

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“ENSAYOS DE EFICACIA EN CÍTRICOS PARA  
AGROEXPORTACIÓN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**ROGGER BOJORQUEZ PINEDO**

**LIMA – PERÚ**

**2023**



# ENSAYOS DE EFICACIA EN CÍTRICOS PARA AGROEXPORTACIÓN

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>10%</b>	<b>10%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.unemi.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>www.agrocalidad.gob.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>purl.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>extwprlegs1.fao.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>cdn.www.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>www.unica.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad Alas Peruanas</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“ENSAYOS DE EFICACIA EN CÍTRICOS PARA  
AGROEXPORTACIÓN”**

**Rogger Bojorquez Pinedo**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....  
Dr. Erick Espinoza Núñez

**PRESIDENTE**

.....  
Ing. Mg. Sc. Carmen del Pilar Livia Tacza

**ASESOR**

.....  
Ph. D. Luis Miguel Cruces Navarro

**MIEMBRO**

.....  
Ing. Mg. Sc. German Elías Joyo Coronado

**MIEMBRO**

Lima – Perú

2023



## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Objetivos .....	1
1.1.1.	Objetivo general.....	1
1.1.2.	Objetivos específicos.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	Cítricos de Agroexportación .....	3
2.2.	Plaguicidas de Uso agrícola (PUA).....	4
2.3.	Ensayos de eficacia .....	4
2.4.	Condiciones experimentales.....	4
2.4.1.	Selección del frutal .....	5
2.4.2.	Identificación de la plaga.....	5
2.4.3.	Localización.....	5
2.4.4.	Época .....	6
2.4.5.	Diseño experimental.....	6
2.4.6.	Tratamientos y Aplicación.....	6
2.5.	Métodos de evaluación del ensayo de eficacia.....	7
2.6.	Procesamiento de datos .....	7
2.6.1.	Análisis de Variancia (ANOVA).....	8
2.6.2.	Transformación de datos.....	8
2.6.3.	Fórmulas para el porcentaje de eficacia.....	8
2.7.	Presentación del informe del ensayo de eficacia.....	9
III.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL .....	10
3.1.	Condiciones experimentales.....	11
3.1.1.	Selección del frutal .....	11
3.1.2.	Identificación de la plaga.....	11
3.1.3.	Localización.....	12
3.1.4.	Época .....	12
3.1.5.	Diseño experimental .....	12
3.1.6.	Tratamientos y Aplicación.....	12
3.2.	Método de evaluación del ensayo de eficacia .....	13
3.3.	Procesamiento de datos .....	14



3.3.1. Análisis de Varianza (ANOVA).....	14
3.3.2. Transformación de datos.....	17
3.3.3. Fórmulas para el porcentaje de eficacia.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. De la importancia de los ensayos de eficacia .....	24
4.2. De la ejecución del ensayo de eficacia .....	24
4.3. Del diseño experimental y método estadístico empleado .....	25
V. CONCLUSIONES .....	27
VI. RECOMENDACIONES .....	28
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
VIII. ANEXOS.....	32



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información del frutal del Ensayo 1 .....	11
Tabla 2: Información del frutal del Ensayo 2 .....	11
Tabla 3: Tratamientos en ensayo 1 .....	13
Tabla 4: Tratamientos en ensayo 2 .....	13
Tabla 5: Procedimiento ANOVA (ADA) en el ensayo 1 .....	14
Tabla 6: Procedimiento ANOVA (ADA) en el ensayo 2 .....	14
Tabla 7: Procedimiento ANOVA (8DDA) en el ensayo 1 .....	15
Tabla 8: Procedimiento ANOVA (10DDA) en el ensayo 2 .....	15
Tabla 9: Procedimiento ANOVA (5DD2A) en el ensayo 1 .....	16
Tabla 10: Procedimiento ANOVA (15 DDA) en el ensayo 2 .....	17
Tabla 11: Resultados obtenidos de las evaluaciones en campo en el ensayo 1 .....	18
Tabla 12: Resultados obtenidos de las evaluaciones en campo en el ensayo 2 .....	19
Tabla 13: Resultados transformados de las evaluaciones en campo en el ensayo 1 .....	20
Tabla 14: Resultados transformados de las evaluaciones en campo en el ensayo 2 .....	21
Tabla 15: Porcentaje de eficacia de control sobre <i>Panonychus citri</i> en el ensayo 1 .....	22
Tabla 16: Porcentaje de eficacia de control sobre <i>Panonychus citri</i> en el ensayo 2 .....	22



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Agro exportaciones no tradicionales 2022.....	3
Figura 2: Fórmula de Henderson-Tilton.....	8
Figura 3: Fórmula de Abbot .....	9



## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1: Estructura del informe técnico final.....	32
----------------------------------------------------	----



## RESUMEN

Los ensayos de eficacia de plaguicidas experimentales son parte fundamental para la evaluación y determinación de un siguiente registro del plaguicida de uso agrícola. En el presente trabajo se desarrollaron dos ensayos de eficacia experimentales en el cultivo de mandarina, en Huaral y la Irrigación Santa Rosa, con el objetivo de determinar la eficacia de diferentes plaguicidas bajo distintas dosis para el control de *Panonychus citri*. Uno de los ensayos permitió comparar distintas formulaciones experimentales de productos de origen biológico y el segundo, productos de origen químico y aceites minerales. La instalación de los ensayos requirió información de los plaguicidas, dosis propuesta por el formulador, plaguicidas comerciales de referencia, cultivo, plaga a evaluar, metodología de evaluación y determinación de la época de presencia de la plaga objetivo. El diseño experimental empleado fue DBCA. En la comparación de medias se utilizó el método Duncan, el cual permitió establecer rangos de significancia. El análisis de datos se desarrolló en el programa estadístico SAS y el porcentaje de eficacia se determinó mediante la fórmula de Henderson-Tilton. El primer ensayo de biológicos demostró que las formulaciones experimentales demostraron el mismo efecto que productos comerciales de referencia y el segundo concluyó que los aceites minerales tienen el mismo efecto de control que los de origen químico. Ambos ensayos permitieron determinar que productos pasaron a una siguiente etapa para su registro ante el SENASA.

**Palabras clave:** ensayo, eficacia, plaguicida.



## ABSTRACT

Experimental pesticide efficacy trials are a fundamental part of the evaluation and determination of the next pesticide registration for agricultural use. In the present research, two experimental efficacy trials were carried out on mandarin crops in Huaral and Irrigación Santa Rosa, with the objective of determining the efficacy of different pesticides at different doses for the control of *Panonychus citri*. One of the trials compared different experimental formulations of products of biological origin and the second, products of chemical origin and mineral oils. The installation of the trials required information on the pesticides, dosage proposed by the formulator, commercial reference pesticides, crop, pest to be evaluated, evaluation methodology and determination of the time of presence of the target pest. The experimental design used was DBCA. The Duncan method was used for the comparison of means, which allowed establishing ranges of significance. Data analysis was carried out in the SAS statistical program and the percentage of efficacy was determined using the Henderson-Tilton formula. The first biological test showed that the experimental formulations demonstrated the same effect as commercial reference products and the second concluded that mineral oils have the same control effect as those of chemical origin. Both trials were able to determine which products moved on to the next stage for registration with SENASA.

**Keywords:** trial, efficacy, pesticide.



## **I. INTRODUCCIÓN**

Los plaguicidas son sustancias complejas muy necesarias en la solución de los problemas que presentan comúnmente los cultivos agrícolas. Sin embargo, pueden ocasionar un conjunto de riesgos mayores a sus beneficios si no son utilizados adecuadamente por ende su uso debe realizarse de manera correcta cumpliendo así con las indicaciones de su etiqueta (MINAGRI, 2015).

Los ensayos de eficacia nos ayudan a evaluar productos para uso en protección vegetal en un cultivo específico. Estos deben cumplir procedimientos y metodologías científicas rigurosas con el fin de asegurar el control eficiente de un problema fitosanitario (MTA, 2019)

En el presente trabajo monográfico se describe la importancia de realizar un ensayo de eficacia para la demostración del control de la especie plaga propuesta en frutales de exportación como los cítricos. Además, se precisan metodologías para la evaluación de los ensayos y el diseño experimental al cual se adecuan.

### **1.1. Objetivos**

#### **1.1.1. Objetivo general**

Describir el proceso y condiciones necesarias de los ensayos de eficacia de productos experimentales para su futuro registro como plaguicida de uso agrícola en el cultivo de cítricos de agroexportación del norte chico del Perú.



### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Indicar metodología de evaluación del ensayo de eficacia en cítricos.
- Explicar la ejecución en campo de los ensayos de eficacia en cítricos.
- Precisar el diseño experimental que se va a utilizar en el ensayo de eficacia.

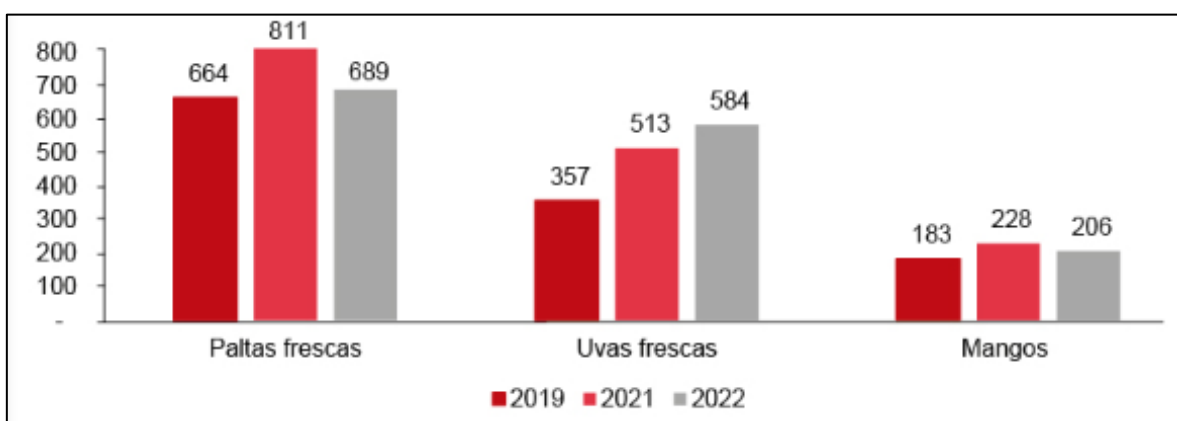


## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Cítricos de Agroexportación

Según PROMPERU (2020) indica que las exportaciones peruanas sumaron un total de 11302 millones de dólares durante el periodo de enero a abril de 2020, con lo cual muestra una disminución del 22.8% respecto al similar periodo de 2019. Por otro lado, fuera de los principales mercados de destino, los envíos más dinámicos y con mayor crecimiento porcentual del 2020 fueron Rusia (+45%), Bélgica (+45.4%), Colombia (+34%), Canadá (+24.6%) y México (+21.3%). En el caso de Canadá, cabe resaltar que el incremento se dio al incremento de exportaciones de mandarinas (+US\$ 2 millones).

Comexperu (2022) indica que, dentro de la amplia gama de productos agrícolas exportados, destacan las paltas frescas, las uvas, los mangos, los arándanos y los espárragos. Cabe mencionar que los frutales están destinados al mercado exterior logrando posicionarse como los principales agro exportaciones no tradicionales en el Perú.



**Figura 1: Agro exportaciones no tradicionales 2022**

FUENTE: ComexPeru (2022)



Dentro de estos productos agrícolas exportados mencionados anteriormente, también destaca los cítricos ya que cada vez tienen mayor demanda en los mercados internacionales. El Perú es uno de los países que cosecha durante más meses al año. Cabe mencionar, entre enero y agosto de 2020, las exportaciones de cítricos alcanzaron un total de US\$ 258 millones, un 43% por encima de la cifra para el mismo periodo del año anterior. Además, con estos datos, las exportaciones de cítricos alcanzaron un record histórico (Comexperu, 2020).

Actualmente el mercado principal de cítricos es de Estados Unidos, a pesar que ha presentado una caída importante de 34% respecto al volumen enviado en 2022. Sin embargo, hay otros destinos que si han crecido en cifras interesantes (Reino Unido con 38%, Asia con 60% y Canadá con 46%) (CITRINOTAS, 2023). Con esto podemos concluir de lo importante que es la industria citrícola peruana a nivel mundial.

## **2.2. Plaguicidas de Uso agrícola (PUA)**

Los plaguicidas de uso agrícola son “cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, las especies no deseadas de plantas o animales que causen perjuicio o que interfieren de cualquier forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera” (MINAGRI, 2015). Se clasifican de acuerdo a su naturaleza de síntesis: Plaguicidas químicos de uso agrícola (PQUA) y Plaguicidas biológicos de uso agrícola (PBUA) (MINAGRI, 2015).

## **2.3. Ensayos de eficacia**

“Método científico experimental para comprobar las recomendaciones de uso de un plaguicida con fines de registro” (MINAGRI, 2015). Según la MTA (2019) indica que es una prueba desarrollada bajo un método científico experimental para comprobar las recomendaciones de uso de un plaguicida con fines de registro o modificación del mismo.

## **2.4. Condiciones experimentales**

Es fundamental tener un orden para conducir de manera adecuada un ensayo de eficacia. Según el manual para la elaboración de protocolos para ensayos de eficacia (Cámara Procultivos-ANDI e Instituto Colombiano agropecuario [ICA], s.f.) este debe tener la



siguiente estructura.

#### **2.4.1. Selección del frutal**

Se debe identificar el frutal en el que se va a realizar el ensayo de eficacia y el órgano de la planta donde se localiza la plaga en el que ocasione el daño económico (hojas, flores, frutos, ramas, raíces, etc). La selección del frutal debe ser de la variedad más difundida, con características de mediana susceptibilidad a la plaga y de un desarrollo uniforme.

En cuanto a las variedades de cítricos más difundidas en la zona de norte chico son: Satsuma Okitsu, Satsuma Owari, W-Murcott, Rio de Oro, Tango y Malvasio.

#### **2.4.2. Identificación de la plaga**

La plaga deberá ser correctamente identificada y debe adjuntarse un documento oficial de respaldo correspondiente. La identificación debe ser a nivel de especie para las registradas e identificadas en el país. En el caso de nuevas y no identificadas a nivel de género.

En el norte chico para el cultivo de los cítricos las principales plagas son los ácaros como la arañita roja (*Panonychus citri*) y el acaro del tostado (*Phyllocoptruta oleivora*), además de estas plagas claves también están las plagas secundarias como por ejemplo la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*), queresa coma (*Lepidosaphes beckii*) y el minador de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*).

#### **2.4.3. Localización**

Deben ser zonas representativas donde la plaga se presente regularmente, de fácil acceso y productores que estén dispuestos hacer el ensayo. Los ensayos deben repetirse por lo menos en 2 zonas agroecológicas diferentes para el cultivo seleccionado; o se puede repetir el ensayo en la misma zona, pero en diferentes campañas.

Es importante registrar las condiciones del agroecosistema ya que la variabilidad climática podría alterar los resultados. Se deben evitar las zonas de viento y las cercanas a otros cultivos a fin de evitar posibles contaminaciones de productos de uso agrícola de campos aledaños.



#### **2.4.4. Época**

Debemos tener en cuenta la época ya que esta define la presencia de la plaga en el cultivo seleccionado. Es importante tener en cuenta las fluctuaciones poblaciones de cada plaga en la zona donde se va a realizar el ensayo.

Las principales plagas en los cultivos de cítrico son el ácaro del tostado (*Phyllocoptruta oleivora*) y la arañita roja (*Panonychus citri*). Estas se vuelven más agresivas en los meses de verano debido a que por el efecto de las altas temperaturas acortan su ciclo biológico y por lo tanto aumentan con mayor rapidez las poblaciones.

#### **2.4.5. Diseño experimental**

El diseño experimental permitirá la evaluación estadística del ensayo, este no debe ser muy complejo. La elección del diseño debe estar acorde a la biología de la plaga, la naturaleza del plaguicida y la aplicabilidad en un programa de manejo fitosanitario. Cada diseño tiene un condicionamiento en relación con la distribución espacial de la plaga, forma y tamaño de la parcela y el número de repeticiones. Al tener más repeticiones, el ensayo experimental se vuelve más preciso. Lo mínimo debe ser 3 repeticiones (SENASA, 2015).

El tamaño de la parcela debe ser tal que la deriva de la aplicación no afecte a las parcelas adyacentes, que contenga suficientes plantas u órganos para evaluar la infestación o daño y que las poblaciones de la plaga no migren de una parcela a otra (SENASA, 2015).

El diseño de bloques completamente al azar (DBCA) es el más utilizado junto al diseño completamente al azar (DCA). El análisis estadístico es la herramienta para determinar si realmente existen diferencias estadísticas entre tratamientos. Generalmente se utiliza un análisis de varianza, el coeficiente de variación y pruebas de comparación de medias para establecer diferencias entre tratamientos (Cámara Procultivos-ANDI e ICA, s.f.).

#### **2.4.6. Tratamientos y Aplicación**

Generalmente se desarrollan de cinco a seis tratamientos incluyendo el testigo y de cuatro a tres repeticiones. Estas últimas permiten estimar el error experimental, que corresponde a la unidad básica de medición de la variabilidad del experimento con el cual se determina si las



diferencias presentadas entre las medias de los tratamientos serán estadísticamente diferentes (Cámara Procultivos-ANDI e ICA, s.f.). Para mayor precisión y diferencias entre las medias de los tratamientos, se deberá realizar mayor número de repeticiones.

Para la dosis, se toma como referencia la proporcionada por el proveedor del agroquímico y de esta se tomarán dosis mayores y menores.

Respecto a la aplicación, esta deberá ser uniforme empleando una misma presión y a una misma velocidad.

## **2.5. Métodos de evaluación del ensayo de eficacia**

Los ensayos deberán incluir un producto de referencia, este deberá estar previamente ya registrado con una dosis conocida para lograr una evaluación representativa. Para ello este producto deberá estar registrado para el control de la plaga en el cultivo determinado y ser del mismo ingrediente activo. De no existir producto de referencia, generalmente, se plantea un tratamiento más.

La metodología de evaluación dependerá del blanco biológico a controlar, si es un insecto o enfermedad. El método debe definirse previamente procurando que éste nos permita determinar cuantitativamente los cambios poblacionales de la plaga. En relación al momento y frecuencia, debe realizarse una evaluación previa al inicio de la aplicación, y definirse la frecuencia con la que se van a conducir las evaluaciones, tomando en cuenta la dinámica poblacional de la especie o especies en estudio, así como las características propias del plaguicida. (MTA, 2019).

## **2.6. Procesamiento de datos**

Los resultados obtenidos en campo deberán procesarse y registrarse de manera ordenada y sistemática en una tabla para su posterior análisis estadístico. Entre los programas estadísticos más usados se encuentran R, SAS y SPSS.



### 2.6.1. Análisis de Variancia (ANOVA)

El análisis de variancia nos permitirá comparar las varianzas entre las medias (o el promedio) de diferentes grupos y precisar si existe diferencia entre las medias de los diferentes grupos (TIBCO, s.f.). Esta permitirá verificar que se cumplan los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Con el Anova no es posible hacer recomendaciones específicas de los tratamientos; por lo tanto, se debe recurrir a pruebas de las medias de tratamientos (Cámara Procultivos-ANDI e ICA, s.f.).

En sanidad vegetal las pruebas de comparación de medias más comúnmente usadas son Dunnet, Tukey y Scheffe. La prueba de Dunnett se usa para comparar la media del testigo con cada una de las medias de los otros tratamientos (Cámara Procultivos-ANDI e ICA, s.f.).

### 2.6.2. Transformación de datos

La transformación de datos se realiza para asegurarse que estos tengan una distribución normal. Los tipos de transformaciones más usados son: raíz cuadrada e inversa de la variable. Cabe resaltar que, a pesar de realizar la transformación de datos, se deben presentar los datos de las evaluaciones de campo sin transformar.

### 2.6.3. Fórmulas para el porcentaje de eficacia

Para determinar el efecto de los tratamientos se calcula la eficacia expresada en porcentaje. Existen diferentes fórmulas, no obstante, las más usadas son Henderson y Tilton; así como Abbot para la variable de número de individuos vivos.

Según la Cámara Procultivos-ANDI e ICA (s.f), estas son:

- **Henderson-Tilton:**

Si la infestación es heterogénea antes de la aplicación, se usa la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left[ 1 - \left( \frac{Ca}{Ta} \right) * \left( \frac{Td}{Cd} \right) \right] * 100$$

**Figura 2: Fórmula de Henderson-Tilton**



Donde:

Ta = Infestación en parcela tratada antes de aplicar el tratamiento

Ca = Infestación en parcela testigo antes de aplicar el tratamiento

Td = Infestación en parcela tratada después de aplicar el tratamiento

Cd = Infestación en parcela testigo después de aplicar el tratamiento

- **Abbott:**

Cuando la infestación es homogénea, no se justifica usar la anterior ecuación, sino la de Abbot que es una simplificación de la de Henderson-Tilton cuando Ta=Ca, esto es:

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left[ 1 - \left( \frac{Td}{Cd} \right) \right] * 100 = \left( \frac{Cd - Td}{Cd} \right) * 100$$

**Figura 3: Fórmula de Abbot**

## **2.7. Presentación del informe del ensayo de eficacia**

Los resultados obtenidos en los ensayos de eficacia serán plasmados en un informe técnico final donde se presentará información suficiente y necesaria (Anexo 1), incluyendo evaluaciones y análisis estadístico. La narrativa debe ser clara y concisa así también, la lectura del informe debe ser entendible para otro técnico que no haya participado directamente en el ensayo y le permita replicar el ensayo basado en la información contenida en el mismo.



### **III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**

En base a la experiencia profesional desarrollada en ensayos de eficacia de plaguicidas experimentales, es necesario mencionar que estos son una parte importante y fundamental para la evaluación y determinación de un siguiente registro del plaguicida de uso agrícola. Asimismo, estos deben ser elaborados de manera clara y precisa para no perder el eje de los siguientes objetivos que nos ayudarán a demostrar que un plaguicida es eficaz en el control de una especie plaga propuesta.

- Determinar la eficacia del plaguicida bajo diferentes dosis en un cultivo definido y para un blanco biológico específico.
- Determinar si el plaguicida es fitotóxico sobre el cultivo.

A continuación, se mencionará dos ejemplos de ensayos de eficacia de validación en 2 zonas diferentes (Irrigación Santa Rosa y Huaral) de un acaricida biológico con 3 formulaciones diferentes en comparación con acaricidas biológicos comerciales. En el caso del segundo ensayo, se ha validado una formulación de aceite mineral y se comparó con acaricidas comerciales y aceite comercial.

Como primer paso para el desarrollo de este ensayo de eficacia de validación, se recibe la información del plaguicida, cultivo y plaga a evaluar; así también, la dosis recomendada por el formulador. Después de ello y ya con las muestras, se procederá a evaluar las condiciones experimentales.



### 3.1. Condiciones experimentales

#### 3.1.1. Selección del frutal

Se identificará el frutal para la realización del ensayo de eficacia y la parte donde se localizará la plaga que ocasiona el daño económico (hojas y frutos). En el caso del primer ensayo, se seleccionó el cultivo de Naranja (*Citrus sinensis*) variedad Huando con infestación alta de arañita roja (*Panonychus citri*) sobre las hojas. Respecto a la fenología, el frutal se encontró en etapa de maduración de fruto. En el caso del segundo ensayo, se seleccionó el cultivo de Mandarina (*Citrus reticulata*) variedad Malvasio también con infestación alta de arañita roja (*Panonychus citri*) sobre hojas. En cuanto a su fenología, el frutal se encontraba en etapa de crecimiento de fruto. Importante mencionar que los productos evaluados en el primer ensayo son de origen biológico y del segundo ensayo son de origen químico.

**Tabla 1: Información del frutal del Ensayo 1**

Cultivo	Naranja
Variedad	Huando
Edad	10 años
Distanciamiento	3 x 4
Tipo De Riego	Goteo

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 2: Información del frutal del Ensayo 2**

Cultivo	Mandarina
Variedad	Malváceo
Edad	15 años
Distanciamiento	3 x 5
Tipo De Riego	Goteo

FUENTE: Elaboración propia

#### 3.1.2. Identificación de la plaga

La plaga se identificó mediante el uso de lupa entomológica (20X) tanto en el ensayo 1 como en el 2. Los estados encontrados fueron huevo, ninfas y adulto. Por otro lado, es de suma importancia realizar una evaluación preliminar del grado de infestación de la arañita roja (*Panonychus citri*) que posee el frutal para determinar si es un campo idóneo para la instalación del ensayo.



### **3.1.3. Localización**

El primer ensayo se realizó en una parcela de un agricultor de la zona de Los Médanos-Irrigación Santa Rosa. Esta zona es representativa en el cultivo de cítricos siendo la plaga principal la arañita roja (*Panonychus citri*). El segundo ensayo se instaló en una parcela de un agricultor de la zona de Caqui-Huaral, la cual también es una zona representativa en la producción de cítricos.

### **3.1.4. Época**

Tanto en la zona de Irrigación Santa Rosa como en la zona de Huaral, para el cultivo de cítricos, el principal problema es la arañita roja (*Panonychus citri*). Esta plaga es más agresiva en los meses de primavera/verano debido al efecto de las altas temperaturas que acorta su ciclo biológico aumentando con mayor rapidez su población. Estas dos estaciones son críticas para demostrar la efectividad del plaguicida.

### **3.1.5. Diseño experimental**

En ambos ensayos realizados se utilizó un diseño bajo el sistema de bloques completos al azar (DBCA); ambos ensayos contaron con 8 tratamientos. Respecto a las repeticiones, se realizaron 3 en cada uno. Ambos ensayos se realizaron en campo abierto. Para la comparación de los promedios de los tratamientos se utilizó el método de Duncan a fin de determinar la significancia entre estos. Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico SAS.

### **3.1.6. Tratamientos y Aplicación**

El primer y segundo ensayo contó con 8 tratamientos y 3 repeticiones respectivamente. Para la aplicación de los tratamientos en las unidades experimentales, se utilizó una mochila fumigadora manual con capacidad de 20L. Los productos ensayados se muestran en la tabla 2 y 3. Solo en el ensayo 1 se realizó 2 aplicaciones por tratamiento debido a que los productos ensayados fueron de origen biológico (extractos naturales de origen vegetal). En el segundo ensayo solo se realizó una aplicación ya que por ser de origen químico tiene más poder residual.



**Tabla 3: Tratamientos en ensayo 1**

Tratamiento	Descripción	Ingrediente activo	Dosis (L/cil)
T1	CAN 30R	Extracto de canela	0.3
T2	CAN 30RN	Extracto de canela	0.3
T3	CAN 30RX	Extracto de canela	0.3
T4	REPEL	Extracto de ají	0.3
T5	WONDER	Extracto de ají y ajo	0.3
T6	SEICAN	Extracto de canela	0.3
T7	GREENEX ULTRA	Extracto de matrine	0.3
T8	Testigo	N.A.	N.A.

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 4: Tratamientos en ensayo 2**

Tratamiento	Descripción	Ingrediente activo	Dosis (L/cil)
T1	LAINCOL	Aceite mineral	1
T2	TRITEK	Aceite mineral	1
T3	ENVIGO	Hexythiazox y Fenpyroximate	0.06
T4	ENVIGO	Hexythiazox y Fenpyroximate	0.08
T5	MARCADOR	Bifenazate	0.2
T6	LAINCOL	Aceite mineral	2
T7	TRITEK	Aceite mineral	2
T8	Testigo	N.A.	N.A.

FUENTE: Elaboración propia

### 3.2. Método de evaluación del ensayo de eficacia

En el caso de esta plaga, la metodología empleada fue el conteo directo de individuos. Se marcaron 10 hojas por árbol, ubicados cardinalmente en el tercio central. Se contabilizó el número de individuos de la arañita roja en las hojas marcadas y se realizó un total de 3 conteos en el transcurso del ensayo. Los días de evaluación del primer ensayo fueron antes de la aplicación (ADA), 8 días después de la aplicación (8DDA) y 5 días después de la segunda aplicación (5DD2A). En el segundo ensayo los días de evaluación fueron ADA, 10DDA y 15DDA; los cuales permitieron valorar el efecto de control en el tiempo. Con estos datos se calculó la variación en los números de individuos de arañita roja en los distintos tratamientos y, más adelante, la eficacia de cada uno de ellos respecto al testigo.



### 3.3. Procesamiento de datos

Los resultados se analizaron mediante el programa estadístico SAS, las comparaciones entre tratamientos se realizaron mediante el análisis de la varianza (ANOVA) y las comparaciones entre medios se realizaron mediante Duncan.

#### 3.3.1. Análisis de Varianza (ANOVA)

El análisis de varianza para el promedio de individuos de arañita roja (*Panonychus citri*) en ADA tanto en el ensayo 1 y en el ensayo 2 no mostraron diferencia significativa entre bloques y tratamiento. Esto se debe a que no recibieron tratamiento alguno de los productos acaricidas. El coeficiente de variabilidad en el ensayo 1 fue 10.59 % y en el ensayo 2 fue 17.71%. Estos datos nos indican que los datos son homogéneos lo que valida la conducción experimental del ensayo (tablas 5 y 6).

**Tabla 5: Procedimiento ANOVA (ADA) en el ensayo 1**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	9	1.62072917	0.18008102	0.58	0.7909
Error	14	4.32876667	0.30919762		
Total corregido	23	5.94949583			
<b>R-cuadrado</b>		<b>Var. Coef.</b>	<b>Raiz M SE</b>	<b>Media de VR</b>	
0.272415		10.59237	0.556055	5.249583	
Origen	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
TRAT	7	0.884889583	0.12641369	0.41	0.8812
BLOQ	2	0.73583333	0.36791667	1.19	0.332

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 6: Procedimiento ANOVA (ADA) en el ensayo 2**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	9	10.84958333	1.20550926	1.7	0.1802
Error	14	9.93	0.70928571		
Total corregido	23	20.77958333			
<b>R-cuadrado</b>		<b>Var. Coef.</b>	<b>Raiz M SE</b>	<b>Media de VR</b>	
0.522127		17.7148	0.842191	4.754167	
Origen	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
TRAT	7	7.68625	1.09803571	1.55	0.2301
BLOQ	2	3.1633333	1.5816667	2.23	0.1443

FUENTE: Elaboración propia



La prueba Duncan no logró encontrar diferencias estadísticamente significativas entre las medias, cualquier diferencia encontrada probablemente se deba al azar, ya que los árboles aún no habían recibido los tratamientos propuestos.

En el ensayo 1, el análisis de varianza para el promedio de individuos de arañita roja (*Panonychus citri*) a los 8DDA mostró una diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias. Asimismo, en el ensayo 2, también mostró diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad en el ensayo 1 fue de 20.76 %, y en el ensayo 2 fue 25.34 %, siendo ambos valores admisibles, indicando que los datos son homogéneos (tablas 7 y 8).

**Tabla 7: Procedimiento ANOVA (8DDA) en el ensayo 1**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	9	24.7318625	2.7498472	14.31	<0,0001
Error	14	2.68883333	0.19205952		
Total corregido	23	27.42069583			
R-cuadrado	Var. Coef.	Raiz M SE		Media de VR	
0.901941	20.76585	0.438246		2.110417	
Origen	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
TRAT	7	23.71222917	3.38746131	17.64	<0,0001
BLOQ	2	1.01963333	0.50981667	2.65	0.1053

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 8: Procedimiento ANOVA (10DDA) en el ensayo 2**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	9	50.15916667	5.57324074	10.44	<0,0001
Error	14	7.47416667	0.53386905		
Total corregido	23	57.63333333			
R-cuadrado	Var. Coef.	Raiz M SE		Media de VR	
0.870315	25.34093	0.730663		2.883333	
Origen	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
TRAT	7	48.59333333	6.94190476	13	<0,0001
BLOQ	2	1.56583333	0.78291667	1.47	0.2641

FUENTE: Elaboración propia

La prueba Duncan del ensayo 1, reveló diferencias estadísticas significativas entre los promedios, logrando encontrar dos subconjuntos diferentes, el primero y de mayor medida,



es el tratamiento testigo con 9.29 individuos y vence estadísticamente al resto de tratamientos, mientras que en el segundo subconjunto lo conforman los demás tratamientos del ensayo ya que no muestran diferencias significativas entre ellos logrando solo diferenciarse del testigo. En el ensayo 2, se logran visualizar 2 subconjuntos, siendo el testigo con el mayor promedio de individuos (42.08 individuos), además podemos concluir que los demás tratamientos no muestran diferencias significativas entre ellos pero sí con el testigo.

El análisis de varianza para el promedio de individuos de arañita roja (*Panonychus citri*) a los 5DD2A del ensayo 1, mostró una diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias. El coeficiente de variabilidad fue de 32.48 %, valor admisible, indicando que los datos son homogéneos (Tabla 9). En el ensayo 2, al ser un ensayo del tipo químico y no biológico, no se hizo una segunda aplicación. Se evaluó a los 15DDA, donde se puede visualizar una diferencia significativa entre los tratamientos. En dicho ensayo, el coeficiente de variabilidad fue de 17.82 %, siendo este un valor admisible (Tabla 10).

**Tabla 9: Procedimiento ANOVA (5DD2A) en el ensayo 1**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	9	22.23680417	2.47075602	3.91	0.0113
Error	14	8.83895833	0.63135417		
Total corregido	23	31.0757625			
R-cuadrado	Var. Coef.		Raiz M SE		Media de VR
0.870315	32.48147		0.794578		2.44625
Origen	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
TRAT	7	16.33622917	2.33374702	3.7	0.0179
BLOQ	2	5.900575	2.9502875	4.67	0.0279

FUENTE: Elaboración propia



**Tabla 10: Procedimiento ANOVA (15 DDA) en el ensayo 2**

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	9	59.97708333	6.66412037	44.87	<0,0001
Error	14	2.07916667	0.1485119		
Total corregido	23	62.05625			
R-cuadrado	Var. Coef.	Raiz M SE		Media de VR	
0.966495	17.82069	0.385372		2.1625	
Origen	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
TRAT	7	59.32958333	8.47565476	57.07	<0,0001
BLOQ	2	0.6475	0.32375	2.18	0.1499

FUENTE: Elaboración propia

La prueba Duncan del primer ensayo, nos revela que existe diferencia significativa entre el testigo y los demás tratamientos del ensayo. Estos resultados nos indican que los tratamientos entre si son de control similar pero en comparación con el testigo, estos han sido mejor. En el caso del segundo ensayo, nos muestran los mismos resultados que en el ensayo 1 donde los tratamientos evaluados tienen un mejor control que el testigo.

### 3.3.2. Transformación de datos

Se realizó la transformación de datos mediante la fórmula  $\sqrt{x+1}$  al ensayo de arañita roja (*Panonychus citri*) en la zona de la Irrigación Santa Rosa. La transformación se realizó de manera previa al análisis de varianza para el promedio de individuos de la arañita roja. La transformación se visualiza en las tablas 13 y 14.



**Tabla 11: Resultados obtenidos de las evaluaciones en campo en el ensayo 1**

Promedio

<b>ADA</b>	<b>CAN 30R 0.3L/200L</b>	<b>CAN 30R N 0.3 L/200L</b>	<b>CAN 30R X 0.3 L/200L</b>	<b>Repel 0.3 L/200L</b>	<b>Wonder 0.3 L/200L</b>	<b>Seican 0.3 L/200L</b>	<b>Greneex Ultra 0.3 L/200L</b>	<b>Testigo</b>
I	58.00	25.38	8.88	41.00	40.75	20.88	27.63	26.63
II	21.38	17.25	32.13	25.25	30.38	37.88	22.25	5.13
III	12.00	41.75	17.50	7.38	21.25	18.88	4.50	11.75
Prom.	30.46	28.13	19.50	24.54	30.79	25.88	18.13	14.50
<b>8DDA</b>	<b>CAN 30R 0.3L/200L</b>	<b>CAN 30R N 0.3 L/200L</b>	<b>CAN 30R X 0.3 L/200L</b>	<b>Repel 0.3 L/200L</b>	<b>Wonder 0.3 L/200L</b>	<b>Seican 0.3 L/200L</b>	<b>Greneex Ultra 0.3 L/200L</b>	<b>Testigo</b>
I	0.38	0.00	0.00	2.63	1.63	1.00	0.50	13.75
II	0.25	0.38	3.13	1.13	13.00	2.38	0.25	4.13
III	0.38	0.13	0.25	0.88	0.75	0.50	0.00	10.00
Prom.	0.33	0.17	1.13	1.54	5.13	1.29	0.25	9.29
<b>5DD2A</b>	<b>CAN 30R 0.3L/200L</b>	<b>CAN 30R N 0.3 L/200L</b>	<b>CAN 30R X 0.3 L/200L</b>	<b>Repel 0.3 L/200L</b>	<b>Wonder 0.3 L/200L</b>	<b>Seican 0.3 L/200L</b>	<b>Greneex Ultra 0.3 L/200L</b>	<b>Testigo</b>
I	1.13	1.38	0.00	2.13	1.63	0.75	0.38	10.25
II	0.25	0.75	2.75	2.13	8.13	3.88	0.25	4.25
III	0.38	0.25	0.38	0.25	0.63	0.13	0.25	8.38
Prom.	0.58	0.79	1.04	1.50	3.46	1.58	0.29	7.63

FUENTE: Elaboración propia



**Tabla 12: Resultados obtenidos de las evaluaciones en campo en el ensayo 2**

Promedio

<b>ADA</b>	<b>Laincol 1 L/cil</b>	<b>Tritek 1 L/cil</b>	<b>Envigo 0.06 L/cil</b>	<b>Envigo 0.08 L/cil</b>	<b>Marcador 0.2 L/cil</b>	<b>Laincol 2 L/cil</b>	<b>Tritek 2 L/cil</b>	<b>Testigo</b>
I	42.25	38.63	19.25	44.63	9.00	22.13	9.88	28.63
II	26.75	25.38	13.25	21.38	12.63	14.38	28.00	26.38
III	12.13	19.50	14.88	21.13	23.63	31.88	31.88	24.00
Prom.	27.04	27.83	15.79	29.04	15.08	22.79	23.25	26.33
<b>10DDA</b>	<b>Laincol 1 L/cil</b>	<b>Tritek 1 L/cil</b>	<b>Envigo 0.06 L/cil</b>	<b>Envigo 0.08 L/cil</b>	<b>Marcador 0.2 L/cil</b>	<b>Laincol 2 L/cil</b>	<b>Tritek 2 L/cil</b>	<b>Testigo</b>
I	3.13	4.50	8.63	12.88	4.25	5.88	2.00	60.38
II	3.00	7.63	5.50	3.75	7.88	2.13	9.00	30.00
III	0.63	4.88	4.13	3.50	12.63	0.88	0.38	35.88
Prom.	2.25	5.67	6.08	6.71	8.25	2.96	3.79	42.08
<b>15DDA</b>	<b>Laincol 1 L/cil</b>	<b>Tritek 1 L/cil</b>	<b>Envigo 0.06 L/cil</b>	<b>Envigo 0.08 L/cil</b>	<b>Marcador 0.2 L/cil</b>	<b>Laincol 2 L/cil</b>	<b>Tritek 2 L/cil</b>	<b>Testigo</b>
I	3.88	2.38	2.38	4.13	0.25	1.75	0.50	48.5
II	0.63	1.63	2.75	0.75	0.13	0.63	2.38	31
III	0.63	0.88	1.63	2.75	2.13	0.13	1.13	37.375
Prom.	1.71	1.63	2.25	2.54	0.83	0.83	1.33	38.95833333

FUENTE: Elaboración propia



**Tabla 13: Resultados transformados de las evaluaciones en campo en el ensayo 1**

Transformación

ADA	CAN 30R 0.3L/200L	CAN 30R N 0.3 L/200L	CAN 30R X 0.3 L/200L	Repel 0.3 L/200L	Wonder 0.3 L/200L	Seican 0.3 L/200L	Greeneex Ultra 0.3 L/200L	Testigo
I	7.68	5.14	3.14	3.14	6.48	6.46	4.68	5.26
II	4.73	4.27	5.76	5.76	5.12	5.60	6.23	2.47
III	3.61	6.54	4.30	4.30	2.89	4.72	4.46	3.57
Prom.	5.34	5.32	4.40	4.40	4.83	5.59	5.12	3.77
8DDA	CAN 30R 0.3L/200L	CAN 30R N 0.3 L/200L	CAN 30R X 0.3 L/200L	Repel 0.3 L/200L	Wonder 0.3 L/200L	Seican 0.3 L/200L	Greeneex Ultra 0.3 L/200L	Testigo
I	1.17	1.00	1.00	1.00	1.90	1.62	1.41	3.84
II	1.12	1.17	2.03	2.03	1.46	3.74	1.84	2.26
III	1.17	1.06	1.12	1.12	1.37	1.32	1.22	3.32
Prom.	1.15	1.08	1.38	1.38	1.58	2.23	1.49	3.14
5DD2A	CAN 30R 0.3L/200L	CAN 30R N 0.3 L/200L	CAN 30R X 0.3 L/200L	Repel 0.3 L/200L	Wonder 0.3 L/200L	Seican 0.3 L/200L	Greeneex Ultra 0.3 L/200L	Testigo
I	1.46	1.54	1.00	1.00	1.77	1.62	1.32	3.35
II	1.12	1.32	1.94	1.94	1.77	3.02	2.21	2.29
III	1.17	1.12	1.17	1.17	1.12	1.27	1.06	3.06
Prom.	1.25	1.33	1.37	1.37	1.55	1.97	1.53	2.90

FUENTE: Elaboración propia



**Tabla 14: Resultados transformados de las evaluaciones en campo en el ensayo 2**

Transformación

<b>ADA</b>	<b>Laincol 1 L/cil</b>	<b>Tritek 1 L/cil</b>	<b>Envigo 0.06 L/cil</b>	<b>Envigo 0.08 L/cil</b>	<b>Marcador 0.2 L/cil</b>	<b>Laincol 2 L/cil</b>	<b>Tritek 2 L/cil</b>	<b>Testigo</b>
I	6.58	6.29	4.50	4.50	6.75	3.16	4.81	5.44
II	5.27	5.14	3.77	3.77	4.73	3.69	3.92	5.23
III	3.62	4.53	3.98	3.98	4.70	4.96	5.73	5.00
Prom.	5.16	5.32	4.09	4.09	5.40	3.94	4.82	5.22
<b>10DDA</b>	<b>Laincol 1 L/cil</b>	<b>Tritek 1 L/cil</b>	<b>Envigo 0.06 L/cil</b>	<b>Envigo 0.08 L/cil</b>	<b>Marcador 0.2 L/cil</b>	<b>Laincol 2 L/cil</b>	<b>Tritek 2 L/cil</b>	<b>Testigo</b>
I	2.03	2.35	3.10	3.72	2.29	2.62	1.73	7.83
II	2.00	2.94	2.55	2.18	2.98	1.77	3.16	5.57
III	1.27	2.42	2.26	2.12	3.69	1.37	1.17	6.07
Prom.	1.77	2.57	2.64	2.68	2.99	1.92	2.02	6.49
<b>15DDA</b>	<b>Laincol 1 L/cil</b>	<b>Tritek 1 L/cil</b>	<b>Envigo 0.06 L/cil</b>	<b>Envigo 0.08 L/cil</b>	<b>Marcador 0.2 L/cil</b>	<b>Laincol 2 L/cil</b>	<b>Tritek 2 L/cil</b>	<b>Testigo</b>
I	2.21	1.84	1.84	2.26	1.12	1.66	1.22	7.04
II	1.27	1.62	1.94	1.32	1.06	1.27	1.84	5.66
III	1.27	1.37	1.62	1.94	1.77	1.06	1.46	6.19
Prom.	1.59	1.61	1.80	1.84	1.32	1.33	1.51	6.30

FUENTE: Elaboración propia



### 3.3.3. Fórmulas para el porcentaje de eficacia

En el ensayo 1, se realizaron 2 aplicaciones de los tratamientos para el control de *Panonychus citri*. Se realizaron monitoreos a las poblaciones a los 8DDA y a los 5DD2A. A partir de estas poblaciones se determinó el porcentaje de eficacia para cada uno de los tratamientos comparándose con el testigo, esto a través de la fórmula de Henderson-Tilton.

**Tabla 15: Porcentaje de eficacia de control sobre *Panonychus citri* en el ensayo 1**

Tratamientos	8DDA	5DD2A
CAN 30R 0.3L/200L	98.29	96.36
CAN 30R N 0.3 L/200L	99.08	94.65
CAN 30R X 0.3 L/200L	91.00	89.84
Repel 0.3 L/200L	90.20	88.38
Wonder 0.3 L/200L	74.03	78.64
Seican 0.3 L/200L	92.21	88.36
Seican 0.3 L/200L	97.85	96.94

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 16: Porcentaje de eficacia de control sobre *Panonychus citri* en el ensayo 2**

Tratamientos	10DDA	15DDA
Laincol 1 L/cil	94.79	95.73
Tritek 1 L/cil	87.26	96.05
Envigo 0.06 L/cil	75.89	90.37
Envigo 0.08 L/cil	85.55	94.08
Marcador 0.2 L/cil	65.77	96.27
Laincol 2 L/cil	91.88	97.53
Tritek 2 L/cil	89.80	96.12

FUENTE: Elaboración propia

En la Tabla 15, se observa los porcentajes de eficacia obtenidos después de realizar las aplicaciones de los tratamientos. Se obtuvieron resultados mayores a 70%, lo que demuestra que el control ha sido eficaz tanto a los 8DDA como a los 5DD2A. Para un plaguicida de origen biológico el porcentaje de eficacia mínimo esperado es de 70 %. Esto demuestra como las poblaciones de *Panonychus citri* fueron disminuyendo a lo largo del ensayo. Cabe resaltar que los tratamientos experimentales del primer ensayo (CAN 30 R, CAN 30R N y CAN 30R X) fueron de control similar con referencia a los testigos comerciales por lo que



nos indica que puedan ser utilizados para el control de arañita roja.

La Tabla 16 muestra los porcentajes de eficacia obtenidos después de realizar una sola aplicación. A los 10DDA, todos los tratamientos obtuvieron un porcentaje mayor al 70 % a excepción del tratamiento de MARCADOR ya que su control es más lento. A los 15DDA, todos los tratamientos obtuvieron un control mayor al de 70 %. Por lo que se puede concluir que los tratamientos solo a base de acetite mineral tienen el mismo efecto que un tratamiento a base de acaricidas químicos.



## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. De la importancia de los ensayos de eficacia**

El incremento de importadores de plaguicidas tanto químicos como biológicos, en nuestro país, ha determinado la necesidad de evaluar y determinar que estos tengan la eficacia en campo requerida para que pueda ser apto para su comercialización.

Es de suma importancia validar la dosis y eficacia de los plaguicidas importados antes de someterlos a evaluación para su registro ante el SENASA. Por ejemplo, para el caso en que la empresa cuente con distintas formulaciones para un producto y se requiere conocer cuál de ellas es más eficiente. Así mismo, que este trabaje bajo las condiciones agroecológicas de la zona y en diferentes épocas. Según el Manual Técnico Andino Resolución 2075 (2019), el porcentaje de eficiencia mínimo esperado es 80%. El registro de un plaguicida toma tiempo y genera un gasto económico para la empresa titular.

### **4.2. De la ejecución del ensayo de eficacia**

La metodología de evaluación empleada en el cultivo de cítricos, se basa en el conocimiento de la biología de la plaga, su correcta identificación y el de los factores medioambientales que determinan su ocurrencia, como la división del árbol por punto cardinal y órgano a evaluar debido al porte del árbol. Esto coincide con lo indicado por Rivas (2018), cuya evaluación consiste en evaluar 16 hojas por planta ubicados cardinalmente en el tercio central del árbol donde se contabilizaba el número de adultos vivos. Por otro lado, Aucejo *et al* (2003) propone una evaluación mediante el marcaje de 6 hojas por árbol ya que encontró una considerable población de araña durante su experimento. Como continua mencionando el mismo autor, también realiza el conteo de individuos vivos para realizar el cálculo de la variación en el número del ácaro en los distintos tratamientos. La adecuada ejecución del ensayo nos permitirá evaluar el desempeño de los productos experimentales de manera real bajo las condiciones agroecológicas de la plaga.



La época de instalación va depender mucho de la presencia de la plaga objetivo, para el caso de arañita roja de los cítricos la época adecuada es en primavera-verano ya que es ahí donde están las máximas poblaciones de *Panonychus citri*. Según Salazar (2010), las poblaciones de *Panonychus citri* tienen dos picos poblacionales durante el año, un pico primaveral o temprano en el verano y otro durante el otoño o inicio del invierno. La mala elección de época de instalación nos dará resultados no representativos ya que son épocas donde la plaga no se expresa por completo.

#### **4.3. Del diseño experimental y método estadístico empleado**

La correcta elección del método estadístico e interpretación de datos permite obtener una dosis real que va a funcionar en campo y su futura implementación a un programa de manejo fitosanitario sustentable. Los errores en la determinación podrían ocasionar un daño económico ya que no tendría un control sobre la plaga; daño a la salud debido a que el cultivo es para consumo humano; y un daño ambiental ya que ocasionaría contaminaciones innecesarias al agroecosistema.

En los ensayos de eficacia de campo en frutales, el diseño estadístico más utilizados es el DBCA debido a que nos permite minimizar la variación que pueda existir en el campo. El propósito del bloqueo es aumentar la posibilidad para descubrir diferencias entre los tratamientos. Según la Cámara Procultivos-ANDI e ICA (s.f), un solo ensayo no proporciona una visión completa de un tratamiento ya que, para controlar factores como suelo, clima, fenología del cultivo y grado de infestación de la plaga, entre otros, con regularidad es necesario llevar a cabo una serie de ensayos. Gavilánez (2021), nos indica que es importante resaltar que la mayoría de investigaciones experimentales utilizan el DBCA para desarrollar los distintos experimentos. También precisa que se debe contar con las fuentes de variabilidad en el experimento para que así se justifique el uso del DBCA.

En cuanto al uso de fórmulas de cálculo de eficacia, cuando la plaga se presenta en campo en condiciones heterogéneas se aplica la fórmula de Henderson & Tilton; por ejemplo, insectos y ácaros. La fórmula de Henderson & Tilton calcula un valor que solo depende de los valores iniciales y finales en las unidades experimentales donde se realizó la aplicación del pesticida respecto a los testigos (Dent, 1991). Esto coincide con el trabajo de Aucejo *et al* (2003) donde utiliza la fórmula de Henderson & Tilton para calcular la eficacia de algunos



acaricidas para el control de *Tetranychus urticae* sobre Clementino. Rivas (2018) utiliza la fórmula mencionada para poder evaluar la eficacia de 3 acaricidas sobre *Panonychus citri* en el cultivo de mandarina en el norte de Perú.

Las pruebas de Tukey y Duncan permiten establecer los rangos de significancia, debido a que indican las diferencias entre tratamientos.

Los resultados del cálculo de la eficacia y del análisis estadístico (pruebas de significancia) son la base para recomendar la dosis para su futuro registro ante SENASA o ampliación de uso según corresponda.



## **V. CONCLUSIONES**

- Los ensayos de eficacia de productos experimentales permiten determinar si este es eficaz para el control de determinada plaga objetivo y dosis, antes de su registro ante la autoridad competente.
- En los ensayos descritos de arañita roja en cítricos, la metodología de evaluación que se empleó fue el conteo de individuos totales vivos (ninfas y adultos) por ser la metodología más eficiente para este tipo de plaga.
- Para realizar un ensayo de eficacia en el cultivo de cítricos, se deberá contar con las muestras experimentales de plaguicidas a aplicar y productos comerciales de referencia. Asimismo, la selección de los campos con una infestación apropiada para la instalación del ensayo y una próxima evaluación de los resultados.
- El diseño experimental que se utilizó para el ensayo de eficacia mencionado fue DBCA, ya que posee criterios básicos de aleatorización, repetición y control por bloques que ayudan a reducir el error experimental. Para la comparación de medias se utilizó el método de Duncan a fin de determinar el tratamiento más eficaz para el control de la plaga mencionada.



## **VI. RECOMENDACIONES**

A partir de la experiencia desarrollada, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Las empresas importadoras y comercializadoras de plaguicidas deben conocer y estar actualizadas de las normativas que rigen a estos productos.
- Los ensayos experimentales deben ser conducidos por agrónomos o biólogos que tengan las facultades para poder identificar la plaga problema. Si el producto experimental logra pasar a una fase de registro este debe ser corroborado por un especialista (entomólogo) que este avalado por el SENASA.
- A los encargados de desarrollar los ensayos de eficacia y validación de plaguicidas, estar actualizados de los métodos y programas estadísticos actuales para el análisis objetivo de los resultados obtenidos.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aucejo, S., Foó, M., Ramis, M., Troncho, P., Gómez-Cadenas, A. y Jacas, J. (2003). Evaluación de la eficacia de algunos acaricidas contra la araña roja, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Bol. San. Veg. Plagas*, 29: 453-459. Recuperado de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_plagas%2FBSV-P-29-03-453-459.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas%2FBSV-P-29-03-453-459.pdf)
- Agrocalidad. (s.f.). *Instructivo para la aprobación, ejecución y supervisión de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines, de uso agrícola en Ecuador*. Recuperado de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/07/Inst.-Ensay-Eficacia-Res-117-borrador.pdf>
- CITRINOTAS. (2023). *Grandes desafíos. ProCitrus*. Edición N°83. Lima, Perú. Recuperado de <https://indd.adobe.com/view/16ad3bdd-1a8b-4f29-aa55-df21481ad650>
- ComexPeru. (2022). *Agroexportaciones crecieron un 11% en el período interanual enero-setiembre*. Recuperado de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/agroexportaciones-crecieron-un-11-en-el-periodo-interanual-enero-setiembre>
- ComexPeru. (2020). *Récord histórico de exportaciones peruanas de cítricos: llegaron a US\$ 258 millones entre enero y agosto*. Recuperado de [https://www.comexperu.org.pe/articulo/record-historico-de-exportaciones-peruanas-de-citricos-llegaron-a-us-258-millones-entre-enero-y-agosto#:~:text=De%20acuerdo%20con%20cifras%20de,de%20230%2C228%20to neladas%20\(t\).](https://www.comexperu.org.pe/articulo/record-historico-de-exportaciones-peruanas-de-citricos-llegaron-a-us-258-millones-entre-enero-y-agosto#:~:text=De%20acuerdo%20con%20cifras%20de,de%20230%2C228%20to neladas%20(t).)



Decreto Supremo N° 001-2015-MINAGRI. *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso Agrícola*. (29 de enero de 2015). Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-del-sistema-nacion-decreto-supremo-n-001-2015-minagri-1194460-1/>

Dent, D. (1991). *Insect Pest Management*. Wallingford, United Kingdom: CAB International. 604 p. ISBN 0 85198 666

Manual Técnico Andino para el registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola (MTA). (2019). Gaceta oficial del acuerdo de Cartagena N°3709.

Manual para elaboración de protocolos para ensayos de eficacia con PQUA. (ICA). Recuperado de <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/regulacion-y-control-de-plaguicidas-quimicos/manual-protocolos-ensayos-eficacia-pqua-1.aspx>

Pedroza, H. (1998). *Fundamentos de experimentación agrícola*. Centro de Estudios de Eco desarrollo para el Trópico. Nicaragua. Recuperado de <https://cenida.una.edu.ni/textos/NC10P372.pdf>

Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). (2015). *Procedimiento: Evaluación y supervisión de ensayos de eficacia de plaguicidas de usos agrícola*. Julio, 2015. Recuperado de <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2019/02/Procedimientoevaluaci%C3%B3n-y-supervisi%C3%B3n-de-ensayos-de-eficacia-de-PUAV03.pdf>

Rivas, C. (2018). Eficacia de tres acaricidas sobre *Panonychus citri* (Mc Gregor) en el cultivo de mandarina variedad Mandalate en el distrito de Motupe, Lambayeque – Perú (tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. Recuperado de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5047/BC-TES-%203853%20RIVAS%20RAMIREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Universidad de Granada. (s.f.). *Bioestadística-Comparaciones Múltiples*. Recuperado de <https://www.ugr.es/~bioestad/guiaspss/practica7/ArchivosAdjuntos/Comparaciones Multiples.pdf>

TIBCO Software. (s.f.). *¿Qué es Análisis de la Varianza (ANOVA?)*. Recuperado de <https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-analysis-of-variance-anova>



## **VIII. ANEXOS**

### **Anexo 1: Estructura del informe técnico final**

La información se presentará en un informe que contenga lo siguiente:

- Introducción
- Objetivo
- Materiales y métodos
  - Materiales
  - Ubicación del campo experimental
  - Metodología
  - Condiciones agroecológicas
  - Datos del cultivo
  - Tratamientos
  - Diseño experimental
  - Aplicación de los tratamientos
  - Metodología de evaluación
  - Procesamiento de datos
- Resultados
- Discusiones
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Bibliografía
- Anexos