



## Eficacia del aceite de neem, aceite de eucalipto y caolín en el control biológico de *Brevicoryne brassicae*

Efficacy of neem oil, eucalyptus oil and kaolin in the biological control of *Brevicoryne brassicae*

Amador Valverde Cadillo<sup>1,\*</sup>; Neryeling Valverde Apfata<sup>2</sup>; Roberto Solano Porras<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

<sup>2</sup> Compañía Minera Chungar S.A.C., Cerro de Pasco, Perú.

ORCID de los autores:

A. Valverde Cadillo: <https://orcid.org/0000-0001-6009-9821>

### RESUMEN

Se comparó el efecto del aceite de neem, aceite de eucalipto y caolín en el control del pulgón de la col *Brevicoryne brassicae* y se determinó sus efectos residuales en el control de la plaga. Se utilizó el diseño completamente al Azar, con seis tratamientos: aceite de neem a las dosis de 0,03% y 0,02%; aceite de eucalipto 0,03% y 0,02%; caolín 5% y como testigo agua. Las evaluaciones se realizaron antes de aplicación de los tratamientos y después de cada una de las tres repeticiones: a los dos, cuatro, seis y ocho días. El insecticida de mejor control del pulgón fue aceite de neem al 0,03%, con una eficacia de 88,80%. El caolín 5%; aceite de eucalipto 0,03%; aceite de neem 0,02% y aceite de eucalipto 0,02% tuvieron una eficacia de 81,77; 81,42; 79,12 y 59,77% respectivamente, mientras que el efecto residual fue de seis días. Los insecticidas estudiados tienen potencial de ser empleados en programas de manejo integrado del pulgón de la col.

**Palabras clave:** Aphididae; eficacia; insecticida; efecto residual; aceites vegetales; pulgón de la col.

### ABSTRACT

The effect of neem oil, eucalyptus oil and kaolin on the control of the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* was compared and its residual effects on the plague control were determined. The Completely Randomized design was used, with six treatments: neem oil at the doses of 0.03% and 0.02%, eucalyptus oil at doses of 0.03% and 0.02%, kaolin 5% and water as a control. The evaluations were carried out before the application of the treatments and after each one of the three repetitions: at two, four, six and eight days. The insecticide with the best aphid control was neem oil 0.03%, with an efficiency of 88.80%. Kaolin 5%, eucalyptus oil 0.03%, neem oil 0.02% and eucalyptus oil 0.02% had an efficacy of 81.77, 81.42, 79.12 and 59.77% respectively, while the residual effect was six days. The insecticides studied have the potential to be used in integrated management programs for cabbage aphids.

**Keywords:** Aphididae; efficacy; insecticide; residual effect; vegetable oils; cabbage aphid.

### 1. Introducción

El pulgón de la col, *Brevicoryne brassicae* L. es considerado como una plaga de importancia económica de las crucíferas a nivel mundial, además de la col ataca coliflor, brócoli, col de

bruselas, rábano, canola y mostaza (Aziz et al., 2015; Gia & Andrew, 2015; Olivares et al., 2017). En el valle del Mantaro, Perú, ataca principalmente al cultivo de col y brócoli, produciendo pérdidas de importancia económica cuando no se realizan medidas preventivas de

control. Ante este problema, el único recurso que tienen los agricultores para bajar la población plaga a niveles sub económicos es el uso masivo de insecticidas químicos de amplio espectro que generan efectos negativos para el medio ambiente y la salud pública, eliminan la fauna benéfica que ejercen control natural sobre la población plaga (Özkara et al., 2016; Peña, 2018; Russo, 2018) y generan resistencia del pulgón a los insecticidas tradicionales (Kwon et al., 2009; Ahmad & Akhtar, 2013; Atanasova & Leather, 2018). El resurgimiento de las poblaciones de pulgones resistentes y el mayor uso de insecticidas químicos provoca una mayor contaminación del medio ambiente y los alimentos (Hikal & Said-Al Ahl, 2017).

Los extractos de plantas también denominados insecticidas botánicos pueden ser una alternativa al problema de los pulgones en cultivo de col, sobre todo para pequeños agricultores (Jabran & Hussain, 2016; Mazhawidza & Mvumi, 2017; Pereira et al., 2019). Son biodegradables a compuestos no tóxicos, relativamente baratos, seguros para controladores biológicos como predadores y parasitoides (Córdor, 2007), pueden actuar como repelentes, disuasivos de alimentación (Miresmailli & Isman, 2014), tóxicos, quimio esterilizantes, reguladores de crecimiento (Hikal et al., 2017), disuasivos de la ovoposición (Cerde et al., 2019) y se pueden utilizar en programas de manejo integrado de plagas. La búsqueda de nuevos productos bioracionales para el control de plagas comprende el desarrollo de diferentes sustancias de origen natural como extractos vegetales, aceites insecticidas e insecticidas inorgánicos (Stadler et al, 2010).

El neem (*Azadirachta indica*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) son dos de las especies más usadas como insecticidas botánicos en Latinoamérica. De las semillas del neem se obtienen el aceite y el extracto, ambos ricos en triterpeno complejo azadiractina, que bloquea la síntesis y liberación de la hormona ecdisoma implicada en la muda de los insectos provocando una muda incompleta en los inmaduros. En las hembras maduras, un mecanismo de acción similar conlleva a la esterilidad. Además, es un potente antialimentario para muchos insectos (Pérez-López, 2012), incluyendo insectos de metamorfosis completa (Sharaby & Dhafar, 2019). Ebrahimi et al. (2013) investigaron la eficacia de los aceites esenciales obtenidos de las hojas del neem y eucalipto para

el control de pulgones de algodónero (*Aphis gossy*), concluyendo que el neem fue la de mayor actividad letal que el eucalipto. Montero et al. (2017) evaluaron la actividad insecticida del neem sobre *A. gossypii*, registrando una mortalidad 98,1% a 72 horas de evaluación. Muhammad et al. (2018) mencionan que el extracto de semilla de Neem tuvo un control de 73% en los pulgones *A. gossypii* en cultivo de okra. Castresan et al. (2013) estudiaron la eficacia de extractos vegetales de *Eucalyptus globulus*, *Rosmarinus officinalis* y *Allium sativum* sobre los pulgones *A. gossypii*, *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*, concluyendo que el aceite de eucalipto tuvo el mejor control de los pulgones. Khodeir et al. (2013) evaluaron el aceite de eucalipto (*E. globulus*) para el control del pulgón del haba (*Vicia faba*) en campo, al décimo día de aplicación el control fue de 80,66 %; También en haba, Qadir et al. (2018) mencionan que el extracto de eucalipto redujo significativamente la población del pulgón, aumentó el atributo morfológico y rendimiento de la planta de haba. Pissinati & Ventura (2015) estudiaron el efecto de productos alternativos como aceite de neem y caolín (Protesil) para el control del pulgón de la col *B. brassicae*, concluyendo que el aceite de neem y el caolín son alternativas adecuadas para reducir el pulgón de la col. Los extractos de neem y de *Eucalyptus camaldulensis* en mezcla con *Beauveria bassiana* o *Metarhizium anisopliae* fueron evaluados en el control del pulgón del trigo *Sitobion avenae*; los resultados indican que a cinco días de aplicación la mezcla extracto de eucalipto y *B. bassiana* causó la mayor tasa de mortalidad (87%), también mencionan que los extractos de neem o eucalipto causaron una reducción significativa en la supervivencia y la fecundidad del pulgón (Ali et al., 2018). Igualmente se evaluó el efecto insecticida del aceite esencial de eucalipto en el control de *Aphis nerii* y *Gynaikothrips ficorum*; siendo más tóxico sobre *G. ficorum* ( $CL_{50} = 0,031 \mu L cm^{-2}$ ) que sobre *A. nerii* ( $CL_{50} = 0,099 \mu L cm^{-2}$ ) (Russo et al., 2018). El extracto de hoja de eucalipto también se probó en campo para el pulgón del tabaco a dosis de 10 mil y 5 mil mg/L; siendo el control después de 7 días de 73,42% y 64,51%, respectivamente (Kuang et al., 2018).

Todos estos estudios sugieren que los extractos vegetales pueden ser una buena alternativa para el manejo integrado de plagas y en particular del pulgón de la col.

Los nanoinsecticidas constituyen nuevas alternativas de bajo impacto ambiental para el control de plagas. Estas sustancias con nuevas propiedades se destacan como herramientas muy prometedoras para la protección de cultivos y la producción de alimentos y abren nuevas fronteras para el manejo de plagas. Con el desarrollo del caolín hidrófobo en la década de los 90, los polvos inorgánicos resurgieron como insecticidas (Stadler et al., 2010). En este contexto, Pissinati y Ventura (2015) evaluaron los efectos insecticidas del caolín 5% (Protesyl) para el control del pulgón de la col *B. brassicae*, obteniendo un control relativamente alto de 90%, relacionando la eficiencia con una alta población de pulgones. Tacoli et al. (2017) aplicaron caolín 2% para control de cigarritas de la vid *Empoasca vitis* y *Zygina rhamnii*, concluyendo que el caolín causó una disminución significativa de las cigarritas. La aplicación de caolín para *Lobesia botrana* en viñedos redujo la preferencia de asentamiento larval en bayas en un 72% y la cobertura de huevos con caolín redujo la tasa de eclosión en un 14% (Tacoli et al., 2019).

El costo relativamente alto de los insecticidas sintéticos los hace poco accesible a los pequeños agricultores y limita su uso en el control del pulgón de la col con la consiguiente disminución de la productividad. Por otro lado, los efectos colaterales negativos de los insecticidas sintéticos sobre el ser humano como en el ambiente hacen necesario reducir su uso, desarrollar métodos alternativos, y desarrollar tecnologías ecológicamente racionales que consideren los problemas de salud y la realidad de los pequeños agricultores. Contar con un insecticida de estrecho espectro de acción y corto poder residual significa que será compatible con programas de manejo integrado de plagas. No teniendo información básica de los insecticidas en estudio en el control de la plaga problema, se realizó el presente experimento con los objetivos de comparar la eficiencia del aceite de neem, aceite de eucalipto y caolín en el control del pulgón de la col *B. brassicae* y determinar el efecto residual de control de los mismos.

## 2. Material y métodos

### Lugar de ejecución

El estudio se realizó de noviembre 2019 a marzo 2020 en El Mantaro-Jauja (12° 03'19 "S, 75° 16 '33" W), a 3321 msnm de altitud, temperatura

media anual de 12,0 °C y 15 mm de precipitación en febrero.

### Materiales

Como materiales biológicos se utilizaron pulgones (*Brevicoryne brassicae*), plantas de col *Brassica oleracea* var. capitata. Entre los materiales no biológicos se utilizaron los insecticidas aceite de neem comercial (Fitoneem CE 99,90%), aceite de eucalipto (*Eucalyptus cinerea*) y caolín. Otros materiales adicionales como aspersores de un litro y una jaula de madera con malla de 1 x 3 m. La extracción del aceite de eucalipto se realizó de hojas frescas y maduras de *Eucalypto cinerea* recolectadas en diciembre de 2019 en plantas de El Mantaro-Jauja, utilizando la técnica de destilación por arrastre de vapor. La calidad del aceite esencial en base al contenido de eucaliptol (N.T.P. 319.086 del 2016) fue de 66 %.

### Tratamientos en estudio

Los tratamientos fueron seis: aceite de neem a las dosis de 0,3%, aceite de neem al 0,2%, aceite de eucalipto al 0,3%, aceite de eucalipto al 0,2%, caolín 5 % y como testigo negativo agua potable.

### Diseño experimental

Se utilizó el diseño estadístico Completamente al Azar con tres repeticiones. La población estuvo conformada por pulgones *B. brassicae* presentes en 18 plantas de col en maceteros sobre los que se aplicaron los tratamientos; mientras que la muestra por pulgones presentes en una hoja de col. Las variables independientes fueron los insecticidas utilizados como tratamiento; mientras que las variables dependientes el número de pulgones vivos y muertos, la eficacia de los insecticidas y la duración del efecto residual en el control del pulgón.

### Obtención de plantas de col con pulgones

Para disponer plantas de col infestadas de pulgones para la aplicación de los tratamientos se sembró en 18 maceteros de un galón de capacidad, las que constituyeron la unidad experimental. Cuando las plantas tenían 60 días de edad, con siete a ocho hojas, se realizó la infestación colectando hojas de col infestadas con pulgones de un campo comercial, las que fueron colocadas dentro de un taper y conducidos hacia las coles en maceteros. Las hojas con pulgones fueron colocadas sobre las plantas en maceteros confinados dentro de una jaula con malla en la que se realizó el experimento, culminando de esta manera la infestación.

### Aplicación de tratamientos

Cuando la evaluación dio como resultado más de 400 pulgones por hojas se realizó la primera aplicación de los insecticidas. Para cada uno de los tratamientos en estudio se preparó una suspensión o caldo insecticida añadiendo la dosis correspondiente en un vaso de precipitado de 1000 ml con agua potable, el cual fue homogenizado con una varilla de agitación. De esta manera se tuvo 5 suspensiones de insecticidas y el testigo negativo. Para la aplicación, para cada tratamiento se utilizó un aspersor manual de gatillo de un litro con boquilla ajustable que se acciona apretando el gatillo en forma intermitente. La aplicación consistió en cargar el aspersor con el tratamiento correspondiente y asperjarlo sobre cada una de las tres plantas utilizadas como repeticiones, accionando con una presión sobre el gatillo. Para comparar los tratamientos se realizaron tres aplicaciones a intervalos de tres semanas.

### Evaluaciones

Se realizaron antes de aplicación de los tratamientos y después de cada una de las tres aplicaciones a los dos, cuatro, seis y ocho días, registrándose el número de pulgones vivos por hoja o muestra y por diferencia con la cantidad de pulgones al inicio de la aplicación se determinó la cantidad de muertos. De esta manera se obtuvieron los datos para probar la hipótesis. Para determinar el poder residual de los insecticidas aplicados se realizaron evaluaciones hasta el inicio de la recuperación de la población de los pulgones, registrándose los datos en días

### Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia ( $p < 0,01$ ) utilizando el software de análisis estadístico SAS v 9.4 y la prueba de medias de Tukey con una confianza de 99% para establecer las diferencias estadísticas entre los tratamientos. La eficacia de los insecticidas se determinó con la fórmula de Henderson y Tilton para insectos vivos que se presenta a continuación:

$$\text{Grado de eficacia expresado en \%} = (1 - Ta \cdot Cb / Tb \cdot Ca) \cdot (100)$$

Siendo Ta: Número de pulgones después del tratamiento; Tb: Número de pulgones antes del tratamiento; Ca: Número de pulgones en el testigo después del tratamiento; Cb: Número de pulgones en el testigo antes del tratamiento.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1. Comparación de pulgones vivos entre las tres aplicaciones de insecticidas

La comparación de los insecticidas para las tres aplicaciones promedio de las cuatro evaluaciones se presenta en la [Tabla 1](#). En la evaluación realizada antes de la primera aplicación de los insecticidas se tuvo más de 400 pulgones *Brevicoryne brassicae* por hoja, tal como se observa en el testigo, por lo que la población de pulgones al inicio del experimento fue relativamente alta y a la vez homogéneas, siendo las diferencias entre las unidades experimentales no significativa ( $p < 0,01$ ).

En cuanto a la comparación de pulgones vivos entre las tres aplicaciones de insecticidas, se observa que la cantidad de pulgones vivos fue disminuyendo con las aplicaciones. De acuerdo al porcentaje de pulgones vivos en las tres aplicaciones, por diferencia el control de pulgones o muertos fue de 61,73%, 77,99% y 81,17% para la primera, segunda y tercera aplicación respectivamente. Al respecto, [Das et al. \(2008\)](#) reportan para el aceite de neem una mortalidad de 80,47% de *Aphis craccivora*. En otra investigación para *Aphis gossypii*, [Muhammad et al. \(2018\)](#) mencionan un control de 73% para extracto de semilla de neem; por lo que los resultados obtenidos están dentro del rango reportado por los autores mencionados. Esto quiere decir que el porcentaje de control fue incrementándose con las tres aplicaciones sucesivas, lo cual se explica por la alta población de pulgones antes de la primera aplicación, la que disminuyó antes de la segunda y más aún en la tercera aplicación ([Tabla 1](#)), lo que coincide con [Pissinati & Ventura \(2015\)](#) quienes manifiestan que en un experimento realizado la reducción de la población del áfido de la col *B. brassicae* se produjo después de la tercera aspersión de aceite de neem 1% y caolín 2%. De acuerdo a estos resultados se concluye que el control de los insecticidas fue mayor en la tercera aplicación.

**Tabla 1**

Promedio de pulgones vivos por hoja para las tres aplicaciones

Tratamientos	Aplicaciones		
	1ra	2da	3ra
Aceite de neem 0,3%	135,83	60,16	24,49
Aceite de eucalipto 0,3%	162,33	82,58	37,83
Aceite de neem 0,2%	172,91	103,58	39,91
Caolín 5%	178,16	100,16	40,16
Aceite de eucalipto 0,2%	184,24	132,83	64,91
Agua potable	436,16	330,75	220,08
Promedio en %:	38,27	22,01	18,83

### 3.2. Comparación de pulgones vivos entre evaluaciones

La población promedio de las tres aplicaciones antes de aplicación de los tratamientos fluctuó de 298,00 a 320,60 pulgones por hoja con un promedio de 307,47; siendo la diferencia entre ellos no significativa ( $p < 0,01$ ), por lo que la población inicial para cada uno de los tratamientos fue homogénea. En la [Tabla 2](#) se muestra el número promedio de pulgones vivos de las cuatro evaluaciones para cada uno de los tratamientos en estudio.

**Tabla 2**

Promedio de pulgones *Brevicoryne brassicae* vivos por hoja para las para las cuatro evaluaciones\*

Tratamientos	Días después a aplicación			
	2	4	6	8
Neem 0,3%	117,0	85,77	41,5	49,6
Eucalipto 0,3%	139,8	96,33	66,5	74,3
Neem 0,2%	146,2	117,55	70,7	81,3
Caolín 5%	145,3	120,55	66,4	70,9
Eucalipto 0,2%	164,2	133,22	103,6	108,2
Agua potable	325,1	330,89	341,1	349,3

\*Promedio de las tres aplicaciones.

Comparando el número promedio de pulgones vivos de los cinco insecticidas para las cuatro evaluaciones realizadas, los resultados para los dos, cuatro, seis y ocho días después de aplicado los tratamientos fueron 142,32; 110,68; 69,79 y 76,90 pulgones vivos respectivamente para las cuatro evaluaciones. Es decir, el número de pulgones vivos disminuyó gradualmente hasta los seis días de aplicación de los insecticidas en que se dio el mejor control ([Tabla 2](#)). Al respecto, [Ali et al. \(2018\)](#) reportan que la mayor mortalidad del áfido del trigo ocurrió después del quinto día de aplicación de aceite de neem y eucalipto. Mientras que [Javaria et al. \(2018\)](#) mencionan que la máxima mortalidad del áfido de la col *B. brassicae* con extracto de semilla de neem ocurrió a 7 días de aplicación. En la evaluación al octavo día el número de pulgones vivos comenzó a incrementarse; es decir el control empezó a disminuir. En cuanto al testigo agua potable se observa que el número de pulgones fue incrementándose gradualmente de una población inicial de 314,33 pulgones por hoja hasta 349,33 en la evaluación a ocho días de aplicación de los tratamientos; explicable por la reproducción partenogenética que como menciona [Dixon \(1985\)](#) permite un rápido aumento en el número y da como resultado poblaciones que consisten en clones y la sobre posición de generaciones.

### 3.3. Comparación de insecticidas para las tres aplicaciones

Como se explicó en la sección anterior, el menor número de pulgones vivos o control fue a seis días de aplicado los insecticidas, por lo que la comparación de los tratamientos de varianza para el número de pulgones vivos para las tres aplicaciones de insecticidas se realizó a este nivel. En la [Tabla 3](#) de análisis de varianza se presenta la significación estadística para la primera, segunda y tercera aplicación de los tratamientos para el número de pulgones vivos, en la que se observa una alta significación en la fuente de variación insecticidas ( $p < 0,01$ ); por lo que se rechaza la hipótesis nula en que las medias de la población son todas iguales y se acepta la alternativa en que hay suficiente prueba estadística para afirmar que los efectos medios de los insecticidas utilizados para el control de pulgones de la col produjeron diferentes efectos en la mortandad de los pulgones. El coeficiente de variabilidad es muy bajo, lo que significa que hubo poca variabilidad en los datos registrados.

**Tabla 3**

Cuadrado medio del análisis de varianza y significación para pulgones vivos después de seis días de las tres aplicaciones

Fuentes de Variación	G.L.	Aplicaciones		
		1ra	2da	3ra
Insecticidas	5	62,72**	55,11**	57,23**
Error	12	1,08	0,14	0,09
Total	17			
	CV	8,39%	3,65%	4,74%

En cuanto a la comparación de promedios de control de los cinco insecticidas, en base a la diferencia del número de pulgones vivos que se presenta en la [Tabla 4](#), la prueba de medias de Tukey muestra que los efectos de todos los insecticidas estudiados fueron altamente significativos en relación al testigo agua, en la que se registró más del 100% de pulgones vivos; esto en razón a que los pulgones continuaron con la reproducción partenogenética ([Dixon, 1985](#)).

En las tres aplicaciones de insecticidas, el menor número de pulgones vivos se registró en hojas de col con aplicación de aceite de neem al 0,3%, cuya diferencia con respecto a los demás tratamientos fue altamente significativa ( $p < 0,01$ ); es decir fue el insecticida que tuvo mejor control de los pulgones de la col, lo cual se puede atribuir a que es un potente antialimentario para muchos insectos ([Pérez-López, 2012](#)). Como antecedentes podemos mencionar algunos trabajos similares con otras especies de pulgones como el trabajo de [Ebrahimi et al. \(2013\)](#) que reportan que

de los aceites esenciales obtenidos de las hojas del neem y eucalipto para el control de pulgones de algodón (*Aphis gossypii*), el neem fue la de mayor actividad letal que el eucalipto. [Montero et al. \(2017\)](#) evaluaron la actividad insecticida del neem sobre *A. gossypii*, registrando una mortalidad de 98,1%. [Muhammad et al. \(2018\)](#) mencionan que el extracto de semilla de Neem tuvo un control de 73% en los pulgones *A. gossypii*.

**Tabla 4**

Medias y significación para pulgones vivos después de seis días de las tres aplicaciones

Insecticidas	Aplicaciones		
	1ra	2da	3ra
Neem 0,3%	16,20 a	15,10 a	4,83 a
Eucalipto 0,3%	26,21 b	20,11 b	10,46 b
Caolín 5%	26,75 b	21,23 b	12,28 b
Neem 0,2%	28,82 b	28,22 c	12,87 b
Eucalipto 0,2%	32,42 b	41,56 d	26,59 c
Agua potable	106,20 c	107,14 e	107,45 d

Medias con diferentes letras es altamente significativa.

En la primera aplicación la diferencia del efecto entre los demás tratamientos estudiados: aceite de eucalipto al 0,3 y 0,2%, caolín 5% y neem al 0,2% no fue significativa y se asume que ejercieron un control similar ocupando el segundo lugar en el control del pulgón. En cuanto a antecedentes, [Pissinati & Ventura \(2015\)](#) mencionan que el aceite de neem y el caolín son alternativas adecuadas para reducir el pulgón del pulgón de la col *B. brassicae*. [Ali et al. \(2018\)](#) también reportan que los extractos de neem y de eucalipto causaron reducción significativa en la supervivencia y fecundidad del pulgón del trigo *Sitobion avenae*.

En la segunda aplicación de los tratamientos, los insecticidas que ocuparon el segundo lugar en cuanto a menor número de pulgones vivos fueron los insecticidas aceite de eucalipto al 0,3% y caolín 5%, cuya diferencia no es significativa y se puede afirmar que tuvieron un control similar en el control de los pulgones de la col. En la tercera aplicación, el segundo lugar de control en base al promedio de pulgones vivos después de la aplicación de los tratamientos corresponde a los insecticidas eucalipto al 3,0%; caolín 5% y neem 0,2% cuyas diferencias no son significativas y tuvieron un control similar.

### 3.4. Eficacia de los insecticidas en el control de pulgones

En la [Tabla 5](#) se presenta el grado de eficacia de los insecticidas utilizados, obtenidos mediante la

fórmula de Henderson y Tilton, para cada una de las tres aplicaciones realizadas durante el experimento. La prueba se aplicó a los resultados de evaluación a los seis días después de la aplicación de los tratamientos en virtud a que los insecticidas tuvieron su más alto control a este nivel. En las tres aplicaciones el insecticida que tuvo mayor eficacia en el control de pulgones *B. brassicae* fue el aceite de neem al 0,3%, el cual de acuerdo a la comparación de promedios que se presenta en la [Tabla 4](#) es estadísticamente diferente ( $p < 0,01$ ) con respecto a los demás insecticidas.

**Tabla 5**

Grado de eficacia en porcentaje de los insecticidas en el control del pulgón de la col a seis días de aplicación

Insecticidas	Aplicaciones		
	1ra	2da	3ra
Aceite de neem 0,3%	84,73	85,89	95,79
Caolín 5%	74,81	81,25	89,27
Aceite de eucalipto 0,3%	75,32	80,19	88,75
Aceite de neem 0,2%	72,86	73,66	90,85
Aceite de eucalipto 0,2%	41,36	61,19	76,77

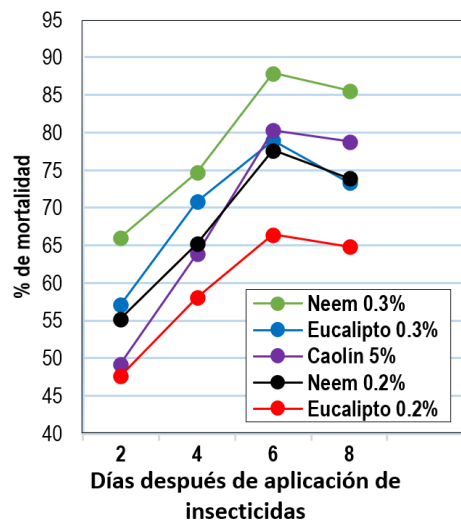
Para las tres aplicaciones, el segundo lugar en el control del pulgón se registró para caolín 5%, aceite de eucalipto al 0,3% y 0,2% y aceite de neem al 0,2%; de acuerdo a la comparación de promedios ([Tabla 4](#)) la diferencia entre estos productos no es significativa. Entre los estudios realizados por otros autores con otras especies de pulgones podemos mencionar a [Montero et al. \(2017\)](#) quienes evaluaron la actividad insecticida del neem sobre *A. gossypii*, registrando una mortalidad 98,1%. [Muhammad et al. \(2018\)](#) mencionan que el extracto de semilla de Neem tuvo un control de 73% en los pulgones *A. gossypii*. [Khodeir. et al. \(2013\)](#) reportan para el aceite de eucalipto un control de 80,66% del pulgón del haba (*Vicia faba*) en campo.

### 3.5. Efecto residual de control de los insecticidas

El efecto residual se determinó en base a la mortalidad de las cuatro evaluaciones realizadas en el presente estudio y al promedio de las tres aplicaciones ([Figura 1](#)).

La mortalidad de pulgones o control para los cinco insecticidas a dos días de aplicación fluctuó entre 47 y 66%, a los cuatro días de 58 a 75%, a los seis días de 66 a 87% y a los ocho días de 64 a 85%. De esta manera la mortalidad de pulgones se incrementa gradualmente desde los dos hasta los seis días después de aplicación de los insecticidas, en la cual las curvas alcanzaron su pico máximo; mientras en el octavo día las

curvas de todos los insecticidas en estudio inician el descenso. Lo que nos indica que el control de pulgones para todos los insecticidas fue óptimo hasta los seis días de aplicación.



**Figura 1.** Mortalidad en porcentaje del pulgón *Brevicoryne brassicae* para cuatro días de evaluación después de la aplicación de cinco insecticidas.

En relación a este resultado, Cerda et al. (2019) menciona que de cinco extractos vegetales de la amazonia del Ecuador, aplicados para el control de del pulgón de la col y de *Plutella xylostella* cuatro de ellos perdieron su capacidad de control después de séptimo días de aplicación.

#### 4. Conclusiones

El insecticida que tuvo mejor control del pulgón de la col *Brevicoryne brassicae* fue el aceite de neem al 3,0%, con una eficacia promedio para tres aplicaciones de 88,80%. El aceite de eucalipto a la dosis de 3,0% y el caolín 5% tuvieron un control aceptable con una eficacia de más de 81% promedio para tres aplicaciones. El eucalipto y caolín son recursos abundantes en el Perú, por lo que son buenas alternativas para control de plagas, siendo necesario mejorar su extracción en cuanto a la calidad. Todos los insecticidas demostraron mayor eficacia en poblaciones relativamente bajas, por lo que para el manejo biorracional de la plaga es indispensable un monitoreo bien estructurado para realizar oportunamente el control. El mayor efecto residual de los insecticidas estudiados en el control del pulgón fue hasta seis días. Actualmente el mercado exige productos sin residuos de pesticidas, por lo que los insecticidas estudiados tienen potencial de ser empleados en programas de manejo integrado del pulgón de la col.

#### Agradecimientos

Al estudiante de Ciencias de la Comunicación de la Universidad Nacional del Centro del Perú, Hamilton Valverde Apfata por su colaboración en el desarrollo del experimento.

#### Referencias bibliográficas

- Ahmad, M., & Akhtar, S. (2013). Development of insecticide resistance in field populations of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) in Pakistan. *Journal of Economic Entomology*, 106(2), 954–958.
- Ali, S., Farooqi, M. A., Sajjad, A., Ullah, M., Qureshi, A., et al. (2018). Compatibility of entomopathogenic fungi and botanical extracts against the wheat aphid, *Sitobion avenae* (Fab.) (Hemiptera: Aphididae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1), 1–6.
- Atanasova, D., & Leather, S. R. (2018). Plant essential oils: the way forward for aphid control. *Annals of Applied Biology*, 173(2), 175–179.
- Aziz, M. A., Irfan, M., Bodlah, I., Fahim, M., & Shah, P. (2015). Effect of different brassica vegetables on biology and demographic parameters of *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) under laboratory conditions. *Asian Journal of Agriculture and Biology*, 4(1), 17–24.
- Castresan, J. E., Rosenbaum, J., & González, L. A. (2013). Estudio de la efectividad de tres aceites esenciales para el control de áfidos en pimiento, *Capsicum annuum* L. *Idesia*, 31(3), 49–58.
- Cerda, H., Carpio, C., Ledezma-Carrizalez, A. C., Sánchez, J., Ramos, L., et al. (2019). Effects of aqueous extracts from amazon plants on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) in laboratory, semifield, and field trials. *Journal of Insect Science*, 19(5), 1–9.
- Cóndor, A. (2007). Effect of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) insecticides on parasitoids. *Revista Peruana de Biología*, 14(1), 69–74.
- Das, B. C., Sarker, P. K., & Rahman, M. M. (2008). Aphidicidal activity of some indigenous plant extracts against bean aphid *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). *Journal of Pest Science*, 81(3), 153–159.
- Dixon, A. F. G. (1985). Structure of Aphid Populations. *Annual Review of Entomology*, 30(1), 155–174.
- Ebrahimi, M., Safaralizade, M. H., Valizadegan, O., & Amin, B. H. H. (2013). Efficacy of three plant essential oils, *Azadirachta indica* (Adr. Juss.), *Eucalyptus camaldulensis* (Dehn.) and *Laurus nobilis* (L.) on mortality cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Hem: Aphididae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46(9), 1093–1101.
- Gia, M., & Andrew, N. (2015). Performance of the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: aphididae) on canola varieties. *Entomology the Journal of the Entomological Society of New South Wales*, 43, 1–10.
- Hikal, W. M., Baeshen, R. S., & Said-Al Ahl, H. A. H. (2017). Botanical insecticide as simple extractives for pest control. *Cogent Biology*, 3(1), 1–16.
- Jabran, K., Cheema, Z. A., Khan, M. B., & Hussain, M. (2016). Control of Cabbage Aphid *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) through Allelopathic Water Extracts. *Biological Sciences – PJSIR*, 59(1), 48–51.
- Javaria, H., Abbasi, A., Khan, M., Abbas, A., Hussain, M., et al. (2018). Efficacy of different plant extracts against *Brevicoryne brassicae* and their effects on pollinators. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(5), 01–05.
- Kuang, C., Wu, J., Pei, H., & Chen, D. (2018). Study on Extraction Method of Eucalyptus Leaf Extract and Control Effect of Tobacco Aphid in Field. *Journal of Agricultural Sciences*, 8(12), 1374–1378.
- Kwon, D., Choi, B., Lee, S., Clark, J., & Lee, S. (2009). Characterization of carboxylesterase-mediated pirimicarb resistance in *Myzus persicae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 93, 120–126.
- Khodeir, I., El-Dakhakhni, T., & Youssef, A. (2013). Effect of Garlic and *Eucalyptus* oils in comparison to Organophosphat insecticides against some Piercing-Sucking Faba bean insect Pests

- and natural enemies populations. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, F. Toxicology & Pest Control*, 5(2), 21–27.
- Mazhawidza, E., & Mvumi, B. M. (2017). Field evaluation of aqueous indigenous plant extracts against the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. and the rape aphid, *Brevicoryne brassicae* L. in Brassica production. *Industrial Crops and Products*, 110, 36–44.
- Miresmailli, S., & Isman, M. B. (2014). Botanical insecticides inspired by plant-herbivore chemical interactions. *Trends in Plant Science*, 19 (1), 29–35.
- Montero, C., Oileth Morales, V., Pino Pérez, V., Cermelli Lollini, O., González, G. E., & Rosales, L. C. (2017). Actividad insecticida de seis extractos vegetales sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Revista de Protección Vegetal*, 32(3), 1–7.
- Muhammad, U., Khattak, T. N., Rahman, H., Daud, M. K., Murad, W., & Azizullah, A. (2018). Effects of Neem (*Azadirachta indica*) seed and Turmeric (*Curcuma longa*) rhizome extracts on aphids control, plant growth and yield in okra. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 91, 194–201.
- Olivares, P. N., Morán V. A., & Guzmán, L. A. (2017). Manejo de plagas en repollo, tomate y lechuga. 1ra Edición. Editorial INIA.
- Özkara, A., Akyil, D., & Konuk, M. 2016. Pesticides, Environmental Pollution, and Health. Environmental Health Risk - Hazardous Factors to Living Species.1-27 pp
- Peña, V. R. (2018). Aplicación foliar de diatomita en el control de polilla de la col (*Plutella xylostella*) y pulgón (*Brevicoryne brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Italica) cv. "Rumba". Tesis para título. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú. 125 pp.
- Pereira, A. J., Cardoso, I. M., Araújo, H. D., Santana, F. C., Carneiro, A. P. S., Coelho, S. P., & Pereira, F. J. (2019). Control of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) with extracts of *Agave americana* var. *Marginata* Trel. in Brassica oleracea crops. *Annals of Applied Biology*, 174(1), 14–19.
- Pérez-López, E. (2012). Plaguicidas botánicos: una alternativa a tener en cuenta. *Fitosanidad*, 16(1), 51–59.
- Pissinati, A., & Ventura, M. U. (2015). Control of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) using kaolin and neem oil. *Journal of Entomology*, 12(1), 48–54.
- Qadir, R. A., Amin, H., & Majeed, A. (2018). Effect of growing seasons, plant extracts with various rates on Black Bean Aphid, *Aphis fabae* (Aphididae: Homoptera). *Kurdistan Journal of Applied Research*, 3(1), 22–26.
- Russo, S., Yaber Grass, M. A., Fontana, H. C., & Leonelli, E. (2018). Insecticidal activity of essential oil from *Eucalyptus globulus* against aphid *nerii* (Boyer) and gynaikothrips ficorum (Marchal). *AgriScientia*, 35(1), 63–67.
- Sharaby, A., & Dhafar, Z. M. (2019). Some Natural Plant Extracts Having Biocide Activities against the American Bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Advances in Entomology*, 7(1), 10–20.
- Stadler, T., Buteler, M., & Weaver, D. (2010). Nanoinsecticidas: Nuevas perspectivas para el control de plagas. *Revista de La Sociedad Entomológica Argentina*, 9, 149–156.
- Tacoli, F., Cargnus, E., Kiaeian Moosavi, F., Zandigiacomo, P., & Pavan, F. (2019). Efficacy and mode of action of kaolin and its interaction with bunch-zone leaf removal against *Lobesia botrana* on grapevines. *Journal of Pest Science*, 92(2), 465–475.
- Tacoli, F., Pavan, F., Cargnus, E., Tilatti, E., Pozzebon, A., & Zandigiacomo, P. (2017). Efficacy and Mode of Action of Kaolin in the Control of *Empoasca vitis* and *Zygina rhamni* (Hemiptera: Cicadellidae) in Vineyards. *Journal of Economic Entomology*, 110(3), 1164–1178.

