

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
ESCUELA DE POSGRADO**



***Bacillus sp* Y CAOLIN EN EL CONTROL DE ÁCAROS
(*Oligonychus sp*) DE PALTO (*Persea americana* MILL) EN
CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DEL CENTRO DE
INVESTIGACIÓN FRUTÍCOLA OLERÍCOLA - UNHEVAL, 2018**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DESARROLLO SOSTENIBLE

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

TESISTA: AGUSTINA VALVERDE RODRÍGUEZ

ASESOR (A): Dr. SANTOS JACOBO SALINAS

HUÁNUCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mi familia,
Por su permanente
estímulo y apoyo.

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos al Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan y al director del Centro de Investigación Olerícola frutícola (CIFO)-UNHEVAL, Dr. Fernando J. Gonzales Pariona; al Dr. Santos Jacobo Salinas por su apoyo incondicional y guía como asesor de tesis.

RESUMEN

Se evaluó la eficacia de *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki, *B. subtilis* y caolín en la lucha contra el *Oligonychus* sp en los cultivos de palto (*Persea americana* Mil). Los ensayos se realizaron en el Centro de Investigación Olerícola Frutícola (CIFO), Huánuco en el año 2018. Se utilizó el diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones (40g/20 L de agua), la muestra estuvo constituido de tres árboles por unidad experimental, la variable respuesta fue el número de ácaros móviles previo y post aplicación en 10 hojas maduras, registradas de manera aleatoria en la parte media y baja de cada árbol. La dosis para los tratamientos de *B. thuringiensis* var. Kurstaki y *B. subtilis* fue de 40g/20 L de agua y el caolín de 2,6 L/ 2° L de agua. En laboratorio se utilizaron cuatro variantes y tres réplicas. Se depositaron 100 ácaros en fragmentos de hojas previamente introducidas en soluciones de los diferentes tratamientos y fueron comparados con un testigo sin tratar (agua destilada estéril). Los conteos de ácaros se realizaron al microscopio estereoscopio a los tres, cinco y siete días posteriores. Se calculó la efectividad técnica de los diferentes tratamientos mediante la fórmula de Abbott, Henderson- Tilton, los datos resultantes fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan con $\alpha= 0.05$ y 0.01 . Los resultados demuestran una alta efectividad de los tratamientos en la reducción del grado de infestación, incidencia, eficacia y mortalidad, ya que todos lograron disminuir las poblaciones con respecto al control, destacando *B. thuringiensis* var. kurstaki, que tuvo mejor resultado al reportar el grado 2 de infestación a los 60 días y grado 1 a los 105 días (ausencia ácaros/hoja), así como alto porcentaje en la reducción de la incidencia 91, 51 % (2,83) a los 15 días y 97,66 % de eficacia a 7 días después de la aplicación del producto.

Palabras clave: *Bacillus* sp, eficacia biológica, incidencia, grado de infestación.

ABSTRACT

The efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *B. subtilis* and kaolin in the fight against *Oligonychus* sp in avocado (*Persea americana* Mil) crops. The trials were carried out at the Centro de Investigación Olerícola Frutícola (CIFO), Huánuco in 2018. The completely randomized design was used with four treatments and three repetitions (40g / 20 L of water), the sample consisted of three trees per experimental unit, the response variable was the number of mobile mites before and after application in 10 mature leaves, registered randomly in the middle and lower part of each tree. The dose for *B. thuringiensis* var. *Kurstaki* and *B. subtilis* was 40g / 20 L of water and kaolin 2.6 L / 2° L of water. Four variants and three replicates were used in the laboratory. 100 mites were deposited on fragments of leaves previously introduced in solutions of the different treatments and were compared with an untreated control (sterile distilled water). Mite counts were made under a stereoscopic microscope at three, five and seven days later. The technical effectiveness of the different treatments was calculated using the Abbott, Henderson- Tilton formula, the resulting data were subjected to an analysis of variance and Duncan's mean comparison test with $\alpha = 0.05$ and 0.01. The results show a high effectiveness of the treatments in reducing the degree of infestation, incidence, efficacy and mortality, since all managed to reduce the populations with respect to the control, highlighting *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, which had a better result when reporting infestation grade 2 at 60 days and grade 1 at 105 days (absence of mites / leaf), as well as a high percentage in the reduction of incidence 91.51% (2.83) at 15 days and 97.66% efficiency at 7 days after applying the product.

Keywords: Mites, biological effectiveness, incidence, degree of infestation.

RESUMO

A eficácia do *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, *B. subtilis* e caulim na luta contra *Oligonychus* sp em lavouras de abacate (*Persea americana* Mil). Os ensaios foram realizados no Centro de Investigación Olerícola Frutícola (CIFO), Huánuco em 2018. O delineamento inteiramente casualizado foi utilizado com quatro tratamentos e três repetições (40g / 20 L de água), a amostra consistiu de três árvores. Por unidade experimental, a variável resposta foi o número de ácaros móveis antes e após a aplicação em 10 folhas maduras, registrados aleatoriamente no meio e na parte inferior de cada árvore. A dose para *B. thuringiensis* var. *Kurstaki* e *B. subtilis* foram 40g / 20 L de água e caulim 2,6 L / 2° L de água. Quatro variantes e três réplicas foram usadas no laboratório. 100 ácaros foram depositados em fragmentos de folhas previamente introduzidos nas soluções dos diferentes tratamentos e comparados com uma testemunha não tratada (água destilada estéril). A contagem de ácaros foi feita em microscópio estereoscópico três, cinco e sete dias depois. A eficácia técnica dos diferentes tratamentos foi calculada utilizando a fórmula de Abbott, Henderson-Tilton, os dados resultantes foram submetidos a uma análise de variância e teste de comparação de médias de Duncan com $\alpha = 0,05$ e $0,01$. Os resultados mostram uma alta eficácia dos tratamentos na redução do grau de infestação, incidência, eficácia e mortalidade, uma vez que todos conseguiram reduzir as populações com relação ao controle, com destaque para *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, que teve melhor resultado ao relatar infestação grau 2 aos 60 dias e grau 1 aos 105 dias (ausência de ácaros / folha), além de alto percentual na redução da incidência 91,51% (2,83) aos 15 dias e eficiência de 97,66% aos 7 dias após a aplicação do produto.

Palavras chave: *Bacillus* sp, eficácia biológica, incidência, grau de infestação

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
RESUMO	vii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación del problema de investigación	01
1.2. Justificación	02
1.2.1. Impacto ambiental	03
1.2.2. Económico	03
1.2.3. Social	03
1.2.4. Brecha tecnológica	03
1.3. Importancia o Propósito	04
1.4. Limitaciones	04
1.5. Formulación del problema de investigación general y específicas	04
1.6. Formulación del Objetivo general y específicos	05
1.7. Formulación de Hipótesis general y específicas	05
1.8. Variables	06
1.9. Operacionalización de variables	06
1.10 Definición de términos operacionales	06

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	08
2.2. Bases teóricas	09
2.2.1. Oligonichus sp	09
2.2.2 Bacillus sp	15
2.2.3 Caolin	18
2.2.4 Condiciones edafoclimaticas.	19
2.2.5 Palto (Persea americana Mill)	20

2.3. Bases conceptuales	21
2.4. Bases filosóficas	23
2.4.1. Teoría de control biológico de plagas	23

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1. Ámbito	27
3.2. Población	27
3.3. Muestra	27
3.3.1 Unidad de análisis.	27
3.3.2 Tipo de muestreo	27
3.4. Nivel y tipo de estudio	28
3.4.1. Niveles de estudio	28
3.4.2 Tipo de estudio	28
3.5. Diseño de investigación	28
3.5.1 Diseño de la Investigación	28
3.6. Técnicas e instrumento	29
	3.6.1 Técnicas
	29
3.6.2 Instrumentos	30
3.7. Validación y confiabilidad de instrumentos	30
3.8. Procedimiento	31
3.8.1 Aplicación de los tratamientos al cultivo	31
3.8.2 Parámetros de Evaluación	31
3.8.3 Frecuencia de evaluación	33
3.9. Plan de tabulación y Análisis de datos	34

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1. Análisis descriptivo	35
4.2. Análisis inferencial y contrastación de hipótesis	35
4.2.1 Efectividad de Bacillus sp y caolín en la reducción de grado de infestación	35

4.2.2 Efectividad de Bacillus sp y caolín en la reducción del porcentaje de incidencia	48
4.2.3 Eficacia de Bacillus sp y caolín en la mortalidad de los ácaros	53
• Contrastación de hipótesis	54
4.3. Discusión de resultados	55
a) Efectividad de Bacillus sp y caolín en la reducción de grado de infestación de ácaros	55
b) Efectividad de Bacillus sp y caolín en la reducción del porcentaje de incidencia de los acaros	55
c) Eficacia de Bacillus sp y caolín en la mortalidad de los ácaros	57
4.4. Aporte de Investigación	57
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	59
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	60
ANEXOS	65

INDICE DE TABLA

Tabla 01: Pesticidas evaluados para el control de <i>Oligonychus sp</i> en CIFO-UNHEVAL, 2018-2019	31
Tabla 02: Determinación del grado de infestación de <i>Oligonychus sp</i>	32
Tabla 03: Análisis de varianza para el grado de infestación inicial de <i>Oligonychus sp</i> en el campo experimental	37
Tabla 04: Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación inicial	37
Tabla 05. Análisis de varianza para el grado de infestación de <i>Oligonychus sp</i> a los 15 días de la aplicación.	38
Tabla 06: Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 15 días de aplicación	38
Tabla 07. Análisis de varianza para el grado de infestación de <i>Oligonychus sp</i> a los 30 días de la aplicación	39
Tabla 08: Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 30 días de aplicación	40
Tabla 09: Análisis de varianza para el grado de infestación de <i>Oligonychus sp</i> a los 45 días de la aplicación	41
Tabla 10: Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 45 días de aplicación.	41
Tabla 11: Análisis de varianza para el grado de infestación de <i>Oligonychus sp</i> a los 60 días de la aplicación.	42
Tabla 12: Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 60 días de aplicación	43
Tabla 13: Análisis de varianza para el grado de infestación de <i>Oligonychus sp</i> a los 75 días de la aplicación	44
Tabla 14: Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 75 días de aplicación	44
Tabla 15: Análisis de varianza para el grado de infestación de <i>Oligonychus sp</i> a los 90 días de la aplicación.	45
Tabla 16: Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 90 días de aplicación	46
Tabla 17: Análisis de varianza para el grado de infestación de <i>Oligonychus sp</i> a los 105 días de la aplicación	47
Tabla 18: Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 105 días de aplicación	47

Tabla 19: Tratamientos (<i>B. subtilis</i> , <i>B. thuringiensis</i> y caolín agrícola), Reducción de la incidencia de ácaros/hoja a los 7, 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días de monitoreo post-aplicación (% Eficacia = $100 \times [1 - (T_a \times C_b) / (T_b \times C_a)]$) CIFO. UNHEVAL, temporada 2018-2019	51
Tabla 20: Tratamientos (<i>B. subtilis</i> , <i>B. thuringiensis</i> y caolín agrícola), diferencias estadísticas (promedios de conteos \pm EE) de <i>Oligonychus sp</i> /semana en monitoreos post-aplicación del tratamiento. CIFO. UNHEVAL, temporada 2018-2019	51
Tala 21: Comportamiento de la población de adultos de <i>Oligonychus sp</i> en los tratamientos	53
Tabla 22: Porcentaje de eficacia de los tratamientos	54

INDICE DE GRAFICA

Grafica 01: Grado de infestación de ácaros en palto pre y post aplicación en cada una de las variantes ensayadas en el campo	36
Grafica 02: Promedio para el grado de infestación/hoja a los 15 días de aplicación	39
Grafica 03: Promedio para el grado de infestación/hoja a los 30 días de aplicación	40
Grafica 04: Promedio para el grado de infestación/hoja a los 45 días de aplicación	42
Grafica 05: Promedio para el grado de infestación/hoja a los 60 días de aplicación	43
Grafica 06: Promedio para el grado de infestación/hoja a los 75 días de aplicación	45
Grafica 07: Promedio para el grado de infestación/hoja a los 90 días de aplicación	46
Grafica 08: Promedio para el grado de infestación/hoja a los 105 días de aplicación	48
Grafica 09. Conteo de <i>Oligonychus sp</i> (n=30)/semana en parcelas tratadas con <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> y caolín, CIFO-UNHEVAL, temporada 2018-2019	49
Grafica 10: Porcentaje de eficacia de los tratamientos en la reducción de ácaros/hoja <i>Oligonychus sp</i> en el cultivo del palto	52

INTRODUCCIÓN

La producción de palto en Perú durante el año 2018 se incrementa aproximadamente en un 20 % más del año anterior, gracias a la ocupación de nuevos terrenos de cultivo en la costa y sur del país. En la actualidad se siembran alrededor de 37 871 hectáreas de esta fruta, de las cuales aproximadamente el 95% se destina para la exportación, y entre ellas 28 000 ha son ocupados por la variedad Hass (MINAGRI, 2019). Se manejan diferentes épocas de siembra y diferentes fases fenológicas, esto depende de la zona de producción influenciado por los factores ambientales.

Las amenazas más frecuentes dentro del proceso productivo son la presencia de plagas y enfermedades, cuyo control requiere de uso de pesticidas altamente tóxicas, dañinas para la salud, contaminantes y sucesivas aplicaciones del mismo producto generan resistencia y resurgencia de nuevas plagas. Entre las plagas más importantes se consideran los ácaros fitófagos. Esta plaga está presente en numerosos cultivos por lo general son cosmopolitas y polífagos, pudiendo desarrollarse de forma óptima en más de 150 especies de vegetales. Se alimentan del contenido de las células superficiales de la hoja o savia de las plantas, ataca hojas, y algunos de ellos frutos (Cappadert, 2013).

Las arañitas rojas pertenecen principalmente al género *Oligonychus*. Provocan abscisión de hojas y defoliaciones tempranas debido al rompimiento de las células, los ataques excesivos ocasionan la remoción de la clorofila, aumento en la tasa de transpiración de la planta, bajo calibre de la fruta y caída del fruto joven recién formado (Moraes y Flechtmann, 2008). En base a lo descrito el problema de investigación identificada se convirtió en un objetivo de reflexión sobre la cual fue necesario investigar. Realizar un buen planteamiento de los objetivos, las hipótesis, las variables, así como la justificación e importancia de la investigación.

En el Marco teórico se plasman las teorías, conceptos, textos y citas en relación a las variables, se mencionan los antecedentes y las bases teóricas; en el marco metodológico se describe la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, la población y muestra así como las técnicas e instrumentos. Los resultados se justifican a través de los datos estadísticos, su interpretación y discusión

del caso. Las conclusiones guardan relación con los objetivos y estas a su vez con el problema identificado.

El graduado.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación del problema de investigación

El palto es la fruta con mayor proyección de exportaciones para diferentes países productoras del mundo. Según la Revista Agrodaperu (2018) las exportaciones del palto Hass sobrepasaron US\$ 580 millones posesionando al Perú como el segundo proveedor mundial del palto, los despachos para el año 2018 se concentraron en Europa, mercado a donde se dirigió el 61 % de la fruta, mientras que el 21 % se despachó a Estados Unidos.

Un factor clave para su incremento es la distribución espacial de la superficie sembrada en zonas estratégicas con climas apropiados a nivel nacional, sin embargo, en los últimos seis años se han incrementado los costos de producción y según SENASA (2018) el cultivo presenta una problemática compleja en cuanto a artrópodos plaga que lo afectan, las más perjudiciales son los perforadores de fruto (*Heilipus spp.* y *Stenoma catenifer*) y los artrópodos chupadores como ácaros fitófagos, trips, moscas blancas, queresas, entre otros; a la fecha SENASA mantiene un sistema de prospección y muestreo, tanto de variedades comerciales como polinizadoras con una frecuencia quincenal en las principales regiones productoras de palto con actividad exportadora o con potencial para la exportación, como Moquegua, Lima, Ica, Áncash, La Libertad, y Arequipa.

Los ácaros del género *Oligonychus* representan un riesgo de producción del palto por sus características polífagas y cosmopolitas, esta plaga ocupa diferentes nichos ecológicos y dentro de los cultivos invaden la masa foliar, hojarasca y las capas superficiales del suelo; se dispersan rápidamente colonizando nuevas áreas al ser transportadas por el viento (Muñoz y Rodríguez, 2014). Las dos especies de ácaros *Oligonychus perseae* y *O. púnica*, *O. yothersi* son las más importantes en los cultivos de palto (Guzmán, 2012). Todas estas características hacen que los árboles atacados reduzcan de manera significativa los rendimientos.

Los métodos de control químico son muy agresivos con el medio ambiente y no siempre su aplicación y dosificación es realizada de la manera correcta. En el Centro de Investigación Frutícola Olerícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (CIFO), que es considerado como un Banco de Germoplasma de 22 variedades de palto, el control de ácaros está limitado al uso exclusivo de abamectinas y azufre; sin embargo, en las últimas décadas, este tipo de plaguicidas han sido cuestionados y cada vez más limitados en sus usos (Reyes García *et al*, 2014). Se sabe también que los ácaros sometidos a las aplicaciones sucesivas de plaguicidas tienden a desarrollar resistencia rápidamente (Martínez, 2013).

Si el control de ácaros en CIFO continua a base de estas mismas plaguicidas, la pérdida de susceptibilidad de la plaga generará un aumento en la frecuencia de las aplicaciones y en la concentración del producto utilizados, lo que determinará una mayor contaminación ambiental (agua- aire-suelo), implicando mayores riesgos para la salud humana, resistencia y resurgencia de nuevas plagas.

En base a lo descrito, es urgente y necesario buscar nuevas alternativas de control, nuevas herramientas y establecer estrategias de manejo integrado de la plaga. El uso de entomopatógenos y acaricidas clasificados como orgánicos puede ser de gran utilidad para generar métodos de control viable y eficaz, además se trata de equilibrar los costes y beneficios para los productos, la sociedad y el medio ambiente (Pashin *et al*, 2009). En ese contexto es necesario evaluar los efectos de *Bacillus sp* y Caolin en el control de ácaros (*Oligonychus sp*) de palto (*Persea americana*) en condiciones edafoclimáticas del Centro de Investigación frutícola Olerícola, UNHEVAL, en respuesta al problema identificado.

1.2. Justificación

La investigación se enmarca dentro del séptimo objetivo del milenio (Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente), del objetivo dos del Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (Ciencia y tecnología agropecuaria), del segundo objetivo del desarrollo sostenible (Poner fin al

hambre, lograr la seguridad alimentaria) y dentro de la segunda línea de Investigación de la escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (Desarrollo sostenible)

Las evaluaciones se basan en la búsqueda de solución a un problema práctico que afecta al palto y tiene relación con las siguientes dimensiones.

1.2.1. Impacto ambiental

Es positivo porque con el uso de los acaricidas Biológicos y orgánicos se contribuirá a la conservación del medio ambiente. El entomopatógeno *Bacillus sp* y el acaricida orgánico Caolín no deja residuos tóxicos, no afecta la salud del hombre a la vez ayudan a mantener en equilibrio la fauna benéfica dentro del ecosistema.

1.2.2. Económico.

Los precios de los acaricidas para el control *Oligonichus sp* en palto (piretroides y organofosforados) a nivel nacional y en la región Huánuco tienen altos costos lo que resulta antieconómico para el agricultor, por tal razón los insecticidas biológicos y orgánicos resultan ser las mejores alternativas para reducir los costos de producción, siendo su efectividad similar a los acaricidas químicos.

1.2.3. Social.

Aquellos productores locales, regionales y nacionales serán los beneficiados económicamente al reducir la compra de insumos químicos y por ende mejoran el nivel y calidad de vida, además, con los resultados significativos que se obtendrán al finalizar la investigación se pondrá a disposición de los productores de paltos un acaricida eficaz y a bajo precio.

1.2.4. Brecha tecnológica.

Los productores del palto a nivel nacional y regional tendrán como referente los resultados de la presente investigación y aplicarán la metodología empleada en sus fundos y/o fincas para mitigar la contaminación ambiental, cuidar el medio ambiente y paralelo a ello

controlar los ácaros del palto de manera eficaz y a bajo costo. Por tanto, la tecnología a generar el *Bacillus sp* y Caolín en una dosis adecuada para el control será de impacto positivo.

1.3. **Importancia o Propósito**

El uso de los entomopatógenos resulta ser una alternativa bastante rentable en los programas de manejo integrado de plagas. Son económico, sencillo y ecológicamente sustentable. Atacan a los insectos y ácaros en cualquier estado de desarrollo y al cabo de 48 horas o de 7 a 10 días la plaga muere a causa de la deficiencia nutricional o el colapso de los tejidos provocado por las toxinas. Los resultados de la investigación serán difundidos a favor de los productores de palto a nivel local, regional y nacional, los agricultores adoptaran la tecnología y se beneficiaran económicamente al reducir la compra de insumos químicos y por ende mejoran el nivel y calidad de vida.

1.4. **Limitaciones**

Entre las limitaciones fue lo económico, la misma que fue cubierto por la tesista.

1.5. **Formulación del problema de investigación general y específicas**

Problema General:

¿Cuál es la efectividad de *Bacillus sp* y Caolín en el control de ácaros (*Oligonychus sp*) de palto (*Persea americana* Mill) en condiciones edafoclimáticas del Centro de Investigación Frutícola Olerícola - UNHEVAL, 2018?

Problemas específicos:

- a) ¿Cuál es la efectividad de *Bacillus sp* y caolín en la reducción de los grados de infestación de ácaros?
- b) ¿Cuál es la efectividad de *Bacillus sp* y caolín en la reducción de los porcentajes de incidencia de los ácaros?
- c) ¿cuál será la eficacia de *Bacillus sp* y Caolín en la mortalidad de los ácaros?

1.6. Formulación del Objetivo general y específicos

Objetivo general:

Evaluar la efectividad de *Bacillus sp* y Caolín en el control de ácaros (*Oligonychus sp*) de palto (*Persea americana* Mill) en condiciones edafoclimáticas del Centro de Investigación Frutícola Olerícola – UNHEVAL

Objetivos específicos:

- a) Evaluar la efectividad de *Bacillus sp* y caolín en la reducción de los grados de infestación de ácaros
- b) Evaluar la efectividad de *Bacillus sp* y caolín en la reducción de los porcentajes de incidencia de los ácaros
- c) Determinar la eficacia de *Bacillus sp* y Caolín en la mortalidad de los ácaros

1.7. Formulación de Hipótesis general y específicas

Hipótesis general:

Si aplicamos *Bacillus sp* y Caolín en palto (*Persea americana* Mill) entonces tendremos efectos significativos en el control de *Oligonychus sp* en condiciones edafoclimáticas del Centro de Investigación Frutícola Olerícola – UNHEVAL

Hipótesis específicas:

- a) Si aplicamos *Bacillus sp* y caolín en palto entonces tendremos efectos significativos en la reducción de los grados de infestación de ácaros
- b) Si aplicamos *Bacillus sp* y caolín en palto entonces tendremos efectos significativos en la reducción de los porcentajes de incidencia de los ácaros
- c) Si aplicamos *Bacillus sp* y caolín en palto entonces tendremos efectos significativos en la mortalidad de los ácaros

1.8. Variables

Variable independiente:

Bacillus sp,

Caolín

Variable dependiente:

Control de ácaros

Variable interviniente:

Condiciones edafoclimaticas

1.9. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Variable Independiente <i>Bacillus sp</i> Caolín	<i>Bacillus subtilis</i> <i>B. thuringiensis</i> var. kurstaki <i>Caolín</i>	Dosis a) 40g/ 20 L de agua b) 40g/ 20 L de agua. c) 2,6 L/ 20 L de agua) d) sin aplicación (testigo)	Técnicas: Fichaje Técnicas de campo Observación Instrumentos: Ficha de investigación Ficha de localización libreta de campo
Variable Dependiente	Control de ácaros <i>Oligonychus sp</i>	Grado de infestación Incidencia Mortandad	Observación Evaluación Libreta de campo
Variable Interviniente	Clima Suelo	T°, Viento Características físicas	observación

1.10 Definición de términos operacionales

- a) *Bacillus thuringiensis*, Bacteria gram positiva, utilizado comúnmente como una alternativa biológica al pesticida. Es capaz de parasitar y eliminar numerosas plagas potenciales de los campos agrícolas, en la región Huánuco aún no se cuenta con experiencias de trabajo en *Bacillus sp* para el control de plagas, sin embargo, contamos con un banco de germoplasma de palto de 22 variedades en el CIFO-UNHEVAL con alta incidencia del ataque de *Oligonychus sp*.

- b) *Bacillus subtilis*, provee un control efectivo de enfermedades causadas por hongos y bacterias, también es usado para el control de ácaros fitófagos, es por ello que se utilizara para el control de *Oligonychus sp* en los cultivos del palto del CIFO-UNHEVAL con alta incidencia poblacional de esta plaga.

- c) Caolín agrícola, es la arcilla blanca, se utiliza como protector contra golpe de sol y estrés térmico, junto con los posibles efectos preventivos en relación a determinadas plagas. En Huánuco se cuenta con yacimientos de caolín, los mismos que pueden ser aprovechados para las investigaciones en el control de ácaros del CIFO-UNHEVAL.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Muñoz y Rodríguez, (2013) en “Ácaros asociados al cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) en la costa central de Perú”, durante el año 2010 al 2012. Concluyen que, las especies fitófagas con mayor predominancia en el cultivo del palto es el género *Oligonychus* de la familia Tetranychidae. Similar estudio realizado en México, reporta 10 especies fitófagas y 6 depredadores; las especies fitófagas siendo de mayor predominancia *Oligonychus punicae*, *O. perseae*, seguida por *Calepitrimerus muesbecki*, *Brevipalpus sp* y *Eutetranychus sp.* (Estrada *et al*, 2002)

Bouriga Valdivia *et al*, (2016) en “Evaluación de insecticidas orgánicos para el control de ácaros en el cultivo del aguacate” concluyen que los tratamientos a dosis: caolin 3 ml/1l de agua y mezcla 2 ml de caolin + 2 ml gardytec/1l de agua muestran diferencias significativas en relación a los demás tratamientos.

Mendoza, (2016) en “Control de ácaros mediante la aplicación de *Basillus subtilis* en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) bajo invernadero”, concluyen que la mejor dosis de aplicación para bajar el nivel poblacional de ácaros fitófagos en el cultivo de fresa es de 3 cc/L cada 14 días, con una mortalidad de 49,17 % de los ácaros adultos.

Diaz *et al*, (2010) en evaluación de “Efecto de partículas de caolín sobre la mortalidad y desarrollo de *Trichoplusia ni*” concluyen que la adición del insecticida caolín en el cultivo interfiere en las etapas de reconocimiento y aceptación del alimento, prolonga la fase larvaria, ocasiona un menor peso de pupas, produce mortalidad de las mismas, malformaciones y adultos con baja competitividad reproductiva.

Núñez, (2014) en la evaluación de “Influencia de caolín sobre el desarrollo de poblaciones de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* y la

interacción fisiológica en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) concluye que el caolín provoca inanición, irritación y desecación, afecta el movimiento y la oviposición del insecto, además genera efectos positivos sobre la fisiología de la planta como reducción de estrés por calor tanto a las hojas como a los frutos y un aumento del uso eficiente del agua.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Oligonychus sp.

Dentro de los principales ácaros plaga que afectan al cultivo de aguacate destaca, *Oligonychus punicae* y *Oligonychus perseae* llamados comúnmente como la arañita roja o marrón y arañita cristalina respectivamente (McMurtry *et al*, 1985 citado por Reyes Jacint *et al*, 2013). Ambas especies son ácaros de impacto negativo en los cultivos de palto debido a su alta tasa de reproducción año con año (Bouriga Valdivia *et al*, 2016). El hábito principal de este género es formar colonias sobre el haz en el caso de la arañita roja y en el envés la arañita cristalina (Peña, 2008 citado por Bouriga Valdivia *et al*, 2016). La arañita roja protege a sus colonias con una delgada tela blanquecina de seda fabricado por ella misma (Cruzado, 2011).

Carranza y Kungg (2017) afirman que, los ácaros fitófagos resultan ser problemas fitosanitarios serios que causan importancia disminución en calidad de los frutos, destacando la familia tetranychidae cuyos miembros se encuentran ampliamente distribuidos en zonas costeras, asociados con más de 150 especies de las plantas hospederas de importancia económica. Uno de tales miembros es la araña marrón de palto, (*Oligonychus sp*) siendo la más *destacada* *Oligonychus yothersi* en Latinoamérica.

Lobos, (2003) manifiestan que la especie *O yothersi*, es probablemente originario de Asia Tropical, presente actualmente en los países de América del Sur, como Brasil, Colombia, Ecuador, Argentina, también en América Central y New Jersey y Maryland en EE UU.

Doreste citado por Lobos (2003) afirman que los ácaros pertenecen al orden acarina y la familia *Tetranychidae* como lo es la especie *O. yothersi* se caracteriza por alimentarse del contenido celular, principalmente de la hoja en la cual producen puntea duras blanquecinas que causan el secado o defoliación de las plantas. Para Rojas (1981) esta especie fue uno de las plagas del palto más recurrente en los huertos de Chile, su ataque ocurre preferentemente sobre los cultivos conocidos como californianas, adquiriendo mayor importancia a partir de los años 1950

Según López citado por Lobos (2003) la arañita roja de palto posee rango de hospederos reducidos siendo posibles encontrarla, además del palto en chirimoya (*Anona cherimola* Mill.), membrillero (*C. oblonga.*), peral (*Pyrus communis* Listen.) y manzano (*M. pumila.*). desde estos hospederos secundarios se desaminan a los huertos de paltos cercanos a través del viento, siendo arrastrado en estados móviles de la plaga, forman colinas que sobreviven en el propio huerto (Lobos 2003)

Morfológicamente las hembras de la arañita roja del palto se caracterizan por poseer un cuerpo algo ovalado y sub globoso, de aproximadamente 0,5 mm de largo, de color anaranjado en tercio anterior y rojo negruzco en el resto, con doce pares de setas caudales, todos de color blanco y con patas de mismo color en el tercio anterior del cuerpo y setas blancas. El macho es más pequeño delgado y de color pálido y con patas más largas que las hembras y con las mismas características de las setas (Lobos,2003).

Según Jappson et al. Citado por Lobos (2003), los huevos de *O. yothersi* son de forma globoso, color ámbar con un pedicelo en el ápice, son ovipuestos individualmente, primero a lo largo de la nervadura central quedando cubierto por una tela ligera compuesta por hilos blanco y sedosos entrecruzados, y al incrementar la población la

Ovipostura puede ocupar en toda la superficie foliar, se torna de un color rojo oscuro a medida que el embrión avanza en su desarrollo. Son de forma esférica, achatado y con un pedicelo de color blanco amarillo en que se prolonga desde el extremo dorsal (Gonzalesz,1989; Lobos 2003).

Lobos (2003) reporta que la hembra adulta de *O. yothersi* es de forma oval de color rojo oxidado y más grande que el macho. Las hembras oviponen más de 35 huevos durante el total de su vida fértil. Los huevos completan su desarrollo en 7 a 10 días; siendo en promedio el ciclo de vida de 14,2 días. los huevos al eclosionar, dan origen a una fase móvil de tres pares de patas solamente, denominado larva. Posteriormente se sucedería dos estados ninfales de cuatro pares de patas (Protoninfa, Deutoninfa), hasta llegar a adulto.

Según el reporte de Reyes-Bello (2001) la larva recién emergida es de color amarillo con dos puntos rojos sobre el gatosoma y uno sobre el dorso del podosoma. Se diferencia de otros estados por tener tres pares de patas; las ninfas (Protoninfa, Deutoninfa), con cuatro pares de patas tienen una forma más oval que las larvas, son similares al adulto pero más pequeños, son móviles y están precedido por los siguientes estados quiescentes: protocrisalida, deutocrisalida y teliocrisalida; en tanto los adultos machos son de color rojo más claro y forma más alargada, un poco más pequeño que las hembras tienen un opisthosoma más ovalado que del macho el cual tiene un opisthosoma más delgado que el de la hembra y unas patas más largas insertadas en el podosoma.

El mismo autor registra el ciclo de vida de la arañita roja *O. yothersi*, a excepción de los adultos siendo el total de huevos a emergencia de adulto estimado en 344.21 horas equivalentes a 14.34 días a ($26^{\circ}\text{C} +_3^{\circ}\text{C}$ y $56\%+_3\%\text{HR}$). El porcentaje de supervivencia, de huevos que se desarrollan hasta estado adulto es de 53% entre un

total de 100 individuos, con mortalidad más alta en el estado de larva con un 36% de total de individuos

a) Daños y síntomas

Fundamentalmente los daños se deben a la acción directa sobre las plantas, ambas especies se alimentan succionando el líquido contenido en el citoplasma de las células del tejido vegetal, gracias a su aparato bucal cortador-succionador (Carranza y Krugg, 2017). Remueven los contenidos celulares de los tejidos y el sobrante celular al coagularse forman masas necróticas que se manifiestan como puntos negros en el haz o envés de las hojas, dependiendo de la especie de *Oligonichus* (Guzmán, 2012; Herrera, 2016). Reducen la actividad fotosintética de la planta en un 30 %. (Teliz y Mora, 2007).

Los daños son más importantes en los primeros estados de desarrollo de la planta, severas infestaciones provocan un retraso en su crecimiento, defoliación prematura, muerte regresiva, disminución del vigor y disminución del rendimiento y calidad de la misma (Cerna, Badii, Ochoa, Aguirre y Landeros, 2009). Las hojas se caen después de 45 a 60 días de infestación Guzmán (como se citó en Herrera, 2016). La plaga puede invadir follaje nuevo en expansión (brotes de otoño) provocar malformación y bajo calibre de la fruta, caída del fruto recién cuajado y abscisión de flores (Cango, Cabrejo, Quispe, Cornejo, y Castro, 2014)

Sánchez y Toscano citado por Cruzado (2011) aducen que los ataques se inician en los árboles a orillas de la calle o carretera donde predomina la presencia del polvo, el polvo acumulado en el follaje le sirve de protección contra sus enemigos naturales. Los estados ninfales, adultos y huevos de la especie *O. perseae* se encuentran mayormente en el tercio superior de la planta (Cango *et al*, 2014) principalmente en las hojas maduras cerca de las nervaduras (Morales y Flechtmann, 2008). Se alimentan succionando las células epidermales y del parénquimáticos de la hoja y en daños mayores

puede involucrar hasta el mesófilo (Reyes *et al*, 2013). *O. púnica* puede colonizar hasta las ramas verdes y frutos, hace que las hojas se tornen de aspecto cenizo debido a la exuvia de los estados inmaduros, dándole a simple vista un aspecto de polvo blanco (Solano, 2011)

El síntoma más característico es la presencia de puntos blanquecinos al inicio que posteriormente se va tornando a translucidos, plateadas o verde pálidas, también ocurre oxidación de las áreas atacadas tornándose bronceadas y finalmente necrosis (Cerna *et al*, 2009). “Coloración pardo-rojiza en el haz y clorosis cuando es por el envés” (Bouriga Valdivia, 2016, p. 2). Mc Muetry y Johnson (como se citó en Cruzado, 2011) manifiestan que el *Oligonychus púnica* se localiza a lo largo de la nervadura central o en depresiones foliares, deforma los bordes de las hojas afectadas a consecuencia de la extracción del contenido celular de los tejidos. Las consecuencias de los daños de *O. perseae* se manifiestan como manchas necróticas circulares en el haz de las hojas, que en muchos casos forman bandas cloróticas, este daño reduce sustancialmente los procesos de la fotosíntesis en el cultivo (Reyes *et al*, 2013)

Lobos (2003) menciona que la arañita roja (*Oligonychus yothersi*) es una especie que sola provocan daños cuando alcanzan poblaciones excesivamente altas (sobre 50 individuos por hoja), o cuando invaden follaje nuevo en expansión (brotes de otoño), en general los ataques se inician en los arboles de orillas de los cuarteles y en el follaje más próximo del suelo, especialmente si hay caminos de tierra (LOPEZ,1991). La presencia de partículas pequeñas de la tierra que forman polvos en los caminos sobre el follaje sirve de protección a las colonias contra la acción de los controladores biológicos (Lobos 2003). El polvo es un agente que interfiere con la búsqueda, postura de huevos y alimentación de los depredadores haciendo que disminuye la eficacia de ello (López, 1989).

Lobos (2003) afirman que el número de generación de *O. yothersi* en el periodo de ataque se estima entre cuatro y cinco, sobreviviendo de una temporada a otra, principalmente como adultos en diferentes malezas. Según Rojas (1981), los ataques de esta especie van en aumento desde el verano al otoño e invierno sobre los cultivares de mayor presencia como Hass y Fuerte. Usualmente las infestaciones comienzan al principio de verano con un pico poblacional al fin de verano, seguida por una abrupta declinación (MC Murtry *et al.*, 1969 citado por Lobos 2003). En verano, las poblaciones se incrementan pudiendo llegar a niveles que requieren control. Según Rojas (1993) esta especie no se encuentran en hojas nuevas de palto, sino solo en hojas maduras. En ataque severos, *O. yothersi* es capaz de colonizar hojas de brotes nuevas, siendo en ellas más graves su daño (Garay, 1993, citado por López 2003).

El daño característico es la alimentación inicial en la superficie superior de las hojas causado una mancha blanca a nivel foliar, que posteriormente se torna de color café rojizo en el área de la nervadura central, extendiéndose en menor grado hacia los laterales; es muy notorio el cambio y visible de coloración en los sectores atacados; del verde intenso, a una coloración rojo-cobrizo y un efecto de epinastia desde los bordes de las hojas hacia el nervio medio (Lobo, 2003).

Se ha estimado que un 46% de daño en la superficie foliar de palto, existen un 30% de reducción de la fotosíntesis. Se estima que para que ello ocurre se requiere de poblaciones por sobre las 70 hembras por hoja y por varias semanas (López, 1998); Lobo, 2003). En el caso de especie *O. punucae* se registra a lo largo de la nervadura central o en depresión foliar. La alimentación causa una decoloración café o bronceamiento en la hoja, siendo poco apreciable en infestaciones bajo, infestaciones severas pueden causar defoliación (80-100 adulto hembra o 200-300 estado post embrionario por hoja) (MC Murtry *et al.*, 1969; Lobos, 2003). Sin embargo, existen reportes

de la caída de hojas causando las densidades promedios 70 hembras adultas por hojas por varias semanas.

Según Reyes-Bello *et al.*, (2011) la especie incrementa notoriamente sus poblaciones durante periodos prolongados de sequía y altas temperaturas. Por lo general, las hojas infestadas se caen prematuramente (Bustillo 2008). Morales y Flechtmann (2008) explican que el rompimiento de las células, la remoción de la clorofila y la saliva inyectado por los ácaros llevan al mal funcionamiento de la hoja, como aumento en la tasa de transpiración, que resulta en la marchitez de las hojas.

2.2.2. **Bacillus sp.**

El género *Bacillus* es una bacteria de Gram positivo, productor de endosporas y crece en presencia de O₂, la peculiaridad de este género es que las células vegetativas generan endosporas en respuesta a los escasos de alimento u otros factores climáticos adversos. La endospora es resistente a altas temperaturas, desinfectantes, ácido, radiaciones y puede permanecer viable en estado de latencia por largos periodos de tiempo, bacterias habitantes del suelo por lo general y son considerados cosmopolitas por adaptarse a diferentes pisos altitudinales (Todar, 2012). Presenta características anaerobias y aerobias facultativos (García, 2011)

Por lo menos el 92 % de las bacterias habitantes del suelo corresponden al género *Bacillus*, son útiles para el biocontrol de plagas y enfermedades. Varias especies de este grupo se comercializan como biopesticidas, entre ellas tenemos a: *Bacillus thuringiensis*, *B. subtilis*, *B. sphaericus* y *Paenibacillus popilliae*, la especie más utilizada es el *B. thuringiensis* cuya formulación es a base de esporas de Bt (Vardhan *et al.*, 2013). Se han identificado dos subespecies *Bt israelensis* y *Bt tenebrionis*, con capacidad de matar diferentes plagas y enfermedades (Özcan, 2008)

a) **Bacillus thuringiensis**

Portela Dussán, Chaparro Giraldo y López Pazos (2013) afirman: “*Bacillus thuringiensis* es un bacilo Gram positivo que durante su fase de esporulación produce una inclusión parasporal, conformada por proteínas Cry con actividad biológica contra insectos plaga. Gracias a estas proteínas presenta toxicidad contra larvas de insectos” (p. 87). La especie también produce una β -exotoxina o δ -endotoxinas, termoestable y soluble en agua llamado thuringiensina con actividad acaricida e insecticida más barato en términos de costos de producción, con aptitud de ser tratado industrialmente para la producción masiva (Larrea y Valencia, 2014). Los formulados de *Bacillus sp* son en polvos mojables de fácil utilización y menor precaución en el almacenaje, además, no requieren suplementos nutricionales específicos (Cawoy *et al*, 2011).

Cantidades masivas de una o más proteínas cristalizadas intracelularmente producidas en la etapa de esporulación resultan muy tóxicas para larvas de insectos de los órdenes: Orthoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Homoptera, Hymenoptera y Mallofaga (Attathom, 2002). También se ha encontrado que estas mismas toxinas afectan a nematodos, ácaros y protozoarios, entre el Bt más utilizado comercialmente es *B. thuringiensis subsp. kurstaki* (Btk) y *B. thuringiensis subsp. israelensis* (Bti), para el control de lepidópteros y larvas de dípteros respectivamente (Nester *et al*, 2002).

Por ser un biocontrolador la especie es amigable con el medio ambiente. “Razones por las cuales se ha hecho común el uso y desarrollo de productos comerciales y plantas transgénicas a base de toxinas Cry en el sector agrícola” (Portela Dussán *et al*, 2013, p.87). Los cultivos con genes cry son resistentes a plagas, las plantas transgénicas han logrado desplazar el uso de insecticidas químicos dejando ganancias millonarias (Kumar, Chandra y Pandey, 2008).

Los controles biológicos a base de *B. thuringiensis* tienen modo de acción por ingestión, las proteínas tóxicas rompen las células epiteliales del estómago o intestino medio y son solubilizados en el medio alcalino y activados por la proteasa en el lumen de la plaga objetivo (Alvarez y del Valle, 2012) como resultado de esta actividad el insecto muere por septicemia, la virulencia de la bacteria también está dado por la producción de fosfolipasas, proteasas, quitinasas (García, 2011). El insecto cuando digiere la proteína Cry inmediatamente cesa la ingesta, surge parálisis del intestino, vómito, diarrea, descompensación osmótica y muerte del individuo (Vachon, Laprade y Schwartz, 2012). Para que el insecto muera, los aminoácidos básicos propios de la proteína Cry1 se solubilizan a un pH alcalino presente en el intestino medio del insecto (Bravo, Gill y Soberón, 2007).

b) Bacillus subtilis

La especie es estrictamente aeróbica activa en presencia de nitratos como receptor de electrones, es un microorganismo autóctono del suelo con capacidad de crecimiento altas, prospera en diversos hábitats y crece en un amplio rango de temperatura. Produce una diversidad de antibióticos y enzimas hidrolíticas extracelulares, forma esporas termoresistentes, es catalasa (Slepecky y Hemphill, 1992). Existen subespecies diferenciados a base de su composición química de pared celular, su distribución geográfica: *B. subtilis* subsp. *subtilis* cepa 168 y *B. subtilis* subsp. *spizizenii* cepa W23, la primera cepa industrializada para la obtención de pesticidas (Ferrari *et al*, 1993).

Por ser microorganismo habitante del suelo, su capacidad para formar esporas es activada en condiciones de estrés con temperaturas desde 15 hasta 55 °C, condiciones salinas de 7 % NaCl, ambos factores son condiciones propicias para que *B. subtilis* produzca diversos antibióticos y enzimas (Nakamura *et al*, 1999). Se sabe además, que la especie tiene la capacidad de crecer en presencia o ausencia de oxígeno (Schmitz *et al*, 1999)

Todar (como se citó en Mendoza, 2016), afirma que las cepas más eficientes de *B. subtilis* presentan una actividad controladora muy parecida a la del Biosan, que por su contenido de sustancias activas, tanto bacterias como metabolitos, el efecto de control se produce por bioacumulación lo cual origina el colapso de centros nerviosos, digestivos y reproductivos provocando drásticamente una reducción de la actividad biológica de la plaga.

2.2.3. **Caolin.**

Técnica mineral (2016) afirma que caolín es un producto 100 % natural a base de arcilla que crea una película uniforme y porosa sobre la superficie de las hojas, sus frutos y otras superficies, la cual refleja los rayos solares brindando al cultivo protección contra mancha solar en frutos y reducción de estrés por frío o calor excesivo. Además de ser un mineral no metálico de estructura laminar, altera el comportamiento de las plagas creando ambientes indeseables para ellos y de ahí sus propiedades como repelente de algunas plagas de insectos. Por su formulación líquida es de muy fácil manejo, dosificación y aplicación.

Salazar y Alarcón, (2016) definen al caolín de la siguiente manera: Es una materia prima formada por filosilicatos del grupo de las kanditas localizadas principalmente en yacimientos sedimentarios de arenas silíceas caoliníferas.

Dirección General de Promoción Minera (2007), menciona que el caolín es un silicato de aluminio hidratado, cuyo origen es la descomposición de rocas feldespáticas, mineral caolinita que predomina en las arcillas, de color blanco brillante; higroscópico. Inerte ante agentes químicos, sin olor, aislante eléctrico, moldeable y resiste a altas temperaturas, no es tóxico ni abrasivo, con gran poder absorbente y baja viscosidad.

- a) Las aplicaciones de Caolín en forma líquida sobre las plantas pueden prevenir enfermedades al disminuir la humedad relativa de las hojas provocando la disminución de la incidencia de hongos y bacterias (Spiers *et al.*, 2005).
- b) Al aplicar sobre el follaje se forma una película blanca sirviendo como barrera física para repeler artrópodos (Díaz *et al.*, 2002; Thomas 2002). Al adherirse el caolín al cuerpo del insecto provoca interferencia con la alimentación, produce irritación y desecación (Spiers *et al.*, 2005). afecta el movimiento, la oviposición y el desarrollo del insecto (Díaz *et al.*, 2002; Thomas, 2002).
- c) Caolín aplicado a las plantas reduce el estrés por calor tanto a las hojas como a los frutos (Thomas, 2002) disminuye la temperatura de los árboles frutícolas en calores intensos, reducir el golpe de sol y mejora el color de las frutas rojas en donde las temperaturas son superiores a los óptimos (Spiers *et al.*, 2005).

2.2.4. **Condiciones edafoclimaticas.**

Las poblaciones más altas *Oligonychus sp* se presentan en los meses donde las temperaturas fluctúan entre 15 a 23 °C y con precipitaciones de 1,8 mm/mes, con temperaturas bajas la incidencia disminuye considerablemente; en el caso de *O. perseae altis* poblaciones se registran con temperaturas de 22,3 a 25 °C y la precipitación pluvial de 47,8 mm/mes (Reyes Jacinto *et al*, 2013). El incremento poblacional de los ácaros está influenciado por las estaciones secas y calurosas, contrariamente las temperaturas bajas y humedad relativa alta, tiende a bajarlas (Muñoz, 2013). Estudios recientes demuestran que en la costa de nuestro país *Oligonychus sp* aparece entre febrero a junio, lo que coincide con los factores climáticos y agronómicos favorables para esta plaga (Cango *et al*, 2014)

Darrouy, (2002) manifiesta que las condiciones ambientales del lugar también influyen en la distribución vertical de los ácaros

fitófagos en el árbol, tal es así que, en los periodos de verano, se registran mayormente en el estrato medio, mientras que, en las épocas de lluvia, se registran una mayor población en los estratos bajos.

Bacillus sp, produce endospora resiste a la radiación, los ácidos y los desinfectantes químicos, vive dentro de los límites de 55 a 70 °C (Rodríguez y Rubiano, 2002).

2.2.5. **Palto** (*Persea americana Mill*).

El aguacate o palta (*Persea americana Mill*) es una especie originaria de México y Centro América, planta con frutos comestibles y usos diversos en la industria.

Galindo Tovar, Ogata- Aguilar y Arzate-Fernández (2008) reportan más de 100 cultivares y clones clasificados divididas en cuatro razas: Guatemalteca (*P. americana* var *Guatemalensis*), Antillana (*P. americana* var. *Drymifolia*), Mexicana (*P. americana* var *Americana*) y Costarricense (*P. americana* var. *Costaricensis*).

En el Perú existen muchas variedades de palta adaptadas a los factores medioambientales en las diferentes regiones, pero pocas son aptas para el mercado local o de exportación; las más conocidas son Fuerte, Hass y Nabal, se comercializa todo el año con marcada demanda y variada estacionalidad de producción (CONAFRUT – INIA, 2010). Se cultiva en las tres regiones: costa, sierra y selva; los valles interandinos preservan excelentes condiciones edafoclimáticas para su desarrollo (Navarro y Sánchez, 2016).

Debido a la importancia de la preservación, manejo y estudio de estos recursos genéticos la Facultad de Agronomía de la Universidad Hermilio Valdizan cuenta con plantas establecidas de colección de paltos de 22 variedades, el que actualmente forma parte del Banco de Germoplasma la misma que nos permitirá continuar con los estudios referentes a la búsqueda, validación y manejo de material sobresaliente tanto en características organolépticas como en la

resistencia a condiciones edafoclimáticas adversas, plagas y enfermedades. Algo parecido en México, la Universidad Autónoma de Chapingo mantiene una colección *ex situ* de 500 ejemplares de aguacate pertenecientes a 12 especies del género *Persea* (Reyes, de la Cruz, Barrientos, Aguilar, y Bernal, 2011)

Pérez, (2008) afirman que la producción de aguacate a nivel mundial es afectada por varias plagas y enfermedades las cuales pueden limitar económicamente la producción y reducir la calidad de los frutos. La arañita del género *Oligonychus sp* provocan una caída importante de hojas, disminuyendo así la capacidad fotosintética, en ataques severos puede conllevar a una reducción del 50 % de la producción total del cultivo y además provoca la reducción del crecimiento de frutos y otros órganos de la planta, también, defoliación excesiva aumenta la posibilidad de que exista golpe de sol en la madera y frutos (Gamalier *et al*, 2010).

2.3. Bases conceptuales

a) *Bacillus sp*

Jawetz *et al*, como se citó en Lacey *et al*, (2015) definen “los *Bacillus* son bacterias gram positivas aeróbicas o facultativamente anaeróbicas formadoras de endosporas”; algunas especies pueden volverse Gram-negativas con la edad; exhiben una amplia gama de habilidades fisiológicas que les permiten vivir en cualquier entorno natural.

b) Caolín

DPM (2007), define que el caolín $[Al_4 Si_4 O_{10} (OH)_8]$ es un silicato de aluminio hidratado, el cual se origina de la descomposición de rocas feldespáticas principalmente. Arcilla que fue registrada en Estados Unidos para el control de plagas (*Psylla* del peral, trips, cicadélidos, curculiónidos y mosca de los cítricos). Su uso también está autorizado para reducir el “golpe de sol” y el estrés térmico de los cultivos (de Romero, 2006; Themis *et al*, 2004).

c) *Oligonychus sp*

Cruzado como se citó en Bouriga *et al*, (2016) definen que los ácaros fitófagos del orden Acarina, familia *Tetranychidae* se caracterizan por poseer un cuerpo pequeño, globoso, tamaño entre 3,0 machos y 0,6 hembras. Ovíparas cuyo ciclo biológico está dado por: huevo, larva, ninfa (Protoninfa y deutoninfa) y adulto.

d) Mortalidad

Glenn *et al*, (2002) lo definen de la siguiente manera: El termino Mortalidad se refiere en parte a la calidad de mortal; es decir, de lo que ha de morir o está sujeto a la muerte, todo lo contrario a la vida. Se expresa a través de la tasa o índice de mortalidad, la cual puede definirse como el número de muertos por cada mil individuos en relación con la población total a lo largo de un periodo establecido. Se suele expresar en tanto por ciento o tanto por mil. (p. 12)

e) Porcentaje de mortalidad

Cabello, (2007) lo define como variación del número de individuos, en ausencia de nacimiento, emigración o inmigración, en un periodo de tiempo.

f) Eficacia de una agente de control

Se refiere al efecto de pesticidas en general, la eficacia de un agente es la mortalidad directa que origina en la población de la especie plaga, en un periodo de tiempo (Cabello, 2007).

g) Daño

Matsuo y Hoshikawa, (1993) definen, daño es el efecto de dañar. El término proviene del latín DAMNUM y está vinculado al verbo que se refiere a causar perjuicio, menoscabo, molestia.

Arguedas, (2012) define, la clasificación más sencilla de tipos de daños producidos por insectos es de acuerdo a la parte y estructura afectada; los insectos atacan y dañan las flores, los frutos y las semillas de las plantas. Estos pueden destruir totalmente estas estructuras, consumir el tejido interno

de frutos y semillas o producir la marchitez y caída prematura de flores y frutos, disminuyendo el potencial reproductivo. (p, 52)

2.4. Bases filosóficas

La filosofía de la entomología agrícola como rama de la filosofía, estudia los fundamentos filosóficos que explican la concepción sobre de los entomopatógenos biológicos e insecticidas orgánicos que se tiene y la aplicación de las teorías científicas, conceptos, definiciones, y la normatividad en sanidad vegetal, que servirá como reflexión filosófica sobre el uso de entomopatógenos y acaricidas orgánicos en el control de plagas.

2.4.1. Bases epistemológicas:

Teoría de control biológico de plagas. El término “*control biológico*” fue usado por primera vez por H. S. Smith en 1919, para referirse al uso de enemigos naturales (introducidos o manipulados) para el control de insectos plaga. Su alcance se ha extendido con el tiempo, a tal grado que ahora se presentan problemas para definirlo adecuadamente, en particular porque el término implica aspectos académicos y aplicados (Wilson y Huffaker 1976, Garcia *et al*, 1988, Eilenberg *et al*, 2001). De acuerdo con Huffaker (1985), la premisa del control biológico descansa en que bajo ciertas circunstancias muchas poblaciones son llevadas a bajas densidades por sus enemigos naturales. Este efecto se origina de la interacción de ambas poblaciones (plaga y enemigo natural), lo cual implica una supresión del tipo densidad-dependiente, que se traduce como el mantenimiento de ambas poblaciones en equilibrio.

Entre los organismos usados como agentes de control se incluyen virus, bacterias y sus toxinas, hongos y otros microorganismos patógenos que controlan nematodos, caracoles, insectos, ácaros, y vertebrados de varias clases. Al igual que la mayoría de los patógenos de insectos, las bacterias entomopatógenas infectan al insecto por vía oral. Cuando una bacteria logra penetrar el hemocele del insecto, normalmente causa una septicemia,

específicamente una bacteriemia, al proliferar en la hemolinfa y posteriormente atacan los tejidos del insecto, hasta deshacerlos por completo. Debido a que muchas bacterias (entre ellas las del tracto digestivo del insecto) pueden causar bacteriemias letales en la mayoría de los insectos, sólo por el hecho de penetrar al hemocele (Rodríguez del Bosque y Arredondo Bernal, 20107)

Esta investigación “*Bacillus sp* y Caolín en el control de ácaros (*Oligonychus sp*) de palto (*Persea americana*) en condiciones edafoclimaticas del instituto Frutícola, Olerícola UNHEVAL, 2018”, se sustenta en la filosofía positivista, porque se va manipular la variable independiente *Bacillus sp* y Caolín con diferentes dosis en palto y se medirá su efecto en el control de ácaros.

Entonces la filosofía de la investigación sobre el uso de entomopatógenos y acaricidas orgánicos se enmarca en la corriente filosófica positivista, por cuanto los hechos o fenómenos serán medidos y observados en determinado contexto (el control de ácaros), asimismo se encuentra en las ciencias fácticas naturales y utilizara la ciencia biológica (plantas de palto) y ácaros (insecto plaga) según clasificación de las ciencias de Mario Bunge. Las grandes cuestiones de la filosofía del medio ambiente y desarrollo sostenible y del tema de investigación en particular son, la epistemología, la ontología y la axiología ambiental.

a) Entomopatógenos y acaricidas orgánicos

Las teorías científicas sobre el uso de entomopatógenos y desarrollo sostenible están aun parcialmente conocidas, diferencia de otras disciplinas y ciencias, puede considerarse un objeto de estudio parcialmente conocido, en una discusión que va del positivismo a la fenomenología, de lo cuantitativo a lo cualitativo, pasando por todas las variantes de ambas teorías.

b) Conocimientos sobre el medio ambiente y desarrollo sostenible

- 1) **Conocimiento teórico científico del ambiente.** Este conocimiento es la descripción y explicación a través de las teorías científicas del ambiente como ciencia fáctica natural, biológica y de la tierra.
- 2) **Conocimiento del ambiente por aplicación operativa o práctica.** Este conocimiento tiene como función llevar a cabo la aplicación de los principios, teorías, normas legales, etc. Este tipo de conocimiento corresponde exclusivamente a los Ingenieros Agrónomos, Biólogos, Entomólogos que participaran en la investigación (profesionales del SENASA, técnicos agropecuarios)
- 3) **Conocimiento del ambiente y desarrollo sostenible por vivencia ordinaria.** Este conocimiento se deriva de la percepción que tienen los miembros de la sociedad (población en general) sobre el uso de entomopatógenos y acaricidas orgánicos en el control de plagas y su implicancia en el medio ambiente. Este conocimiento básico ordinario, es percibido como una parte fundamental de la vida humana.

c) Respecto al problema de investigación propuesto.

- 1) El conocimiento científico sobre el medio ambiente y desarrollo sostenible, vale decir, la descripción y explicación uso de entomopatógenos y acaricidas orgánicos en el control de plagas.
- 2) La aplicación de la legislación ambiental y las políticas agrarias otorgado por SENASA para resolver los problemas que ocasionan el uso de pesticidas convencionales sin criterios técnicos y científicos.
- 3) El conocimiento del uso de entomopatógenos y acaricidas orgánicos en el control de plagas por parte de la población; vale decir, cuál es la posición que tienen ellos frente al uso indiscriminado de los plaguicidas y de casos concretos del uso de entomopatógenos y acaricidas orgánicos.

2.4.2. Ontología ambiental.

La ontología ambiental se encarga de fijar el ser, la naturaleza, el objeto de estudio del medio ambiente y desarrollo sostenible, es decir, reflexionar filosóficamente de los problemas ontológicos que tienen continuidad con los problemas científicos.

En cuanto al problema de investigación, corresponde conceptualizar el tema de entomopatógenos y acaricidas orgánicos, siendo su naturaleza fáctica natural ambiental (ciencia biológica) ya que son objetos reales que será materia de una reflexión filosófica respecto al control de plagas a base de uso de entomopatógenos y acaricidas orgánicos y su efecto en el control de ácaros en palto.

2.4.3. Axiología ambiental.

La axiología ambiental aborda el problema de los principios éticos de justicia, autonomía y benevolencia, en vista que la investigación involucra plantas de palto y ácaros que proporcionan información para el posterior tratamiento del problema ambiental, es decir, aplicar los valores y principios éticos ya que vulnerar la integridad de los involucrados sería una violación de los principios de la ética y la moral.

Respecto al problema de investigación, fue aplicar los principios éticos de la profesión en los procesos de identificación y descripción y en la formulación del propósito de la investigación, solicitar permiso al director del CIFO-UNHEVAL, para cumplir con las reglas del encargado del terreno y de respetar la decisión de aceptar o rechazar cuando se solicite los diversos análisis y actividades de campo que se realizara durante la investigación, sin criterios de exclusión arbitraria con el fin de obtener información real y objetiva de los resultados y de ser el caso, proponer cambios sustanciales.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. **Ámbito**

Se desarrolló en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola - UNHEVAL, ubicado a 1 894 msnm de altitud, en la margen izquierda del río Huallaga, región Huánuco, Distrito de Pillcomarca. Según el Dr. Javier Pulgar Vidal, localizado en la región yunga fluvial, zona de vida natural estepa espinoso – Montano Bajo Tropical (ee -MBT), de clima cálido- templado siendo su temperatura media anual de 23 °C y fluctuante entre los 18°C y 24 °C. Con suelos formado por depósitos transportados de sedimento aluvial, con pendiente menor al 5 % y una capa arable de hasta 1 metro de profundidad con terrenos aptos para la agricultura.

3.2. **Población**

Constituida por el total de individuos de *Oligonychus sp* 108 paltos dentro del área de estudio

3.3. **Muestra**

Constituye la totalidad de ácaros evaluados en 3 árboles por cada parcela experimental es decir 36 plantas de todas las áreas a evaluadas.

3.3.1 **Unidad de análisis.**

La variable respuesta fue el número de ácaros móviles (ninfas y adultos) en el haz, para lo cual se realizó un muestreo donde se tomaron 10 hojas maduras de manera aleatoria de los cuatro puntos cardinales en la parte media y baja de cada árbol (unidad experimental).

3.3.2 **Tipo de muestreo.**

Probabilística en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque todas las plantas tuvieron la misma posibilidad de formar parte del área neta experimental al momento de ser evaluados. “*El muestreo aleatorio simple es el método de selección de n unidades de una*

población de tamaño N de tal modo que cada una de las muestras posibles tenga la misma oportunidad de ser elegida” (Cochran, 1981).

3.4. Nivel y tipo de estudio

3.4.1. Niveles de estudio.

Experimental, porque se manipuló la variable independiente (*Bacillus sp* y Caolín) y se midió la variable dependiente (control de *Oligonichus sp*) y se compararon con un testigo (absoluto). “*El experimento se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas - antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos-efecto)*”, dentro de una situación de control para el investigador. (Hernández, 2004, p 188-189)

3.4.2 Tipo de estudio.

Aplicada, porque se usó los conocimientos pre constituidos de las ciencias biológicas para solucionar el problema de los ácaros en palto en el Instituto Frutícola Olerícola UNHEVAL. Sustentado en Sánchez (1998) quien indica que la “investigación aplicada se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ellas se deriven” (p.13-16)

3.5 Diseño de investigación

3.5.1 Diseño de la Investigación.

Experimental, en su forma de Diseño Completamente al Azar (DCA) constituido por tres repeticiones y cuatro tratamientos, con un total de 12 unidades experimentales, 6 plantas por cada unidad y 3 plantas de muestreo, siendo en total 9 plantas muestreadas por tratamiento.

Esquema de Análisis de Varianza para el Diseño (DCA)

Fuente de Varianza (F.V)		Grados de libertad (gl)
Repeticiones	(r-1)	2
Tratamientos	(t-1)	3
Error experimental	(r-1)(t-1)	6
Total	(tr-1)	11

Siendo el modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento

U = es la media general común a todos los tratamientos

T_i = el efecto fijo del tratamiento i

E_{ij} = es una variable aleatoria normal (error)

3.6. Técnicas e instrumento

3.6.1 Técnicas

a) Técnicas Bibliográficas

Fichaje

Permitió registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente nos sirvió de valiosa fuente para elaborar el marco teórico, facilitó realizar la síntesis de un texto, expresándolas con palabras propias, pero sin alterar su significado.

Análisis de Contenido

Esta técnica facilitó citar inferencias válidas y confiables con respecto a los documentos en estudio.

b) Técnicas de Campo

La Observación.

Se realizó en el campo respecto al efecto de *Bacillus* sp en la mortalidad de ácaros y en la reducción de la intensidad de daño en el follaje.

Evaluación

Permitió obtener información válida y confiable para formar juicios de valor acerca de una situación. Estos juicios, a su vez, se utilizaron en la toma de decisiones al momento de aplicar los tratamientos a la planta.

3.6.2 Instrumentos

Instrumentos bibliográficos

Fichas de Registro o localización: (Bibliográficas, hemerográficas)

Fueron utilizadas para recabar información y clasificar las fuentes en función de la conveniencia del trabajo.

Fichas de documentación e investigación (textuales, resumen, comentario)

Facilitaron realizar la síntesis de un texto, tratando de condensar las ideas expresadas por el autor sobre un tema, expresándolas con palabras propias, pero sin alterar su significado, redactadas de acuerdo al estilo de redacción del APA para los elementos de las referencias bibliográficas, así como para las citas contextuales.

a) Instrumento de campo

Libreta de campo

Se utilizó para realizar anotaciones de la incidencia de la plaga, intensidad de daño, plantas que han sido afectadas, orientaciones, desniveles y de más datos topográficos, otros., directamente en el campo.

3.7 Validación y confiabilidad de instrumentos

No fue necesario validar por cuanto los ensayos cumplen con los protocolos establecidos a nivel internacional (Busvine, 1971; Dent, 1991; Müller y Schwinn, 1992, Bouriga Valdivia *et al*, 2016). La efectividad biológica de los insecticidas se calculó con la fórmula de Henderson y Tilton (1955).

3.8 Procedimiento

3.8.1 Aplicación de los tratamientos al cultivo.

Para la evaluación de la efectividad de los tratamientos contra el ácaro *Oligonychus sp*, se realizaron ensayos en laboratorio y campo. En campo las aplicaciones se realizaron con una pulverizadora tipo mochila de marca Yacto con capacidad de 20 litros. Para la evaluación de los tratamientos se marcaron 3 plantas por unidad experimental incluyendo el testigo, seleccionadas al azar sin el efecto de borde.

Tabla 01:

Pesticidas evaluados para el control de Oligonychus sp en CIFO-UNHEVAL, 2018-2019

Clave	Tratamientos	Dosis	Aplicaciones
T0	Testigo	Sin aplicación	Sin aplicación
T1	<i>B. subtilis</i>	40g/ 20L de agua	Cada 7 días
T2	Caolín	40g/ 20L de agua	Cada 7 días
T3	<i>B. thuringiensis</i> var. kurstaki	2,6 L /20 L agua	Cada 7 días

3.8.2. Evaluación del grado de infestación en campo.

Para los ensayos en campo se seleccionaron plantas de variedad Hass y Fuerte, con una altura promedio de 3 m, con 3 años de plantadas a una distancia de 4m x 8m. Antes de iniciado las aplicaciones se realizaron un Pre recuento de ácaros/hoja para determinar el nivel poblacional en cada unidad experimental. El muestreo se realizó de forma aleatoria dentro de la parcela experimental.

Se realizó el conteo de los ácaros vivos en estado adulto, para esto se revisaron 10 hojas/árbol de manera aleatoria de la parte media y baja teniendo en consideración los puntos cardinales de cada árbol (3 árboles en cada unidad experimental) y se calificó de acuerdo a la escala utilizada por Sarmiento y Sánchez (2000) que se describe a continuación:

Tabla 02:
Determinación del grado de infestación de *Oligonychus sp*

Grado	Descripción
1	sin ácaros
2	de 1 a 5 ácaros / hoja
3	de 6 a 10 ácaros / hoja
4	de 11 a 25 ácaros / hoja
5	de 26 a 50 ácaros / hoja
6	más de 50 ácaros / hoja

El grado medio de infestación se obtuvo a través de la fórmula del promedio ponderado (Sarmiento y Sánchez, 2000). Quiere decir que, para hallar el grado medio se multiplicó el número de hojas por su grado correspondiente, se sumaron los productos obtenidos y se dividió el resultado entre el número total de hojas evaluadas.

$$G_{ix} = \frac{N^{\circ} \text{ de Unidad con Grado 1(1)} + \dots + N^{\circ} \text{ de Unid. Con Grado 6 (6)}}{\text{Total de unidades}}$$

El umbral de acción para justificar las aplicaciones y/o control está a partir del Grado 3 (6-10) de infestación de individuos, se considera que a partir de este valor existe bronceado en las hojas del palto (Herrera, 2016)

Frecuencia de evaluación.

Después del conteo preliminar de ácaros al iniciar las aplicaciones. Las evaluaciones se realizaron a los 7, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 días posterior al tratamiento, se hizo el conteo de ácaros vivos/hoja para observar el efecto acaricida y determinar el grado de infestación en el cultivo. Los trabajos dieron inicio la primera semana de agosto, (03/08/2018) hasta el mes de febrero (1/01/2019).

3.8.3 **Evaluación de la incidencia de ácaros en campo.**

El efecto de *Bacillus sp* y caolín en la incidencia de ácaros/hoja en cada tratamiento se evaluó mediante la comparación del número promedio de ácaros/hoja/semana vs número de ácaros/hoja/semana del tratamiento testigo y la comparación de ácaros/hoja/semana entre todos los tratamientos.

El efecto se determinó en base al número de insectos en el testigo con respecto a los demás tratamientos (Molinari *et al.*, 2000), lo cual fue expresado en porcentaje, por medio de la fórmula de eficacia de Henderson-Tilton:

$$\% \text{ Eficacia} = 100 \times [1 - (T_a \times C_b) / (T_b \times C_a)]$$

Donde:

T_b = ácaros en el recuento previo al tratamiento en la unidad de análisis tratada

T_a = ácaros después del tratamiento en la unidad de análisis tratada

C_b = ácaros en el recuento previo en el testigo sin tratar

C_a = ácaros después de los tratamientos en el testigo sin tratar

De cada planta se muestrearon 10 hojas, evaluadas a lupa entomológica 60X (12 mm) con luz Led para el conteo de ácaros vivos (adultos, ninfas) y determinar el porcentaje de efectividad en la reducción de poblaciones de *Oligonychus sp* por tratamiento.

3.8.4 **Efectividad biológica v/o mortalidad de ácaros.**

En laboratorio, para realizar el trabajo se tomaron fragmentos de hojas maduras del palto lavadas con agua destilada estéril y posteriormente puestas a secar en grupos de tres por placa Petri para cada tratamiento, estos fueron asperjados por separado con un atomizador de mano a razón de 5 mL/hoja de *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, *B. subtilis* y Caolín, a las concentraciones de 2,5 mg/ml de producto comercial respectivamente, según el procedimiento empleado por Cabrera

(2001) para estos tipos de prueba se depositaron 100 ácaros por placa (adultos). A los 3, 5 y 7 días del tratamiento las hojas se examinaron al estereoscópico (16 x) contabilizando ácaros vivos y muertos para la determinación del porcentaje de mortalidad en cada insecticida. El porcentaje de eficacia de los tratamientos se determinó mediante la fórmula de Abbott, porque se tuvo homogeneidad de la población inicial.

$$\% \text{ Eficacia} = \left(1 - \frac{\text{n en T después del tratamiento}}{\text{n en Co después del tratamiento}} \right) * 100$$

Dónde: n = población de insectos, T = tratados, Co = control

3.9 Plan de tabulación y Análisis de datos.

Para analizar el porcentaje de eficacia de cada uno de los tratamientos sobre la población (ácaros por hoja) se empleó la fórmula de Henderson y Tilton (1955) y el programa de computación InfoStat Versión 2013. El Análisis de Varianza para la prueba de hipótesis fue a los niveles de significancia del 5 % y 1 %, donde promedios unidos por letras iguales en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas entre los tratamientos, según la prueba de Duncan ($p\text{-value} > 0,05$). La presentación de los datos fue en tablas analizados estadísticamente, representados en gráfico de barras y de perfiles multivariados (Balzarini *et al.*, 2008; Rienzo *et al.*, 2013).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis descriptivo

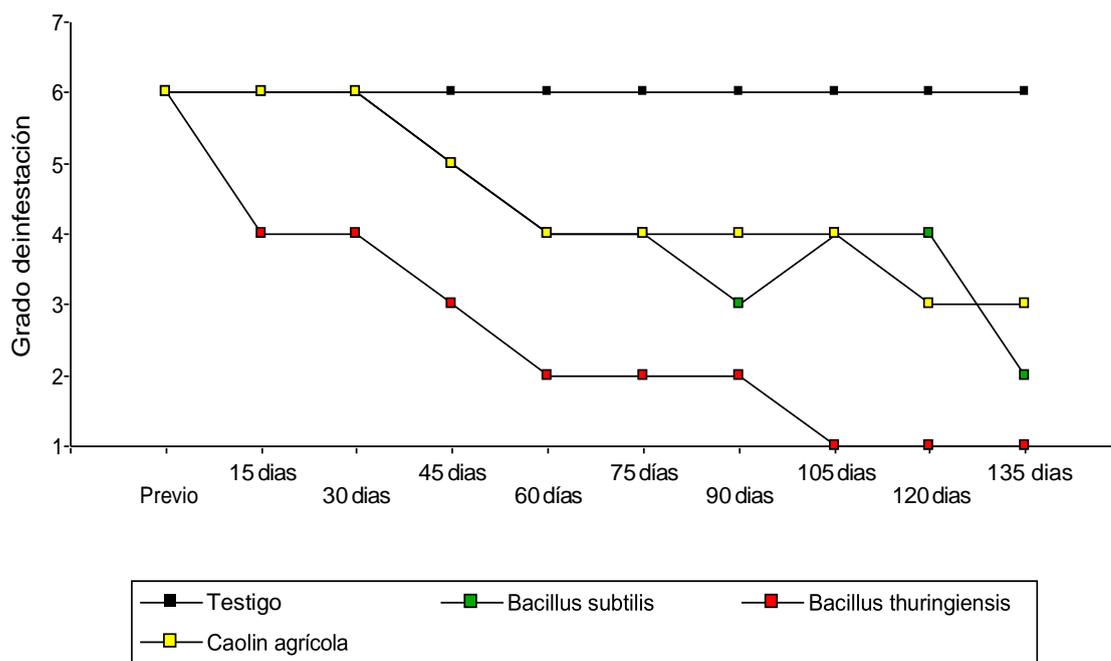
Los resultados se presentan en promedios en los anexos y fueron procesados estadísticamente a través de un programa de computación (InfoStat) y se presentan en tablas y graficas interpretados estadísticamente con las técnicas estadísticas del análisis de varianza (ANDEVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre los tratamientos en donde los tratamientos que son iguales se denotan con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativos (**).

Para la comparación de los promedios de los tratamientos se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación 5 % y 1 %, donde promedios en una columna seguidos por diferente letra indican diferencias significativas.

4.2. Análisis inferencial y contrastación de hipótesis

421 Efectividad de *Bacillus sp* y caolín en la reducción del grado de infestación

Los grados de infestación para todos los tratamientos se determinó a través del conteo de ácaros pre y post aplicación de pesticidas, se muestrearon 10 hojas/planta para cada tratamiento con 3 repeticiones, con la ayuda de lupa entomológica.



Grafica 1: Grado de infestación de ácaros en palto pre y post aplicación en cada una de las variantes ensayadas en el campo.

Previo a la aplicación el grado medio de ataque es igual a 6, esto significa que se observa más de 50 ácaros por hoja y una relativa homogeneidad de la población en todo el campo experimental. Los primeros quince días de intervención con los productos insecticida, las infestaciones en el tratamiento *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki asciende al grado 4 (de 11 a 25 ácaros/hoja), a los 45 días y los posteriores se ubica en el grado 3 (6 a 10), para luego posesionarse en el grado 1 a partir del día 105 en adelante, en comparación con el tratamiento testigo que registra alta infestación (grado 6) durante todo el periodo de aplicación (anexo 01).

El umbral de acción para justificar las aplicaciones y/o control está a partir del Grado 3 (6-10 ácaros/hoja) de infestación (Herrera, 2016).

a) Grado de infestación inicial

Tabla 03.

*Análisis de varianza para el grado de infestación inicial de *Oligonychus sp* en el campo experimental.*

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	3	296,25	98,75	0,40 ^{ns}	0,7579
Error Exp.	8	1982,67	247,83		
Total	11	2278,92			

CV= 9,24 %

ns = No significativo

Según el análisis de varianza (la prueba de F calculado 0,40 y p-valor = 0,7579 > 0,05) no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 9,24 % que da confiabilidad a los resultados.

Tabla 04:

Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación inicial.

OM	TRATAMIENTOS	MEDIAS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	0,01
1	<i>Bacillus subtilis</i>	163,00	a	a
2	<i>B. thuringiensis</i>	170,67	a	a
3	Testigo	171,00	a	a
4	Caolín	177,00	a	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en ambos niveles de significación. El número promedio de las infestaciones pre aplicación en el campo experimental oscila entre 163,00 y 177,00 ácaros, promedios que corresponden al grado de infestación 6 (más de 50 ácaros/hoja).

b) Grado de infestación a los 15 días

Tabla 05.

*Análisis de varianza para el grado de infestación de *Oligonychus* sp a los 15 días de la aplicación.*

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	3	37713,73	12571,73	70,09 **	0,0001
Error Exp.	8	1434,83	179,35		
Total	11	39148,56			

CV= 15,97 %

** = Altamente significativo al 1 %

Según el análisis de varianza y la prueba de F calculado 70,09 y p valúe = 0,0001 < 0,05 existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 15,97 % que da mayor confiabilidad a los resultados.

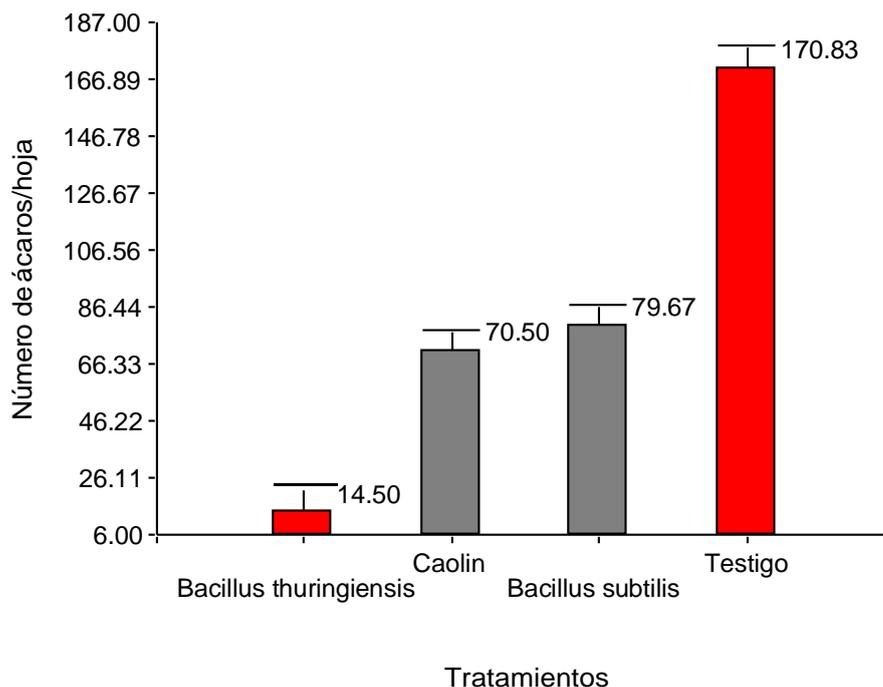
Tabla 06:

Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 15 días de aplicación

OM	TRATAMIENTOS	MEDIAS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	0,01
1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	14,50	a	a
2	Caolín	70,50	b	b
3	<i>Bacillus subtilis</i>	79,67	b	b
4	Testigo	170,83	c	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según la prueba de significación de Duncan al 5 % y 1 %, el tratamiento que reportó menor grado de infestación es el *Bacillus thuringiensis* con un promedio de 14,50 que de acuerdo a la escala se ubica en el grado 4 (de 11 a 25 ácaros) mientras que el caolín y *B. subtilis* reportan mayor presencia de ácaros ubicándose en el grado 6 y estadísticamente son iguales (anexo 03); a corto plazo el producto apropiado para bajar los grados de infestación por ácaros en palto es el *Bacillus thuringiensis*.



Grafica 2: Prueba de significación de Duncan al 5% para tratamientos

c) Grado de infestación a los 30 días

Tabla 07.

Análisis de varianza para el grado de infestación de Oligonychus sp a los 30 días de la aplicación.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	3	34978,50	11659,50	198,81 **	0,0001
Error Exp.	8	469,17	58,65		
Total	11	35447,67			

CV= 10,97 %

** = Altamente significativo al 1 %

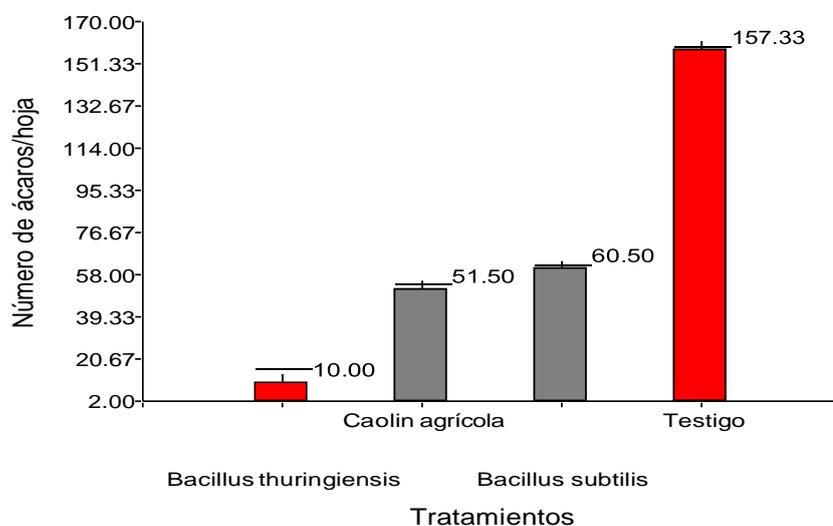
El análisis de Varianza a los 30 (F calculado 198,81 y p value = 0,0001 < 0,05) y el coeficiente de varianza (CV) al 10,12 %, confirman la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, dando mayor confiabilidad a los resultados.

Tabla 08:**Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 30 días de aplicación**

OM	TRATAMIENTOS	MEDIAS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	0,01
1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	10,00	a	a
2	Caolín	51,50	b	b
3	<i>Bacillus subtilis</i>	60,50	b	b
4	Testigo	157,33	c	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al realizar la prueba de significancia de Duncan al 5 % y 1 % para el grado de infestación a los 30 días, se observa tres rangos de significación. El tratamiento que reporta menor infestación de ácaros es *B. thuringiensis* con un promedio de 10,00 que de acuerdo a la escala se ubica en el grado 4 (anexo 04); mientras que los tratamientos *caolín* y *B. subtilis* se ubican en el último rango de significación con altas infestaciones (grado 6). Por lo que el producto apropiado como alternativa para el control de ácaros en palto es el *B. thuringiensis*.



Grafica 3: Prueba de significación de Duncan al 5% para tratamientos

d) Grado de infestación a los 45 días

Tabla 09:

*Análisis de varianza para el grado de infestación de *Oligonychus sp* a los 45 días de la aplicación*

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	3	21754,00	7251,33	39,54 **	0,0001
Error Exp.	8	1467,00	183,38		
Total	11	23221,00			

CV= 27,36 %

** = Altamente significativo al 1 %

Según el análisis de varianza existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos (F calcula 39,54 y p -valor = 0,0001 < 0,05). El coeficiente de variación es 27,36 % que da confiabilidad a los resultados.

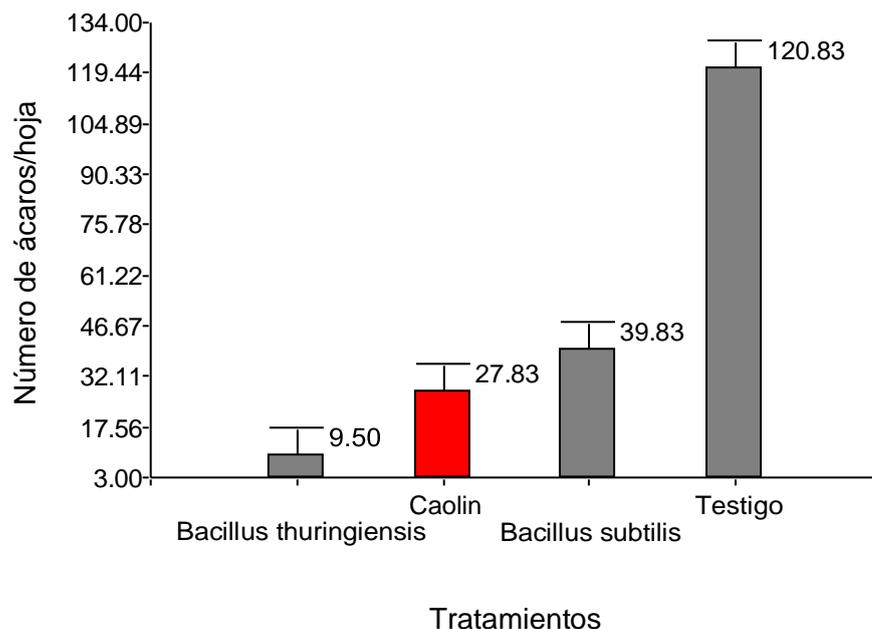
Tabla 10:

Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 45 días de aplicación

OM	TRATAMIENTOS	MEDIAS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	0,01
1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	9,50	a	a
2	Caolín	27,83	ab	a
3	<i>Bacillus subtilis</i>	39,83	b	a
4	Testigo	120,83	c	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según la prueba de Duncan existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos al 5 %. El que reportó menor grado de infestación de ácaros es el *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (6,17) ubicándose en la escala 3 en comparación con el testigo (anexo 05); mientras que caolín y *B. subtilis* ocupan el grado 5 no existiendo diferencia estadísticas significativa. No existen diferencias estadísticas entre los tratamientos al nivel de significancia 1 %, en comparación con el testigo.



Grafica 4: Prueba de significación de Duncan al 5% para tratamientos

e) Grado de infestación a los 60 días

Tabla 11:

Análisis de varianza para el grado de infestación de Oligonychus sp a los 60 días de la aplicación

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	3	25384,73	8461,58	9,86 **	0,0046
Error Exp.	8	6866,50	858,31		
Total	11	32251,23			

CV=75,52 %

** = Altamente significativo al 1 %

Se efectuó el ANDEVA para Grado de infestación a los 60 días y se determinó el nivel de significancia entre los tratamientos (F calculado 9,86 y p-valor = 0,0046 < 0,05) y el coeficiente de varianza 75,52 %. Al menos un tratamiento difiere del resto, por lo que fue necesario determinar el nivel de significancia de Duncan al 5 % y 1 %.

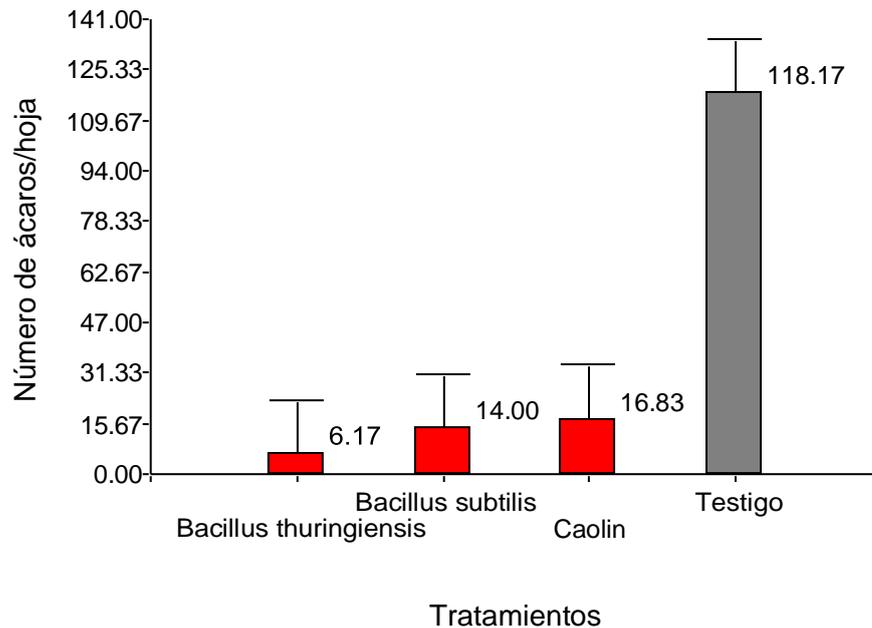
Tabla 12:

Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 60 días de aplicación

OM	TRATAMIENTOS	MEDIAS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	0,01
1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	6,17	a	a
2	Caolín	14,00	a	a
3	<i>Bacillus subtilis</i>	16,83	a	a
4	Testigo	118,17	b	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según la prueba de significación de Duncan, se registra 2 rangos de significancia al 5 %. El tratamiento que reporta menor grado de infestación de ácaros es el *B. thuringiensis* var. kurstaki (6,17) ubicándose en la escala 3 (anexo 06); sin embargo comparte la misma significancia estadística con los tratamientos caolín y *B. subtilis*, en comparación con el testigo.



Grafica 05: Prueba de significación de Duncan al 5% para tratamientos

f) Grado de infestación a los 75 días

Tabla 13:
*Análisis de varianza para el grado de infestación de *Oligonychus* sp a los 75 días de la aplicación.*

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	3	33125,42	11041,81	316,04 **	0,0001
Error Exp.	8	279,50	11041,94		
Total	11	33125,42			

CV= 15,00 %

** = Altamente significativo al 1 %

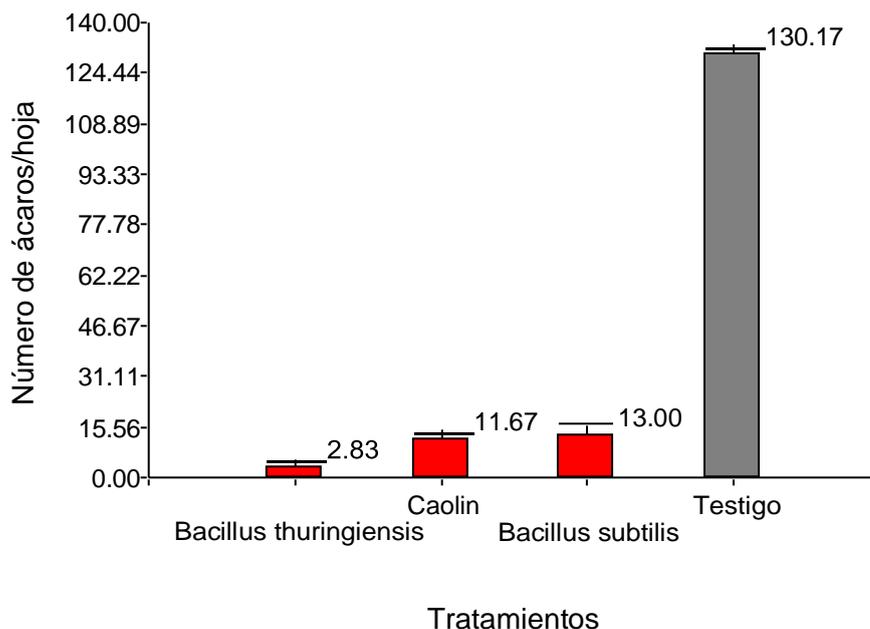
De acuerdo al ANDEVA para Grado de infestación a los 75 días de evaluación, el nivel de significancia entre los tratamientos (F calculado 316,04 y p value = 0,0001 < 0,05) y el coeficiente de varianza (CV) 15,00 %. Al menos un tratamiento difiere del resto, por lo que se realizó la comparación de medias.

Tabla 14:
Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 75 días de aplicación

OM	TRATAMIENTOS	MEDIAS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	0,01
1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	2,83	a	a
2	Caolín	11,67	a	a
3	<i>Bacillus subtilis</i>	13,00	a	a
4	Testigo	130,17	b	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba de significación de Duncan al 5 % y 1 % para los tratamientos, registra 2 rangos de significancia. Similar a la anterior (60 días). El tratamiento que reportó menor grado de infestación de ácaros es el *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (2,83) ubicándose en la escala 2 (anexo 07); mientras que los tratamientos caolín (11,67) y *B. subtilis* (13,00) se ubican en el grado 4 sin embargo no existe diferencias estadísticas significativas en comparación con el testigo.



Gráfica 06: Prueba de significación de Duncan al 5% para tratamientos

g) Grado de infestación a los 90 días

Tabla 15:

Análisis de varianza para el grado de infestación de Oligonychus sp a los 90 días de la aplicación.

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	3	8946,75	2982,25	48,74 **	0,0001
Error Exp.	8	489,50	61,19		
Total	11	9436,25			

CV= 31,61 %

** = Altamente significativo al 1 %

De acuerdo al ANDEVA para Grado de infestación a los 90 días de evaluación, el nivel de significancia entre los tratamientos (F calculado 48,74 y p value = 0,0001 < 0,05) y el coeficiente de varianza 31,61 %. Al menos un tratamiento difiere del resto, por lo que se realizó la comparación de medias.

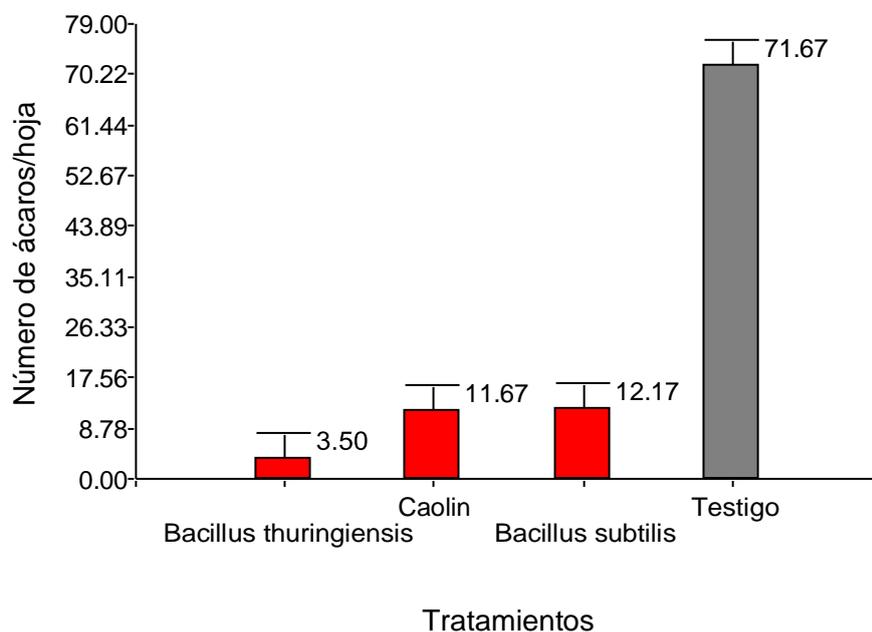
Tabla 16:

Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 90 días de aplicación

OM	TRATAMIENTOS	MEDIAS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	0,01
1	<i>Bacillus thuringiensis</i>	3,50	a	a
2	Caolín	11,67	a	a
3	<i>Bacillus subtilis</i>	12,17	a	a
4	Testigo	71,67	b	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La prueba de significación de Duncan al 5 % y 1 % para los tratamientos, registra 2 rangos de significancia. El tratamiento que reporta menor grado de infestación de ácaros es el *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (3,50) ubicándose en la escala 2; mientras que los tratamientos caolín (11,67) y *B. subtilis* (12,17) se ubican en el grado 4 (anexo 08); sin embargo no existe diferencias estadísticas significativas en comparación con el testigo.



Grafica 07: Prueba de significación de Duncan al 5% para tratamientos

h) Grado de infestación a los 105 días

Tabla 17:

*Análisis de varianza para el grado de infestación de *Oligonychus sp* a los 105 días de la aplicación.*

Fuente de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	3	9773,17	3257,72	5,10 *	0,0291
Error Exp.	8	5106,50	638,31		
Total	11	14879,67			

CV= 96,55 %

* = Significativo al 1 %

De acuerdo al ANDEVA para Grado de infestación a los 90 días de evaluación, el nivel de significancia entre los tratamientos (F calculado 48,74 y p value = 0,0001 < 0,05) y el coeficiente de varianza 96,55 %. Al menos un tratamiento difiere del resto, por lo que se realizó la comparación de medias.

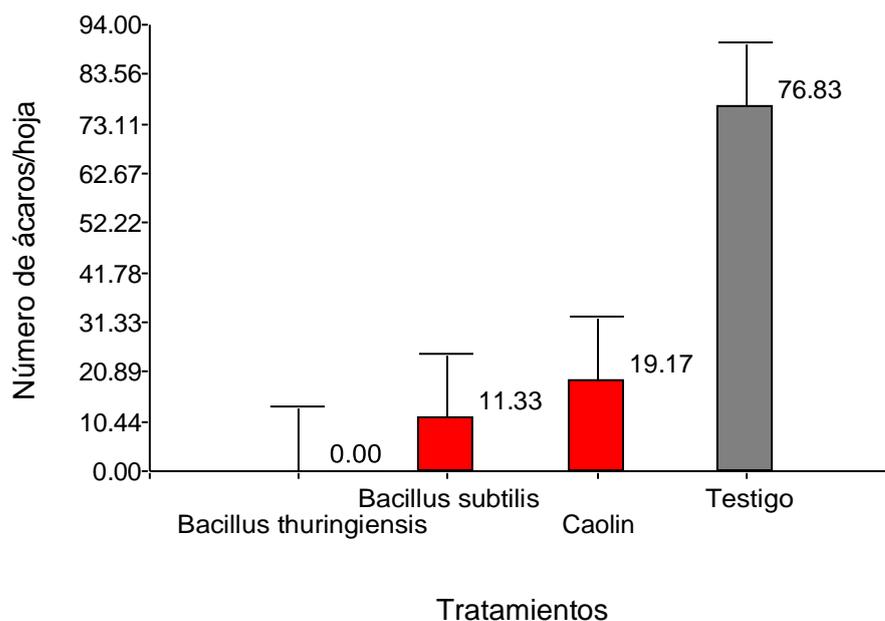
Tabla 18

Prueba de significación de Duncan para el grado de infestación a los 105 días de aplicación

OM	TRATAMIENTOS	MEDIAS	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			0,05	0,01
1	Bacillus thuringiensis	00,00	a	a
2	Caolín	19,17	a	a
3	Bacillus subtilis	11,33	a	a
4	Testigo	74,17	b	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

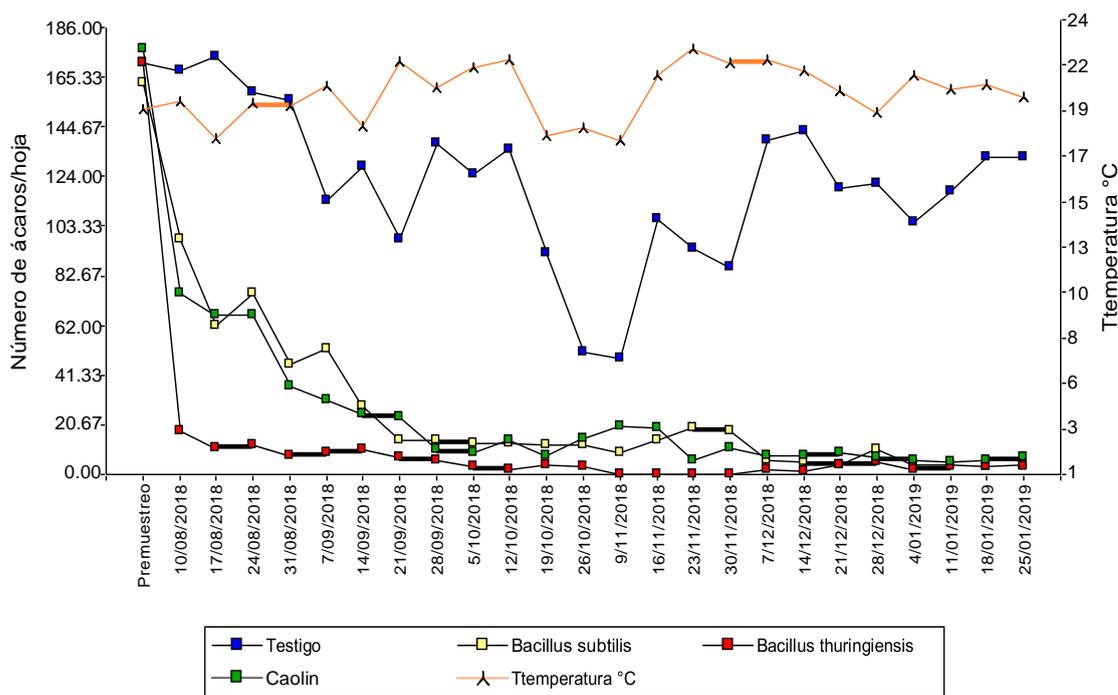
Según la prueba de significación de Duncan al 5 % y 1 % para los tratamientos, *B. thuringiensis* var. *kurstaki* reporta menor grado de infestación de ácaros (00,00) ubicándose en la escala 1; mientras que los tratamientos caolín (19,17) y *B. subtilis* (11,33) se ubican en el grado 4 (anexo 09);, no existe diferencias estadísticas significativas en comparación con el testigo.



Grafica 08: Prueba de significación de Duncan al 5% para tratamientos

422 Efectividad de *Bacillus sp* y caolín en la reducción del porcentaje de incidencia:

El registro ácaros/hoja para cada tratamiento comenzó a los 3 días a partir de la instalación del ensayo. La presencia, ausencia o reducción significativa de ácaros en los tratamientos durante la temporada de aplicación se registró semanalmente (anexo 10). Para mayor comprensión los resultados se presentan en gráficos de perfiles multivariados con las diferencias entre el promedio de ácaros en áreas tratados vs parcela testigo, se incorpora datos de temperatura (°C) para determinar el comportamiento de fluctuación de la plaga.



Grafica 09. Conteo de *Oligonychus sp* (n=30)/semana en parcelas tratadas con *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* y caolín, CIFO-UNHEVAL, temporada 2018-2019.

Semana 1: todos los tratamientos a excepción del tratamiento testigo comienzan a mostrar la eficacia en la reducción de la incidencia siendo el tratamiento *B. thuringiensis* significativamente más eficaz (18 ácaros/hoja) en comparación con el testigo. Los tratamientos *caolín* y *B. thuringiensis* var. *kurstaki* redujeron de 163 y 177 a 97,67 y 74,67 ácaros/hoja en promedio respectivamente no siendo estadísticamente diferentes entre sí.

Semana 2: El tratamiento *B. thuringiensis* var. *kurstaki* comienza a ser significativamente más eficaz y registra bajas poblaciones (7,67 ácaros/hoja). Los tratamientos *caolín* y *B. thuringiensis* registran densidades entre 61,67 y 66,33 poblaciones más bajas que la semana anterior, en comparación con el testigo.

Semana 3. Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre el tratamiento *B. thuringiensis* (12,00 ácaros/hoja) y el testigo. Los tratamientos *caolín* y *B. thuringiensis* no fueron estadísticamente diferentes entre sí, y ambos registran densidades altas 74,67 y 65,67 respectivamente.

Semana 4. La eficacia en la reducción de la densidad poblacional sigue siendo mantenida por *B. thuringiensis* (8,00), en tanto caolín y *B. subtilis* no fueron significativamente diferentes entre sí, y ambos registran densidades altas 37,33 y 46,33 respectivamente, sin embargo, cabe destacar que el número de ácaros/ hoja para ambos tratamientos va en ascenso a través del tiempo.

Semana 5. *B. thuringiensis* var. *kurstaki* es la que sigue liderando en el control de la densidad de ácaros (9,00), sin embargo, el tratamiento *B. subtilis* muestra eficacia en esta semana con un promedio de 30,67 ácaros/hoja y seguida por el tratamiento caolín (51,67 ácaros/hoja), comparados con el testigo.

Semana 6 al 24. A partir de la semana 6 no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, caolín y *B. subtilis*, los tres mantienen baja cantidad de ácaros/hoja. Cabe notar que a partir de la semana 13 el tratamiento *B. thuringiensis* deja de registrar poblaciones de ácaros en las plantas tratadas.

Por tanto, se puede decir que, a corto plazo, el tratamiento *B. thuringiensis* var. *kurstaki* muestra mejor eficacia en el control de ácaros, en tanto los tratamientos caolín y *B. thuringiensis* var. *kurstaki* muestran la eficacia a partir de la semana 6 de aplicación (Tabla 19 y 20).

El porcentaje de efectividad en la reducción de poblaciones de *Oligonychus* sp por tratamiento se evaluó mediante el cálculo de la tasa de eficacia (Molinari *et al.*, 2000), lo cual fue expresado en porcentaje, por medio de la fórmula de eficacia de Henderson-Tilton.

Tabla 19:

Tratamientos (*B. subtilis*, *B. thuringiensis* y caolín agrícola), Reducción de la incidencia de ácaros/hoja a los 7, 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días de monitoreo post-aplicación (% Eficacia = $100 \times [1 - (Ta \times Cb) / (Tb \times Ca)]$ CIFO. UNHEVAL, temporada 2018-2019

Tratamientos	Pre-aplicación (Med. ± EE)	Reducción de Incidencia (%)							
		7 DD	15 DD	30 DD	45 DD	60 DD	75 DD	90 DD	105 DD
<i>B. thuringiensis</i>	163,00 ± 9,09 a	89,29	91,23	93,64	91,74	94,92	97,69	94,44	100,00
Caolín	177,00 ± 9,09 a	56,87	59,89	68,00	77,64	86,08	91,08	83,90	76,16
<i>B. subtilis</i>	170,67 ± 9,09 a	38,80	50,92	59,24	65,32	87,55	89,51	82,52	85,01
Testigo	171,00 ± 9,09 a

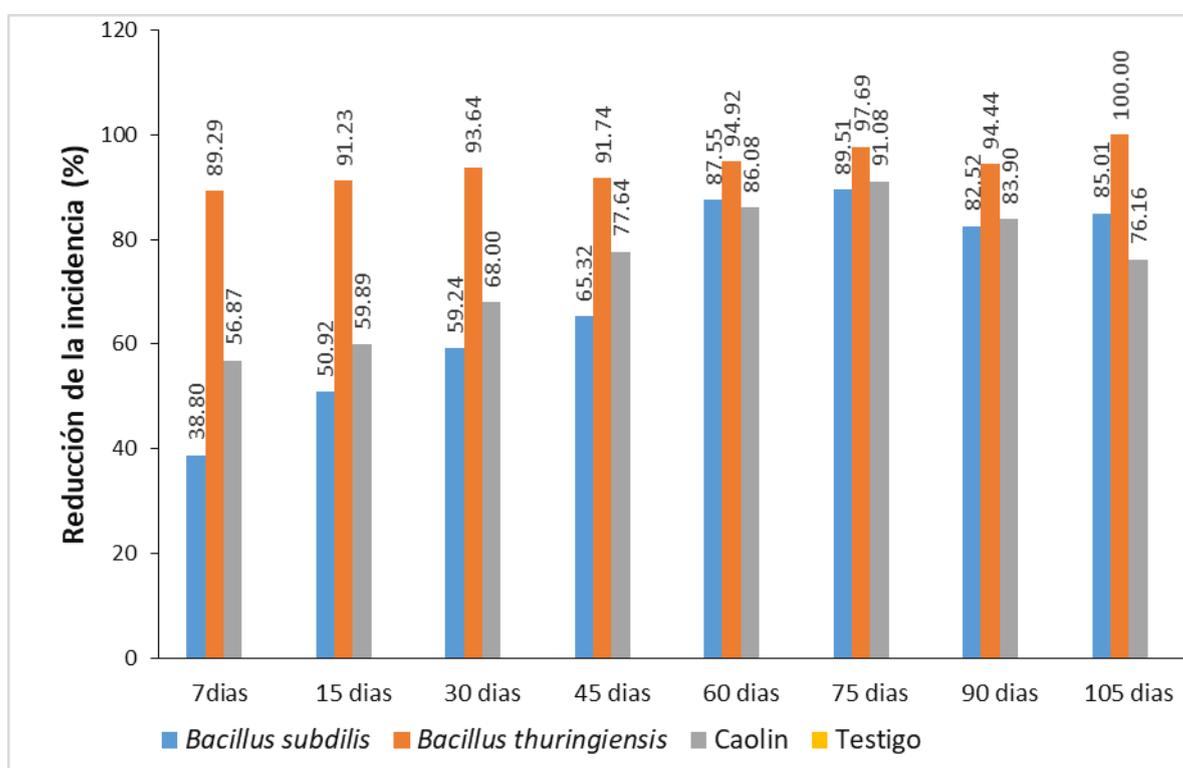
Tabla 20:

Tratamientos (*B. subtilis*, *B. thuringiensis* y caolín agrícola), diferencias estadísticas (promedios de conteos ± EE) de *Oligonychus sp*/semana en monitoreos post-aplicación de los tratamientos. CIFO. UNHEVAL, temporada 2018-2019

Tratamientos	Pre recuento (media ± EE)	7 DD (media ± EE)	15 DD (media ± EE)	30 DD (media ± EE)	45 DD (media ± EE)	60 DD (media ± EE)	75 DD (media ± EE)	90 DD (media ± EE)	105 DD (media ± EE)
<i>B. thuringiensis</i>	170,67 ± 9,09 a	18,00 ± 8,03 a	14,50±7,73 a	10,00± 4,42a	9,50 ± 7,82 a	6,17±16,91 a	2,83±3,41 a	3,50±4,52 a	00,00±13,45 a
Caolín	177,00± 9,09 a	74,67 ± 8,03 b	70,50±7,73 b	51,50±4,42 b	27,8±7,82a b	14,0±16,91 a	11,67±3,41 a	11,67±4,52a	19,17 ±13,45 a
<i>B. subtilis</i>	163,00± 9,09 a	97,67 ± 8,03 b	79,67±7,73 b	60,50±4,42 b	39,83±7,82 b	16,8±16,91 a	13,00±3,41 a	12,17±4,52a	11,33 ±13,45 a
Testigo	171,00± 9,09 a	168,0 ± 8,03 c	170,3±7,73 c	157,3± 4,42 c	120,8±7,82 c	118,2±16,9 b	130,2±3,41 b	71,67±4,52 b	76,85±13,45 b

Promedio en una columna con letras distintas presentan diferencias significativas según la prueba de comparaciones múltiples Test de *Duncan* ($p < 0.05$)

Los primeros 7 días el *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki logra una eficacia en la reducción de los ácaros en un 89,29 %, seguida por el caolín con una eficacia de 56,87 %. A los 15 días de la aplicación *B. thuringiensis* var. kurstaki logra la eficacia en la incidencia de los ácaros en un 91,23 % en comparación con el testigo. Mientras que caolín recién a los 75 días de aplicación muestran la eficacia sobre el 90 %, para luego decaer en las semanas posteriores por debajo del 85 %. En tanto a los 105 días el *B. thuringiensis* var. kurstaki logra reducir por completo (100 %) las poblaciones de ácaros en todas las plantas tratadas.



Grafica 10: Porcentaje de eficacia de los tratamientos en la reducción de ácaros/hoja *Oligonychus sp* en el cultivo del palto.

4.2.3. Eficacia de *Bacillus sp* y caolín en la mortalidad de los ácaros:

En laboratorio, las hojas del palto conteniendo 100 ácaros fueron asperjados por separado para cada tratamiento según el procedimiento empleado por Cabrera (2001) para estos tipos de prueba. Las hojas se examinaron al microscopio estereoscópico (16X) para el conteo de vivos y muertos a los 3, 5, 7 y 9 días del tratamiento, para la determinación del porcentaje de mortalidad en cada concentración se utilizó la fórmula de Abbott, los cálculos de eficacia se basaron en la población de ácaros vivos en la fecha de muestreo, en relación al testigo sin pulverizar y a los datos del recuento de ácaros previo a cada pulverización, la eficacia se expresa en porcentaje.

Tala 21:
Comportamiento de la población de adultos de *Oligonychus sp* en los tratamientos.

Tratamiento	Previo	Ácaros vivos/fragmento de hoja			
	ODDA	3 DD	5 DD	7 DD	9 DD
<i>B. thuringiensis</i> var. kurstaki	100.00 a	3,33a	3,16 a	2,00 a	1,67 a
Bacillus subtilis	100.00 a	9,67ab	6,00a	2,33 a	2,00 a
Caolín	100.00 a	14,00 b	12,00b	9,00 b	7,00 b
Testigo	100.67 a	98,67 c	98,00c	99,67 c	102.00 c
CV		10,65	7,37	7,01	7,57

Prueba de Duncan al 5 % para los tratamientos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al analizar la población de ácaros en los diferentes tratamientos se observa que para el caso de *B. thuringiensis* var. kurstaki la población de ácaros vivos/ hoja disminuye hasta 3,33; 3,16; 2,00 y 1,67 a los tres, cinco, siete y nueve días respectivamente. Seguida por *B. subtilis* a los tres días con 9,67 ácaros vivos/ hoja y para luego decaer a 6,00 en cinco días, 2,33 en siete y 2,00 a los nueve días. Estos dos tratamientos difieren del resto y no presentan diferencia significativa entre ellos, pero si en comparación con el testigo.

En el caso de caolín se observa moderada eficacia los primeros tres, cinco, siete y nueve días (14,12, 9 y 7 ácaros/hoja) con eficacias menores al 87 %.

Tabla 22
Porcentaje de eficacia de los tratamientos

Tratamientos	Por ciento de eficacia			
	Previo	3 DD	5 DD	7 DD
<i>Bacillus thuringiensis</i>	100.00 a	96,28 a	96,60 a	97,66 a
<i>Bacillus subtilis</i>	100.00 a	90,20 a	93,88 a	97,99 a
Caolín	100.00 a	85,81 b	87,76 b	86,97 b
Testigo	100.67 a	-----	-----	-----

A los tres días de efectividad biológica de los tratamientos *Bacillus thuringiensis* var. Alcanzó el 96,28 % seguida por *B. subtilis* 90,20 %; a los 9 días *B. thuringiensis* desciende un punto más (97,66 %) en tanto los *Bacillus sp* también alcanzan mayor eficaz 97,99 % no existiendo diferencias significativas entre ellas. En tanto caolin se en el tercer nivel de eficacia 85,81 a 86,97 %.

- **Contrastación de hipótesis**

- a) La aplicación *Bacillus sp* y caolín en palto tuvo efecto significativo en la reducción de los grados de infestación de ácaros.
- b) La aplicación de *Bacillus sp* y caolín en palto tuvo efecto significativo en la reducción de los porcentajes de incidencia de los ácaros
- c) La aplicación de *Bacillus sp* y caolín en palto tuvo efecto significativo en la mortalidad de los ácaros

4.3. **Discusión de resultados**

a) Efectividad de *Bacillus sp* y caolín en la reducción de los grados de infestación de ácaros

Previo a la aplicación el grado medio de ataque fue 6, esto significa que se observa más de 50 ácaros por hoja y una relativa homogeneidad de la población en todo el campo experimental, según León (2003) el *Oligonychus sp* provoca daños considerables cuando alcanzan sobre 50 individuos por hoja y cuando invaden follaje nuevo en expansión. Reyes-Bello, Mesa-Cobo y Kondo (2011) afirman que las colonias se incrementan sin control en condiciones climáticas favorables pudiendo provocar la caída de hojas dañadas, por su parte Bustillo (2008) aduce la defoliación ocurre cuando la población sobrepasa los 80 a 100 adultos por hoja. Herrera (2016) manifiesta que el umbral de acción para justificar las aplicaciones y/o control está a partir del Grado 3 (11-25) de infestación de individuos. En los resultados obtenidos previo a la aplicación se registran promedios de 163 a 177 ácaros/hoja (grado 6) por lo que la intervención con las aplicaciones fue oportuna y necesaria.

b) Efectividad de *Bacillus sp* y caolín en la reducción de los porcentajes de incidencia de los ácaros

Los primeros 7 días el *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* logra una eficacia en la reducción de los ácaros en un 89,29 %, seguida por el caolín con una eficacia de 55,56 %. A los 15 días de la aplicación *B. thuringiensis* logra la eficacia en la incidencia de los ácaros en un 91,51 % en comparación con el testigo. Mientras que caolín y *B. subtilis* a los 75 días de aplicación muestran la eficacia sobre el 90 %, para luego decaer en las semanas posteriores por debajo de 80 %. En tanto a los 105 días el *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* logra reducir por completo (100 %) las poblaciones de ácaros en todas las plantas tratadas. Estos resultados son parecidas a los obtenidos por Marlene et al, (2003) quienes analizaron la eficacia de *B. thuringiensis* a través del tiempo en el control de ácaros/hoja y se observa que *B. thuringiensis* a los 7 días muestra una eficiencia de 74,22 % y a los 14 un 88,87 %. Esto coincide con los resultados de Almaguel (1996), quien obtuvo

eficacias de 70 a 90 % de *B. thuringiensis* en el control de *Polyphagotarsonemus latus* en papa

Gómez-Bonilla (1995) determinó la eficacia de cinco acaricidas entre ellas *B. thuringiensis* para el control de *Oligonychus perseae* en aguacate, el tratamiento que mostró mejor resultado en controlar las formas móviles del ácaro fue el *B. thuringiensis* con 73 % de eficacia y para las formas no móviles en un 69 % en los primeros 7 días. Mendoza (2016) utilizó el *Bacillus subtilis* para el control de *Tetranychus urticae* logrando una eficacia de 17,23 % a los 14 días y a los 21 días se redujo en un 49,17%. Guanolisa (2015), en su trabajo de tesis: Evaluación de la eficiencia de *B. thuringiensis* en el control biológico de la araña roja determinó que las aplicaciones cada 7 días disminuyen de manera considerable la presencia de adultos, ninfas y larvas en el cultivo.

La utilización de *B. thuringiensis* con efecto acaricida se ha informado por diferentes autores. Existen además patentes que describen la obtención de diferentes bio acaricidas, que contienen entre sus principales componentes exotoxinas, endotoxinas y esporas de *B. thuringiensis*. De las toxinas producidas por cepas de esta especie bacteriana durante su cultivo, solamente tres de ellas tienen acción patogénica sobre diferentes especies de insectos. De estos, dos son termoestables excretadas al medio, y se denominan alfa y beta-exotoxinas. Se ha determinado que solamente esta última tiene efecto sobre los ácaros [Márquez y col., 1997]. Almaguel y col. (2000), en ensayos de laboratorio, obtuvieron que la cepa 13 presenta acción directa de mortalidad sobre adultos y estadios inmaduros de *P. latus*.

Saour, (2005) reporta la eficacia de caolín para control de *Agonoscena targionii*, en un 80% en la población de adultos y ninfas con respecto a las plantas sin tratar. También Saour et al., (2010) observaron que el uso de esta partícula inerte disminuyó en un 86% las poblaciones de ninfas de *Cacopsylla pyri* (Psyllidae) se sugiere que el uso de esta partícula puede ser considerado como una herramienta útil dentro de un programa de manejo integrado de plagas.

c) Eficacia de *Bacillus sp* y Caolín en la mortalidad de los ácaros

Al analizar la eficacia se observa que los mejores tratamientos son con *B. thuringiensis*, *B. subtilis* y caolín, llegan al máximo de eficacia a los siete días con 97,66 y 97,99 % respectivamente. El tratamiento con *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* presenta una alta eficacia en todo momento. Esto coincide con los resultados de Almaguel (1996) quien obtuvo eficacias de 70 a 90 % con *B. thuringiensis* en el control de *P. latus* en papa. De hecho, existen numerosas referencias de esto en el control de ácaros fitófagos. Rosas y Sampedro (2000) reportan el control del ácaro *Brevipalpus spp.* Almaguel y col. (1999) obtienen resultados favorables en el control de *Tetranychus tumidus* ambos autores refieren el uso de *B. thuringiensis*. También Fernández-Larrea et al. (1997) mencionan *B. thuringiensis* muestra alta eficacia en el control de *Polyphagotarsonemus latus*.

4.4. Aporte de la investigación

De acuerdo a los resultados obtenidos en el control de *Oligonychus sp* a base de *Bacillus sp* y caolín se propone la instalación e implementación de un laboratorio para la crianza masiva de *Bacillus sp*, realización de ensayos con el caolín existente en la zona, asistencia técnica a los trabajadores del CIFO y agricultores de la zona en el uso adecuado *Bacillus sp* y caolín, cuidando el entorno medio ambiental y su difusión, transferencia y adopción de tecnología a favor de los agricultores.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki tuvo mayor efecto significativo en la reducción de las infestaciones del grado 6 a grado 2 en un lapso de 60 días, seguida por los tratamientos caolín y *Bacillus subtilis* con el grado 4 a los 60 días no siendo significativamente diferentes.
2. El tratamiento *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki tuvo mayor efecto significativo al reducir la incidencia de ácaros en un 89,29 % en 7 días, y a partir de los 15 días con eficacias superior al 90 %, seguida por el caolín con 56,87 % en 7 días y a los 75 días con 91,08 %.
3. Los tratamientos *B. thuringiensis* y *B. subtilis* tuvieron efecto significativo en la eficacia de la mortalidad de ácaros, eficacias superiores a 90 % en los tres, cinco, siete y nueve días de evaluación.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

1. Que se prioricen temas de investigación en la efectividad biológica de los diversos entomopatógenos a fin de disminuir las poblaciones de plagas agrícolas y mantener por debajo del umbral de daño en periodos largos.
2. *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* y *B. sbitilis* no tienen efectos tóxicos, por lo que se propone como un controlador biológico de ácaros amigable con el medio ambiente y cuidado de la salud de las personas.
3. Realizar investigaciones a base de caolín existente en la zona para comprobar su efectividad en el control de diversas plagas sin alterando el equilibrio del agro ecosistema por ser un producto no toxico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arguedas Gamboa, M. (2012). Clasificación de tipos de daños producidos por insectos forestales. Primera parte. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 3(8), 77-82.
- Bouriga Valdivia, E., Vargas-Sandoval, M., de Jesús Ayala-Ortega, J., Blanca, M., (2016). “Evaluación de insecticidas orgánicos para el control de ácaros en el cultivo del aguacate” ISSN: 2448-475X, p 1-6
- Bravo A., Gill S, Soberón M (2007). Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon* .49: 423-435.
- 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)*. Lima, Perú.
- Carranza, J. H., & Krugg, J. W. (2017). Efecto de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre adultos y ninfas de *Oligonychus sp.* en condiciones de laboratorio. *Revista Rebiol*, 36(1), 51-58.
- Cabrera, R. I. 2001. *Hirsutella thompsonii* Fisher y los plaguicidas químicos en una nueva estrategia para el manejo integrado del ácaro del moho *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acarina: Eriophyidae) en cítricos. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. pp.114.
- Cerna, E., Badii, M. H., Ochoa, Y., Aguirre, U., & Landeros, J. (2009). Tabla de vida de *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) en hojas de aguacate (*Persea americana Mill*) variedad hass, fuerte y criollo. *Universidad y ciencia*, 25(2), 133-140.
- Díaz, B., Garzo, E., Duque, M., González, P., & Fereres, A. (2002). Partículas de caolín: efecto sobre la mortalidad y desarrollo de *Trichoplusia ni* Hubner. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 28, 177-183.
- Ferrari E, AS Jarnagin, BF Schmidt (1993). Commercial production of extracellular enzymes en En *Bacillus subtilis* and other gram-positive bacteria. *Sonnenhshein, Pub.* ASM, Washington, EUA. Cap. 62 pag. 917-937
- Ferreira, J. H. S., Matthee, F. N., & Thomas, A. C. (1991). Biological control of *Eutypa lata* on grapevine by an antagonistic strain of *Bacillus subtilis*. *Phytopathology*, 81(3), 283-287.

- Flores, A., Silva, G., Tapia, M., & Casals, P. (2007). Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) colectada en *Primula obconica* Hance y *Convolvulus arvensis* L. a acaricidas. *Agricultura Técnica*, 67(2), 219-224.
- Fontes Puebla, A. Fu Castillo A., & López-Arroyo, J. I. (2012). Eficacia de productos orgánicos foliares para el control de ninfas y adultos de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: psyllidae). *Biotecnia*, 14(2), 26-31.
- Frutos Mora, M. A., Co-Asesor Cerna Chávez, E., & Co Asesor García Ángel, O. (2017). Tesis: Evaluación de la Efectividad Biológica del Acariciada Azadiractina para el Control del Acaro del Aguacate *Oligonychus punicae* (Hirst) (Acari: Tetranychidae).
- Galindo-Tovar, M. E.; Ogata- Aguilar, N. y Arzate-Fernández, A. M (2008). Some aspects of avocado (*Persea americana* Mill.) diversity and domestication in Mesoamerica. *Genet Resour Crop Evol*, vol. 55, pp. 441-450. ISSN: 1573- 5109.
- Gamaliel, L; Ferreyra, R; Gil, P; Maldonado, P; Toledo, C; Barrera, C. Celedón, J (2010). *El Cultivo de Palto*. INIA. Chile. 82 p
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Vanderzwet, T., Byers, R. E., & Feldhake, C. (1999). Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92(4), 759-771.
- González Andrade, R. C. (1986). *Control químico de araña roja (Oligonychus sp) en el cultivo del aguacate* (No. 516).
- Ibarra, J. E., Del Rincón-Castro MaC, G. E., Patiño, M., Serrano, L., García, R., Carrillo, J. A., & Pardo, L. (2006). Los microorganismos en el control biológico de insectos y fitopatógenos. *Revista latinoamericana de microbiología*, 48(2), 113-120.
- Jawetz, E., Melnick, E. A., Joseph, L., Boyd, R. F. H., Bryan, G., Allen, S. D. J., & Woods, W. C. (1985). *Microbiología médica* No. 579.61.
- Kumar S, Chandra A., Pandey K. (2008) *Bacillus thuringiensis* (Bt) transgenic crop: an environment friendly insect pest management strategy. *J. Environ. Biol.* 29:641-653.
- Lacey LA, Grzywacz D, Shapiro-Ilan DI, Frutos R, Brownbridge M, Goettel MS.J (2015). *Invertebr Pathol.* Nov; 132:1-41.
- Lara Chávez, N., & Contreras Gutiérrez, M (2016). Tesis: *Evaluación de insecticidas orgánicos para el control de ácaros en el cultivo del aguacate*.

- Larrea Izurieta, M. I. (2014). *Bacillus spp.* En *Tetranychus urticae* en rosas (rosa spp.) bajo invernadero y sus eventos de patogenicidad. Bachelor's thesis, Quito.
- Leon, S. A., & Oritz, J. A. (1971). *Effecto de seis acaricidas liquidos, sobre la población de araña roja (Oligonychus sp) en condiciones de campo.* Agricultura en el Salvador.
- Lopez, E. (1991). El problema de los ácaros (arañitas) en los años secos en hortalizas y frutas. *Empresa y avance agrícola (chile)* 1(4): 6-8
- Lobos, O. A. L. (2003). Estudio de los parámetros de la vida de *Oligonychus yothersi* Mc Gregor (Acarina: Tetranychidae) en dos cultivos de palto (*Persea americana* Mill.). Hass y Fuerte (Doctoral dissertation, Universidad Austria de Chile).
- Márquez, M. E., Fernández-Larrea, O., & Almaguel, L. (1999). *Producción y evaluación de cultivos de Bacillus thuringiensis (Berl.) con efecto acaricida sobre Polyphagotar sonemus latus (Banks.) (Acarina: Tarsonemidae).* (No. 3194).
- Martínez, A. Z., de la Torre, P. E., & García, S. A. (2004). *Principales ácaros detectados en la provincia de Villa Clara.*
- Matsuo, T., & Hoshikawa, K. (Eds.). (1993). *Science of the rice plant.* Tokyo: Food and (Vol. 1, p. 686). Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center.
- McMurtry, S. A., M. H., Badii and B. P. Congdom (1985). Studios on a Eusseius species complex on avocado in México and Central America description of has new species (Acari:Phytoseiidae) *Ácarology XXXVI* (2): 107-116.
- McMurtry, J., & Johnson, H. (1966). An ecological study of the spider mite *Oligonychus punicae* (Hirst) and its natural enemies. *Hilgardia*, 37(11), 363-402.
- Mendoza León, D. I. (2016). *Control de ácaros mediante la aplicación de Bacillus subtilis en el cultivo de fresa (Fragaria vesca)*”(Bachelor's thesis).
- Moraes, G. & W. Flechtmann (2008). *Manual de Acarología. Acarología básica e acaros de plantas cultivadas no Brasil.* Holos Editora. 8(1).
- Muñoz Marticorena, J. L., & Rodríguez Berrío, A. (2014). Mites associated with the avocado crop (*Persea americana* Mill) in the Central Coast of Peru. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 217-221.

- Narváez Casanova, A. C. (2015). *Caracterización morfológica y molecular de cepas de Bacillus nativas de suelos de la provincia de Pichincha para biocontrol del ácaro Tetranychus urticae* (Bachelor's thesis, Quito: USFQ).
- Niedmann Lolos, L., & Meza-Basso, L. (2006). Evaluación de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* como una alternativa de manejo integrado de la polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick; Lepidoptera: Gelechiidae) en Chile. *Agricultura Técnica*, 66(3), 235-246.
- Ondarza Beneitez, M. A. (2017). Biopesticidas: tipos y aplicaciones en el control de plagas agrícolas. *Agro productividad*, 10(3).
- Pérez Álvarez, S., Ávila Quezada, G., & Coto Arbelo, O. (2015). El aguacatero (*Persea americana* Mill). *Cultivos Tropicales*, 36(2), 111-123.
- Pérez-Jiménez, R. M (2008). Significant Avocado Diseases Caused by Fungi and Oomycetes. *Eur. J. Plant Sci. Biotech*,
- Polanczyk, R. A., De Bortoli, S. A., & De Bortoli, C. P. (2012). *Bacillus thuringiensis* Based Biopesticides Against Agricultural Pests in Latin America. *In Integrated Pest Management and Pest Control-Current and Future Tactics*. InTech, pp. 1-83: 52-142.
- Portela Dussán, D. D., Chaparro-Giraldo, A., & López-Pazos, S. A. (2013). *La biotecnología de Bacillus thuringiensis en la agricultura*. *Nova*, 11(20).
- Ramírez López, S. M. (2017). *Ciclo biológico y aspectos del comportamiento de Oligonychus sp.(Acarina: Tetranychidae) en Persea americana Mill., en laboratorio*.
- Reyes, J. C. A.; de la Cruz, M. E. B.; Barrientos, A. P.; Aguilar, J. J. M. y Bernal, B. (2011): Conservación ex situ de Ejemplares del Género *Persea* Correspondientes a 12 Especies y 4 Genotipos Afines. *Proceedings VII World Avocado Congress (Actas VII Congreso Mundial del Aguacate*. Cairns, Australia, pp. 5-9.
- Reyes-Bello, J. C., Mesa-Cobo, N. C., & Kondo, T. (2011). Biology of *Oligonychus yothersi* (McGregor)(Acari: Tetranychidae) on avocado *Persea americana* Mill. cv. Lorena (Lauraceae). *Caldasia*, 33(1), 211-220.
- Reyes Jacinto, M., Hernandez-Castro, E., Damián-Nava, A., Cruz-Lagunas, B., Sotelo-Nava, H., & de Morelos, A. (2013). *Comportamiento de araña roja (Oligonychus punicae HIRST) y cristalina (Oligonychus perseae Tuttle, baker*

- y *abbatiello*) durante la etapa de floración del cultivo de aguacate (*Persea americana* MILL) en el municipio de Leonardo bravo, guerrero, México.
- Rodríguez el Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (2007): Teoría y Aplicación del Control Biológico. *Sociedad Mexicana de Control Biológico, México*. 303 p.
- Salazar Briones, F. C., & Alarcón Vásquez, D. (2016). *Evaluación económica para explotación de arcillas tipo caolinita en la concesión minera Rumicucho, centro poblado Huayrapongo, distrito de Llacanora, provincia departamento de Cajamarca*.
- Sauka, D. H., & Benintende, G. B. (2008). *Bacillus thuringiensis*: generalidades: Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. *Revista argentina de microbiología*, 40(2), 124-140.
- Solano Guevara, A. M. (2011). *Dinámica poblacional de Oligonychus perseae Tuttle, Baker y Abbatiello (Acari: Tetranychidae) en Persea americana (Mill.) en San Martín de León Cortés, San José, Costa Rica*.
- Vachon V., Laprade R., Schwartz J.L. año 2012. Current models of the mode of action of *Bacillus thuringiensis* insecticidal crystal proteins: *A critical review*. *J. Invertebr. Pathol.* In press.
- Veitía, M., Feitó, E., Benítez, M., Izquierdo, D., García, V., & Porras, A. (2002). Control biológico de ácaros en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con *Bacillus thuringiensis* Berliner. *In Revista de Protección Vegetal*. (No. 2132)
- Themas A.L., M.E. Muller, B.R. Dodson, M.R. Ellersieck, M. Kaps. 2004. A kaolin based particle film supresses certain insect and fungal pests while reducing heat stress in apples. *Journal of the American Pomological Society* 58(1), 42- 51.
- Romero, A., Rosell, L., Martí, E., & Tous, J. (2006). Aplicación del caolín como tratamiento fitosanitario en el cultivo ecológico del olivo en la comarca del Priorato (Tarragona). Edita DARP.

Anexo 01: Grado de infestación inicial

Tratamiento	Grado de infestación /días									
	Previo	15	30	45	60	75	90	105	120	135
Testigo	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Bacillus subtilis	6	6	6	5	4	4	3	4	4	2
B.thuringiensis	6	4	4	3	2	2	2	1	1	1
Caolin	6	6	6	5	4	4	4	4	3	3

Anexo 02: Grado de infestación inicial

Tratamiento	Repeticiones			Medias	Hojas evaluadas	Grado de Infestación
	I	II	III			
Testigo	178	168	167	171.00	30	6
Bacillus subtilis	157	160	172	163.00	30	6
Bacillus thuringiensis	165	151	196	170.67	30	6
Caolín	158	196	117	157.00	30	6

Anexo 03: Grado de infestación a los 15 días

Tratamiento	Repeticiones			Medias	Hojas evaluadas	Grado de Infestación
	I	II	III			
Testigo	181	175	156.5	170.83	30	6
Bacillus subtilis	102	76	61	79.67	30	6
Bacillus thuringiensis	18.5	11	9	12.83	30	4
Caolin	79	73	59	70.33	30	6

Anexo 04: Grado de infestación a los 30 días

Tratamiento	Repeticiones			Medias	Hojas evaluadas	Grado de Infestación
	I	II	III			
Testigo	153	156	163	157.33	30	6
Bacillus subtilis	49	68.5	64	60.50	30	6
Bacillus thuringiensis	10.5	8	5.5	8.00	30	4
Caolin	62	42	50.5	51.50	30	6

Anexo 05: Grado de infestación a los 45 días

Tratamiento	Repeticiones			Medias	Hojas evaluadas	Grado de Infestación
	I	II	III			
Testigo	127.50	99.00	136.00	120.83	30	6
Bacillus subtilis	27.50	33.00	59.00	39.83	30	5
Bacillus thuringiensis	9.50	11.00	8.00	9.50	30	3
Caolin	36.00	19.00	28.50	27.83	30	5

Anexo 06: Grado de Infestación a los 60 días

Tratamiento	Repeticiones			Medias	Hojas evaluadas	Grado de Infestación
	I	II	III			
Testigo	184.00	96.50	74.00	118.17	30	6
Bacillus subtilis	9.50	13.50	19.00	14.00	30	4
Bacillus thuringiensis	5.00	6.50	7.00	6.17	30	3
Caolin	21.50	10.50	18.50	16.83	30	4

Anexo 07, Grado de infestación a los 75 días

Tratamiento	Repeticiones			Medias	Hojas evaluadas	Grado de Infestación
	I	II	III			
Testigo	139.50	121.00	130.00	130.17	30	6
Bacillus subtilis	11.50	12.50	15.00	13.00	30	4
Bacillus thuringiensis	6.50	1.50	0.50	2.83	30	2
Caolin	8.50	19.00	7.50	11.67	30	4

Anexo 08: Grado de infestación a los 90 días

Tratamiento	Repeticiones			Medias	Hojas evaluadas	Grado de Infestación
	I	II	III			
Testigo	84.00	75.00	56.00	71.67	30	6
Bacillus subtilis	11.50	13.00	12.00	12.17	30	3
Bacillus thuringiensis	6.00	3.50	1.00	3.50	30	2
Caolin	14.50	15.50	5.00	11.67	30	4

Anexo 09: Grado de infestación a los 105 días

Tratamiento	Repeticiones			Medias	Hojas evaluadas	Grado de Infestación
	I	II	III			
Testigo	31.50	75.50	123.50	76.83	30	6
Bacillus subtilis	15.00	8.00	11.00	11.33	30	4
Bacillus thuringiensis	0.00	0.00	0.00	0.00	30	1
Caolin	20.00	25.00	12.50	19.17	30	4

nexo 10: Incidencia de plagas por semanas/tratamiento

Tratamientos	Pre muestra	Agosto				Setiembre				Octubre			
		10/08/18	17/08/18	24/08/18	31/08/18	7/09/18	14/09/18	21/09/18	28/09/18	5/10/18	12/10/18	19/10/18	26/10/18
Testigo	171	168	174	159	156	114	128	98	138	125	135	92	51
Bacillus subtilis	163	98	62	75	46	52	28	14	14	13	13	12	12
Bacillus thuringiensis	171	18	11	12	8	9	10	7	6	3	2	4	3
Caolin agrícola	177	75	66	66	37	31	25	24	10	9	14	8	15
Ttemperatura °C	19.75	20.15	18.25	20.1	19.95	21	18.9	22.25	20.9	21.9	22.3	18.45	18.8

Noviembre				Diciembre				Enero			
9/11/18	16/11/2018	23/11/18	30/11/18	7/12/18	14/12/18	21/12/18	28/12/18	4/01/19	11/01/19	18/01/19	25/01/19
48	106	94	86	139	143	119	121	105	118	132	132
9	14	19	18	6	5	4	10	4	4	3	4
0	0	0	0	2	1	4	5	2	3	3	3
20	19	6	11	8	8	9	7	6	5	6	7
18,2	21.55	22.9	22.15	22.35	21.8	20.7	19.65	21.5	20.8	21.05	20.45

Anexo 12: Panel fotográfico

Aplicación de los tratamientos al cultivo (participación de un estudiante de pregrado UNHEVAL)



Clasificación de los grados de infestación de ácaros en campo.



Conteo de la cantidad de ácaros por hoja (evaluación de la incidencia)



mortalidad de ácaros



Efectividad biológica y/o



Evaluación de incidencia y aplicación de *Bacillus* sp



Prueba de eficacia biológica en laboratorio

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ESCUELA DE POST GRADO UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

Nombre del investigador. Agustina Valverde Rodríguez

Título de la Investigación. *Bacillus sp* y Caolín en el control de ácaros (*Oligonychus sp*) de palto (*Persea americana Mill*) en condiciones edafoclimaticas del Centro de Investigación Frutícola Olerícola - UNHEVAL, 2018.

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿Cuál es la efectividad de <i>Bacillus sp</i> y Caolín en el control de ácaros (<i>Oligonychus sp</i>) de palto (<i>Persea americana Mill</i>) en condiciones edafoclimaticas del Centro de Investigación Frutícola Olerícola - UNHEVAL, 2018?	Evaluar la efectividad de <i>Bacillus sp</i> y Caolín en el control de ácaros (<i>Oligonychus sp</i>) de palto (<i>Persea americana Mill</i>) en condiciones edafoclimaticas del Centro de Investigación Frutícola Olerícola – UNHEVAL	Si aplicamos <i>Bacillus sp</i> y Caolín en palto (<i>Persea americana Mill</i>) entonces tendremos efectos significativos en el control de <i>Oligonychus sp</i> en condiciones edafoclimaticas del Centro de Investigación Frutícola Olerícola – UNHEVAL	VI. <i>Bacillus sp</i> Caolín VD. Control de ácaros VI. Condiciones edafoclimaticas	<i>Bacillus thuringiensis</i> <i>Bacillus subtilis</i> Caolín ↓ Mortalidad, incidencia Daño en el follaje ↓ Clima Suelo
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Sub variables	Sub indicadores
¿Cuál es la efectividad de <i>Bacillus sp</i> y caolín en la reducción de los grados de infestación de ácaros?	Evaluar la efectividad de <i>Bacillus sp</i> y caolín en la reducción de los grados de infestación de ácaros	Si aplicamos <i>Bacillus sp</i> y caolín en palto entonces tendremos efectos significativos en la reducción de los	<i>Bacillus sp</i> , caolín ↓ Daño en el follaje	Dosis ↓ N° de hojas afectados/ planta

		grados de infestación de ácaros		
¿Cuál es la efectividad de <i>Bacillus sp</i> y caolín en la reducción de los porcentajes de incidencia de los ácaros?	Evaluar la efectividad de <i>Bacillus sp</i> y caolín en la reducción de los porcentajes de incidencia de los ácaros	Si aplicamos <i>Bacillus sp</i> y caolín en palto entonces tendremos efectos significativos en la reducción de los porcentajes de incidencia de los ácaros	Bacillus sp, caolin ↓ Incidencia	Dosis ↓ N° de ácaros / hoja
¿Cuál será la eficacia de <i>Bacillus sp</i> y Caolín en la mortalidad de los ácaros?	Determinar la eficacia de <i>Bacillus sp</i> y Caolín en la mortalidad de los ácaros	Si aplicamos <i>Bacillus sp</i> y caolín en palto entonces tendremos efectos significativos en la mortalidad de los ácaros	Bacillus sp, caolin ↓ mortalidad	Dosis ↓ N° de ácaros / hoja

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	POBLACION, MUESTRA	DISEÑO DE INVESTIGACION	TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACION
<p>Tipo de investigación</p> <p>Aplicada, porque se recurrirá a los conocimientos pre constituidos de las ciencias biológicas para solucionar el problema de los ácaros en palto en el Instituto Frutícola Olerícola UNHEVAL. Sustentado en Sánchez (1998) quien indica que la "investigación aplicada se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ellas se deriven" p.13-16</p>	<p>Población Constituida por 108 paltos del Instituto Frutícola Olerícola UNHEVAL.</p> <p>Muestra La evaluación se realizó en 3 árboles por cada parcela experimental es decir 36 plantas de todas las áreas a evaluadas.</p> <p>Unidad de análisis 10 hojas maduras de manera aleatoria de los cuatro puntos cardinales en la parte media y baja de cada árbol (unidad experimental).</p>	<p>Tipo de diseño</p> <p>Experimental, en su forma de diseño completamente al azar (DCA) constituido por tres repeticiones y cuatro tratamientos, con un total de 12 unidades experimentales</p> <p>Técnicas estadísticas Análisis de Varianza para la prueba de hipótesis a un nivel de significancia del 5% y 1%, para repeticiones y tratamientos. Para la comparación de los promedios la prueba de amplitudes de significación de Duncan.</p>	<p>Técnicas bibliográficas</p> <p>Análisis del contenido</p> <p>Fichaje</p> <p>Técnicas de campo</p> <p>observación</p>	<p>Instrumentos:</p> <p>Ficha de investigación o de contenido: Fichas de transcripción, resumen y comentario.</p> <p>Fichas de localización: autor, año, título, edición, editorial, lugar de publicación y paginación.</p> <p>Instrumentos</p> <p>Libreta de campo</p>

<p>2. Nivel de investigación</p> <p>Experimental, porque se manipuló la variable independiente (<i>Bacillus sp</i> y Caolin) y se midió la variable dependiente (control de <i>Oligonichus sp</i>) y se comparara con un testigo (relativo). El experimento se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas - antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos-efecto)", dentro de una situación de control para el investigador. (Hernández, 2004, p 188-189).</p>	<p>Tipo de muestreo</p> <p>Proba listico en la forma de Aleatorio Simple, porque cualquiera de las 108 plantas tuvieron la probabilidad de formar parte de la muestra</p>	<p>Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa de computación InfoStat, la presentación de los datos serán en tablas analizadas estadísticamente. Se empleo la fórmula de Henderson y Tilton (1955) y el programa de computación InfoStat Versión 2013. El Análisis de Varianza para la prueba de hipótesis fue a los niveles de significancia del 5 % y 1 %. Prueba de Duncan (p-value > 0,05), representados en gráfico de barras y de perfiles multivariados</p>		
---	--	--	--	--

NOTA BIBLIOGRÁFICA

Agustina Valverde Rodríguez, nació en el distrito de Huacrachuco, provincia de Marañón, región Huánuco, el 01 de setiembre del año 1985, curso estudios de Nivel secundaria en el Colegio Nacional Mixto “Huayna Cápac”, el nivel Universitario en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de Ingeniería Agronómica a partir del mes de abril del año 2003, obteniendo el grado de Bachiller en el año 2009 y en el mes de agosto 2010 obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo. El estudio de posgrado a nivel de maestría realizó en la Universidad de Chile, obteniendo el grado de maestro en Ciencias Agropecuarias con mención en Sanidad vegetal en abril 2017; así mismo en el mes de abril 2017 ingreso a estudiar el Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, , concluyendo el mismo en el mes de diciembre 2019



DECLARACIÓN JURADA PARA LA AUTORIZACIÓN DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS VIRTUAL

Por medio de la presente, el que suscribe (nombres y apellidos) Agustina
Valverde Rodríguez..... identificado (a) con
DNI N° 42730740 y Código de alumno N°..... con
domicilio en Av. Guardia Civil N° 265 - Caychoyana.....
egresado de la Maestría/Doctorado de Doctorado en Medio Ambiente
San Román de Sañta Fe. Declaro bajo Juramento lo siguiente:

1. He sido informado de los procedimientos para la sustentación virtual para optar el grado de Maestro/Doctor de forma virtual que se encuentran en la página de la Escuela de Posgrado de la UNHEVAL, en el siguiente enlace: <http://www.epgunheval.edu.pe/informacion-para-estudiantes/sustentacion-virtual-tesis/>
2. He sido informado de la sustentación virtual y que el acto académico de sustentación será registrado y grabado en medio electrónico a través de la plataforma virtual **Microsoft Teams** y otorgo autorización para que mi imagen y voz se encuentren incorporadas en el archivo. Este archivo es de uso exclusivo para la universidad o a solicitud de las autoridades pertinentes para fines de registro del grado académico según corresponda.
3. La presente Declaración Jurada será parte de mi expediente de sustentación y será remitida por el correo electrónico proporcionado por la Universidad.

Huánuco, 6 de noviembre de 2020

Firma



Huella

Apellidos y nombres: Valverde Rodríguez Agustina



Huánuco - Perú

ESCUELA DE POSGRADO

Campus Universitario, Pabellón V "A" 2do. Piso - Cayhuayna
Teléfono 514760 - Pág. Web. www.posgrado.unheval.edu.pe



ACTA DE DEFENSA DE TESIS DE DOCTOR

En la Plataforma Microsoft Teams de la Escuela de Posgrado; siendo las 19:00h, del día jueves 03 DE DICIEMBRE DE 2020; la aspirante al Grado de Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Doña Agustina VALVERDE RODRIGUEZ, procedió al acto de Defensa de su Tesis titulado: "Bacillus sp Y CAOLIN EN EL CONTROL DE ÁCAROS (Oligonychus sp) DE PALTO (Persea americana MILL) EN CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN FRUTÍCOLA OLERÍCOLA - UNHEVAL, 2018", ante los miembros del Jurado de Tesis señores:

Dr. Amancio Ricardo ROJAS COTRINA	Presidente
Dr. Pedro David CORDOVA TRUJILLO	Secretario
Dr. Fernando Jeremias GONZALES PARIONA	Vocal
Dr. Zosimo Pedro JACHA AYALA	Vocal
Dr. Edwin Roger ESTEBAN RIVERA	Vocal

Asesor de tesis: Dr. Santos Severino JACOBO SALINAS (Resolución N° 03722-2017-UNHEVAL/EPG-D)

Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación de la aspirante a Doctor, teniendo presente los criterios siguientes:

- Presentación personal.
- Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y solución a un problema social y recomendaciones.
- Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente.
- Dicción y dominio de escenario.

Así mismo, el Jurado planteó a la tesis **las observaciones** siguientes:

.....
.....
.....

Obteniendo en consecuencia la Doctorando la Nota de Diecisiete (17)
Equivalente a Muy Bueno, por lo que se declara Aprobado.
(Aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado firman la presente ACTA en señal de conformidad, en Huánuco, siendo las 21:05 horas del 03 de diciembre de 2020.

PRESIDENTE
DNI N° 04025628

SECRETARIO
DNI N° 22465210

VOCAL
DNI N° 22491216

VOCAL
DNI N° 22407184

VOCAL
DNI N° 20719667

Leyenda:
19 a 20: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno

(Resolución N° 01484-2020-UNHEVAL/EPG-D)



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZÁN

HUÁNUCO – PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



Obtención de grado - Anexo 04

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE POSGRADO - DOCTORADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL

Apellidos y nombres: VALVERDE RODRIGUEZ AGUSTINA DNI: 43730740
Correo electrónico: avalverde@unheval.edu.pe

Teléfono de casa: 980975531 Celular: 980975531 Oficina:

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

POSGRADO
Doctorado:

Grado académico obtenido:

DOCTORADO

Título de la tesis:

***Bacillus sp* Y CAOLIN EN EL CONTROL DE ÁCAROS (*Oligonychus sp*) DE PALTO (*Persea americana* MILL) EN CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN FRUTÍCOLA OLERÍCOLA - UNHEVAL, 2018**

Tipo de acceso que autoriza el autor:

Marcar "X"	Categoría de acceso	Descripción de acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible el documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, mas no al texto completo.

Al elegir la opción "Público" a través de la presente autorizo de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web repositorio.unheval.edu.pe, por un plazo indefinido, consintiendo que dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

() 1 año () 2 años () 3 años () 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 10 de diciembre del 2020

Firma del autor