observaron diferencias en hojas de manzana y rosa. De manera similar, los máximos valores de oviposición, postoviposición, fecundidad y longevidad fueron observados cuando se usaron hojas de durazno como substrato de cría, demostrándose que esta especie ofrece mejores características para el desarrollo de *O. yothersi*. Además, la tasa neta de reproducción ( $R_0$ ) y la tasa intrínseca de incremento ( $r_m$ ) fueron mayores en hojas de durazno (39.44 y 0.04), mientras que el tiempo medio generacional ( $T$ ) (días) fue mayor en manzana (18.58 días) en durazno, finalmente no se observaron diferencias en la tasa finita de crecimiento ( $\lambda$ ) (1.01). Con base en estos resultados se concluye que el durazno es un potencial hospedero de *O. yothersi*.

Debido a que no existe información sobre los parámetros biológicos y reproductivos de *Oligonychus punicae* en especies de eucalipto se evaluó la biología de esta especie sobre diferentes especies de eucalipto cultivadas en un minihuerto clonal (*Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita* y *Corymbia citriodora*) (Barros Ferraz et al., 2020). En este estudio se demostró que los huevos de *O. punicae* se desarrollaron normalmente y completaron su ciclo biológico al ser criados en todas las especies, sin embargo el mejor hospedero resultó ser *E. tereticornis*, mientras que el peor fue *C. citriodora*, en los que las tasas reproductivas netas ( $R_0$ ) oscilaron entre 5,09 y 44,85, la tasa intrínseca de aumento de población ( $r_m$ ) varió de 0,09 a 0,19, la tasa finita de aumento de la población ( $\lambda$ ) osciló entre 1,10 y 1,21, y el tiempo medio de generación ( $T$ ) osciló entre 0,09 y 0,19. Estos resultados sugieren que *E. tereticornis* es un



excelente hospedero para *O. punicae*, por lo que tendría el potencial de causar mayores niveles de daño.

El ácaro del litchi, *Oligonychus litchii* Lo & Ho es una de las principales plagas del litchi. En tal sentido, Yao et al. (2019) evaluaron la influencia de diferentes cultivares de litchi ('Baili,' 'Fezixiao,' 'Sanyuehong' y 'Nuomici') en la biología del ácaro (25°C, 65-80% de HR y 14:10 h (L:D)). Los resultados demostraron efecto del cultivar sobre los parámetros de la tabla de vida y así mismo que el mayor tiempo de desarrollo fue observado en el cultivar Baili, mientras que la tasa de supervivencia varió desde 21,74% a 68,42%. Las hembras de *Oligonychus litchii* colocaron un mayor número de huevos en Nuomici (64,84 huevos/hembra) pero mostraron menor tasa intrínseca de crecimiento natural ( $r_m = 0,14$  hembra por hembra por día), mientras que la tasa reproductiva neta ( $R_0$ ) y la tasa finita de aumento ( $\lambda$ ) fueron mayores (22,86 hembras por hembra y 1,16 hembras/hembra/día, respectivamente). De acuerdo con los resultados de la tabla de vida, se demostró que el cultivar Nuomici es más susceptible al ácaro del litchi.

## **1.2.Bases conceptuales**

### *1.2.1. La familia Tetranychidae*

Los ácaros de la familia Tetranychidae constituyen el grupo de ácaros fitófagos que puede producir los daños económicos más severos en la agricultura, pudiendo causar pérdidas económicas en varios cultivos a nivel mundial (Bolland et al., 1998). De acuerdo con (Bolland et al., 1998), la familia Tetranychidae está constituida por 1.189 especies descritas; sin embargo, (Migeon & Dorkeld, 2021) señalan que esta familia comprende más de 1.300 especies fitófagas, con más de 100 especies que pueden ser consideradas plaga y unas pocas de ellas como plaga primaria, siendo *Tetranychus urticae* Koch la más conocida.

Dentro de la familia existen dos géneros de mayor importancia, *Tetranychus* y *Oligonychus* Berlese. El género *Oligonychus* incluye unas 200 especies de distribución mundial y que pueden alimentarse de una amplia variedad de plantas hospedantes tanto

de importancia económica (frutales y hortalizas) como especies silvestres de árboles, arbustos y gramíneas (Mushtaq et al., 2021).

En el género *Oligonychus* se han reportado varias especies de importancia en aguacate incluyendo a *Oligonychus punicae*, *Oligonychus perseae* y *Oligonychus peruvianus*

El ácaro *Oligonychus perseae* es una plaga importante del aguacate en Centro América desde donde se ha dispersado y establecido en otras áreas productoras de aguacate en todo el mundo, donde ha causado daños significativos (Torres et al., 2023).

El daño por alimentación por las fases móviles de este ácaro produce manchas necróticas marrones circulares características (de aproximadamente 1–5 mm<sup>2</sup>) que pueden llegar a ocupar hasta el 90% del área foliar, afectando la fotosíntesis y transpiración, lo que provoca reducción del rendimiento de la fruta (Aponte & McMurtry, 1997). Cuando los niveles poblacionales del ácaro son altos (>100–500 ácaros por hoja) puede ocurrir defoliación parcial o total del árbol (Aponte & McMurtry, 1997; Torres et al., 2022), aumentando el riesgo de quemaduras solares en frutos jóvenes, caída prematura de frutos y pérdidas de rendimiento (UC IPM., 2022).

#### 1.2.2. *Oligonychus peruvianus*

Esta especie de ácaro ha sido reportada en unas 15 plantas hospedantes, entre las cuales se incluyen especies de importancia económica como: zanahoria (*Daucus carota*), achiote (*Bixa orellana*), yuca (*Manihot esculenta*), aguacate (*Persea americana*), algodón (*Gossypium* sp.), café (*Coffea arabica*), cítricas (*Citrus x aurantium*) y uva (*Vitis vinifera*) con distribución en la región Neotropical (Migeon & Dorkeld, 2021). Hasta la fecha, no se han señalado daños considerables ocasionados por *O. peruvianus*, (Muñoz & Rodríguez, 2014), sin embargo se requieren estudios para determinar su potencial de daño sobre el cultivo.

### 1.2.3. El cultivo de aguacate

La familia Lauraceae incluye entre 2200–2500 especies dentro de 55 géneros con la mayor diversidad en América tropical y Australasia e incluyen árboles grandes con flores con tépalos y estambres dispuestos en verticilos de tres partes y estambres con anteras valvadas (Renner, 2011).

Esta familia incluye plantas leñosas productoras de esencias que crecen en regiones cálidas entre las cuales se incluye el laurel (*Laurus nobilis* L.), el alcanfor (*Cinnamomum camphora* Siebold (L.)), la canela (*Cinnamomum verum* J Presl) y el aguacate (*Persea americana* Mill), la cual es originaria de México y Centroamérica y es una de las de mayor importancia económica (Pérez-Álvarez et al., 2015).

El cultivo de aguacate tiene un gran potencial para incrementar la economía rural puesto que representa una fuente de empleo para la agricultura rural, reduciendo la tasa de pobreza de los productores, sin embargo, este cultivo es duramente criticado por los efectos de deforestación, el uso masivo de agua, la contaminación de cuerpos de agua con insecticidas y fertilizantes, lo que representa una amenaza para otras especies de plantas y la contaminación ambiental (Bhore et al., 2021).

Tanto la producción como superficie cosechada mundial de aguacate han experimentado un aumento importante durante la última década (Tabla 1). Siendo México el principal productor, seguido de República Dominicana, Perú y Colombia, mientras que las mayores áreas cosechadas se concentran en México, Colombia, Perú, Haití y Chile (Tabla 1).

### 1.2.4. Plagas y enfermedades del aguacate

La presencia de plagas y enfermedades puede ser un factor limitante de la producción en el cultivo de aguacate, entre las cuales se incluyen la pudrición de la raíz causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands y que ocasiona marchitez progresiva hasta provocar la muerte del árbol (Toapanta-Gallegos et al., 2017), antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* que afecta tallos, hojas, flores y frutos, *Lasioidiplodia theobromae*, *Botryosphaeria parva*, *Botryosphaeria dothidea* y

*Dothiorella aromatica* (= *F. luteum*) que causan cáncer en ramas y marchitez en árboles y *Neofusicoccum luteum*, entre otros, son patógenos importantes en este cultivo (Pérez-Álvarez et al., 2015).

**Tabla 1**

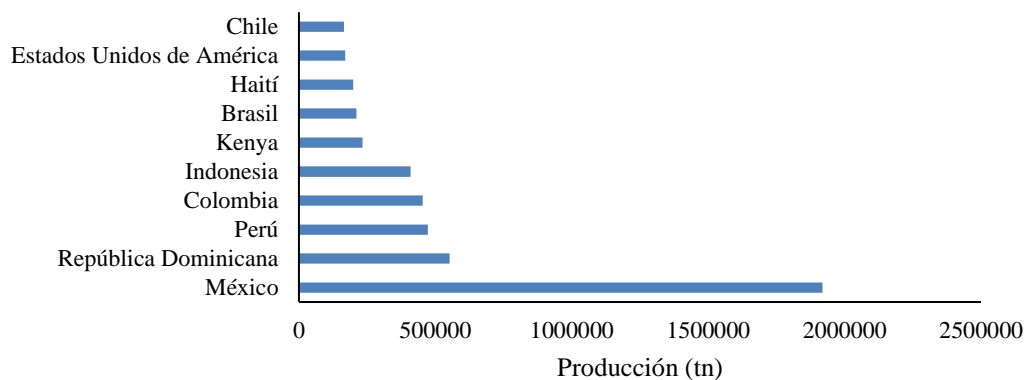
Producción y área cosechada de aguacate a nivel mundial, período 2012-2021

Año	Área cosechada (ha)	Producción (tn)
2012	460241	4310495.69
2013	493997	4537128.2
2014	535027	5060573.91
2015	575670	5401570.14
2016	659448	5921847.75
2017	669709	6294331.84
2018	724843	6791540.66
2019	748094	7166739.06
2020	805743	8104028.3
2021	858153	8685672.45

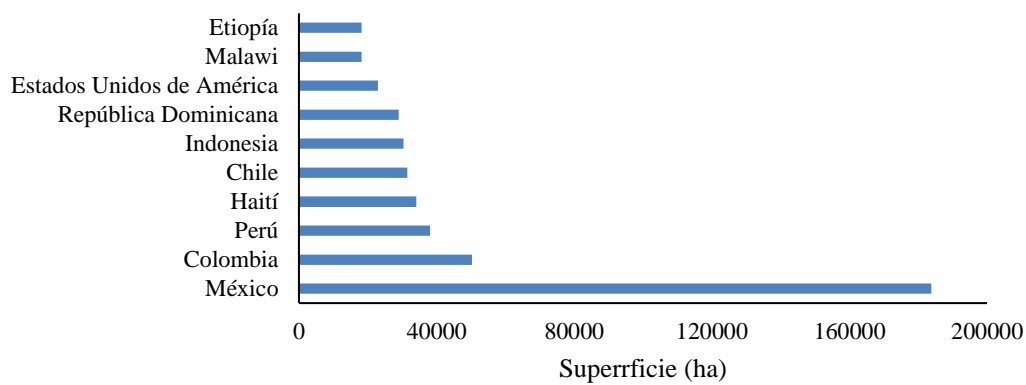
Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023)

Con relación a las plagas, Subhagan et al. (2020) señalaron que las principales plagas son especies de insectos chupadores; barrenadores de frutos, semillas y ramas; y algunas larvas defoliadoras. Los trips del aguacate y el ácaro, *O. perseae*, son reportados como plagas clave, ya que no son controlados por los enemigos naturales, causando pérdidas económicas sustanciales, puesto que producen daños al fruto, estrés al árbol provocando reducción del rendimiento (Subhagan et al., 2020). Adicionalmente, Peña (2003) reportó que entre las principales plagas se incluyen la mosca de la fruta del Caribe (*Anastrepha suspensa*), los enrolladores de hojas (*Epimecis detexta*, *E. matronaria*, *Anacamptodes defectaria* y *Oxydia vesulia transponens*), la chinche de encaje del aguacate (*Pseudacysta perseae*), el minador del aguacate (*Gracillia perseae*) el enrollador de hojas del aguacate, (*Caloptilia* sp.), el chinche (*Dagbertus fasciatus*) y los ácaros *Tegolophus perseafloae* y *Oligonychus yothersi*.

## Producción



## Área cosechada



**Figura 1**

Principales países productores de aguacate y área cosechada a nivel mundial

*Fuente: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023)*

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo general:**

Evaluar los aspectos bioecológicos de *Oligonychus peruvianus* McGregor (Acari Tetranychidae) en aguacate (*Persea americana* Mill)

#### **Objetivos específicos:**

- Determinar la duración del ciclo biológico de *Oligonychus peruvianus* sobre hojas de aguacate bajo condiciones de laboratorio.
- Estimar la longevidad de las hembras de *Oligonychus peruvianus* sobre hojas de aguacate bajo condiciones de laboratorio
- Estimar la fecundidad de las hembras de *Oligonychus peruvianus* sobre hojas de aguacate bajo condiciones de laboratorio.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Ubicación del estudio**

La investigación se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, ubicado en el cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua.

#### **2.2. Modalidad de la investigación**

El estudio fue conducido bajo la modalidad de investigación cuantitativa, la cual se caracteriza porque el problema es expresado como una relación entre dos o más conceptos o variables (Hernández-Sampieri et al., 2014).

#### **2.3. Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo experimental, la cual, de acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2014), se caracteriza por la aplicación de un tratamiento para medir su efecto sobre las variables respuesta.

#### **2.4. Equipos y materiales**

##### *2.4.1. Equipos*

- Microscopio óptico
- Microscopio estereoscópico
- Estufa

##### *2.3.2. Materiales*

- Cajas Petri
- Láminas de poliuretano
- Pinceles extra finos N° 000
- Piseta

#### **2.5. Factores de estudio**

El factor en estudios fue la variedad de aguacate: Variedad Hass y Variedad Verde (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Esquema de la distribución para la aplicación de los tratamientos en el ensayo*

Cultivar de aguacate	Repetición	Variables medidas
Verde	R1	Duración del ciclo biológico Fecundidad de hembras Longevidad de hembras
	R2	
	R3	
	R4	
	R5	
Hass	R1	
	R2	
	R3	
	R4	
	R5	

## 2.6. Diseño experimental

El experimento fue conducido en un diseño completamente al azar, cuya única fuente de variación fue la variedad de aguacate.

## 2.7. Hipótesis

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): La variedad de aguacate si influye sobre la biología de *Oligonychus peruvianus*.

## 2.8. Manejo del experimento

Las muestras de ácaros fueron recolectadas en plantaciones de aguacate con síntomas de alimentación de tetraníquidos en el Cantón Patate, provincia de Tungurahua. Se tomaron muestras de hojas que fueron llevadas al laboratorio envueltas en papel toalla dentro de fundas plásticas (tipo ziplock).



### 2.8.1. *Identificación del ácaro*

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron revisadas bajo aumento de la lupa estereoscópica para separar los ácaros de acuerdo con su morfotipo y se seleccionaron machos y hembras para preparar placas usando líquido Hoyer y secados en estufa (40 °C) durante 3-4 días. Finalmente, las placas fueron observadas al microscopio óptico (Leica) para identificar tanto el género usando la clave taxonómica de Gutierrez (1985) y la especie mediante comparación de la morfología del edeago (Ochoa et al., 1994).

### 2.8.2. *Cría de *O. peruvianus* en hojas de aguacate*

Los ácaros fueron criados usando la metodología de Helle y Overmeer (1985). Para la multiplicación se usaron unidades de cría, que consisten de una almohadilla de poliuretano circular sobre la cual se colocaron discos de hojas de aguacate rodeadas con una banda de algodón humedecida, para evitar el escape de los ácaros y mantener la turgencia de la hoja. Posteriormente, sobre cada disco de hoja se colocaron 20 ácaros hembras con 5 machos para promover la oviposición durante 1 o 2 días. Después de este tiempo, los ácaros padres fueron eliminados y solo se dejaron los huevos, los cuales fueron observados diariamente bajo el aumento de la lupa estereoscópica hasta la obtención de los adultos de edad conocida (cohorte de edad homogénea).

### 2.8.3. *Duración del ciclo biológico de *O. peruvianus* en hojas de aguacate*

Una hembra de *O. peruvianus* de la primera generación (F<sub>1</sub>) de laboratorio fue transferida a cada unidad de cría con hojas de aguacate y fue observadas diariamente hasta la ovoposición de huevos. Una vez obtenidos los huevos, el exceso fue eliminado para dejar solo 1 huevo sobre el cual se hicieron las observaciones diarias de la duración de cada estado de desarrollo (huevo, larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa, teliocrisálida y adulto). Los discos de hoja fueron reemplazados por discos nuevos cada 3-4 días o cuando mostraron signos de deshidratación. Fueron usadas 30 repeticiones.

## 2.9. Variables respuesta

### 2.9.1. Duración del ciclo biológico

Se define como el tiempo transcurrido desde la colocación del huevo hasta la emergencia de un adulto, hembra o macho. Para ello, se colocaron hembra y macho de manera individualizados para fomentar la colocación de huevos. Cuando se obtuvo el primer huevo, los padres fueron descartados y se hicieron observaciones en el tiempo de incubación del huevo (tiempo desde la colocación del huevo hasta la eclosión de la larva), luego se determinó la duración de cada estado inmaduro (larva, ninfas y fases inmóviles).

### 2.9.2. Longevidad

Es el tiempo de vida de un ácaro y se considera el número de días que vive el ácaro desde el momento en que emerge como adulto (hembra o macho) hasta la muerte. Para ello, cada hembra recién emergida fue colocada individualmente en arenas de cría y se contabiliza el número de días que permanece viva.

### 2.9.3. Fecundidad

Es definida como el número de huevos colocado por una hembra durante su tiempo de vida. Para medir la fecundidad, las hembras recién emergidas fueron individualizadas en unidades de cría y se observó diariamente el número de huevos ovipositados hasta la muerte de la hembra.

### 2.9.4. Tasa de oviposición

Se refiere al número promedio de huevos que es capaz de poner una hembra por día. Se calculó dividiendo el número total de huevos puestos por una hembra (fecundidad) entre el número de días de oviposición.

### **2.10. Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza y las variables que mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) fueron comparadas mediante prueba de medias según Tukey usando el paquete estadístico Statistix versión 10.0 para Windows.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Duración del ciclo biológico de *Oligonychus peruvianus* sobre hojas de aguacate bajo condiciones de laboratorio

La duración del ciclo biológico de *O. peruvianus* fue afectado por el cultivar de aguacate, siendo significativamente más largo cuando las hembras fueron criadas sobre hojas del cultivar Verde, donde el tiempo desde huevo hasta alcanzar el estado adulto fue en promedio 19.5 días, mientras que en el cultivar Hass, este tiempo se redujo en un 17.4 % (16.1 días) (Tabla 3).

**Tabla 3**

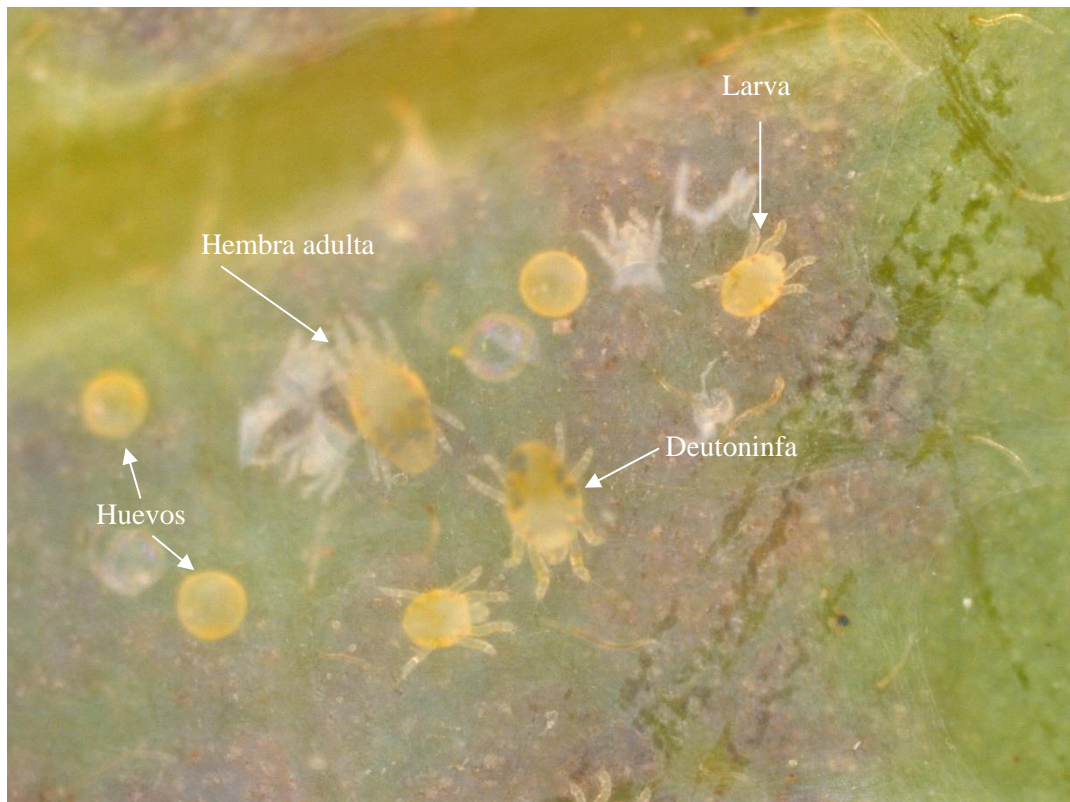
*Duración del ciclo biológico (huevo-adulto) de Oligonychus peruvianus criado en dos cultivares de aguacate*

Estado de desarrollo	Cultivar	
	Verde	Hass
Huevo	7.9 ± 0.65 a	7.5 ± 0.35 a
Larva	2.1 ± 0.42 a	1.7 ± 0.27 a
Protocrisálida	1.2 ± 0.27 a	0.8 ± 0.27 b
Protoninfa	2.6 ± 0.42 a	1.8 ± 0.27 b
Deutocrisálida	1.5 ± 0.35 a	1.3 ± 0.27 a
Deutoninfa	3.0 ± 0.50 a	2.2 ± 0.27 b
Teliocrisálida	1.2 ± 0.27 a	0.8 ± 0.27 b
Total (huevo-adulto)	19.5 ± 0.94 a	16.1 ± 0.65 b

Valores promedio en una fila seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

Con relación a las fases inmaduras, el tiempo de incubación del huevo, así como la duración de la fase larval y la deutocrisálida no mostraron diferencias entre ambos cultivares, mientras si se observaron diferencias en los tiempos de duración de las fases

de protocrisálida (1.2 vs 0.8 días en Verde y Hass, respectivamente), protoninfa (2.6 vs. 1.8 días), deutoninfa (3.0 vs. 2.2 días) y teliocrisálida (1.2 vs. 0.8 días) (Fig. 2).



**Figura 2**

*Colonia de O. peruvianus donde se aprecian los huevos, larvas, ninfa y una hembra adulta*

De acuerdo con Aponte et al. (1997), el ciclo de vida de *Oligonychus perseae*, una especie estrechamente relacionada con *O. peruvianus*, tardó desde 34.89 días a 15 °C mientras que el tiempo tendió a disminuir a 16.90 días, 13.87 días y 9.81 días cuando las hembras fueron criadas a 20, 25 y 30°C, respectivamente sobre hojas de aguacate Hass. De manera similar, (Imbachi-López et al., 2017) observaron que la duración del ciclo biológico de *O. perseae* fue de 16,6 días cuando las hembras fueron criadas sobre hojas de aguacate Hass a 23°C.

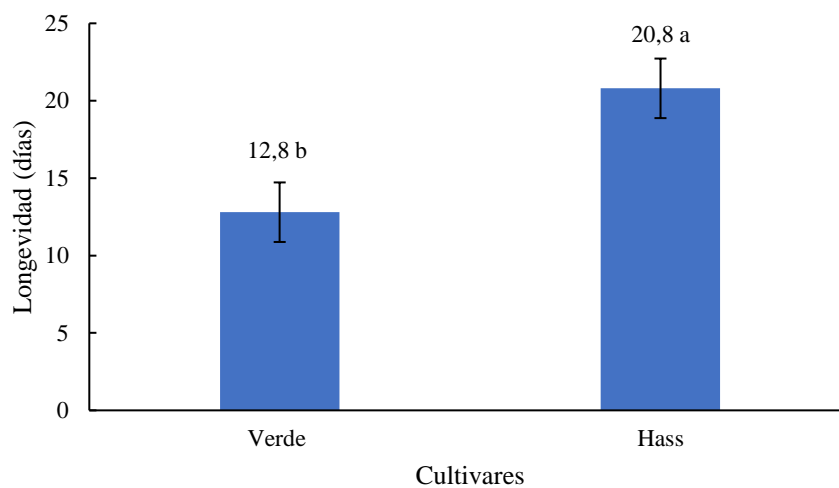
El efecto del cultivar sobre los parámetros biológicos de diferentes especies de *Oligonychus* ha sido comprobado en varias investigaciones previas. Así, Vásquez et

al. (2008) encontraron que el ciclo de vida de *Oligonychus punicae* mostró diferencias debidas al efecto del cultivar de uva usado, variando entre 8,2 días en hojas de Tucupita a 9,1 días en Sirah. Las variaciones en el tiempo de duración del ciclo biológico en ácaros tetránquidos pueden deberse a la calidad nutricional de la planta hospedante (Agut et al., 2018).

Aunque los ácaros tetránquidos tienen una amplia gama de plantas hospedantes y, por lo tanto, pueden alimentarse de diferentes especies de plantas, estas pueden activar mecanismos de defensa como formación de compuestos con efectos antixenóticos y antibióticos, incluidos metabolitos con actividad acaricida, con los cuales evitan o se defienden del ataque de las especies fitófagas (Barros Ferraz et al., 2020).

### 3.2. Longevidad de las hembras de *Oligonychus peruvianus* sobre hojas de aguacate bajo condiciones de laboratorio

La longevidad de las hembras de *O. peruvianus* también fue afectada por el tipo de cultivar de aguacate usado como sustrato de cría (Fig. 3).



**Figura 3**

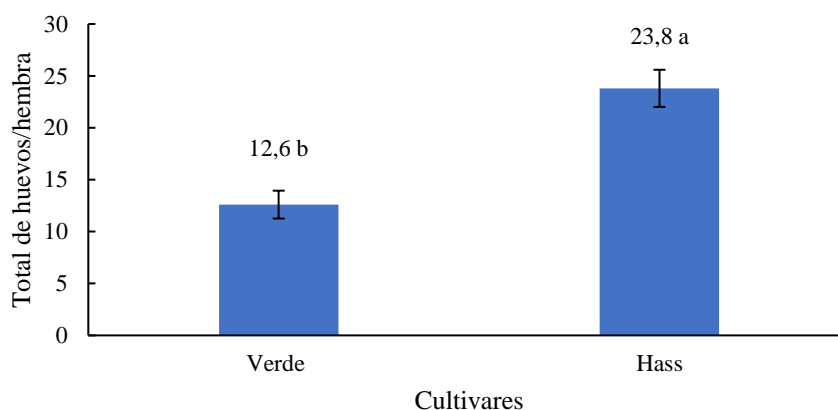
*Longevidad de las hembras de Oligonychus peruvianus criadas en hojas de aguacate cultivares Verde y Hass*

En general, las hembras tuvieron una mayor longevidad cuando fueron criadas sobre hojas del cultivar Hass, donde, en promedio, vivieron 20.8 días, mientras que cuando fueron criadas sobre hojas del cultivar Verde, el tiempo de vida se redujo a 12.8 días, siendo esto un 38.5% menor que en Hass.

Al-Shammery & Al-Khalaf (2022) observaron diferencias en la longevidad del de *Tetranychus urticae* cuando fueron criadas sobre berenjena (*Solanum melongena*), fresa (*Fragaria ananasa*), frejol (*Phaseolus vulgaris*) y pepino (*Cucumis sativus*). De acuerdo con este estudio, estas diferencias pudieron ser debidas al tipo y la textura de las hojas, puesto que las hojas de pepino muestran una textura rugosa que puede retardar el movimiento y la actividad de las etapas inmaduras, afectando la capacidad de alimentarse, lo que hace que obtenga menos nutrientes necesarios para realizar los procesos fisiológicos de los ácaros.

### 3.3. Estimar la fecundidad de las hembras de *Oligonychus peruvianus* sobre hojas de aguacate bajo condiciones de laboratorio

De manera similar, los parámetros de fecundidad y oviposición mostraron diferencias significativas en las hembras de *O. peruvianus*, dependiendo del sustrato de cría utilizado (Fig. 4).

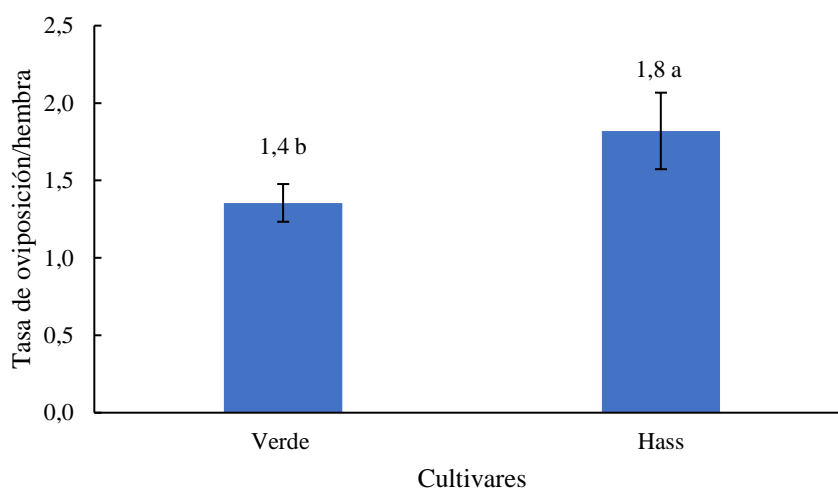


**Figura 4**

*Fecundidad total de las hembras de Oligonychus peruvianus criadas en hojas de aguacate cultivares Verde y Hass*

Con relación a la fecundidad, definida como el número de huevos colocado por una hembra durante su tiempo de vida, se encontró que este parámetro fue significativamente mayor cuando las hembras fueron criadas sobre hojas de Hass, donde alcanzó un promedio de 23.8 huevos/hembra. Las hembras criadas sobre aguacate Verde mostraron una fecundidad de apenas 12.6 huevos/hembra, siendo esto un 47.1 % menor que en Hass.

De manera concomitante, también la tasa de oviposición también mostró diferencias debidas al cultivar de aguacate, siendo significativamente mayor en las hembras criadas sobre aguacate Hass, con una tasa promedio de 1.8 huevos/hembra/día, mientras que la tasa de oviposición disminuyó en un 25.5 % en hembras criadas sobre hojas aguacate Verde (Fig. 5).



**Figura 5**

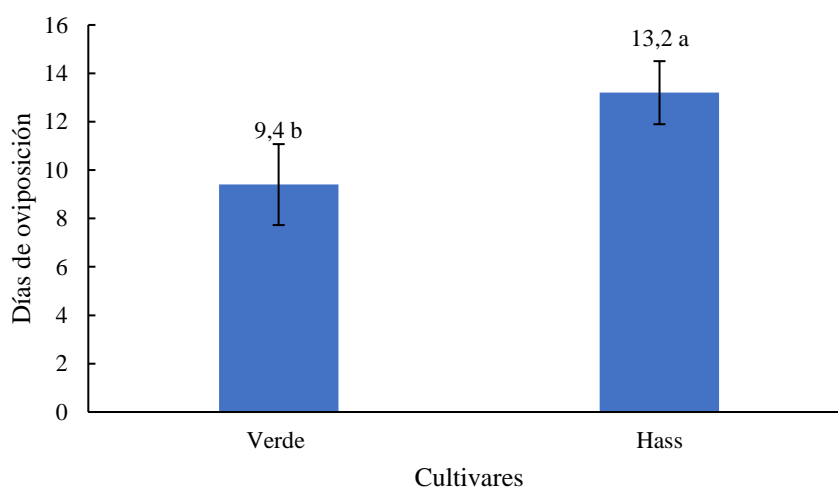
*Tasa de oviposición de las hembras de *Oligonychus peruvianus* criadas en hojas de aguacate cultivares Verde y Hass*

Finalmente, el período de oviposición también fue afectado por el cultivar de aguacate, con un promedio de 13.2 días de oviposición en las hembras criadas sobre hojas de aguacate Hass y de 9.4 días en hembras criadas sobre hojas de aguacate Verde (Fig. 6).



Punina (2023) observó variaciones en la tasa de oviposición de *Oligonychus yothersi* por efecto de la planta hospedera, con un promedio en hojas de durazno entre 1.7 y 3.9 durante los primeros 4 días y un máximo (5 huevos/hembra) al día 5, mientras que, en hojas de manzana y rosa, la curva de oviposición fue menor en comparación con el durazno, pues que en ambos cultivos el máximo número de huevos fue 2.9 y 3 huevos/hembra/día, respectivamente.

Adicionalmente, Chaaban et al. (2011) observaron diferencias en el número total de huevos/hembra colocados en las diferentes variedades de palma dátíl, siendo mayor en frutos de la variedad Deglet Noor (1,5 huevos/hembra) que en la variedad Besser (< 1 huevo/hembra). La producción de huevos alcanzó su pico el día 18 (1,36 huevos/hembra/día), el día 16 (1,66 huevos/hembra/día), el día 18 (2,4 huevos/hembra/día) y el día 20 (1,7 huevos/hembra/día). día) sobre los cultivares Alig, Besser, Deglet Noor y Kentichi, respectivamente.



**Figura 6**

*Días de oviposición de las hembras de Oligonychus peruvianus criadas en hojas de aguacate cultivares Verde y Hass*

La diferencia en el número de huevos por hembra puede deberse a factores nutricionales de la planta hospedera (Bensoussan et al., 2016).

Además, el contenido de potasio en la hoja puede promover los mecanismos de defensa de las plantas frente a la alimentación de los artrópodos fitófagos, por tanto, cuando las plantas tienen contenidos óptimos de potasio, se reduce la incidencia y severidad del daño causado por los ácaros (Barros Ferraz et al., 2020).

Por otra parte, posiblemente el mayor contenido de fósforo en los diferentes cultivares de geranio pudo haber promovido el incremento de la fecundidad y, en consecuencia, de la población de *T. urticae*, ya que se ha demostrado previamente que el fósforo puede mejorar la fecundidad de tetraníquidos (Opit et al., 2001).

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

La duración del ciclo biológico de las hembras de *O. peruvianus* fue afectado por el cultivar de aguacate usado como sustrato de cría, siendo significativamente más corto cuando se criaron sobre hojas de cultivar Hass, lo que sugiere que este cultivar ofrece mejores condiciones para el desarrollo del ácaro.

El cultivar de aguacate afectó significativamente la longevidad, las hembras de *O. peruvianus* siendo más larga cuando estas fueron criadas sobre hojas de aguacate variedad Hass, mientras que, en hojas de cultivar Verde, este parámetro fue reducido en un 38.5%.

Por último, los parámetros reproductivos, tales como fecundidad y tasa de oviposición, fueron significativamente afectados por el cultivar, siendo más altos en hembras criadas sobre hojas del cultivar Hass, demostrando que este cultivar parece ofrecer las mejores condiciones para el desarrollo del ácaro, por lo tanto, esta información debe tenerse en cuenta al momento de establecer y diseñar planes de manejo de plagas.

#### 4.2. RECOMENDACIONES

Basados en los resultados en los que se demuestra que el cultivar de aguacate Hass ofrece mejores condiciones para el desarrollo de *O. peruvianus*, se recomienda realizar los estudios tanto de campo como de laboratorio, sobre las estrategias disponibles para la prevención y control para este cultivo.

Además, se recomienda realizar estudios sobre la composición de metabolitos secundarios presentes en ambos cultivares de aguacate y evaluar su efecto sobre la biología del ácaro, de manera de aprovechar las características fitoquímicas como medio de prevención o control para esta plaga.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agut, B., Pastor, V., Jaques, J. A., & Flors, V. (2018). Can plant defence mechanisms provide new approaches for the sustainable control of the two-spotted spider mite *tetranychus urticae*? *International Journal of Molecular Sciences*, *19*(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/ijms19020614>
- Al-Shammery, K. A., & Al-Khalaf, A. A. (2022). Effect of host preference and micro habitats on the survival of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in Saudi Arabia. *Journal of King Saud University - Science*, *34*(4), 102030. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102030>
- Aponte, O., & McMurtry, J. A. (1997). Damage on “Hass” avocado leaves, webbing and nesting behaviour of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, *21*(5), 265–272. <https://doi.org/10.1023/A:1018451022553>
- Aponte, O., McMurtry, J. A., & McMurtry, J. A. (1997). Biology, life table and mating behavior of *oligonychus perseae* (acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*, *23*(3), 199–207. <https://doi.org/10.1080/01647959708683564>
- Araújo, R. G., Rodriguez-Jasso, R. M., Ruiz, H. A., Pintado, M. M. E., & Aguilar, C. N. (2018). Avocado by-products: Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science and Technology*, *80*, 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.027>
- Barros Ferraz, J. C., Ramalho Silva, P. R., Amaranes, M. P., Da Silva Melo, J. W., De Lima, D. B., & De França, S. M. (2020). Biology and fertility life table of *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) associated with eucalyptus in a clonal minigarden. *Systematic and Applied Acarology*, *25*(1), 103–112. <https://doi.org/10.11158/saa.25.1.8>
- Bensoussan, N., Estrella Santamaria, M., Zhurov, V., Diaz, I., Grbić, M., & Grbić, V. (2016). Plant-herbivore interaction: Dissection of the cellular pattern of *Tetranychus urticae* feeding on the host plant. *Frontiers in Plant Science*, *7*, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01105>
- Bhore, S. J., Ochoa, D. S., Al Houssari, A., Zelaya, A. L., Yang, R., Chen, Z., & Et, A. (2021). The avocado (*Persea americana* Mill.): a review and sustainability perspectives. *Preprints.Org*, 2021120523. <https://doi.org/10.20944/preprints202112.0523.v1>
- Bolland, H. R., Gutierrez, J., & Flechtmann, C. H. W. (1998). *World Catalogue of the*

*Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae)*. Koninklijke Brill NV.  
<https://www.worldcat.org/>

- Chaaban, S. Ben, Chermiti, B., & Kreiter, S. (2011). Comparative demography of the spider mite, *Oligonychus afrasiaticus*, on four date palm varieties in southwestern Tunisia. *Journal of Insect Science*, *11*(136), 1–12.  
<https://doi.org/10.1673/031.011.13601>
- Chavez-Espinoza, A., Rodríguez, H., & Estrada-Venegas, E. (2017). Biology of *Oligonychus cubensis* Livschitz (Acari: Tetranychidae) in avocado (*Persea americana* Miller). *Revista de Protección Vegetal*, *32*(3), 1–7.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). Crop Prospects and Food Situation. In *Crop Prospects and Food Situation #1, March 2023*. FAO.
- Gutierrez, J. (1985). Systematics. In W. Helle & M. Sabelis (Eds.), *Spider Mites: their biology, natural enemies and control* (pp. 75–90). Elsevier Science.
- Helle, W., Sabelis, M. W., & Spider, E. (1985). Rearing techniques. In W. Hellen & M. W. Sabelis (Eds.), *Rearing techniques Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume IA* (pp. 331–335). Amsterdam: Elsevier.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
- Imbachi-López, K., Estrada-Venegas, G, E., Equihua-Martínez, A., & Mesa-Cobo, N. (2017). Biología de *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker y Abbatiello, 1976 (Acari: Tetranychidae) en *Persea americana* Miller var. Hass bajo condiciones de laboratorio. *Fitosanidad*, *21*(2), 81–87.
- Marais, L. (2004). Avocado Diseases of Major Importance Worldwide and their Management. In S. A. M. H. Naqv (Ed.), *Diseases of Fruits and Vegetables: Volume II* (pp. 1–36). Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/1-4020-2607-2>
- Mendonça, R. S., Navia, D., Diniz, I. R., & Flechtmann, C. H. (2011). South American Spider Mites: New Hosts and Localities. *Journal of Insect Science*, *11*(121), 1–18. <https://doi.org/10.1673/031.011.12101>
- Migeon, A., & Dorkeld, F. (2021). *Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae*. Spider Mite Web.  
<http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>

- Montserrat, M., Sahún, R. M., & Guzmán, C. (2013). Can climate change jeopardize predator control of invasive herbivore species? A case study in avocado agroecosystems in Spain. *Experimental and Applied Acarology*, 59(1–2), 27–42. <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9560-y>
- Muñoz, J. L., & Rodríguez, Al. (2014). Ácaros asociados al cultivo dl aguacate (*Persea americana* Mill) en la costa Central de Perú. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 215–221.
- Mushtaq, H. M. S., Alatawi, F. J., Kamran, M., & Flechtmann, C. H. W. (2021). The genus *Oligonychus* Berlese (Acari, Prostigmata, Tetranychidae): taxonomic assessment and a key to subgenera, species groups, and subgroups. *ZooKeys*, 1079, 89–127. <https://doi.org/10.3897/ZOOKEYS.1079.75175>
- Ochoa, R., Aguilar, H., & Vargas, C. (1994). *Phytophagous mites of Central America: An illustrated guide*. CATIE.
- Opit, G. P., Jonas, V. M., Williams, K. A., Margolies, D. C., & Nechols, J. R. (2001). Effects of cultivar and irrigation management on population growth of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on greenhouse ivy geranium. *Experimental and Applied Acarology*, 25(10–11), 849–857. <https://doi.org/10.1023/A:1020453118823>
- Peña, J. E. (2003). Pests of Avocado in Florida. *Proceedings V World Avocado Congress*, 487–494.
- Pérez-Álvarez, S., Ávila-Quezada, G., & Coto-Arbelo, O. (2015). Avocado: *Persea americana* Mill. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 111–123. <https://doi.org/10.1201/9781439800072-20>
- Punina, M. E. (2023). *Efecto de la planta hospedera sobre el potencial de daño de Oligonychus yothersi (McGregor, 1914)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Renner, S. S. (2011). Laurales. In *Encyclopedia of Life Sciences* (pp. 1–4). <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0003695.pub2>
- Reyes-Bello, J. C., Mesa-Cobo, N. C., & Kondo, T. (2011). Biología de *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) sobre aguacate *Persea americana* Mill. cv. Lorena (Lauraceae). *Caldasia*, 33(1), 211–220.
- Sandoval, M. F., Aponte, O., & Vásquez, C. (2011). Idiosomal setae analysis in *Oligonychus peruvianus* and *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae) from different hosts. *Entomotropica*, 26(3), 127–136.

- Subhagan, S. R., Dhalin, D., & Kumar, A. K. (2020). A review on sucking pest complex of avocado (*Persea americana* Mill.), Lauraceae. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(4), 1056–1063. <http://www.entomoljournal.com>
- Toapanta-Gallegos, D. E., Morillo-Velastegui, L. E., & Viera-Arroyo, W. F. (2017). Diagnóstico molecular de *Phytophthora cinnamomi* asociado a la pudrición radicular en zonas productoras de aguacate en Ecuador. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2), 285–294. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num2\\_art:628](https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:628)
- Torres, E., Álvarez-Acosta, C., del Pino, M., Wong, M. E., Boyero, J. R., Hernández-Suárez, E., & Vela, J. M. (2023). Economic Impact of the *Persea* Mite in Spanish Avocado Crops. *Agronomy*, 13(3), 1–17. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030668>
- Torres, E., Hernández-Suárez, E., Alvarez-Acosta, C., & Ferragut, F. (2022). *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker & Abbatiello (Acari: Tetranychidae) population dynamics and associated phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in avocado orchards in the Canary Islands (Spain). *International Journal of Acarology*, 48(7), 551–563. <https://doi.org/10.1080/01647954.2022.2134923>
- UC IPM. (2022). *Avocado Pest Management Guidelines, Persea Mite, Oligonychus perseae*. University of California Integrated Pest Management.
- Vacante, V. (2016). *The handbook of mites of economic plants: identification, bioecology and control*. CABI.
- 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(1–2), 59–69. <https://doi.org/10.1007/s10493-008-9154-x>
- Yao, Q., Quan, L., Xu, H., Jia, T., Li, W., & Chen, B. (2019). Biological Studies of the *Oligonychus litchii* (Trombidiformes:Tetranychidae) on Four Commercial Litchi Cultivars. *Florida Entomologist*, 102(2), 418–424. <https://doi.org/10.1653/024.102.0220>

## Anexos

### A. Análisis estadístico del ciclo biológico

#### a.1. Adeva

Statistix 10,0  
8/1/2024; 11:00:28

##### Completely Randomized AOV for Huevo

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	0,40000	0,40000	1,45	0,2623
Error	8	2,20000	0,27500		
Total	9	2,60000			

Grand Mean 7,7000      CV 6,81

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		2,63	0,1435
O'Brien's Test		1,93	0,2020
Brown and Forsythe Test		2,25	0,1720

##### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	1,45	0,2720
Error	6,2		

Component of variance for between groups      0,02500  
Effective cell size      5,0

Cultivar	Mean
1	7,9000
2	7,5000
Observations per Mean	5
Standard Error of a Mean	0,2345
Std Error (Diff of 2 Means)	0,3317

##### Completely Randomized AOV for Larva

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	0,40000	0,40000	3,20	0,1114
Error	8	1,00000	0,12500		
Total	9	1,40000			

Grand Mean 1,9000      CV 18,61

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		1,49	0,2572
O'Brien's Test		1,09	0,3263
Brown and Forsythe Test		0,33	0,5796

##### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	3,20	0,1174
Error	6,9		



Component of variance for between groups 0,05500  
 Effective cell size 5,0

**Cultivar Mean**  
 1 2,1000  
 2 1,7000  
 Observations per Mean 5  
 Standard Error of a Mean 0,1581  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0,2236

**Completely Randomized AOV for PC**

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	0,40000	0,40000	5,33	0,0497
Error	8	0,60000	0,07500		
Total	9	1,00000			

Grand Mean 1,0000 CV 27,39

**Homogeneity of Variances**

Test	F	P
Levene's Test	0,00	1,0000
O'Brien's Test	0,00	1,0000
Brown and Forsythe Test	0,00	1,0000

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	5,33	0,0497
Error	8,0		

Component of variance for between groups 0,06500  
 Effective cell size 5,0

**Cultivar Mean**  
 1 1,2000  
 2 0,8000  
 Observations per Mean 5  
 Standard Error of a Mean 0,1225  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0,1732

**Completely Randomized AOV for PN**

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	1,60000	1,60000	12,80	0,0072
Error	8	1,00000	0,12500		
Total	9	2,60000			

Grand Mean 2,2000 CV 16,07

**Homogeneity of Variances**

Test	F	P
Levene's Test	1,49	0,2572
O'Brien's Test	1,09	0,3263
Brown and Forsythe Test	0,33	0,5796

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	12,80	0,0092

Error 6,9

Component of variance for between groups 0,29500  
Effective cell size 5,0

**Cultivar Mean**

1 2,6000

2 1,8000

Observations per Mean 5

Standard Error of a Mean 0,1581

Std Error (Diff of 2 Means) 0,2236

**Completely Randomized AOV for DC**

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	0,10000	0,10000	1,00	0,3466
Error	8	0,80000	0,10000		
Total	9	0,90000			

Grand Mean 1,4000 CV 22,59

**Homogeneity of Variances F P**

Levene's Test 0,41 0,5397

O'Brien's Test 0,30 0,5980

Brown and Forsythe Test 0,00 1,0000

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	1,00	0,3484
Error	7,5		

Error 7,5

Component of variance for between groups -1,110E-17

Effective cell size 5,0

**Cultivar Mean**

1 1,5000

2 1,3000

Observations per Mean 5

Standard Error of a Mean 0,1414

Std Error (Diff of 2 Means) 0,2000

**Completely Randomized AOV for DN**

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	1,60000	1,60000	9,85	0,0138
Error	8	1,30000	0,16250		
Total	9	2,90000			

Grand Mean 2,6000 CV 15,50

**Homogeneity of Variances F P**

Levene's Test 7,40 0,0263

O'Brien's Test 5,43 0,0481

Brown and Forsythe Test 1,60 0,2415

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	9,85	0,0193
Error	6,2		

Component of variance for between groups 0,28750  
Effective cell size 5,0

Cultivar	Mean
1	3,0000
2	2,2000
Observations per Mean	5
Standard Error of a Mean	0,1803
Std Error (Diff of 2 Means)	0,2550

**Completely Randomized AOV for TC**

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	0,40000	0,40000	5,33	0,0497
Error	8	0,60000	0,07500		
Total	9	1,00000			

Grand Mean 1,0000 CV 27,39

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	0,00	1,0000
O'Brien's Test	0,00	1,0000
Brown and Forsythe Test	0,00	1,0000

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	5,33	0,0497
Error	8,0		

Component of variance for between groups 0,06500  
Effective cell size 5,0

Cultivar	Mean
1	1,2000
2	0,8000
Observations per Mean	5
Standard Error of a Mean	0,1225
Std Error (Diff of 2 Means)	0,1732

**Completely Randomized AOV for Total**

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	28,9000	28,9000	44,46	0,0002
Error	8	5,2000	0,6500		
Total	9	34,1000			

Grand Mean 17,800 CV 4,53

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	0,64	0,4462
O'Brien's Test	0,47	0,5117
Brown and Forsythe Test	0,09	0,7707

### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	44,46	0,0003
Error	7,1		

Component of variance for between groups 5,65000  
Effective cell size 5,0

Cultivar	Mean
1	19,500
2	16,100

Observations per Mean 5  
Standard Error of a Mean 0,3606  
Std Error (Diff of 2 Means) 0,5099

### a.2. Prueba de medias

Statistix 10,0  
8/1/2024; 10:59:45

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Huevo by Cultivar

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
1	7,9000	A
2	7,5000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,3317  
Critical Q Value 3,263 Critical Value for Comparison 0,7651  
There are no significant pairwise differences among the means.

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Larva by Cultivar

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
1	2,1000	A
2	1,7000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2236  
Critical Q Value 3,263 Critical Value for Comparison 0,5159  
There are no significant pairwise differences among the means.

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PC by Cultivar

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
1	1,2000	A
2	0,8000	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1732  
Critical Q Value 3,263 Critical Value for Comparison 0,3996  
All 2 means are significantly different from one another.

#### Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of PN by Cultivar

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
1	2,6000	A

2 1,8000 B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2236  
Critical Q Value 3,263 Critical Value for Comparison 0,5159  
All 2 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DC by Cultivar**

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
1	1,5000	A
2	1,3000	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2000  
Critical Q Value 3,263 Critical Value for Comparison 0,4614  
There are no significant pairwise differences among the means.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of DN by Cultivar**

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
1	3,0000	A
2	2,2000	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2550  
Critical Q Value 3,263 Critical Value for Comparison 0,5882  
All 2 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of TC by Cultivar**

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
1	1,2000	A
2	0,8000	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1732  
Critical Q Value 3,263 Critical Value for Comparison 0,3996  
All 2 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Total by Cultivar**

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
1	19,500	A
2	16,100	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,5099  
Critical Q Value 3,263 Critical Value for Comparison 1,1763  
All 2 means are significantly different from one another.

### a.3. Resumen de estadísticos

Statistix 10,0  
8/1/2024; 11:01:12

**Breakdown for Huevo**

Variable	Level	Mean	SD	SE
----------	-------	------	----	----

Cultivar	1	7,9000	0,6519	0,2915
Cultivar	2	7,5000	0,3536	0,1581
Overall		7,7000	0,5375	0,1700

Cases Included 10      Missing Cases 0

**Breakdown for Larva**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	2,1000	0,4183	0,1871
Cultivar	2	1,7000	0,2739	0,1225
Overall		1,9000	0,3944	0,1247

Cases Included 10      Missing Cases 0

**Breakdown for PC**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	1,2000	0,2739	0,1225
Cultivar	2	0,8000	0,2739	0,1225
Overall		1,0000	0,3333	0,1054

Cases Included 10      Missing Cases 0

**Breakdown for PN**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	2,6000	0,4183	0,1871
Cultivar	2	1,8000	0,2739	0,1225
Overall		2,2000	0,5375	0,1700

Cases Included 10      Missing Cases 0

**Breakdown for DC**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	1,5000	0,3536	0,1581
Cultivar	2	1,3000	0,2739	0,1225
Overall		1,4000	0,3162	0,1000

Cases Included 10      Missing Cases 0

**Breakdown for DN**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	3,0000	0,5000	0,2236
Cultivar	2	2,2000	0,2739	0,1225
Overall		2,6000	0,5676	0,1795

Cases Included 10      Missing Cases 0

### Breakdown for TC

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	1,2000	0,2739	0,1225
Cultivar	2	0,8000	0,2739	0,1225
Overall		1,0000	0,3333	0,1054

Cases Included 10      Missing Cases 0

### Breakdown for Total

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	19,500	0,9354	0,4183
Cultivar	2	16,100	0,6519	0,2915
Overall		17,800	1,9465	0,6155

Cases Included 10      Missing Cases 0

## B. Análisis estadístico de fecundidad y longevidad

### b.1. ADEVA

Statistix 10,0  
8/1/2024; 11:04:48

#### Completely Randomized AOV for Fecundida

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	313,600	313,600	125,44	0,0000
Error	8	20,000	2,500		
Total	9	333,600			

Grand Mean 18,200      CV 8,69

#### Homogeneity of Variances

	F	P
Levene's Test	1,41	0,2699
O'Brien's Test	1,03	0,3394
Brown and Forsythe Test	0,44	0,5237

#### Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	125,44	0,0000
Error	7,4		

Component of variance for between groups      62,2200  
Effective cell size      5,0

#### Cultivar      Mean

1      12,600  
2      23,800

Observations per Mean      5

Standard Error of a Mean 0,7071  
 Std Error (Diff of 2 Means) 1,0000

**Completely Randomized AOV for Longevida**

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	160,000	160,000	43,24	0,0002
Error	8	29,600	3,700		
Total	9	189,600			

Grand Mean 16,800 CV 11,45

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	0,00	1,0000
O'Brien's Test	0,00	1,0000
Brown and Forsythe Test	0,05	0,8287

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	43,24	0,0002
Error	8,0		

Component of variance for between groups 31,2600  
 Effective cell size 5,0

Cultivar	Mean
1	12,800
2	20,800
Observations per Mean	5
Standard Error of a Mean	0,8602
Std Error (Diff of 2 Means)	1,2166

**Completely Randomized AOV for Días**

Source	DF	SS	MS	F	P
Cultivar	1	36,1000	36,1000	16,04	0,0039
Error	8	18,0000	2,2500		
Total	9	54,1000			

Grand Mean 11,300 CV 13,27

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	0,45	0,5203
O'Brien's Test	0,33	0,5802
Brown and Forsythe Test	0,12	0,7404

**Welch's Test for Mean Differences**

Source	DF	F	P
Cultivar	1,0	16,04	0,0044
Error	7,5		

Component of variance for between groups 6,77000  
 Effective cell size 5,0

Cultivar	Mean
1	9,400





Critical Q Value 4,746      Critical Value for Comparison 4,0825  
 All 2 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Dias by Cultivar**

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
2	13,200	A
1	9,4000	B

Alpha 0,01      Standard Error for Comparison 0,9487  
 Critical Q Value 4,746      Critical Value for Comparison 3,1836  
 All 2 means are significantly different from one another.

**Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Tasa by Cultivar**

Cultivar	Mean	Homogeneous Groups
2	1,8400	A
1	1,3600	B

Alpha 0,01      Standard Error for Comparison 0,1192  
 Critical Q Value 4,746      Critical Value for Comparison 0,3999  
 All 2 means are significantly different from one another.

**b.3. Resúmenes de estadísticos**

Statistix 10,0  
 8/1/2024; 11:06:23

**Breakdown for Fecundida**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	12,600	1,3416	0,6000
Cultivar	2	23,800	1,7889	0,8000
Overall		18,200	6,0882	1,9253

Cases Included 10      Missing Cases 0

**Breakdown for Longevida**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	12,800	1,9235	0,8602
Cultivar	2	20,800	1,9235	0,8602
Overall		16,800	4,5898	1,4514

Cases Included 10      Missing Cases 0

**Breakdown for Días**

Variable	Level	Mean	SD	SE
Cultivar	1	9,4000	1,6733	0,7483
Cultivar	2	13,200	1,3038	0,5831
Overall		11,300	2,4518	0,7753

Cases Included 10      Missing Cases 0

**Breakdown for Tasa**

<b>Variable</b>	<b>Level</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>	<b>SE</b>
Cultivar	1	1,3600	0,1140	0,0510
Cultivar	2	1,8400	0,2408	0,1077
Overall		1,6000	0,3091	0,0978

Cases Included 10      Missing Cases 0

### C. Fotografías



**Figura 7**

*Hembras adultas de O. peruvianus en oviposición debajo de la telaraña que forman para proteger a las colonias*



**Figura 8**

*Fotografía mostrando el daño (color oscuro de la hoja) causado por la alimentación de *O. peruvianus**



**Figura 9**

*Pequeña colonia de O. peruvianus debajo de la telaraña*