UTILIZACIÓN DE BIOINSECTICIDA A BASE DE ALOE PARA CONTROLAR LA PRESENCIA DE MOSCA BLANCA EN ÁRBOLES DE FICUS DE LA ESCUELA DARÍO SALAS DÍAZ DE ARICA

USE OF BIOINSECTICIDE BASED ON ALOE TO CONTROL THE PRESENCE OF WHITE FLY IN FICUS TREES AT THE DARÍO SALAS DÍAZ SCHOOL OF ARICA

Karina Condori • Camila Mamani
Profesora Guía: Carlos Rodríguez
Escuela Darío Salas Díaz, Arica
Asesor Científico: Katherine Acosta
Evaluador: Pedro Orihuela

Resumen

Al detectar alergias en algunos compañeros de clase y encontrar signos de enfermedad en las plantas de la escuela, con un grupo de estudiantes buscamos dar respuesta y una posible solución a las interrogantes: ¿Qué es el polvillo blanco presente en las plantas? ¿Será éste el causante de las alergias en las personas? ¿Qué es lo que afecta a las plantas de la escuela? y ¿Cómo se puede ayudar a remediarlo? Para ello, en primera instancia los estudiantes guiados por su profesor realizaron un inventario taxonómico y perfiles de vegetación del lugar. En la primera fase de la investigación se obtuvo tres resultados importantes: 1) las plantas presentan signos de haber sido infectadas por una plaga de mosquita blanca del cocotero; 2) la melaza producida por ninfas de la mosquita del cocotero es la causal de las alergias y; 3) solo dos tipos de plantas: aloe y pino no presentan signo alguno de infección, por lo que se evalúa la capacidad de estas plantas para actuar como biocidas de la mosquita blanca. Durante la segunda fase se evaluó la eficacia de extractos de aloe en condiciones de laboratorio para la eliminación de ninfas de mosquita blanca presentes en árboles de ficus en la escuela. La investigación escolar concluye que el aloe puede ser empleado como biosida para el control natural de la mosquita blanca en árboles de ficus. La indagación fue materializada por las preguntas que se desarrollaron en la investigación escolar y una posterior comunicación de los resultados.

Palabras claves: Aloe; Bioinsecticida; Ficus; Mosca blanca; Arica

Abstract

By detecting allergies in some classmates and finding signs of disease in the plants of the school, with a group of students we sought to give an answer and a possible solution to the questions: What is the white powder present in the plants? Is this the cause of allergies in people? What affects the plants in the school? and How can you help remedy it? To do this, in the first instance the students, guided by their teacher, carried out a taxonomic inventory and vegetation profiles of the place. In the first phase of the investigation, three important results were obtained: 1) the plants show signs of having been infected by a plague of coconut whitefly, 2) honeydew produced by nymphs of the coconut tree fly is the cause of allergies Y; 3) only two types of plants: Aloe Vera and Pine do not show any signs of infection, so the ability of these plants to act as biosides for whiteflies is evaluated. During the second phase, the efficacy of Aloe Vera extracts was evaluated under laboratory conditions for the elimination of whitefly nymphs present in Ficus trees at school. School research concludes that Aloe Vera can be used as a bioside for the natural control of whiteflies on Ficus trees. The inquiry was materialized by the questions that were developed in the school research and a subsequent communication of the results.

Keywords: Aloe; Bioinsecticide; Ficus; White fly; Arica

El Proyecto participó en:
* Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2017, PAR Explora de CONICYT Arica y Parinacota. Congreso Nacional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2017. Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2018, PAR Explora de CONICYT Arica y Parinacota.

Introducción

El Valle de Azapa es una zona rural donde se explota la agricultura tanto de manera extensiva como de forma intensiva, el control de plagas se hace principalmente a base de insecticidas químicos que generan resistencias en los insectos-plaga, contaminan el medio ambiente y afectan a las personas que viven en sus alrededores (Ra-Pal, 2021).

Dentro de las plagas con mayor importancia tanto en el área agrícola como ornamental es la mosquita blanca del cocotero *Aleurodicus* sp. (Hemíptera: Aleyrodidae), la que afecta a un amplio espectro de especies hospedantes excluyendo al *Aloe barbarensis*.

Aleurodicus sp. es la especie de aleyródido de mayor tamaño registrada en Chile, presenta un alto potencial reproductivo, lo cual ha permitido adaptarse a los factores abióticos y bióticos presentes en la comuna de Arica (Rosales *et al*., 2011).

Con respecto a su alimentación, esta mosquita blanca es extraordinariamente versátil, pudiendo vivir y reproducirse en muchas especies de plantas diferentes, tanto herbáceas como leñosas (Rosales *et al*., 2011).

El daño es producido por los insectos al alimentarse de la savia de las plantas. Hay disminución de la fotosíntesis de las plantas atacadas, ocasionada por la presencia de la plaga en las hojas y por hongos saprófitos (fumagina) que se alimentan de las sustancias azucaradas producidas por ésta y que cubren el follaje. En ataques fuertes se produce defoliación (SAG, 2004).

En el marco del panorama descrito anteriormente el presente estudio muestra los resultados obtenidos tras una investigación escolar realizada en la escuela Darío Salas Díaz ubicado en el Km 3,5 del Valle de Azapa. El estudio dividido en dos fases principales intenta dar respuesta a tres preguntas principales: ¿Qué es el polvillo blanco que está causando la alergia de las personas y enferma a las plantas? ¿Qué solución se puede dar a tal problemática? ¿Será posible diseñar un antídoto natural a base de plantas de la zona? A partir de esta situación-problema, la investigación se centra principalmente en evaluar el efecto insecticida de tres extractos naturales a base de aloe (*Aloe barbarensis*), pino (*Pinus devoniana*) y vetiver (*Vetiveria zizanioides*) para el control poblacional de las ninfas de mosquita blanca (*Aleurodicus* sp.) *in vitro* presentes en plantas de ficus (*Ficus benjamina*) con el fin último de lograr controlar el nivel poblacional de esta especie de plaga en su escuela causando el menor daño posible a las plantas.

Hipótesis

La densidad poblacional de ninfas de *Aleurodicus* sp. es disminuida cuando ésta es tratada con preparados a base de aloe o pino en condiciones de laboratorio.

Objetivo general

Evaluar el efecto insecticida de tres extractos naturales a base de aloe, pino y vetiver para el control poblacional de las ninfas de mosquita blanca, *Aleurodicus* sp. (Hemíptera: Aleyrodidae) in vitro presentes en plantas de ficus de la Escuela Darío Salas Díaz del Valle de Azapa, Arica-Chile.

Objetivos específicos

- Analizar los agentes causantes de la enfermedad de las plantas y su relación con las alergias respiratorias manifestadas por miembros de la comunidad escolar.

- Elaborar extractos naturales a través de diferentes solventes para el control de la plaga en estudio.

- Evaluar la eficacia de cada uno de los extractos naturales fabricados en función de la mortalidad de ninfas de *Aleurodicus* sp. en condiciones de laboratorio.

Metodología

Para el estudio se proponen dos fases principales, la primera subdividida en 4 etapas, está orientada en la determinación de la causa de la enfermedad de las plantas y la segunda comprendida por 4 etapas, se centra en la evaluación de los extractos vegetales. Las Fases metodológicas de la presente investigación se detallan a continuación:

Primera fase:

Etapa 1. Documentación bibliográfica
En esta etapa los estudiantes identificaron mediante información botánica las características morfológicas que presentan las plantas cuando se ven afectadas por deshidratación, alteraciones del pH, carencia de nutrientes o presencia de plagas.

Etapa 2: Inventario y determinación taxonómica de las plantas presentes en la escuela
Se realizó un inventario de todas las plantas presentes en la escuela, se numeraron y se determinó familia, género y especie de cada una de ellas.

Etapa 3: Identificación y caracterización de la vegetación con patologías
Para determinar el tipo de vegetación enferma, las características que presenta por dicha condición y el porcentaje de afectación total en cada planta se realizó un perfil de vegetación de las plantas presentes en toda la escuela, para ello se dividieron los estudiantes en 5 grupos por sectores horizontales. En los perfiles de vegetación se dibujaron las plantas presentes por sector, registrando altura, características foliares, de tallo y hojas, al enumerar las plantas se resaltó con rojo aquellas que presentan algún signo de enfermedad y sus causas según fuentes bibliográficas.

Etapa 4. Medición del potencial de hidrógeno del suelo en el cual están sembradas las plantas de la escuela.
Durante esta etapa los estudiantes realizaron la medición del pH de las diferentes muestras de suelo en las cuales crecen las plantas infectadas en pro de considerar la posibilidad de suelos muy ácidos o básicos.

Segunda fase:

El ensayo experimental se realizó en condiciones de laboratorio (Facultad de Química, Universidad de Tarapacá, campus Velásquez) ubicado en la comuna de Arica de la Región de Arica y Parinacota en Chile. La actividad experimental se ejecutó en el mes de agosto con un periodo de evaluación de los extractos de 6 días. La etapa experimental consta de 3 etapas que se mencionan a continuación.

Etapa 1. Obtención de ninfas de *Aleurodicus* sp.
Las muestras biológicas recolectadas se obtuvieron de hojas de ficus (*Ficus benjamina*), presentes en la Escuela Darío Salas Díaz, para lo cual se recolectaron hojas con gran población de ninfas de *Aleurodicus* sp.

Etapa 2. Elaboración de los extractos naturales
Una de las etapas de la metodología fue la preparación de los extractos (Abad y Piedra, 2011), tarea realizada por los estudiantes en condiciones de laboratorio. En este procedimiento se elaboraron los extractos de vetiver, aloe y pino. El procedimiento y formula de elaboración se describen uno a uno a continuación:

La elaboración de extracto con vetiver se llevó a cabo con los siguientes materiales: 1000 ml de agua destilada, 200 g de vetiver y 5 g de jabón en barra, se cortó las raíces del pasto y masamos 200 g introduciéndola en un mortero, agregamos agua destilada gradualmente hasta completar 1 litro macerando la raíz, filtramos el macerado, luego agregamos 5 g de jabón diluido y trasvasijamos el extracto a una botella la cual cubrimos con una bolsa negra buscando evitar la degradación de este, almacenándolo en el refrigerador.

El extracto de aloe se realizó con los siguientes materiales: 450 ml de agua destilada, 350 g de aloe, 550 ml de alcohol y 5 g de jabón en barra. Masamos 350 g de aloe, cortamos el aloe en trozos pequeños incluyendo la epidermis de la penca para macerarlo utilizando un mortero y agregando gradualmente agua y alcohol hasta completar lo especificado anteriormente, se filtra el macerado, agregamos 5 g de jabón diluido, guardamos el extracto en una botella cubierta con una bolsa negra y refrigeramos.

Para el Pino se emplearon los siguientes materiales: 300 ml de agua destilada, 350 g de pino, 500 ml de alcohol, 5 g de jabón en barra. Los estudiantes masan 350 g de pino, utilizando un mortero maceran el pino agregando gradualmente agua y alcohol hasta completar las cantidades propuestas, se filtra el extracto y agregamos 5 g de jabón en barra diluido, guardamos el extracto en una botella cubierta con bolsa negra y refrigeramos.

Etapa 3. Conteo de ninfas en el bioensayo
Una vez recolectadas las hojas infectadas, estas son analizadas en el Laboratorio Nº 5, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá. En la confección del diseño experimental se realizaron 4 tratamientos: extractos a base de vetiver, pino, aloe y un testigo. Cada tratamiento tiene 10 repeticiones las cuales poseen una muestra de 20 individuos cada uno, totalizando 200 ninfas por tratamiento para un total de 800 ninfas para el estudio.

El conteo de la población de ninfas presentes en este bioensayo se realizó durante 7 días consecutivos. Las ninfas fueron sumergidas durante 10 segundos en los extractos contenidos en vasos de precipitados, sujetando con pinzas entomológicas las hojas.

Etapa 4. Evaluación de eficacia de los extractos naturales
La mortalidad se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$\% M = \left(\frac{N_o - N_t}{N_o} \right) * 100$$

Sea:
N_o = Población Inicial
N_t = Población Final
%M= Porcentaje de Mortalidad

El porcentaje de eficacia se calculó en base a la siguiente ecuación:

$$\text{Eficacia} = \left[1 - \left(\frac{N_t}{N'_t} \right) \right] * 100$$

Sea:
N_t= número de individuos en lote tratado, al cabo de t días.
N'_t= número de individuos en el lote testigo, al cabo de t días.

Resultados y discusión

Se obtienen 4 perfiles de vegetación correspondientes a 4 zonas o sectores donde se encuentran las plantas:

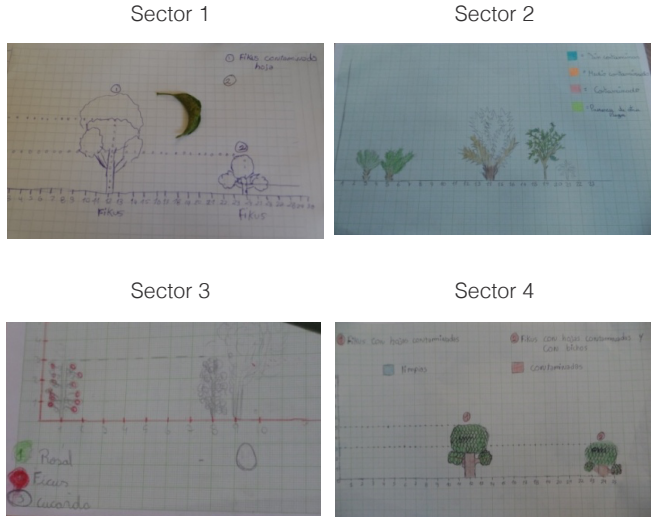


Figura Nº 1. Perfiles de vegetación por sector horizontal

Tras llevar a cabo los perfiles de vegetación se pudo desestimar signos de deshidratación, encontrando que las plantas presentan patologías asociadas a organismos parásitos que afectan específicamente las hojas.

De este primer dato se obtiene que una de las plagas que afecta las plantas de la escuela (especialmente los ficus) es la mosca blanca del cocotero de la familia de los Aleuródidos (Cuellar y Morales, 2006), insectos homópteros conocidos en la región como moscas o mosquitas blancas y la otra son los piojitos del ficus o trips (Weeping Fig Thrips - *Gynaikothrips Uzeli*) (Aguirre *et al.*, 2013) (Figura Nº 2).



Figura Nº 2. Parásitos encontrados en el envés de las hojas de árboles de ficus de la Escuela Darío Salas Díaz.

De este análisis también se obtuvo que la melaza que se desprende de esta especie es lo que da el color característico blanco que presenta el envés de las hojas y, como producto de la inhalación, esta melaza entra por los orificios olfativos causando alergias en ciertas personas de la comunidad educativa.

Paralelamente se descartaron alteraciones del pH del suelo, esto tras determinar que todas las muestras de tierra analizadas obtuvieron un rango 6-7. Lo cual es indicador de un suelo en buenas condiciones en términos de potencial de Hidrógeno.

Paralelamente a ello se encuentra que las plantas de aloe vera y pino presente en la escuela no muestran signos alguno de infección a pesar de encontrarse cerca de las infectadas.

Mediante los perfiles de vegetación fue posible recolectar datos detallados en la siguiente tabla:

Especie	Foto	Nº	% En relación a la muestra	Cantidad Contaminada	% Contaminación	Zona Contaminada	Nº de plagas	Tipo de Plaga
Palmeras		4	11,4	1	25	Parte inferior de las hojas	1	Mosca Blanca
Ficus benjamina		4	11,4	4	80	Parte inferior de las hojas	2	Mosca Piojillo del Ficus
Aloe		12	34,3	0	0	No aplica	No aplica	No aplica
Guanabano		1	2,8	1	40	Parte inferior de las hojas	2	Mosca Blanca
Mango		2	5,7	2	30	Parte inferior y superior de las hojas	1	Mosca Blanca
Pino		1	2,8	0	0	No aplica	No aplica	No aplica
Rosal		1	2,8	1	60	Parte inferior hojas	1	Mosca
Chañar		5	14,3	0	30	Parte superior hojas	1	Mosca Blanca
Laureles		4	11,4	4	20	Parte inferior hojas	1	Mosca Blanca

Tabla Nº 1. Inventario de las plantas en la escuela Darío Salas Díaz

Con respecto al conteo de las ninfas vivas en el bioensayo se obtienen los siguientes datos en términos de días por cada tratamiento:

Días	Tratamiento (Número de ninfas vivas)			
	Control	Vetiver	Aloe	Pino
1	200	200	200	200
2	177	141	30	138
3	135	91	3	107
4	102	64	0	27
5	73	50	0	9
6	55	36	0	0
7	34	1	0	0

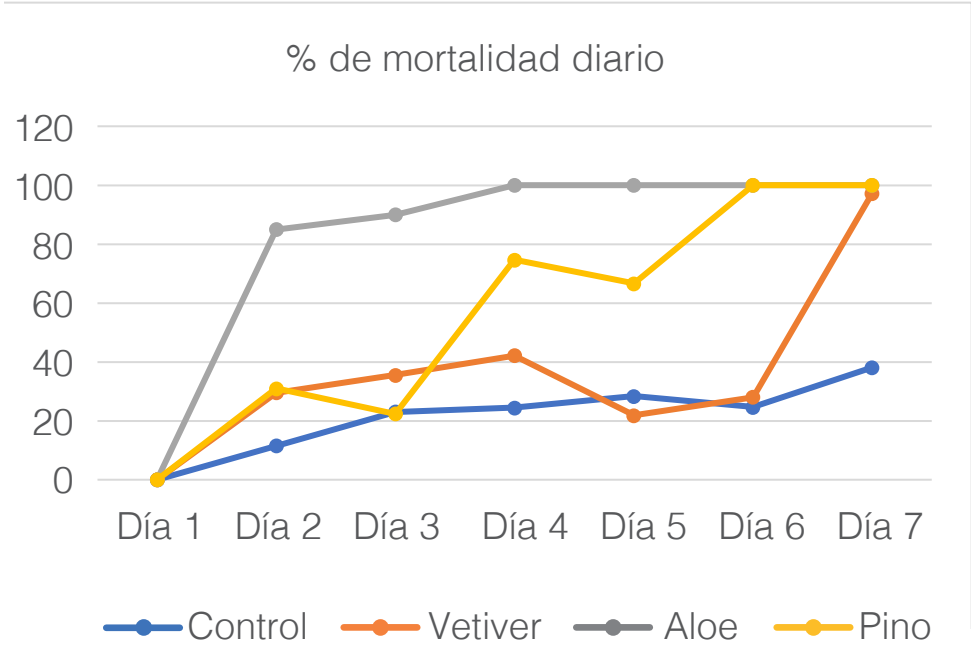
Tabla N° 2. Cantidad de ninfas vivas por días en cada tratamiento

Los cálculos de porcentaje de mortalidad total arrojaron los siguientes resultados:

Tratamiento	% de mortalidad
Control	83%
Vetiver	99,5%
Aloe	100%
Pino	100%

Tabla N° 3. Porcentaje de mortalidad por tratamiento

Los resultados expuestos nos muestran como los extractos de base natural permiten controlar la presencia de la mosca blanca en árboles de ficus de manera *in vitro*, claramente el preparado a base de aloe resulta ser el más eficaz y eficiente para el control de esta plaga, su acción biocida se muestra a partir del segundo día con una amplia mortalidad en comparación a los otros dos extractos utilizados, si bien en los ensayos no se utilizó productos químicos para comparar la efectividad de los extractos naturales, desde nuestra visión y experiencia de nuestros padres como agricultores siempre es mejor la utilización de productos de origen natural que de los químicos, estos resultan ser más amigables con el entorno y los que manipulan las sustancias. También podemos agregar por conocimientos ancestrales que hemos recibido de nuestros padres los cuales mencionan que esta planta ha servido para nuestra comunidad para desinfectar heridas y cicatrizantes por lo cual nosotros pensamos que en su composición debe poseer elementos que ayudan a eliminar plagas, lo que nos queda determinar es si este agente natural y biocida está en su epidermis, líquido yodado o en su gel, como también la aplicación en situaciones de campo.



Gráfica N° 1. Porcentaje de mortalidad por tratamiento

Conclusión

Tras el estudio se concluye que son dos los parásitos que afectan principalmente las plantas de la Escuela Darío Salas Díaz, los piojitos del *Ficus benjamina* (Weeping Fig Thrips - *Gynaikothrips Uzeli*) y la mosquita blanca del cocotero (*Aleurodicus* sp.), siendo esta última la responsable de las alergias manifestadas por algunos integrantes de la comunidad educativa, esto producto de la melaza producida por algunos estadíos de los insectos. La evaluación del efecto insecticida en los tres extractos naturales a base de aloe, pino y vetiver para el control poblacional de las ninfas de mosquita blanca, *Aleurodicus* sp. (Hemíptera: Aleyrodidae) *in vitro* presentes en plantas de ficus de la Escuela Darío Salas Díaz del Valle de Azapa, Arica-Chile concluye que el extracto de aloe fue el que produjo una mayor eficacia y eficiencia con respecto a los demás tratamientos en el control de la población del parásito, esto sin afectar en términos de calidad a la misma hoja.

Bibliografía

Abad G, Piedra A. 2011. Obtención de extractos vegetales por arrastre de vapor como agente para control de plagas en cultivos hortícolas. Tesis, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Aguirre LA, Miranda MA, Urías MA, Orona F, Almeyda IH, Johansen R, Tucuch M. 2013. Especies de trips (Thysanoptera) en mango, fluctuación y abundancia. Revista Colombiana de Entomología 39: 9 - 12.

Cuéllar ME, Morales FJ. 2006. La mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) como plaga y vectora de virus en fríjol común (Phaseolus vulgaris L. Revista Colombiana de Entomología 32: 1-9.

Ra-Pal. 2021. Red de Acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina. https://rap-al.org

Rosales M, Medina C, Brown J, Sepulveda G, Sepulveda P. 2011. Mosquitas blancas como vectores de virus en tomate en la Región de Arica y Parinacota. Boletín INIA Nº 224. https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7419

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2004. Vigilancia fitosanitaria Aleurodicus sp. cercano a A. cocois. Informativo Fitosanitario Nº 7 (Chile).