



## Control de caracoles (*Opeas pumilum* y *Cecilioides aperta*, *Mollusca*) en piña (*Ananas comosus* var. *comosus*) MD-2 en San Carlos, Costa Rica

Snails control (*Opeas pumilum* and *Cecilioides aperta*, *Mollusca*) in pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus*) MD-2 in San Carlos, Costa Rica

Jaime Gómez Mora<sup>1</sup>, Joaquín Durán Mora<sup>2</sup>, Zulay Castro Jiménez<sup>✉3</sup>

### Palabras clave Resumen

Extracto botánico, oxamil 24%, etoprofos 72%, clorpirifós 48%, fenamifos 40%, benfuracarb 40%.

Este ensayo tuvo como objetivo determinar el efecto de varios productos en el control de caracoles (*Opeas pumilum* y *Cecilioides aperta*) en raíces, hojas, suelo y rastrojo en un cultivo de piña MD-2 establecido con mínima labranza, en San Carlos, Costa Rica. Se establecieron ocho tratamientos con cuatro repeticiones cada uno en un diseño completamente al azar. Los tratamientos fueron: T1: compuesto botánico (biofermento), T2: etoprofos 72%, T3: clorpirifós 48%, T4: oxamil 24%, T5: benfuracarb 40%, T6: fenamifos 40%, T7: combinación de fenamifos 40% y etoprofos 72%, clorpirifós 48% y T8: testigo absoluto, que consistió en la aplicación de agua. Los primeros seis tratamientos fueron aplicados transcurridos 15 y 30 días después de la siembra (dds) de forma dirigida a la axila de la planta. El tratamiento combinado (T7) consistió en la aplicación de fenamifos 40% a los 7 dds, etoprofos 72% a 15 dds y clorpirifós 48% a 30 dds. Se realizó un muestreo previo y siete días posteriores a la aplicación del producto (o productos), para determinar la severidad, incidencia y eficacia del tratamiento por sector de muestreo. La población de caracoles más alta se presentó en suelo y rastrojo y la menor en raíces. Para un nivel de significancia de 0,05, el tratamiento con biofermento mostró medias de severidad acumulada estadísticamente similares a los productos químicos utilizados y diferentes al testigo en hojas y rastrojo; mientras que en suelo y raíces, el biofermento mostró efectos similares al testigo y medias superiores a los productos químicos. El porcentaje de incidencia acumulada en las raíces presentó medias estadísticamente similares con el biofermento, etoprofos y el testigo y más altas que el resto de los tratamientos. En hojas y rastrojo, la media más alta de incidencia acumulada se presentó en el tratamiento testigo; mientras que fenamifos mostró la media más baja en hojas y el tratamiento combinado en rastrojo. En suelo, el testigo y el biofermento presentaron la media de incidencia acumulada más alta y estadísticamente superior a los productos químicos. El tratamiento combinado presentó las medias más altas de eficacia en los cuatro sectores evaluados, aunque sin diferencias significativas con el resto de los productos químicos en raíces, con benfuracarb y fenamifos en hojas y con oxamil en suelo.

### Key words Abstract

Botanical extract, Oxamil 24%, Ethoprofos 72%, Chlorpyrifos 48%, Fenamiphos 40%, Benfuracarb 40%.

The objective of this experiment was to determine the effect of several products in the control of snails (*Opeas pumilum* and *Cecilioides aperta*) on roots, leaves, soil, and stubble of MD-2 pineapple plantation in San Carlos, Costa Rica. Eight treatments were established with four repetitions in a completely randomized design. The treatments were: T1) botanic extract, T2) ethoprofos 72%, T3) chlorpyrifos 48%, T4) oxamil 24%, T5) benfuracarb 40%, T6) fenamiphos 40%, T7) combination of fenamiphos 40% and ethoprofos 72%, chlorpyrifos 48%, and T8) absolute control which consisted solely the application of water. The first six treatments were applied 15 and 30 days after sowing (das) directed to the armpit of the plant. The combined treatment (T7) consisted in the application of fenamiphos 40% at 7 das, ethoprofos 72% at 15 das, and chlorpyrifos 48% at 30 das. A previous sampling was done and seven days after the application of the product (or products), to determine the severity, incidence, and effectiveness of the treatment. The highest population of snails occurred in soil and stubble, while the lowest in roots. For a level of significance of 0.05, the treatment with bioferment showed means of cumulative severity statistically similar to the chemical products used and different to the control in leaves and stubble; while in soil and roots, the bioferment showed similar effects to the control and means superior to the chemical products. The percentage of incidence accumulated in the roots presented statistically similar means to bioferment, ethoprofos, and the control, with also higher levels than the remaining treatments. In leaves and stubble, the highest cumulative incidence mean occurred in the control treatment; while fenamifos showed the lowest average in leaves and the combined treatment in stubble. In soil, the control and the bioferment had the highest cumulative incidence average and statistically superior to the chemical products. The combined treatment presented the highest efficacy means in the four sections evaluated, although without significant differences with the rest of the chemical products in roots, benfuracarb and fenamifos in leaves, and oxamil in soil.

1 Ing. Agrónomo. Palmares, Alajuela. jaalgomo@gmail.com

2 Profesor e investigador. Escuela de Agronomía ITCR. jduran@tec.ac.cr

3 Profesora e investigadora. Escuela de Agronomía ITCR. ✉zcastro@tec.ac.cr

## Introducción

A partir del cultivo comercial de piña MD-2, se generó un importante desarrollo en su producción a nivel nacional, debido a la gran aceptación de esta variedad por su agradable sabor, aroma, color y apariencia de la pulpa [1], [2]. En la actualidad, Costa Rica se ha convertido en el principal exportador de piña fresca en el mundo, con una producción que engloba más del 9% del valor mundial y un área cultivada que equivale al 3% de la superficie del planeta dedicada a este cultivo [3]. Para el 2017, se estimó que la actividad involucraba a más de 1250 productores, con cerca de 45 000 hectáreas de cultivo distribuidas entre las regiones Huetar Norte (56%), Atlántica Norte (25%) y Pacífico Sur (19%) [3].

La piña MD-2 se ha reportado susceptible a plagas y enfermedades, lo que justifica una mayor atención fitosanitaria [1]. Entre las principales plagas de suelo y planta, destacan la cochinilla harinosa y la cochinilla gris (*Dysmicoccus brevipes*), los sinfilidos (*Hanseniella* sp., *Scutigera* sp. y *Symphylella* sp.), los caracoles (*Opeas pumilum* y *Cecillodes aperta*), el picudo (*Metamasius dimidiatipennis*) y varios géneros de nemátodos (*Meloidogyne*, *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Criconemoides*) [1], [4].

Rodríguez [4] y Quesada [5] describen a los caracoles *Opeas pumilum* y *Cecillodes aperta* como moluscos pequeños y cremosos con un ciclo de vida corto (64 días), habitantes de los primeros 10 cm de suelo, cerca de las raíces de sus hospederos. Además, indican que en el cultivo de piña atacan las raíces y que incluso pueden causar una perforación que alcanza el tallo subterráneo, generando plantas con hojas angostas, amarillentas o rojizas, que se desprenden con facilidad pues su anclaje es muy pobre; lo anterior provoca crecimiento lento, enanismo y desuniformidad en la plantación.

La preferencia de estos moluscos por ambientes húmedos con materia en descomposición [2], [4]-[6], permite prever un aumento de sus poblaciones en las áreas de cultivo de Finca El Tremedal, la cual posee suelos arcillosos bajo condiciones de mínima labranza, puesto que el "mulch" que permanece sobre el terreno crea un ambiente de humedad adecuado para la incidencia de diversas plagas.

Esta investigación evaluó la eficacia de seis insecticidas (uno botánico y cinco químicos) en el control de caracoles (*Opeas pumilum* y *Cecillodes aperta*) durante las primeras siete semanas del cultivo de piña, periodo en el que la planta es susceptible al daño ocasionado por este molusco.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en la finca El Tremedal S. A., ubicada en Venecia de San Carlos, Alajuela, Costa Rica, a una altura aproximada de 320 msnm. Las coordenadas geográficas corresponden a 10°26' latitud Norte y 84°15' longitud Este. En el lugar se reporta una humedad relativa del 80%, precipitación anual entre 3500 y 4000 mm y temperatura entre 22 °C y 30 °C [7].

El trabajo de campo se realizó entre febrero y abril de 2016, periodo en el que se presentaron temperaturas altas (entre 24 °C y 32 °C) y días soleados, con precipitaciones diarias escasas o nulas, lo cual desfavoreció la reproducción de los caracoles.

Se utilizó piña MD-2 recién sembrada en camas de dos hileras, separadas 45 cm entre cada hilera y 27 cm entre plantas; la distancia de centro a centro de cama fue 115 cm, por lo que la densidad aproximada fue de 65 000 plantas/ha. El área experimental comprendió 16 camas cultivadas, de 48 m de longitud y 18,75 m de ancho, para un área de 900 m<sup>2</sup>, equivalente a 5 680 plantas. Cada unidad experimental (repetición) estuvo conformada por dos camas, con un área de 18 m<sup>2</sup> (1,5 m de ancho y 12 m de largo) y aproximadamente 178 plantas. La parcela útil consistió en la segunda cama de cada parcela experimental, con 2 m de borde al inicio y al final de la cama; sus dimensiones fueron de 8 m de largo y 0,75 m de ancho, para un área de 6 m<sup>2</sup> y 59 plantas. Esta unidad experimental permitió evitar la deriva y asegurar la independencia, aunque la aplicación de los productos se hizo en forma dirigida a cada planta. El material vegetativo utilizado en la siembra pesó entre 450 y 700 gr.

Se ensayaron seis productos para el control de plagas de suelo: un compuesto botánico (biofermento) y cinco productos químicos: tres organofosforados (etoprofos 72%, clorpirifós 48% y fenamifos 40%) y dos carbamatos (oxamil 24%, benfuracarb 40%), en ocho tratamientos (incluyendo el testigo absoluto), a saber:

T1: dos ciclos de compuesto botánico a dosis alta (8 L/ha), cuyos ingredientes activos fueron ajo (*Allium sativum*), cebolla (*Allium cepa*), chile (*Capsicum annum*) y gaviñana (*Neurolaena lobata*), formulado en aceite vegetal sobre una base de sales potásicas.

T2: dos ciclos de etoprofos 72%, 6 L/ha (4 340 g i.a/ha/ciclo de aplicación)

T3: dos ciclos de clorpirifós 48%, 8 L/ha (3 840 g i.a/ha/ciclo de aplicación)

T4: dos ciclos de oxamil 24%, 6 L/ha (1 140 g i.a/ha/ciclo de aplicación)

T5: dos ciclos de benfuracarb 40%, 8 L/ha (3 200 g i.a/ha/ciclo de aplicación)

T6: dos ciclos de fenamifos 40%, 8 L/ha (3 200 g i.a/ha/ciclo de aplicación)

T7: tres ciclos, combinación de tres biocidas (etoprofos 72%, clorpirifós 48% y fenamifos 40%); definido como el tratamiento combinado (4 320 g i.a/ha/ciclo de aplicación, 3 840 g i.a/ha/ciclo de aplicación y 3 200 g i.a/ha /ciclo de aplicación, respectivamente).

T8: testigo absoluto, que consistió en la aplicación de agua.

Los primeros seis tratamientos fueron aplicados a los 15 y 30 días después de siembra (dds) de forma dirigida a la axila de la planta. El tratamiento combinado (T7) se aplicó a los siete, 15 y 30 dds, utilizando en cada ocasión solo un producto de los tres señalados. La aplicación de los productos de cada tratamiento se realizó con bomba de mochila, lo que permitió la regulación de la cantidad exacta de solución en cada descarga (60 ml).

Desde la siembra (0 dds) hasta 60 dds, se evaluó la incidencia (total de caracoles vivos/planta evaluada, sensu [4]), la severidad (total de caracoles vivos/planta) y la mortalidad (caracoles muertos/unidad de muestreo) para la estimación de la eficacia. Las evaluaciones se realizaron en cuatro sectores: en el "mulch" (rastreo) de la cosecha anterior en un diámetro de 10 cm alrededor de la planta; en el suelo inmediato debajo y alrededor de la planta (10 cm de radio y profundidad); en las raíces de la planta y en la base de las hojas. Se ejecutaron ocho muestreos durante la evaluación: el primer muestreo se realizó dos días antes de la primera aplicación, el segundo

una semana posterior a la primera aplicación, el tercero dos días previos a la segunda aplicación y el cuarto una semana después de la aplicación. Los siguientes cuatro muestreos se realizaron con dos semanas de intervalo, lo que permitió observar el movimiento poblacional de los caracoles durante ocho semanas. Previamente, se dispuso de ocho grupos de cinco plantas seleccionadas al azar dentro de cada parcela útil (para un total de 40 plantas de las 59 plantas de la parcela útil)) para la ejecución de los ocho muestreos.

Para determinar la eficacia de control de cada tratamiento se utilizó la fórmula de Abbott [8], corregida por Rosenhein y Hoy [9].

$$Eficacia = \frac{P_{Trat} - P_{Test}}{100 - P_{Test}} \times 100$$

Donde:

$P_{Trat}$ : Porcentaje de mortalidad en tratamiento

$P_{Test}$ : Porcentaje de mortalidad del tratamiento testigo

Los tratamientos fueron aplicados en el campo bajo un diseño de parcela dividida, con el factor tratamiento en la parcela y las mediciones en el tiempo en las subparcelas. Se instalaron cuatro repeticiones por tratamiento.

Las observaciones en el tiempo de cada sector evaluado se analizaron respetando el diseño experimental propuesto para la interacción tratamiento  $\times$  tiempo de medición. Sin embargo, los valores acumulados al final del estudio se analizaron bajo el modelo de diseño completamente al azar. Se utilizó la técnica de modelos lineales generales y mixtos (MLMix) y la prueba de comparación Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) para identificar diferencias entre tratamientos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa InfoStat/P [10], con un nivel de significancia de 0,05.

## Resultados

### Severidad de caracoles

Este ensayo inició con el establecimiento de la plantación, cuando las plantas de piña recién sembradas mostraron raíces primarias de corta vida. La mayor población de caracoles vivos se localizó en el suelo (41% del total registrado), seguido del rastreo (37%), hojas (17%) y 5% en las raíces.

El efecto de los tratamientos a través de las semanas de evaluación se presenta en la Figura 1. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en las tres primeras semanas de medición ( $p > 0,05$ ). En la cuarta semana después de la siembra (quinta evaluación) aumentó significativamente la cantidad de individuos vivos en las unidades del tratamiento testigo (T8) de los sectores rastrojo, suelo y hojas de la planta. El resto de los tratamientos mostraron diferencias no significativas entre ellos. Para la quinta semana (sexta evaluación) se presentó un descenso en la cantidad de caracoles observados tanto en las hojas de la planta, como en el rastrojo y el suelo, excepto en el tratamiento con producto botánico (T1) en el suelo. En la sexta semana (séptima evaluación), la cantidad de caracoles en el tratamiento testigo aumentó en hojas, suelo y rastrojo; sin diferencias significativas entre los tratamientos T1, T3 y T5 en el suelo y T1, T3, T4 y T6 en rastrojo. Para la séptima semana después de siembra (octava evaluación) continuó la tendencia al aumento en la cantidad de caracoles en el tratamiento testigo (T8) en el suelo, rastrojo y hojas, mientras que estos valores declinaron de manera muy evidente por efecto de tratamiento, en hojas y rastrojo; y únicamente en los tratamientos T5, T6 y T7 en suelo. La cantidad de caracoles en raíces fue baja y sin diferencias significativas desde la semana cuarta después de la siembra.

La cantidad acumulada de caracoles vivos/planta en las ocho evaluaciones permitió determinar diferencias significativas entre tratamientos en todos los sectores (Cuadro 1). En las raíces, la media significativamente más alta se observó en el biofermento (T1); mientras que, en las hojas, en el suelo y en el rastrojo, la media más alta se presentó en el testigo (T8). En el resto de tratamientos no se presentaron diferencias significativas en ninguno de los sectores evaluados.

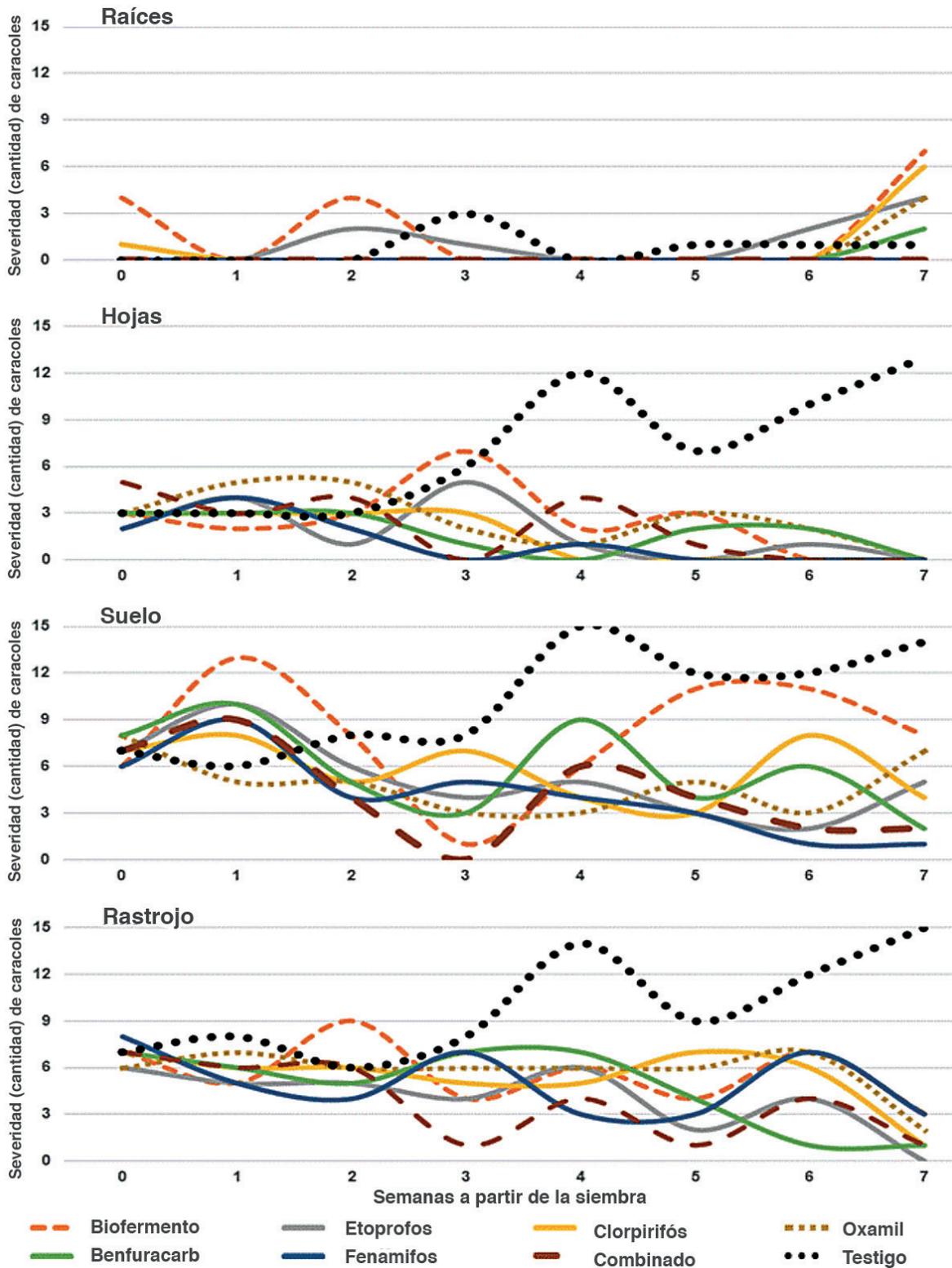
### *Incidencia de plantas con caracoles*

La evolución de la incidencia a través de las semanas de medición, por tratamiento y sector evaluado se observa en la Figura 2. En la medición previa a la aplicación de tratamientos (semana 0) la incidencia fue estadísticamente igual entre tratamientos en cada uno de los sectores evaluados ( $p > 0,05$ ), excepto en las raíces ( $p < 0,05$ ) con una media de incidencia más alta en el biofermento

(T1). Cabe señalar que, para esa medición, la media de incidencia fue  $3,6\% \pm 1,8\%$  en raíces,  $15,0\% \pm 1,9\%$  en hojas,  $33,0\% \pm 1,8\%$  en suelo y  $33,7\% \pm 1,8\%$  en rastrojo.

En el testigo (T8) se observó un aumento constante en el porcentaje de incidencia, aunque sin diferencias significativas entre mediciones en cada sector evaluado ( $p > 0,05$ ). El biofermento (T1) actuó únicamente en la raíz de la planta donde se constató una disminución significativa de la incidencia en las semanas posteriores a la primera aplicación. Los tratamientos con etoprofos (T2) y con oxamil (T4) no mostraron diferencias ( $p > 0,05$ ) en las medias de incidencia a través de las semanas de evaluación. Para el tratamiento con clorpirifós (T3) se evidenció efecto de tratamiento únicamente en el sector de las hojas con diferencias significativas a partir de la cuarta medición ( $p < 0,05$ ). El benfurcarb (T5) mostró efecto en rastrojo hasta la sexta medición y en suelo a partir de la segunda medición (después de la primera aplicación del producto). El fenamifos actuó únicamente a nivel de hojas, a partir de la primera aplicación del producto. El tratamiento combinado (T7) evidenció un efecto cíclico, con medias de incidencia estadísticamente más altas en la primera, segunda, cuarta y sexta semanas de medición. Al finalizar el ensayo, la media de incidencia en áreas tratadas fue de  $0\%$  en raíz,  $2,9\% \pm 1,3\%$  en hojas,  $18,6\% \pm 2,9\%$  en suelo y  $18,6\% \pm 2,3\%$  en rastrojo; mientras que en el testigo fue de  $5\% \pm 4,8\%$  en raíz,  $50\% \pm 5,8\%$  en hojas,  $45\% \pm 5,0\%$  en suelo y  $60,0\% \pm 8,2\%$  en rastrojo.

La incidencia acumulada en las ocho evaluaciones evidenció diferencias significativas entre tratamientos en los cuatro sectores evaluados (Cuadro 2). El menor porcentaje de plantas atacadas se presentó en raíces, con medias significativamente más altas en el testigo (T8), en el biofermento (T1) y en el tratamiento con etoprofos (T2). En hojas, la media más alta se presentó en el testigo (T8) y la más baja en el tratamiento con fenamifos (T6). En el suelo, tanto el testigo (T8) como el biofermento (T1) presentaron medias estadísticamente similares y más altas que en el resto de los tratamientos. En el rastrojo, la media de incidencia del testigo (T8) fue significativamente la más alta y la del tratamiento combinado (T7) la más baja.



**Figura 1.** Evolución de la severidad (cantidad de caracoles) por tratamiento y sector de muestreo. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

**Figure 1.** Severity progress (number of snails) per treatment and sampling sector in pineapple MD-2. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

**Cuadro 1.** Severidad acumulada de caracoles por tratamiento y sector de evaluación en piña MD-2. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

**Table 1.** Cumulative snail severity according to treatment and evaluation sector in pineapple MD-2. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

Tratamiento	Sector evaluado			
	Raíces	Hojas	Suelo	Rastrojo
T1: Biofermento	3,8 ± 1,4 a	5,0 ± 1,4 b	16,0 ± 2,8 a	11,3 ± 2,1 b
T2: Etoprofos	2,3 ± 0,5 b	3,5 ± 1,2 b	10,5 ± 2,7 b	8,0 ± 1,2 b
T3: Clorpirifós	1,8 ± 0,8 b	3,0 ± 0,7 b	11,5 ± 2,1 b	10,8 ± 0,9 b
T4: Oxamil	1,0 ± 0,4 b	5,3 ± 0,8 b	9,8 ± 0,5 b	11,5 ± 3,0 b
T5: Benfuracarb	0,5 ± 0,3 b	3,5 ± 0,3 b	11,8 ± 1,8 b	9,5 ± 0,3 b
T6: Fenamifos	0,0 ± 0,0 b	2,3 ± 1,0 b	8,3 ± 1,8 b	10,0 ± 0,7 b
T7: T2 + T3 + T6	0,0 ± 0,0 b	4,3 ± 1,0 b	8,5 ± 1,2 b	7,5 ± 0,7 b
T8: Testigo	1,5 ± 0,7 b	14,3 ± 2,5 a	20,5 ± 3,0 a	19,8 ± 1,2 a
p-valor	0,0047	<0,0001	0,0060	0,0003

Para cada sector, medias ( $\pm$  error estándar) con letras diferentes muestran diferencias significativas según la Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ).

For sector, means ( $\pm$  standard error) with different letters show significant differences (DGC Test,  $\alpha = 0.05$ ).

**Cuadro 2.** Incidencia (porcentaje de plantas atacadas) por tratamiento y sector de evaluación en piña MD-2. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

**Table 2.** Incidence (percentage of attacked plants) according to treatment and evaluation sector in pineapple MD-2. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

Tratamiento	Sector evaluado			
	Raíces	Hojas	Suelo	Rastrojo
T1: Biofermento	2,9 ± 1,2 a	9,3 ± 2,4 b	30,0 ± 2,7 a	24,3 ± 4,1 b
T2: Etoprofos	2,1 ± 1,4 a	7,1 ± 1,8 b	21,4 ± 3,8 b	21,4 ± 2,5 b
T3: Clorpirifós	0,7 ± 0,3 b	7,1 ± 1,8 b	25,0 ± 3,6 b	25,7 ± 1,6 b
T4: Oxamil	0,0 b	11,4 ± 2,6 b	20,0 ± 1,2 b	29,3 ± 6,5 b
T5: Benfuracarb	0,0 b	7,9 ± 0,7 b	23,6 ± 2,4 b	22,1 ± 0,7 b
T6: Fenamifos	0,0 b	4,3 ± 1,4 c	19,3 ± 5,0 b	24,3 ± 1,4 b
T7: T2 + T3 + T6	0,0 b	9,3 ± 2,1 b	17,9 ± 1,8 b	15,7 ± 0,8 c
T8: Testigo	3,6 ± 1,4 a	32,1 ± 5,9 a	40,7 ± 5,9 a	41,7 ± 2,4 a
p-valor	0,0177	0,0070	0,0049	<0,0001

Para cada sector, medias ( $\pm$  error estándar) con letras diferentes muestran diferencias significativas según la Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ).

For sector, means ( $\pm$  standard error) with different letters show significant differences (DGC Test,  $\alpha = 0.05$ ).

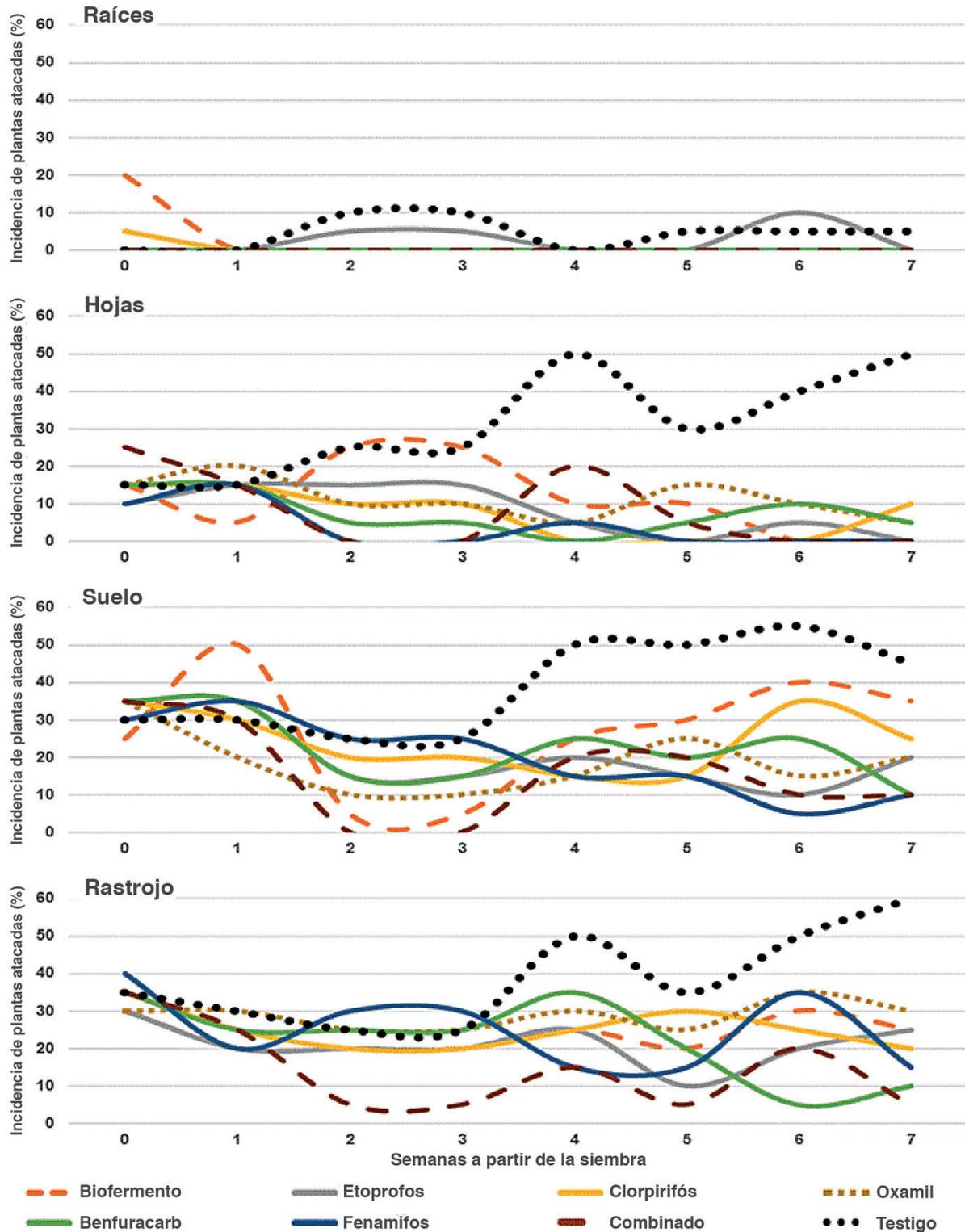


Figura 2. Evolución de la incidencia de plantas atacadas por tratamiento y sector de muestreo. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

Figure 2. Incidence progress of attacked plants by treatment and sampling sector in pineapple MD-2. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

### Eficacia de control

En la Figura 3 se observa el porcentaje de eficacia de control por efecto de tratamiento a través de las semanas de evaluación (0 a 7<sup>ma</sup> semana) en los cuatro sectores evaluados. El tratamiento con biofermento (T1) y el tratamiento con etoprofos (T2) mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) únicamente en el rastrojo, a partir de la sexta medición en T1 y de la tercera medición en el T2. El clorpirifós (T3) y el benfuracarb (T5) presentaron efecto de tratamiento a partir de la cuarta medición en hojas y suelo y de la sexta medición en rastrojo. El oxamil (T4) mostró efecto a partir de la tercera medición en hojas y suelo y de la quinta medición en rastrojo. El fenamifos (T6) mostró efecto a partir de la cuarta medición en rastrojo y suelo y de la quinta medición en hojas. El tratamiento combinado (T7) mostró diferencias significativas a partir de la tercera medición.

Los valores de eficacia acumulada indicaron diferencias significativas entre tratamientos en los cuatro sectores muestreados (Cuadro 3). En las raíces, sector donde se presentó la menor cantidad de caracoles, se identificaron diferencias significativas entre la media más baja del biofermento y el resto de tratamientos químicos. En las hojas se encontró un efecto de tratamiento similar entre T5, T6 y T7, con medias significativamente más altas que el resto de tratamientos. En el suelo, únicamente T4 y T7 presentaron medias estadísticamente más altas en comparación con el resto de tratamientos. En el rastrojo, únicamente T7 mostró medias estadísticamente superiores al resto de tratamientos.

### Discusión

A nivel mundial, el conocimiento sobre el Filo Mollusca es muy limitado y Costa Rica no es la excepción. De 183 especies y subespecies terrestres reportadas para el territorio nacional, sólo se conoce parcialmente la ecología y biología de cinco de ellas (dos introducidas) [11]. Tal es el caso de *Opeas pumilun* (introducida) y *Ceciliodes aperta* (nativa), ambas de importancia agrícola por causar daños cuantiosos en cultivos y aún más por la dificultad que representa su erradicación [4], [12].

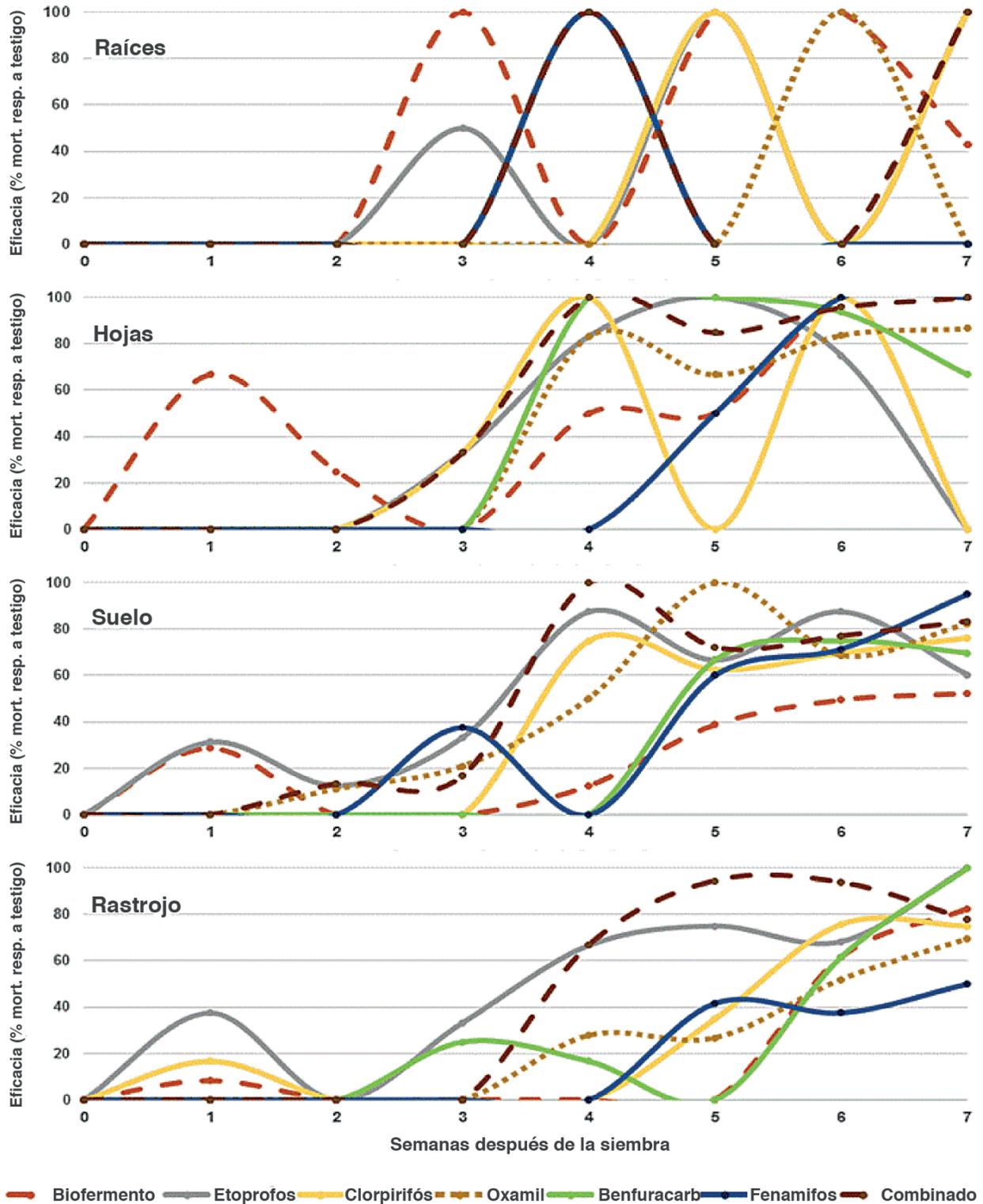
A pesar de que el rastrojo en el campo se considera beneficioso, también presenta inconvenientes puesto que se convierte en el hábitat de ciertos

organismos como babosas, caracoles y hormigas; los cuales pueden proliferar bajo condiciones de humedad mal manejadas y convertirse en plagas o vectores de enfermedades [13]. La finca donde se realizó este estudio registra un historial de presencia de caracoles en la mayoría de terrenos destinados a la producción [14].

Diversos autores señalan que estos moluscos prefieren ambientes húmedos con materia en descomposición, suelos con buena estructura y alta capacidad de retención de humedad, contenidos medios o altos de materia orgánica y adecuada cobertura [4], [5], [15]-[20]. Condiciones semejantes son las que se establecen en los sistemas de mínima labranza, donde el "mulch" (rastrojo) permanece sobre el suelo. De allí que en este estudio se encontró la mayor población de caracoles (78% de los caracoles vivos) en el suelo y en el rastrojo cercano a la planta.

Matamoros [18] llama la atención sobre la dificultad del control de estos y otros moluscos en el cultivo de la piña una vez que se convierten en plaga, ya que poseen características que dificultan el manejo eficiente. Los moluscos poseen una estructura calcárea provista de carbonato de calcio, capacidad para enterrarse y permanecer en estado latente a la espera de condiciones favorables para la locomoción u ovoposición y capacidad de liberar mucus que impide la entrada de productos a través del manto [18]. Sin embargo, no se encontraron reportes que indiquen el umbral sobre el cual la población de estos moluscos se considera como una plaga en el cultivo de piña. En este estudio, el tratamiento testigo reportó entre 14 y 21 caracoles por planta en hojas, suelo y rastrojo y 1,5 caracoles por planta en raíces, las cuales estaban recién sembradas y poseían raíces poco desarrolladas.

Ningún tipo de control biológico es aún reconocido para el control de caracoles en piña [5]; no obstante Matamoros [18] señala que el chile picante (*Capsicum* sp.) posee propiedades molusquicidas debido a la capsicina (8-metil-N-vanillil-6-nonenamida), que es irritante. En este ensayo, se encontró que el biofermento utilizado no mostró efecto sobre la cantidad de caracoles (severidad) en las raíces de la planta y en el suelo (con medias menores o iguales al testigo), aunque se comportó de manera similar a todos los tratamientos químicos en las hojas y en el suelo. En cuanto al porcentaje



**Figura 3.** Evolución de la eficacia (%) en el control de caracoles por tratamiento y sector de muestreo. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

**Figure 3.** Efficacy progress (%) in the control of snails by treatment and sampling sector in pineapple MD-2. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

**Cuadro 3.** Eficacia (porcentaje de mortalidad) para la séptima evaluación por tratamiento y sector evaluado. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

**Table 3.** Efficacy (percentage of mortality) for the seventh day of evaluation according to treatment and sector evaluated in pineapple MD-2. Finca El Tremedal S. A., San Carlos, Costa Rica. 2016.

Tratamiento	Sector evaluado			
	Raíces	Hojas	Suelo	Rastrojo
T1: Biofermento	42,0 ± 11,5 b	39,2 ± 16,0 b	34,7 ± 5,4 b	27,4 ± 4,7 b
T2: Etoprofos	64,3 ± 8,8 a	55,4 ± 12,5 b	51,7 ± 10,9 b	43,9 ± 6,2 b
T3: Clorpirifós	71,5 ± 13,0 a	50,0 ± 6,8 b	43,8 ± 2,4 b	34,7 ± 6,4 b
T4: Oxamil	84,3 ± 6,0 a	54,7 ± 4,4 b	62,4 ± 1,7 a	45,1 ± 5,3 b
T5: Benfuracarb	88,7 ± 6,6 a	67,6 ± 2,6 a	49,9 ± 4,2 b	41,4 ± 2,0 b
T6: Fenamifos	100,0 ± 0,0 a	70,8 ± 9,4 a	55,9 ± 7,0 b	37,7 ± 6,0 b
T7: T2 + T3 + T6	100,0 ± 0,0 a	73,3 ± 3,1 a	61,1 ± 2,5 a	59,9 ± 3,5 a
p-valor	0,0037	0,0125	<0,0001	0,0007

Para cada sector, medias ( $\pm$  error estándar) con letras diferentes muestran diferencias significativas según la Prueba de DGC ( $\alpha = 0,05$ ).

For sector, means ( $\pm$  standard error) with different letters show significant differences (DGC Test,  $\alpha = 0.05$ ).

de plantas infestadas (incidencia) mostró menor efecto en los cuatro sectores evaluados, respecto a uno o varios productos químicos. Referente a la mortalidad con relación al testigo (eficacia), el biofermento reportó los valores más bajos en raíces, similares a los de etoprofos, clorpirifós y oxamil en hojas y a todos los productos químicos, excepto el tratamiento combinado (T7), en suelo y rastrojo. Miranda y Blanco [21] reportaron efectividad del mismo biofermento utilizado en este ensayo para el control de cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*) en estado de ninfa y de adulto en piña MD-2, causando la muerte por deshidratación.

Cortés [22] indica que los compuestos bio-orgánicos, al ser productos de amplio espectro, pueden demorar más tiempo en hacer efecto sobre una plaga específica. Además, esos compuestos poseen alta sensibilidad a degradarse en condiciones ambientales propias de un campo abierto (como altas temperaturas, radiación y humedad). Lo anterior pudo suceder en este ensayo, ya que en el período de las ocho semanas de evaluación se presentaron altas temperaturas y escasas precipitaciones.

Para otros autores el control químico de los moluscos en piña es más efectivo que el biológico y se basa en el uso de molusquicidas, así como de etoprofos y de carbofuran [2], [5], [23]. Durante

décadas se utilizó el metaldehído, el metomilo y ciertos carbamatos (metiocarb y carbaril) para este fin [18]. Sin embargo, diversos autores coinciden en que algunos de estos productos (como el metaldehído, metomilo, metiocarb, carbaril y carbofuran) son altamente tóxicos para la vida animal y el ambiente [18], [23]-[25].

Quesada [5] recomienda el uso de etoprofos al 72% a una dosis de 8 L/ha para el control de caracoles en el cultivo de piña. Empero, en este ensayo se encontró que el producto tuvo una eficacia similar al resto de productos químicos en los cuatro sectores evaluados, excepto en el tratamiento combinado (T7) en el suelo y el rastrojo.

Rojas-Cabezas [26] menciona al etoprofos y al clorpirifós en la lista de los doce plaguicidas responsables del mayor número de intoxicaciones agudas en Costa Rica. El mismo autor señala al etoprofos, fenamifos y oxamil entre los plaguicidas de uso restringido en el país, los cuales están catalogados como altamente peligrosos. Wesseling *et al.* [25] indican que el etoprofos, fenamifos y oxamil son de toxicidad aguda extremadamente alta y destacan al clorpirifós como un producto neurotóxico, teratogénico y disruptor endocrino. Iannacone *et al.* [27] evaluaron el efecto de tres plaguicidas sobre el caracol de agua dulce *Physa*

*venustula* y encontraron que el clorpirifós fue el de mayor toxicidad aguda.

En el control de plagas y enfermedades en sistemas productivos altamente intensivos y con alta rentabilidad, como es el cultivo de piña, el sobreuso o uso incorrecto de plaguicidas puede desencadenar procesos perjudiciales para la salud del sistema y del ambiente en general, destacando la aparición de plagas secundarias, desarrollo de resistencia o eliminación de biota benéfica. Por lo tanto, resulta de gran importancia el desarrollo de alternativas de manejo integrado de la plaga estudiada; mismas alternativas que no solo deben enfocarse en la erradicación de moluscos, sino también en el control de malezas durante los primeros cuatro meses de plantación, puesto que estos caracoles prefieren habitar las raíces de *Rottboellia cochinchinensis* y *Eleusine* sp. (plantas indeseadas que prosperan en los campos de cultivo de piña). También debe procurarse eliminar focos de humedad (mediante la construcción de drenajes) y los desechos del cultivo en la superficie del suelo posterior a la cosecha.

## Conclusiones

- La población más alta de caracoles se presentó en suelo y rastrojo y la menor en las raíces.
- En hojas y rastrojo, el tratamiento con biofermento mostró severidad acumulada de caracoles estadísticamente similar a la observada con productos químicos utilizados y diferentes al testigo. En suelo y raíces, el biofermento mostró efectos similares al testigo, mientras que los productos químicos no mostraron diferencias significativas entre sí.
- El porcentaje de incidencia acumulada en las raíces, a la octava semana, presentó medias estadísticamente similares con el biofermento, el etoprofos y el testigo y más altas que el resto de tratamientos. En las hojas y rastrojo, la más alta incidencia acumulada se presentó en el tratamiento testigo; mientras que el fenamifos mostró la media más baja en hojas. En el suelo, el testigo y el biofermento presentaron la más alta incidencia y estadísticamente diferente a los productos químicos.

- El tratamiento combinado presentó la más alta eficacia en los cuatro sectores evaluados, aunque sin diferencias significativas con el resto de productos químicos en raíces, con benfuracarb y fenamifos en hojas y con oxamil en suelo.
- Benfuracarb, fenamifos y el tratamiento combinado presentaron disminución de la severidad de caracoles principalmente posterior a la segunda aplicación de los tratamientos (4 sds).
- Fenamifos, benfuracarb, clorpirifós y el tratamiento combinado aumentaron la mortalidad de caracoles principalmente a partir de la segunda aplicación de los tratamientos (4 sds).

## Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación de insecticidas dirigida a la axila de las hojas con una bomba de mochila y regulación de descarga como un método efectivo para evitar el desperdicio de producto y agua, principalmente en focos localizados y en presencia de la plaga.
- En investigaciones similares, abarcar mayor área experimental y parcela útil, considerando diferentes periodos del año para evaluar variables por efecto del suelo y del clima.
- En investigaciones similares, realizar muestreos en suelo y raíz para determinar la presencia de nematodos y otras plagas.
- Verificar, en ambiente controlado, el efecto de control de los distintos productos sobre los caracoles.

## Bibliografía

- [1] Z. Castro, "Estudio de la actividad productora de piña (*Ananas comosus* L.) Merr y comportamiento del mercado interno en Costa Rica, San Carlos". Tecnológico de Costa Rica, 2000.
- [2] A. Guevara, R. Arce, y P. Guevara, "Impacto económico, social y ambiental de la piña en Costa Rica", CANAPEP, 2017. [en línea]. Disponible: <https://cana-pep.com/documentos/>, [Accesado: 20 Set. 2018].
- [3] CANAPEP (Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña), "Estadísticas", 2018. [en línea]. Disponible: <https://cana-pep.com/estadisticas/>, [Accesado: 20 Set. 2018].

- [4] M. Rodríguez, "Guía de identificación y manejo integrado de plagas y enfermedades en piña", Banacol, 2012.
- [5] J. Quesada, "Desarrollo de procedimientos estandarizados de operación (PEO) para el manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de piña *Ananas comosus* (L.) Merr. en la Región Huertar Norte de Costa Rica", Tesis Bach., Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Alajuela, 2013.
- [6] M. Benito, "Evaluación técnica económica de una crianza intensiva de caracoles (*Helix aspersa*)", Tesis Ing. Agr., Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 2004.
- [7] D. León, "Diagnóstico y dinámica poblacional de nematodos en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr., Finca el Tremedal S. A. San Carlos", Tesis Bach., Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Alajuela, 2007.
- [8] W. Abbott, "A method of computing the effectiveness of an insecticide", *Journal of Economic Entomology*, vol. 18, Abr., pp. 265-267, 1925.
- [9] J. Rosenhein, M. Hoy, "Confidence Intervals for Abbott's Formula Correction of Bioassay Data for Control Response", *Journal of Economic Entomology*, vol. 82, no. 2, pp. 331-335, 1987.
- [10] JA. Di Rienzo, F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada, y C. Robledo, InfoStat versión 2014. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2014.
- [11] Z. Barrientos, "Estado actual del conocimiento y la conservación de los moluscos continentales de Costa Rica", *Revista de Biología Tropical*, vol. 51, no. 3, pp. 285-292, 2003.
- [12] J. Monge-Nájera, F. Bertsch-Hernández, W. Badilla, y E. Bornemisza-Steiner, "Moluscos del suelo como plagas agrícolas y cuarentenarias", en *X Congreso Nacional Agronómico/II Congreso Nacional de Suelos*, 1996.
- [13] L. Marie, "Uso de rastrojo o mulch para manejo de suelos", 2013. [en línea]. Disponible: [http://www.bandavelo.org/blog/public/galleries/12\\_06\\_13\\_Perou/12\\_07\\_31\\_Kokopelli/doc/Louis-Marie\\_ficha%20mulch\\_version%20light\\_LMM.pdf](http://www.bandavelo.org/blog/public/galleries/12_06_13_Perou/12_07_31_Kokopelli/doc/Louis-Marie_ficha%20mulch_version%20light_LMM.pdf), [Accesado: 4 Oct. 2016].
- [14] J. Rodríguez. "Generalidades de Finca El Tremedal" Comunicación personal (marzo, 2017).
- [15] F. Leandro-Castañeda, "Biología y desarrollo de los caracoles *Opeas pumilum* (Pfeiffer) y *Cecilioides aperta* (Swamson), en plantaciones comerciales de piña (*Ananas comosus*) L. Merr.", Tesis Lic., Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Alajuela, 1993.
- [16] J. Monge-Nájera, Tropical molluscs of sanitary and economic importance: the Costa Rican experience, San José: Universidad de Costa Rica, 1997.
- [17] Z. Barrientos, "Los moluscos terrestres (*Mollusca: Gastropoda*) de Costa Rica: clasificación, distribución y conservación", *Revista de Biología Tropical*, vol. 58, no. 4, pp. 1165-1175, 2010.
- [18] M. Matamoros, "Manejo agroecológico de moluscos", en: Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana, L. Vázquez, Ed. La Habana: CIDISAV, 2011, pp. 221-232.
- [19] M. Matamoros, "Los moluscos fitófagos en la agricultura cubana", *Revista Agricultura Orgánica*, vol. 20, no. 2, pp. 9-13, 2014.
- [20] M. Matamoros, "Malacofauna en agroecosistemas representativos de las provincias occidentales de Cuba", *Fitosanidad*, vol. 18, no. 1, pp 23-27, 2014.
- [21] A. Miranda y H. Blanco, "Control de *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae), en el fruto de piña, San Carlos, Costa Rica", *Agronomía Costarricense*, vol. 37, no. 1, pp. 103-111, 2013.
- [22] H. Cortés, "Ventajas y desventajas de los insecticidas químicos y naturales", Monografía, Universidad Veracruzana, Veracruz, 2011.
- [23] M. Villegas y J. Vera, "Informe sobre vigilancia tecnológica sobre el control de plagas contra la piña mediante bioplaguicidas", en: *Cuarta Reunión Centroamericana de Expertos de la Red Subregional de Centros de Apoyo a la Tecnología y a la Innovación en los Países Centroamericanos y la República Dominicana (CATI-CARD)*, 2018, pp 1-80.
- [24] W. Gratereaux, "Potencial del uso de hongos entomopatógenos para el control de cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*) en producción orgánica de piña (*Ananas comosus*) Potential of entomopathogenic fungi for the control of mealybugs (*Dysmicoccus brevipes*) in organic production of pineapple (*Ananas comosus*)", Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, Cartago, 2009.
- [25] C. Wesseling, D. Barraza, y T. Partanen, "Efectos por plaguicidas en la salud en los trabajadores bananeros", en: Una mirada a las condiciones de trabajo de algunos colectivos especialmente vulnerables, OISS, Ed., Madrid: OISS, 2011.
- [26] E. Rojas-Cabezas, "Prohibición y restricción en el uso y comercialización de plaguicidas agrícolas en Costa Rica", *Agronomía Costarricense*, vol. 40, no. 1, pp 89-105, 2016.
- [27] J. Iannacone, C. Caballero, y L. Alvaríño, "Empleo del caracol de agua dulce *Physa venustula* Gould como herramienta ecotoxicológica para la evaluación de riesgos ambientales por plaguicidas", *Agricultura Técnica*, vol. 62, no. 2, pp 212-225, 2002.

De acuerdo con la norma IEEE, este documento debe citarse:

J. Gómez Mora, J. Durán Mora, Z. Castro Jiménez, "Control de caracoles (*Opeas pumilum* y *Cecilioides aperta*, Mollusca) en piña (*Ananas comosus* var. *comosus*) MD-2 en San Carlos, Costa Rica", *Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo*, vol. 1, no. 1, pp. 35-46, 2018, DOI: 10.18860/rath.v1i1.3927.