

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR**  
**ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS**

**Validación del protocolo de muestreo del plan de manejo de cochinilla  
harinosa (*Dysmicoccus brevipes*) en el cultivo de piña (*Ananas comosus* var.  
*comosus*) en Pococí, Costa Rica**

Trabajo Final de Graduación bajo la modalidad de (Proyecto de graduación) para optar por el grado de Licenciatura en  
Ingeniería en agronomía

**Estudiante**

Bach. Maykelin Yolibeth Artola Jarquín

**Tutor**

M.Sc. Alejandro Vargas Martínez

**Asesores**

M.Sc. Allan González Herrera

Ing. Randall Alfaro Alvarado. Lic.

**Campus Omar Dengo Heredia, Costa Rica**

**2026**

**Trabajo final de Graduación presentado como requisito parcial para optar al grado  
de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía  
Tribunal Examinador**

Mairon G. Madriz M.

**M.Sc. Mairon Gerardo Madriz Martínez**  
**Decano Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar**

Miguel Ángel Castillo U.

**M.Sc. Miguel Ángel Castillo Umaña**  
**Director Escuela de Ciencias Agrarias**

Alejandro Vargas Martínez

**M.Sc. Alejandro Vargas Martínez**  
**Director de Tesis**

Allan González Herrera

**M.Sc. Allan González Herrera**  
**Asesor**

Randall Alfaro Alvarado

**Ing. Randall Alfaro Alvarado. Lic.**  
**Asesor**

Maykelin Yolibeth Artola Jarquín

**Bach. Maykelin Yolibeth Artola Jarquín**  
**Sustentante**

## RESUMEN

La cochinilla harinosa *Dysmicoccus brevipes* constituye una de las principales plagas del cultivo de piña en Costa Rica debido a su impacto en la calidad del fruto y a su estrecha relación mutualista con hormigas, lo que dificulta su manejo y resalta la necesidad de validar protocolos de muestreo que respalden una adecuada toma de decisiones agronómicas; por ello, el objetivo de esta investigación fue validar el protocolo de muestreo de finca para *D. brevipes* mediante el análisis de sus distintas etapas en el cultivo de piña (*Ananas comosus* var. *comosus*) como herramienta para el manejo agroecológico de la plaga. El estudio se realizó durante el periodo 2024–2025 en una finca ubicada en el distrito de Roxana, cantón de Pococí, provincia de Limón, Costa Rica, donde se evaluaron las etapas fenológicas de semillero, siembra, enraizamiento, desarrollo e inducción floral, mediante un diseño de muestreo sistemático que incluyó la evaluación visual de *D. brevipes* en plantas y la colecta de hormigas asociadas utilizando trampas con cebo alimenticio; las variables analizadas fueron la incidencia de cochinilla, la abundancia, diversidad y distribución de hormigas, así como su relación con variables climáticas, realizándose la identificación taxonómica en laboratorio y el análisis de los datos mediante estadística descriptiva. Se colectaron 4 418 hormigas, identificándose tres especies, de las cuales *Pheidole subarmata* fue la dominante con más del 80% de los individuos, presentándose las mayores abundancias de hormigas y la mayor incidencia de *D. brevipes* durante las etapas de semillero, enraizamiento e inducción floral; además, se evidenció una relación directa entre la presencia de hormigas y la incidencia de la cochinilla, así como una influencia marcada de la precipitación y la temperatura en la dinámica poblacional de ambas. En conclusión, el muestreo permitió caracterizar de manera efectiva la dinámica poblacional de *D. brevipes* y su asociación con hormigas a lo largo del ciclo fenológico del cultivo, validando su utilidad para identificar etapas críticas de infestación y fortalecer la toma de decisiones, y demostrando que la incorporación en el plan de manejo actual, los muestreos desde fases tempranas del cultivo es fundamental para el diseño de un plan de manejo agroecológico más eficiente y preventivo de la cochinilla harinosa en el cultivo de piña.

## ABSTRACT

The mealybug *Dysmicoccus brevipes* is one of the main pests affecting pineapple crops in Costa Rica due to its impact on fruit quality and its close mutualistic relationship with ants, which makes it difficult to manage and highlights the need to validate sampling protocols that support appropriate agronomic decision-making. Therefore, the objective of this research was to validate the farm sampling protocol for *D. brevipes* by analyzing its different stages in pineapple cultivation (*Ananas comosus* var. *comosus*) as a tool for agroecological pest management. The study was conducted during the period 2024–2025 on a farm located in the district of Roxana, canton of Pococí, province of Limón, Costa Rica, where the phenological stages of seedling, planting, rooting, development, and floral induction were evaluated using a systematic sampling design that included visual assessment of *D. brevipes* on plants and collection of associated ants using food bait traps. The variables analyzed were the incidence of the mealybug, the abundance, diversity, and distribution of ants, as well as their relationship with climatic variables. Taxonomic identification was performed in the laboratory, and data analysis was carried out using descriptive statistics. A total of 4,418 ants were collected, identifying three species, of which *Pheidole subarmata* was the dominant species with more than 80% of the individuals, with the highest abundance of ants and the highest incidence of *D. brevipes* during the seedling, rooting, and floral induction stages. In addition, a direct relationship was found between the presence of ants and the incidence of mealybugs, as well as a marked influence of precipitation and temperature on the population dynamics of both. In conclusion, sampling allowed for the effective characterization of the population dynamics of *D. brevipes* and its association with ants throughout the crop's phenological cycle, validating its usefulness in identifying critical stages of infestation and strengthening decision-making, and demonstrating that the incorporation of sampling from early stages of cultivation into the current management plan is essential for the design of a more efficient and preventive agroecological management plan for mealybugs in pineapple cultivation. Sampling from early stages of the crop is essential for the design of a more efficient and preventive agroecological management plan for mealybugs in pineapple cultivation.

## **DEDICATORIA**

A mi mamá, mi mayor ejemplo de fortaleza, sacrificio y amor incondicional. Gracias por enseñarme a creer en mí misma, por tus palabras de aliento en los momentos difíciles y por tu incansable esfuerzo que me ha dado la oportunidad de llegar hasta aquí. Este logro es tanto tuyo como mío.

A mis hermanas, quienes han sido mi inspiración y apoyo constante. Por estar siempre a mi lado, impulsándome con su cariño y confianza. Gracias por ser mi refugio y mi fuerza cuando más lo necesitaba.

Este trabajo está dedicado a ustedes, las mujeres más importantes de mi vida, quienes con su amor y ejemplo me han enseñado que no hay límites cuando se trabaja con dedicación y pasión. Todo lo que he logrado es por y para ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a mi tutor, M.Sc. Alejandro Vargas Martínez, por su apoyo constante, y valiosas sugerencias a lo largo de todo este proceso. Su dedicación y conocimientos fueron una fuente de inspiración y aprendizaje continuo.

A mis asesores MSc. Allan González Herrera y Ing. Randall Alfaro Alvarado. Lic., por su orientación y por compartir sus conocimientos. Su experiencia fue esencial para el desarrollo de este trabajo.

Al técnico del Laboratorio de Control Biológico de la UNA, Ing. Juan Pablo Castillo y al Ph.D. Manuel Sólis de la Escuela de Ciencias Agroalimentarias de la UCR por su colaboración y apoyo en la identificación taxonómica de las hormigas. Asimismo, al Museo de Insectos de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica y al CIPROC (Centro de Investigación en Protección de Cultivos), específicamente al Ing. Andrés Arias Paco quien fue el que me ayudó a tomar las fotografías de las hormigas.

Mi más sincero agradecimiento a la empresa, por permitirme realizar mi trabajo final de graduación en sus instalaciones y por facilitarme los recursos y la infraestructura necesaria para llevar a cabo mi TFG. Sin su apoyo, este trabajo no habría sido posible.

Finalmente, agradezco al gerente de producción Luis González Alvarado quien me brindó un respaldo técnico invaluable, ayudándome a entender y aplicar los aspectos prácticos en el campo, lo que enriqueció enormemente mi investigación.

A todas estas personas y a aquellos que, de alguna u otra forma, contribuyeron a la realización de este proyecto, les estoy profundamente agradecida.

## Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	3
Objetivo general .....	3
Objetivos específicos .....	3
2. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. Descripción y clasificación taxonómica de la piña e importancia económica .....	4
2.2. Taxonomía de <i>D. brevipipes</i> .....	4
2.3. Descripción de la cochinilla harinosa.....	5
2.4. Biología y comportamiento de <i>D. brevipipes</i> .....	6
2.4.1. Comportamiento y factores de dispersión de la plaga.....	8
2.4.2. Relación de <i>D. brevipipes</i> con las hormigas.....	8
2.4.3. Dispersión .....	8
2.5. Técnicas de muestreo de <i>D. brevipipes</i> en el cultivo de la piña .....	10
2.5.1. Muestreo visual .....	10
3. METODOLOGÍA .....	12
3.1. Área de estudio.....	12
3.2. Identificación de las hormigas en el cultivo y su relación con <i>D. brevipipes</i> .....	12
3.2.1. Procedimientos generales .....	12
3.3. Análisis de resultados .....	13
3.4. Caracterización de las etapas de muestreo relacionadas a <i>D. brevipipes</i> .....	14
3.4.1. Procedimientos generales, variables a medir y su frecuencia de medición .	14
3.4.2. Análisis de resultados .....	14
3.5. Propuesta de plan de manejo para <i>D. brevipipes</i> .....	14
3.5.1. Procedimientos generales .....	14
4. RESULTADOS .....	14
4.2 Identificación de hormigas presentes en el cultivo .....	15
4.2.1. <i>Pheidole subarmata</i> .....	15
4.2.2. <i>Pheidole susannae</i> .....	17
4.2.3. <i>Bachymyrmex obscurior</i> .....	19
4.3. Identificación de hormigas por etapa fenológica.....	20
4.4. Propuesta de plan de manejo para <i>D. brevipipes</i> .....	25

4.4.1 Relación de <i>D. brevipipes</i> con hormigas .....	25
4.4.2. Relación de abundancia de hormigas con el clima .....	26
4.4.3. Relación de la cochinilla con el clima .....	27
4.5.1. Muestreo para cochinillas y manejo.....	28
4.5.2. Muestreo para hormigas .....	29
4.6. Propuesta de plan de manejo .....	30
5. DISCUSIÓN .....	35
5.1. Identificación de las hormigas en el cultivo y su relación con <i>D. brevipipes</i> y condiciones climáticas .....	35
5.2. Caracterización de las etapas de muestreo relacionadas a <i>D. brevipipes</i> .....	36
5.3. Plan de manejo agroecológico .....	37
6. CONCLUSIONES.....	40
7. RECOMENDACIONES.....	42
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación taxonómica de Ananas comosus var. comosus.</i> .....	4
<b>Tabla 2</b> <i>Taxonomía de D. brevipes</i> .....	5
<b>Tabla 3</b> <i>Etapas del cultivo, su respectiva duración, cantidad de muestreos en cada fase y lugar para realizar las evaluaciones.</i> .....	12
<b>Tabla 4</b> <i>Identificación de hormigas.</i> .....	15
<b>Tabla 5</b> <i>Caracteres claves para la identificación taxonómica de P. subarmata</i> .....	15
<b>Tabla 6</b> <i>Claves para la identificación taxonómica de P. susannae.</i> .....	17
<b>Tabla 7</b> <i>Etapa fenológica del cultivo y abundancia de hormigas.</i> .....	20
<b>Tabla 8</b> <i>Manejo agronómico para cochinilla.</i> .....	29
<b>Tabla 9</b> <i>Manejo agronómico para hormigas</i> .....	30
<b>Tabla 10</b> <i>Propuesta de plan de manejo para D. brevipes y hormigas.</i> .....	31

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Caracterización taxonómica de <i>D.brevipes</i> (hembra y macho). .....	6
<b>Figura 2</b> Ciclo de desarrollo de cochinilla harinosa hembra y macho a partir de la reproducción sexual. ....	7
<b>Figura 3</b> <i>Solenopsis geminata</i> . ....	9
<b>Figura 4</b> <i>Iridomyrmex humilis</i> , también conocida como <i>Linepithema humile</i> . ....	9
<b>Figura 5</b> <i>Pheidole megacephala</i> . ....	10
<b>Figura 6</b> <i>Pheidole subarmata</i> (obrero menor y obrero mayor). ....	16
<b>Figura 7</b> <i>Pheidole susannae</i> (Obrero menor y obrero mayor). ....	18
<b>Figura 8</b> <i>Brachymyrmex obscurior</i> . ....	19
<b>Figura 9</b> Abundancia de hormigas por cada etapa fenológica del cultivo. ....	21
<b>Figura 10</b> Abundancia de hormigas según su género y especie por cada etapa fenológica.22	
<b>Figura 11</b> Abundancia de hormigas según su género y especie por cada etapa fenológica y momento de muestreo (mañana y tarde). ....	23
<b>Figura 12</b> Abundancia de hormigas según su género y especie por cada etapa fenológica, momento de muestreo (mañana y tarde) y por ubicación de trampa (Dentro-Camino-Anden). ....	24
<b>Figura 13</b> Abundancia de hormigas según su género y especie e incidencia de cochinilla por cada etapa fenológica. ....	25
<b>Figura 14</b> Abundancia de hormigas colectadas por etapa fenológica para cada semana muestreada y su relación con el clima. ....	26
<b>Figura 15</b> Abundancia de cochinilla por cada etapa fenológica para cada semana muestreada y su relación con el clima. ....	27
<b>Figura 16</b> Procedimiento para realizar el muestreo de cochinilla. ....	28

## 1. INTRODUCCIÓN

En el año 2023 la producción mundial de piña fresca alcanzó alrededor de 30 millones de toneladas métricas, siendo Indonesia el mayor productor con 3.15 millones de toneladas, seguido por Filipinas con más de 2.94 millones y Costa Rica con 2.93 millones de toneladas (Shahbandeh, 2025). La piña es un cultivo de importancia económica en Costa Rica que inicia con el establecimiento de plantaciones extensivas a partir de los 80's (Morales- Abarca, 2018). Para el año 2015 se registró a nivel nacional 40 mil hectáreas de este cultivo, con una distribución de un 51% en la zona norte, 28% en la zona Atlántica y un 21% en la zona Pacífica (Vargas et al., 2020).

Existen diferentes tipos de cultivares de piña dentro de las que destaca la variedad MD-2, también llamada Amarilla o Dorada, siendo la más vendida en el mercado mundial y se caracteriza por un rápido crecimiento, un ciclo de producción corto, altos rendimientos de producción y mayores tamaños de la fruta (Rodríguez et al., 2016). Sin embargo, es una variedad que es susceptible a plagas como *Elaphria nucicolora*, *Strymon basilides*, *Metamasius dimidiatipennis*, etc. Teniendo en cuenta que dentro de las plagas que han generado mayor impacto en la plantación está *Dysmicoccus brevipes*, comúnmente llamada cochinilla harinosa (Bua et al., 2024; Cuyazo, 2022).

La cochinilla *D. brevipes* destaca por su importancia a nivel comercial, debido a que pueden afectar todas las etapas de desarrollo del cultivo, encontrándose específicamente en las hojas, parte más cercana del tallo, extremos de las raíces, inflorescencias, fruto y dentro de las brácteas de la fruta, por lo que provoca deformidad en el mismo (Monge, 2018). Las lesiones ocasionadas por la cochinilla (ninfas y hembras adultas) por efecto de su alimentación se manifiesta como un debilitamiento en la planta, decoloraciones de las hojas acompañadas de necrosis en los bordes, generando pérdidas de la cosecha y rechazo de la fruta para exportación (Garita, 2014).

La dinámica poblacional de esta plaga ha mostrado cambios, sin que estos hayan sido registrados; se considera que dichas variaciones responden a diversos factores tales como el cambio climático, reducción en depredadores naturales, y el aumento en el ciclo de vida de dichos insectos (Skendžić et al., 2021). Además, se ha apuntado que la insuficiencia en la identificación temprana de la plaga ha derivado en un manejo agronómico inadecuado y abuso de insecticidas, agravando la situación y generando consecuencias negativas tanto en términos ambientales como económicos (Jiménez, 1999).

La identificación temprana de plagas a través del diagnóstico fitosanitario es fundamental en cultivos, ya que permite implementar estrategias de manejo integrado con el objetivo de evitar pérdidas económicas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017). Este diagnóstico en el cultivo de piña y específicamente en relación con *D. brevipes* es esencial para respaldar la certificación de exportaciones, medidas correctivas ante plagas cuarentenarias, vigilancia de plagas y programas de alerta temprana (Sandoval et al., 2021).

El conocimiento preciso de esta plaga permite minimizar el uso indiscriminado de agroquímicos y gastos, además contribuye en la protección de la salud de trabajadores y medio ambiente (García et al., 2015). En consideración de lo anterior, esta propuesta propuso validar el método de muestreo utilizado en finca para evaluar la incidencia de cochinilla harinosa (*D. brevipes*) en el cultivo de piña desde siembra hasta inducción floral, mediante el diagnóstico preciso de su dinámica a través del tiempo. Con lo anterior se buscó contribuir con el diseño de un plan que permitiera la toma de decisiones efectivas para el manejo agroecológico de la plaga.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Validar el protocolo de muestreo de finca para *Dysmicoccus brevipes* mediante el análisis de sus distintas etapas en el cultivo de piña (*Ananas comosus* var. *comosus*) como herramienta para la mejora en la toma de decisiones en el manejo agroecológico de la plaga.

### **Objetivos específicos**

- Identificar a nivel taxonómico las hormigas presentes en la plantación durante el ciclo fenológico del cultivo y su relación con *D. brevipes*.
- Determinar la incidencia de *D. brevipes* mediante el protocolo de muestreo de finca durante todas las etapas fenológicas del cultivo.
- Diseñar una propuesta de plan de manejo para *D. brevipes* a partir de la identificación de los puntos críticos del protocolo de muestreo de finca.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Descripción y clasificación taxonómica de la piña e importancia económica

La piña, *Ananas comosus* var. *comosus* es una planta tropical herbácea, perenne, monocotiledónea (Tabla 1) la cual está formada por una roseta que tiene como base la unión compacta de hojas sobre un tallo que es aéreo, su altura es de aproximadamente 1,5 metros, sus hojas se desarrollan del meristema apical en la etapa vegetativa y seguidamente se forma una inflorescencia que da origen a un fruto y se retorna a su etapa vegetativa formando una corona de hojas sobre la parte posterior de su fruto (Loría, 2016).

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica de Ananas comosus var. comosus.*

Reino	Vegetal
División	Monocotiledóneas
Clase	Liliopsida
Orden	Bromeliales
Familia	Bromeliaceae
Género	<i>Ananas</i>
Especie	<i>Ananas comosus</i> var. <i>comosus</i>

*Nota.* De Basantes et al. (2012)

Una de las actividades socioeconómicas más importantes para Costa Rica a nivel de agricultura es el cultivo de piña esto gracias a la exportación a mercados europeos, asiáticos y Norte Americano principalmente, lo cual genera la entrada de divisas en la economía costarricense. Según las estadísticas de Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica, 2024 [PROCOMER] el área de exportaciones de bienes a nivel nacional aumentó un 15,5% para el año 2023, donde la exportación de piña fresca representó una entrada de \$1.147 millones dólares.

### 2.2. Taxonomía de *D. brevipes*

*Dysmicoccus brevipes* comúnmente llamada cochinilla harinosa, es un insecto que pertenece al Orden Hemiptera y la a familia Pseudococcidae, en la Tabla 2 se puede observar la taxonomía de forma completa.

**Tabla 2***Taxonomía de D. brevipes*

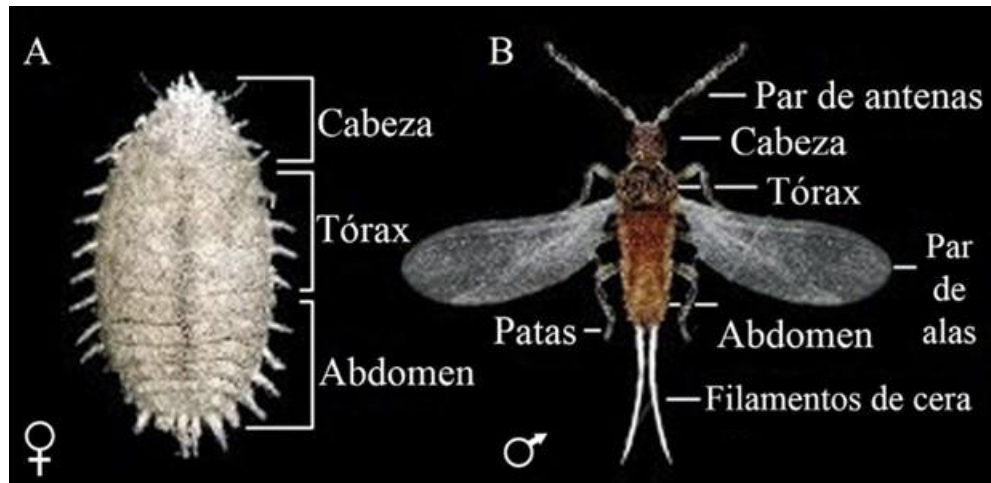
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Mandibulata
Clase	Insecta
Subclase	Pterigota
Orden	Hemiptera
Suborden	Sternorrhyncha
Superfamilia	Coccidae
Familia	Pseudococcidae
Género	<i>Dysmicoccus</i>
Especie	<i>Dysmicoccus brevipes</i>

*Nota.* De Jerí (2010)**2.3. Descripción de la cochinilla harinosa**

El nombre común de la esta especie se deriva de la secreción de cera color blanca, en polvo o harinosa, la cual cubre el cuerpo de las ninfas y las hembras adultas de la mayoría de las especies, las cuales se alimentan succionando la savia de las plantas (Cooman, 2009). La hembra adulta de la cochinilla exhibe un cuerpo oval o redondo más ensanchado en la extremidad caudal, es de color rosa o rosa- naranja y patas de color café amarillento, aunque en la superficie dorsal se pueden distinguir segmentos corporales, no se aprecia una clara diferenciación entre cabeza, tórax y abdomen a como se puede observar en la Figura 1, esto debido a que todo el cuerpo está cubierto de dicha cera). No obstante, en la mayoría de las especies se pueden distinguir claramente un par de antenas y tres pares de patas (Mani, 2016).

## Figura 1

Caracterización taxonómica de *D. brevipes* (hembra y macho).



*Nota.* Comparación de la cochinilla harinosa hembra y el macho. **A.** Vista dorsal del cuerpo de la hembra adulta donde se observa la segmentación del cuerpo. **B.** Cuerpo de la cochinilla macho adulta donde se observa un par de antenas, la cabeza, el tórax, un par de alas, el abdomen, tres pares de patas y un par de dos filamentos de cera. De Palma et al. (2019)

### 2.4. Biología y comportamiento de *D. brevipes*.

Esta especie es considerada como ovovivípara (los huevos permanecen dentro de la hembra), los cuales eclosionan inmediatamente al ser depositados fuera del cuerpo de la hembra (Ugalde, 2010). En diferentes investigaciones realizadas en Hawái se demostró que existen dos especies en piña, una de ellas es *D. brevipes* que se reproduce asexualmente por partenogénesis (sin presencia de machos) conocida como cochinilla harinosa rosada de la piña y la otra especie *D. neobrevipes* que se reproduce sexualmente y conocido como cochinilla harinosa gris de la piña (Jerí, 2010). El desarrollo de la hembra y macho para esta especie, la cochinilla hembra presenta cuatro estadios de desarrollo: tres estadios de ninfa y el estadio de hembra adulta y el macho presenta cinco estadios de desarrollo: dos estadios de ninfa, formación de la prepupa, formación de la pupa y el estadio de macho adulto (Figura 2) (Kono et al., 2008).

**Figura 2**

*Ciclo de desarrollo de cochinilla harinosa hembra y macho a partir de la reproducción sexual.*



*Nota.* De Kono et al. (2008)

Esta especie puede poner aproximadamente 300 a 600 huevos en un intervalo de una a dos semanas, que eclosionan las ninfas entre los seis y nueve días, por lo que su población incrementa rápidamente (Quesada, 2013). El desarrollo sucede dentro de una bolsa de tipo algodonosa y ceroso debajo de su abdomen esternal, las hembras suelen depositar los huevos en la base de los tallos y hojas de las plantas, las ninfas permanecen en el saco durante un día o dos después de la eclosión, antes de trasladarse sobre la planta en busca de alimento (Ruíz, 2016). Poco después de la producción de huevos, la cochinilla hembra muere. Factores como la temperatura y el tipo de especie, influyen en el tiempo en que se desarrolla una generación (de huevo a adulto) (Palma et al., 2019).

Las ninfas se caracterizan por su color más claro en comparación con los adultos, así como por tener seis patas y cuerpos suaves de forma ovalada y aplanada, en el primer estadio de desarrollo la diferenciación entre macho y hembra es indistinguible, ya que una vez que inician la alimentación, las hembras adquieren la capacidad fisiológica de segregar un material ceroso blanco que recubre sus cuerpos, produciendo alrededor de 36 filamentos teniendo en cuenta que experimentan cambios sutiles al pasar de la etapa de ninfa a la adulta (Jerí, 2010). Las hembras alcanzan la madurez después de la última muda, mientras que los machos atraviesan una fase de pupa antes de alcanzar la adultez (Palma et al., 2019).

Según Mau y Kessing, (2000), únicamente los machos pasan por la etapa de pupa. Durante los primeros dos estadios ninfales, se alimentan activamente, pero en su estadio de prepupa, desarrollan un saco seroso. Posteriormente, entran en la etapa pupal y no se alimentan, como indican Williams y Hodgson, (2013). Tras emerger como adultos, los machos tienen una corta esperanza de vida, típicamente no sobreviven más de un día después de aparearse, según lo señalado por Mau y Kessing, (2000).

#### **2.4.1. Comportamiento y factores de dispersión de la plaga**

Las ninfas en su primer estadio pueden dispersarse a través de diversos medios como el viento, la lluvia, el agua, las aves, las hormigas, la ropa y vehículos. En el caso de las hembras, que no pueden volar, se considera que los trabajadores agrícolas son el principal vector de dispersión, por ejemplo, el transporte de frutas infestadas dentro de una plantación puede facilitar la propagación de la plaga desde un extremo de la finca hasta el otro (Ramos et al., 2018).

Sin embargo, otros elementos que influyen en la propagación de *D. brevipes* pueden dividirse en factores ambientales y relacionados con prácticas propias del cultivo. En lo que respecta al entorno natural, la humedad y la temperatura juegan un papel crucial en la dispersión de esta cochinilla ya que esta plaga tiene una preferencia por ambientes cálidos y húmedos, y su presencia tiende a ser más común en áreas con altas poblaciones debido a estas condiciones favorables (Solera, 2017). Es posible encontrar *Dysmicoccus brevipes* en las hojas, en la parte más cercana al tallo, en los extremos de las raíces, en la inflorescencia, en el fruto y aún dentro de las pequeñas brácteas (ojos) de los frutos de la piña, con lo cual produce deformidad en el fruto (Garita, 2014).

#### **2.4.2. Relación de *D. brevipes* con las hormigas**

Las hormigas presentes en las plantaciones de piña no se consideran una plaga debido a los daños directos que causan al cultivo, sino más bien por la relación simbiótica que establecen con *D. brevipes*. Esta cochinilla se encuentra comúnmente en asociación con las hormigas, en una relación mutualista conocida como trofobiosis. Esta interacción se desarrolla porque los exudados producidos por la cochinilla actúan como un potente atrayente alimenticio para las hormigas, que a su vez las protegen de ciertos enemigos naturales y facilitan su transporte dentro de la plantación (Garita, 2014).

#### **2.4.3. Dispersión de la cochinilla**

La ninfa en su primer estadio es altamente móvil, lo que facilita su traslado de una parte a otra de la planta. Las hormigas asociadas a la dispersión de esta plaga incluyen la hormiga de fuego

(*Solenopsis geminata*) (Figura 3), la hormiga argentina (*Iridomyrmex humilis*, también conocida como *Linepithema humile*) (Figura 4), y la hormiga africana de cabeza grande (*Pheidole megacephala*) (Figura 5) (Rung, 2018).

### Figura 3

*Solenopsis geminata*.



Nota. De Rosas et al. (2017).

### Figura 4

*Iridomyrmex humilis*, también conocida como *Linepithema humile*.



Nota. De CONABIO (2017).

## Figura 5

*Pheidole megacephala*.



*Nota.* De Wetterer (2012)

### 2.5. Técnicas de muestreo de *D. brevipipes* en el cultivo de la piña

#### 2.5.1. Muestreo visual

Este método de muestreo es el más utilizado para la detección de la plaga y se basa en la inspección visual de las plantas para confirmar la presencia de signos, síntomas y de la cochinilla harinosa. La evaluación se realiza mediante el examen de hojas, tallos y frutos, según la etapa fenológica del cultivo, con el fin de identificar secreciones cerosas características y los daños ocasionados por la alimentación de la plaga. En el caso de realizar el monitoreo en fruto se debe tener en cuenta la identificación de las frutas en las que las colonias de la plaga son altas y de tal forma considerar la cantidad de hormigas en la plantación debido a la simbiosis que prevalece en ambos (Moreira et al., 2010).

Sin embargo, es importante mencionar que los muestreos de esta plaga se deben mantener constantes entre la sexta y la decimosegunda semana de floración, ya que es el periodo más crítico, en donde los “ojos de la piña” (Estadios florales) se mantienen abiertos y, por lo tanto, la cochinilla puede entrar. De forma preventiva, se debe seleccionar un terreno limpio, sin antecedentes de infestación de la plaga y con buen drenaje y se deben seleccionar semilleros libres de cochinilla, para minimizar su propagación e introducción a nuevos lotes (Monge et al., 2018).

El manejo químico, es el manejo más utilizado para el manejo de esta plaga, sin embargo, se debe considerar que a una baja incidencia de la plaga se pueden aplicar insecticidas, como el jabón de sales potásicas o extractos botánicos y en caso de altas infestaciones, se pueden aplicar productos a base de diazinón, clorpirifos entre otros recomendados para el cultivo y plaga siguiendo la dosis recomendada en la etiqueta (Monge et al., 2018; Vargas et al., 2018).

Por lo que un diagnóstico temprano de plagas es esencial para proteger la producción agrícola, asegurar la calidad de los cultivos y disminuir las pérdidas económicas vinculadas a las infestaciones de plagas, además la detección temprana de plagas permite implementar medidas de manejo eficaces y específicas para evitar la propagación y el daño extensivo a la plantación (Gómez et al., 2021).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Área de estudio

La investigación se realizó en una finca ubicada en Barrio San Cristóbal, distrito de Roxana, cantón de Pococí, provincia de Limón. La finca se encuentra a una altitud media de 70 m.s.n.m., y sus coordenadas geográficas correspondían a 10° 19' 50" latitud norte y 83° 40' 33" longitud este. Las condiciones atmosféricas en el área de estudio fueron las siguientes: un promedio anual de lluvia de 210 mm/año, una temperatura promedio de 23°C mínima y 32°C máxima, 11 horas con 32 minutos de luz natural, y 6,7 KW/m<sup>2</sup> en el periodo más resplandeciente y 4,4 KW/m<sup>2</sup> en el periodo más oscuro (Weather Spark, 2024). El área de estudio fue de aproximadamente 5 ha, distribuidas en distintos bloques para cada etapa fenológica del cultivo (siembra, enraizamiento, desarrollo e inducción floral).

#### 3.2. Identificación de las hormigas en el cultivo y su relación con *D. brevipēs*

##### 3.2.1. Procedimientos generales

Para la identificación de las hormigas se realizó un muestreo en las etapas fenológicas correspondientes a: áreas de semilleros, siembra, enraizamiento, desarrollo e inducción floral. La distribución de los muestreos para cada etapa se realizó de acuerdo con la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Etapas del cultivo, su respectiva duración, cantidad de muestreos en cada fase y lugar para realizar las evaluaciones.*

<b>Etapas</b>	<b>Mes</b>	<b>Duración (meses)</b>	<b>Muestreos</b>	<b>Lugar</b>
Semillero	2-5-7	3	3	Andén y borde de camino
Siembra	1	1	1	Andén, dentro del bloque y
Enraizamiento	1-2	2	2	borde de camino
Desarrollo	3-4-5-6-7	5	3	Andén, dentro del bloque y

Inducción floral	8-9	2	2	borde de camino* Andén y borde de camino
------------------	-----	---	---	---

\*Nota. Para los meses 6 y 7 (desarrollo) los muestreos solamente se realizaron andén y borde de camino.

Para cada etapa se seleccionaron al menos dos bloques, cada uno correspondiente a 5000 m<sup>2</sup> (13 x 400 metros) aproximadamente. La metodología consistió en colocar la tapa de un envase plástico tipo soufflé (7.4 cm de diámetro) con media cucharadita de atún en el suelo. Se colocaron en total 20 tapas, distribuidas al azar cada 20 m en los andenes de los bloques, bordes de camino y dentro de la plantación. La colocación dentro del bloque se realizó hasta que la etapa fenológica lo permitió por efectos de movilización interna. Luego de veinticinco minutos, se colectaron las tapas y se sellaron con su respectivo envase, conteniendo las hormigas presentes. Seguidamente, se tomaron las hormigas colectadas (con ayuda de un pincel) y se almacenaron en tubos Eppendorf de 1 mm con alcohol al 70%, cada envase se rotuló con un código según la fecha de muestreo, bloque y lote muestreado y etapa del cultivo.

Finalmente, las muestras se llevaron al Laboratorio de Entomología de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional para ser analizadas. Las muestras se colocaron en una caja Petri y se identificaron utilizando claves dicotómicas con la ayuda de un estereoscopio. Además, fueron llevadas al Museo de Insectos de la Escuela de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Costa Rica para corroborar el género y especie de los especímenes con ayuda del mirmeecólogo Ph.D. Manuel Solís Vargas y además tomar fotografías de las hormigas.

### 3.3. Análisis de resultados

Para identificar las hormigas se tomaron fotografías con una cámara Canon EOS 80D, con un lente ultramacro de 25 mm F2.8 y también se utilizó el software HeliconFocus versión 8.2.3 para el stacking de las mismas y finalmente se corroboraron con las claves dicotómicas según las muestras colectadas en campo.

### **3.4. Caracterización de las etapas de muestreo relacionadas a *D. brevipipes***

#### **3.4.1. Procedimientos generales, variables a medir y su frecuencia de medición**

El diagnóstico de *D. brevipipes* se realizó con la técnica de muestreo utilizada en la empresa, en las etapas fenológicas correspondientes a: áreas de semilleros, siembra, enraizamiento, desarrollo e inducción floral (Alfaro, comunicación personal, 12 de marzo de 2024). Se muestrearon 25 plantas por bloque, de acuerdo con la Tabla 3, y se distribuyeron sistemáticamente de la siguiente manera: al inicio del bloque (cabecera), borde de camino y área final del bloque (cabecera), de manera equidistante, aproximadamente cada 20 m. En las etapas de semillero, siembra, enraizamiento y desarrollo, el muestreo se realizó en la raíz y la base de la planta con la ayuda de un espejo cuando fue necesario, y en la etapa de inducción floral se revisaron los frutículos y la parte basal de la fruta (cuando había frutas). La base se revisó con un espejo para no maltratar la fruta y facilitar la visualización de la cochinilla.

En cada observación se anotó la cantidad de la plaga, y se procedió a crear una base de datos que incluyera la incidencia de cochinilla en cada etapa vegetativa del cultivo. Los muestreos se realizaron con la frecuencia indicada según Tabla 3.

#### **3.4.2. Análisis de resultados**

Para determinar la incidencia de la plaga en cada etapa del cultivo se utilizó el software R Studio y Navure, asimismo, se incluyó el gráfico que mejor se adaptó para visualizar la distribución de los datos.

### **3.5. Propuesta de plan de manejo para *D. brevipipes***

#### **3.5.1. Procedimientos generales**

Se realizó un análisis cruzado de la información generada mediante los objetivos 1 y 2, integrando aspectos climáticos (POWER NASA), manejo de plagas a nivel finca, el comportamiento real de la simbiosis existente entre las hormigas y la cochinilla, e información del muestreo aplicado por la finca. Dicho análisis permitió el desarrollo de estrategias de manejo agroecológico para cada etapa del cultivo. Además, se desarrolló una guía de referencias fotográficas para una identificación rápida de las hormigas y la cochinilla.

## **4. RESULTADOS**

## 4.2 Identificación de hormigas presentes en el cultivo

Se colectaron 4418 hormigas, siendo el género *Pheidole* la más abundante, sin embargo, en la Tabla 4 se detalla el total por género y especies.

**Tabla 4**

*Identificación de hormigas.*

<b>Identificación de hormigas</b>	<b>Recuento</b>	<b>%</b>
<i>Pheidole subarmata</i>	3615	82
<i>Pheidole susannae</i>	757	17
<i>Brachymyrmex obscurior</i>	46	1

### 4.2.1. *Pheidole subarmata*

Para la hormiga *P. subarmata* se identificaron obreras menores y obreras mayores (soldados), los caracteres diagnósticos claves corresponden a los que se muestran en la Tabla 5 y Figura 6. Además, *P. subarmata* es una especie, conocida por su dimorfismo de castas con obreras menores y soldados mayores, prefiere suelos húmedos en áreas abiertas, incluyendo bordes de caminos y hábitats alterados por humanos, las obreras forrajean activamente en el piso del bosque y responden fácilmente a cebos y anida en suelo descubierto, asociada a ambientes húmedos y se destacan por ser carroñeras (Camargo-Vanegas et al., 2020).

**Tabla 5**

*Caracteres claves para la identificación taxonómica de P. subarmata*

<b>Rasgo</b>	<b>Obrera menor</b>	<b>Obrera mayor (Soldado)</b>
<b>Longitud</b>	2-4mm	2-6mm
<b>Cabeza</b>	Alargada, lisa	Grande, surcada
<b>Antenas</b>	12 segmentos con masa antenal de 3	12 segmentos con masa antenal de 3
<b>Espinas propodeales</b>	Dentículos reducidos	Similares

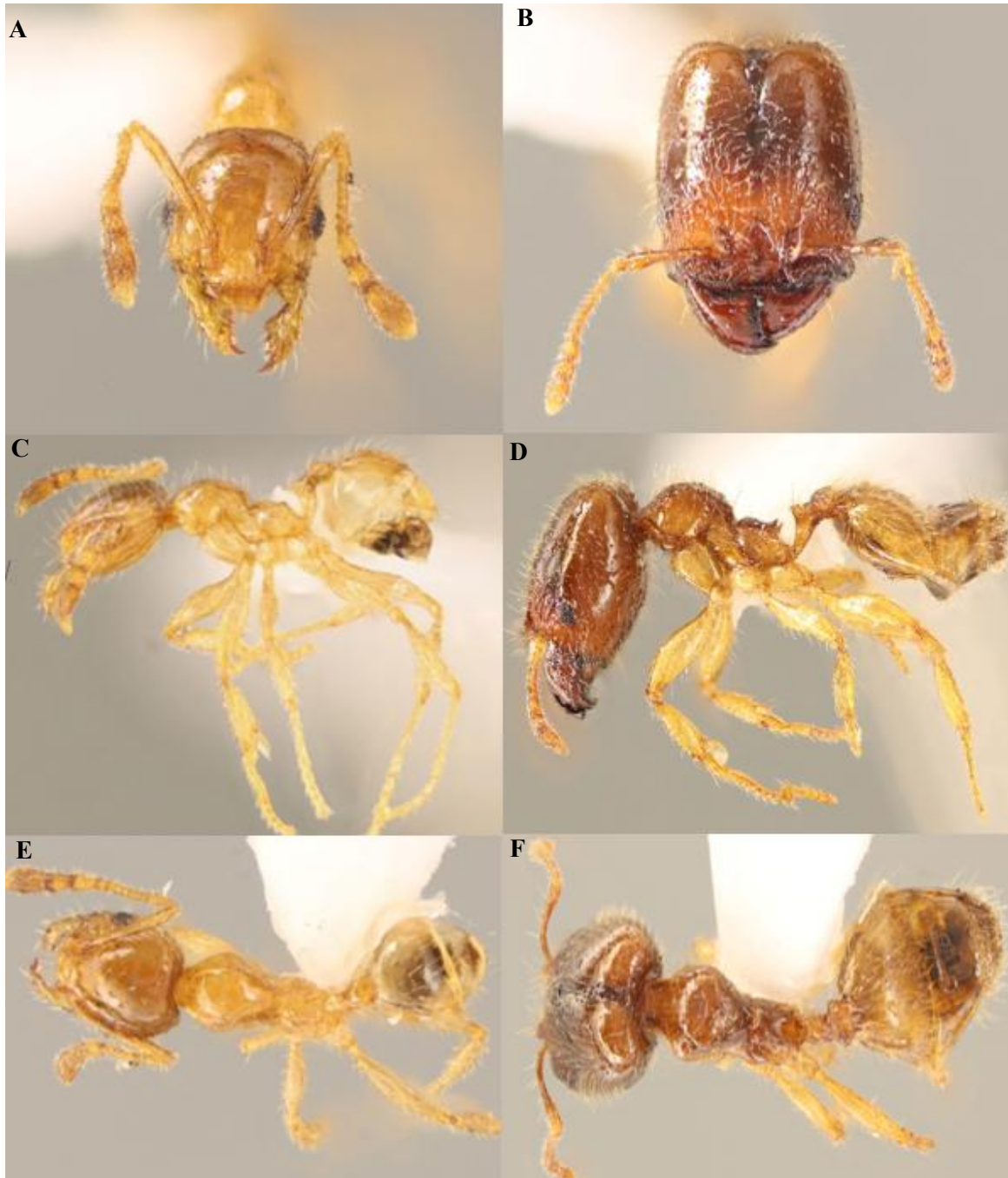
**Peciolos**  
**Color**

Claramente diferenciados  
Amarillo claro

Misma estructura  
Amarillo-rojizo.

**Figura 6**

*Pheidole subarmata* (obrero menor y obrero mayor).



*Nota.* *Pheidole subarmata*, vista frontal (A), vista lateral (C), vista dorsal (E) de la obrero menor, vista frontal (B), vista lateral (D), vista dorsal (F) del soldado. Fotografías tomadas en el Museo de Insectos de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

#### 4.2.2. *Pheidole susannae*

Para la especie de *P. susannae* se colectaron obreras menores y obreras mayores (soldados), por lo que en la Tabla 6 y Figura 7 se muestran las claves necesarias para la identificación taxonómica de la misma. Además, es una especie con dimorfismo marcado entre obreras menores y soldados mayores, es activa en forrajeo diurno, habita bosques húmedos y áreas perturbadas y se caracteriza por ser una especie omnívora (Chacón de Ulloa et al., 2014)

**Tabla 6**

*Claves para la identificación taxonómica de P. susannae.*

<b>Rasgo</b>	<b>Obrera menor</b>	<b>Obrera mayor (Soldado)</b>
<b>Longitud</b>	2-3mm	3-4.5mm
<b>Cabeza</b>	Ovalada sin escotadura occipital	Grande, con escotadura occipital
<b>Antenas</b>	12 segmentos, con masa terminal de 3 segmentos	12 segmentos, con masa terminal de 3 segmentos
<b>Espinas propodeales</b>	Pequeñas o ausentes (Parecen dentículos)	Cortas en forma de dentículos
<b>Peciolo y postpeciolo</b>	Bien diferenciados, forma nodosa	Peciolo recto y postpeciolo alto
<b>Color</b>	Amarillo claro-rojizo	Rojizo, gáster más oscuro

**Figura 7**

*Pheidole susannae* (Obrera menor y obrera mayor).



*Nota.* *Pheidole susannae*, vista frontal (A), vista lateral (C), vista dorsal (E) de la obrera menor, vista frontal (B), vista lateral (D), vista dorsal (F) del soldado. Fotografías tomadas en el Museo de Insectos de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

#### 4.2.3. *Bachymyrmex obscurior*

La hormiga *B. obscurior* es una especie monomórfica la cual posee un tamaño corporal de 1.0 -1.5 mm, su cabeza es más larga que ancha (margen posterior cóncavo), las antenas están compuestas por 9 segmentos, sus ojos son bien desarrollados pero pequeños, gáster con pubescencia abundante en el primer tergito y con pelos erectos en el mesosoma (Figura 8). Es una especie que presentan colonias poligínicas con múltiples reinas, lo que facilita su rápida expansión; anida en suelos y son comunes en entornos perturbados, además aprovechan fuentes de alimento variadas (omnívoras y carroñeras) según (Chacón de Ulloa et al., 2014).

### Figura 8

*Brachymyrmex obscurior*.



Nota. *Brachymyrmex obscurior* vista frontal (A), vista lateral (B), vista dorsal (C) de la obrera menor, vista frontal (D), vista lateral (E), vista dorsal (F) del soldado. Fotografías tomadas en el Museo de Insectos de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica.

### 4.3. Identificación de hormigas por etapa fenológica

En la Tabla 7 se muestra un resumen estadístico de la abundancia de hormigas registradas en cada etapa fenológica del cultivo. De acuerdo con los muestreos realizados en todo el ciclo vegetativo se evidenció que la mayor cantidad de hormigas se presenta durante la etapa de enraizamiento con un total de (2,578 hormigas), seguido del desarrollo (2,045), semillero (1,986), inducción floral (1,610) y finalmente la siembra con (1,522) (Tabla 7). Sin embargo, en comparación con la cantidad promedio por trampa, la etapa de semillero fue de 16,55 hormigas.

**Tabla 7**

*Etapa fenológica del cultivo y abundancia de hormigas.*

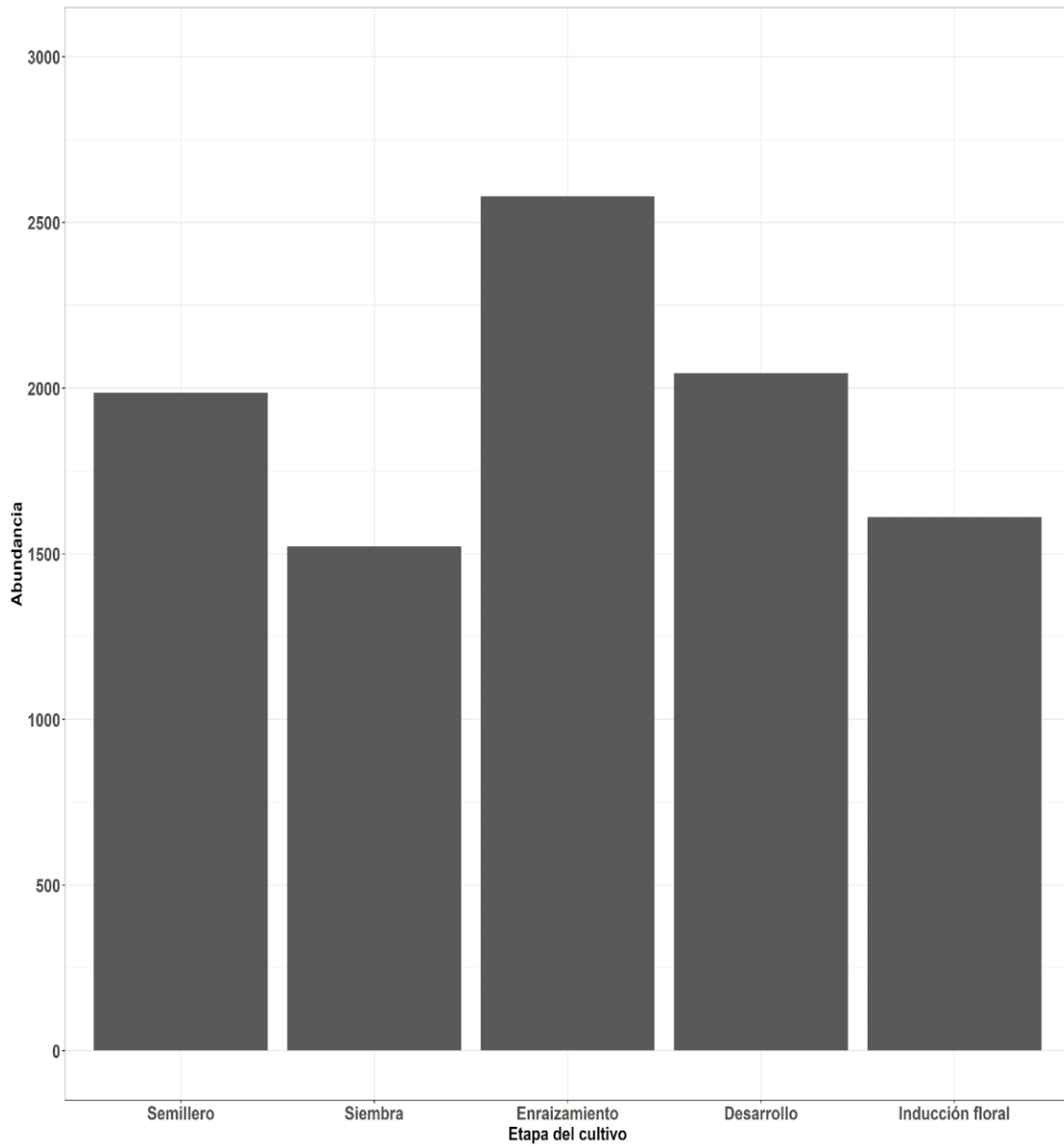
<b>Etapa del cultivo</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V.</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Suma</b>
1-Semillero	120	16.55	23.40	141.37	0.00	98.00	1986
2-Siembra	237	6.42	20.90	325.42	0.00	151.00	1522
3-Enraizamiento	460	5.60	18.18	324.40	0.00	150.00	2578
4-Desarrollo	511	4.00	12.44	310.73	0.00	110.00	2045
5-Inducción floral	304	5.30	15.06	284.32	0.00	118.00	1610

*Nota.* n: número de observaciones, D.E: desviación estándar, C.V: Coeficiente de variación, Min: mínimo, Max: máximo.

En la Figura 9 se puede observar gráficamente la abundancia total de hormigas registradas en cada etapa fenológica del cultivo. Se evidencia que en la etapa de enraizamiento se concentra la mayor abundancia de hormigas, lo cual coincide con los resultados presentados en la Tabla 7. En la etapa de desarrollo también se muestra una alta cantidad, lo que sugiere que las hormigas mantienen una presencia constante conforme aumenta la biomasa vegetal. En contraste con las etapas de siembra e inducción floral.

## Figura 9

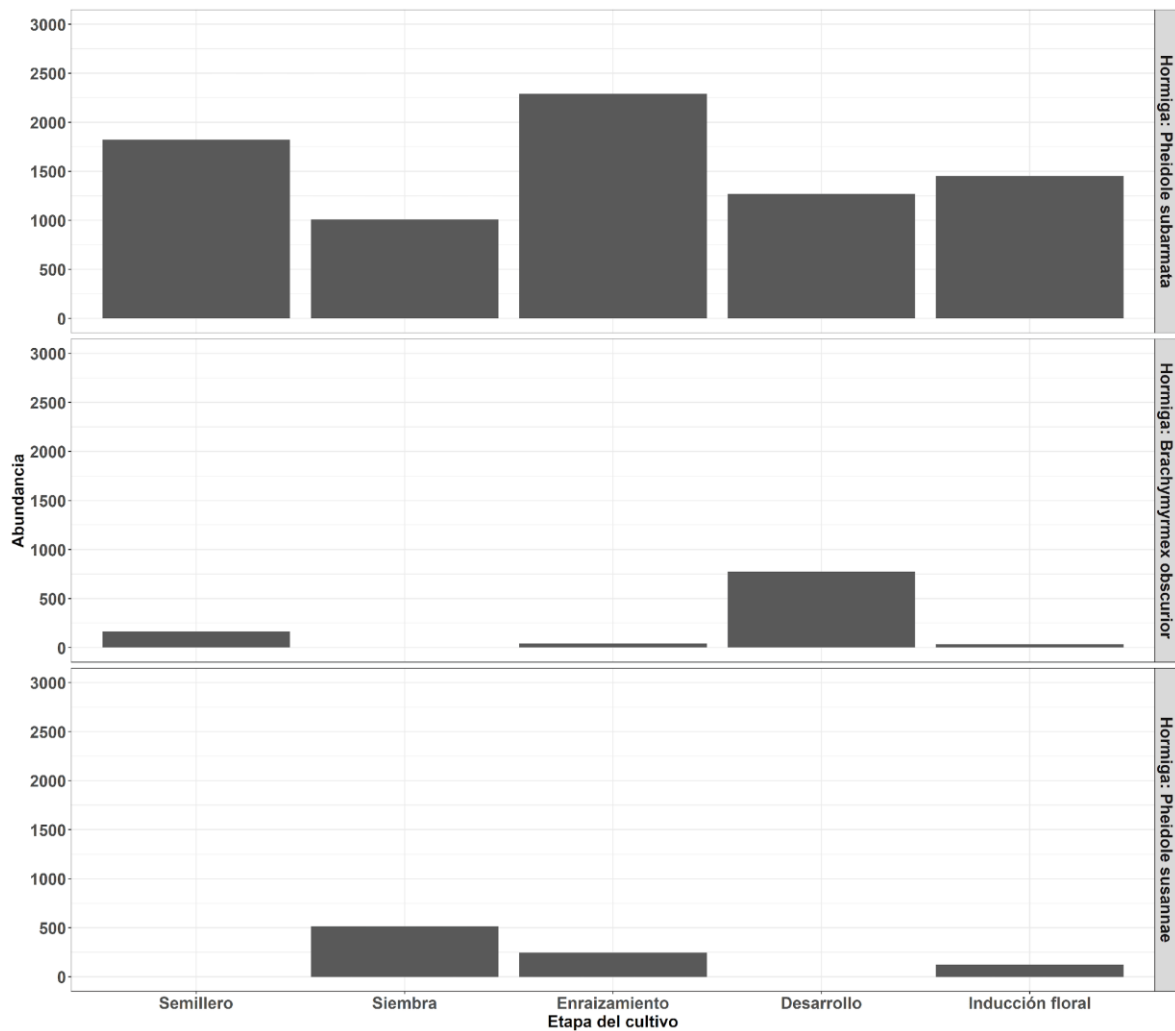
*Abundancia de hormigas por cada etapa fenológica del cultivo.*



La hormiga *P. subarmata* fue la especie dominante en la mayoría de las etapas, específicamente durante el enraizamiento y la inducción floral, mientras que *B. obscurior* solo en momentos específicos (semillero y desarrollo) con mayor abundancia y *P. susannae* se presentó en menor proporción en comparación con las otras dos especies, y en siembra y enraizamiento fue donde se logró encontrar (Figura 10).

**Figura 10**

*Abundancia de hormigas según su género y especie por cada etapa fenológica.*

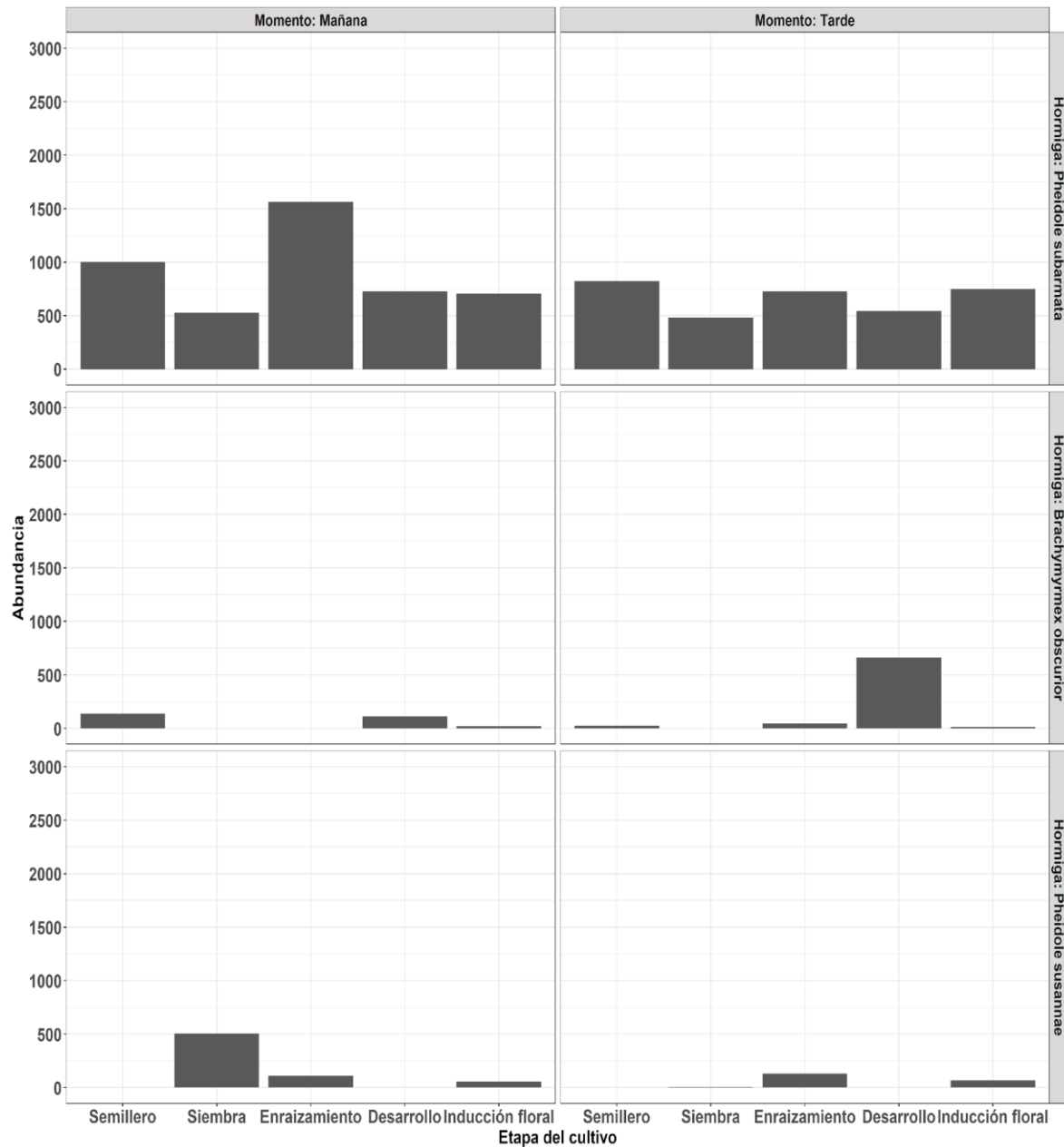


Como se observa en la Figura 11, se identificaron diferencias en la actividad de las hormigas según el momento de muestreo. *P. subarmata* presentó una mayor abundancia durante las mañanas en las etapas fenológicas de semillero y enraizamiento, y para el resto de las etapas tanto para la mañana como para la tarde, la abundancia similar pero no mayor que las anteriormente mencionadas. En el caso de *B. obscurior*, la distribución fue más equilibrada entre ambos momentos del día, con

ligeras concentraciones en la tarde en ciertas etapas como la de desarrollo y *P. susannae* tuvo una presencia muy reducida o nula en los diferentes momentos de muestreo siendo la más abundante en siembra por la mañana.

**Figura 11**

*Abundancia de hormigas según su género y especie por cada etapa fenológica y momento de muestreo (mañana y tarde).*

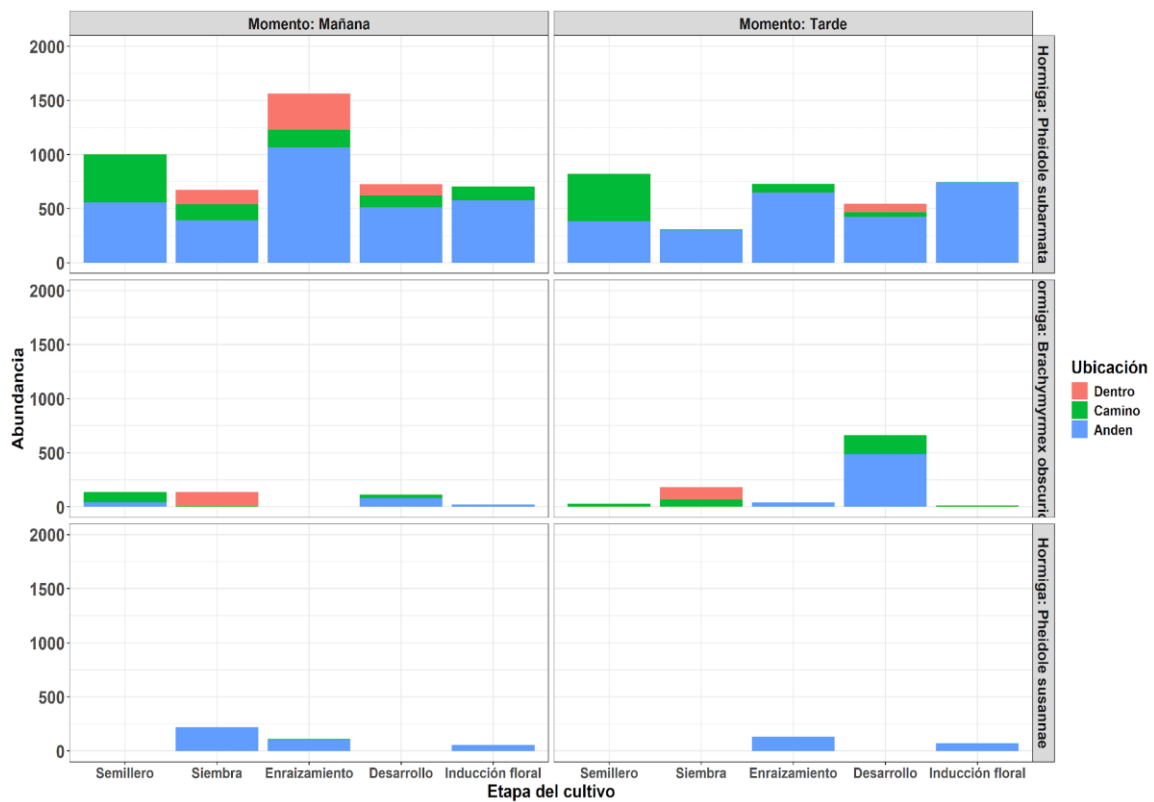


Las trampas colocadas en los andenes presentaron las cantidades más altas de hormigas especialmente durante la mañana independientemente de la etapa y de la especie. Las que se colocaron

dentro del cultivo mostraron cantidades menores, salvo en etapas como semillero y desarrollo. En cuanto a las especies, *P. subarmata* tuvo mayor presencia en caminos y andenes, mientras que *B. obscurior* se presentó principalmente en el interior y andén del cultivo y para *P. susannae* se encontró únicamente en andenes (Figura 12).

**Figura 12**

*Abundancia de hormigas según su género y especie por cada etapa fenológica, momento de muestreo (mañana y tarde) y por ubicación de trampa (Dentro-Camino-Anden).*



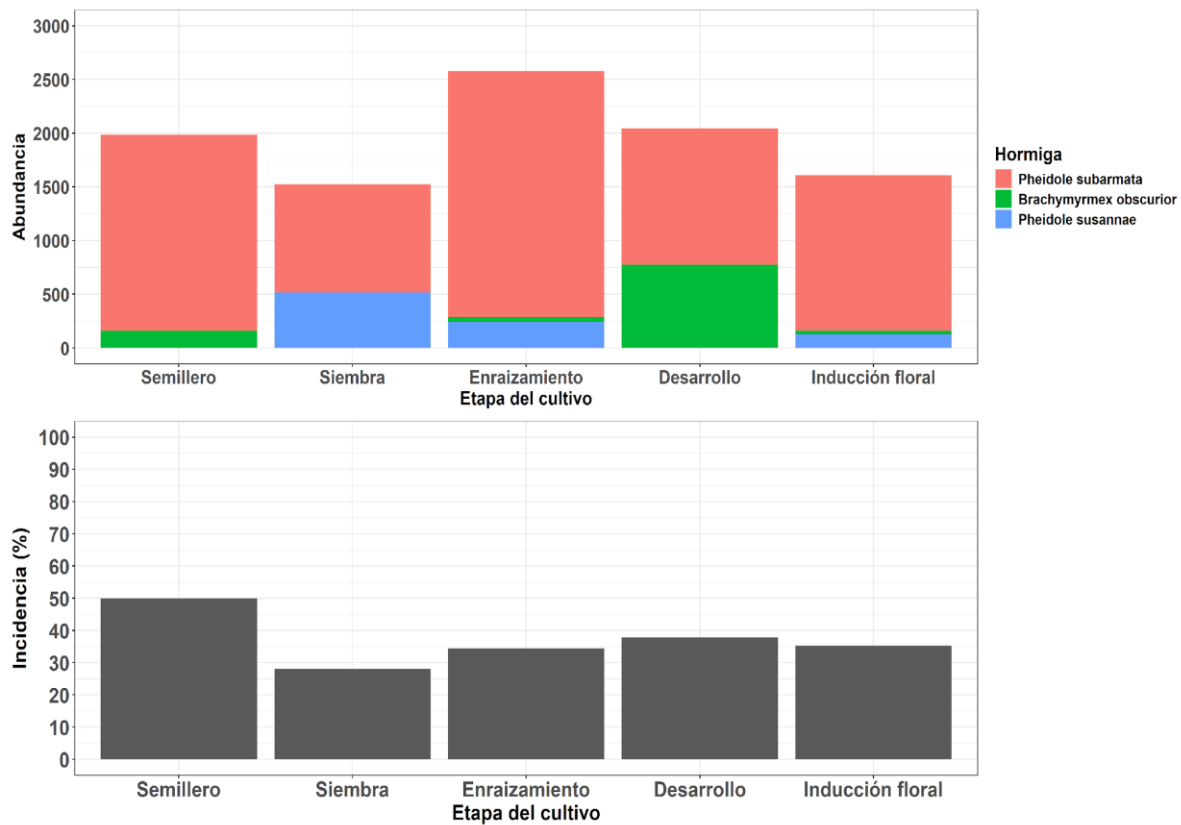
#### 4.4. Propuesta de plan de manejo para *D. brevipes*.

##### 4.4.1 Relación de *D. brevipes* con hormigas

Como se muestra en la Figura 13, en las etapas con mayor cantidad de hormigas también se presentaron niveles altos de incidencia de cochinilla como lo es en la etapa de semillero, la abundancia de hormigas fue casi 2000 y la incidencia de hormigas es de un 50%, este patrón se repitió durante la etapa de enraizamiento e inducción floral, donde, tanto la suma de individuos de hormigas como los casos de presencia de cochinilla fueron altos.

**Figura 13**

*Abundancia de hormigas según su género y especie e incidencia de cochinilla por cada etapa fenológica.*



#### 4.4.2. Relación de abundancia de hormigas con el clima

En la Figura 14 se muestra la abundancia de hormigas colectadas (mañana y tarde) en cada etapa fenológica para cada semana evaluada y su relación con la precipitación diaria acumulada, la temperatura del suelo y la temperatura del aire durante el periodo de muestreo. Se puede observar que en las semanas que hubo una alta precipitación la abundancia de hormigas tiende a disminuir, esto desde la semana 47 hasta la 52 (2024) y las semanas 1 y 2 (2025). Asimismo, cuando la precipitación es baja y la temperatura del aire y del suelo está entre 27 y 29°C aumenta la cantidad de hormigas como en las semanas 37 del año 2024 y la semana 4,5 y 17 del 2025 en donde el cambio fue más evidente.

**Figura 14**

*Abundancia de hormigas colectadas por etapa fenológica para cada semana muestreada y su relación con el clima.*

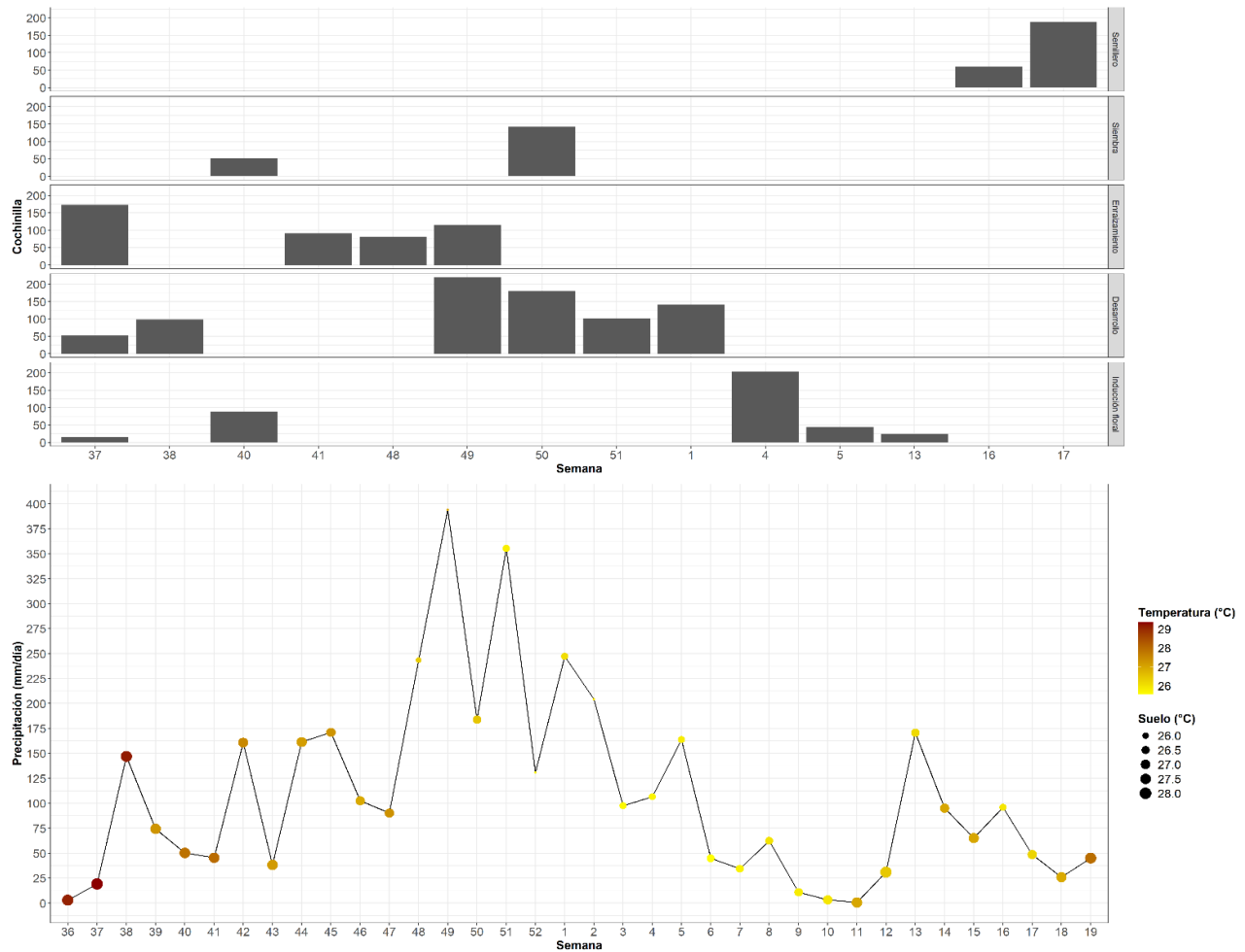


### 4.4.3. Relación de la cochinilla con el clima

En la Figura 15 se muestra la abundancia de cochinilla en cada etapa fonológica para cada semana evaluada y su relación con las mismas variables climáticas. Se puede observar una fuerte sensibilidad a la precipitación ya que los aumentos se presentan abruptamente durante las semanas secas como en la semana 37, mientras que en las semanas de alta precipitación coinciden con reducciones notables de cochinilla. Además, se presenta el mismo comportamiento en cuanto a la temperatura del aire y del suelo para la dinámica de la cochinilla en relación con la hormiga.

**Figura 15**

*Abundancia de cochinilla por cada etapa fenológica para cada semana muestreada y su relación con el clima.*



## 4.5. Manejo agronómico de cochinilla y hormigas aplicado en la empresa

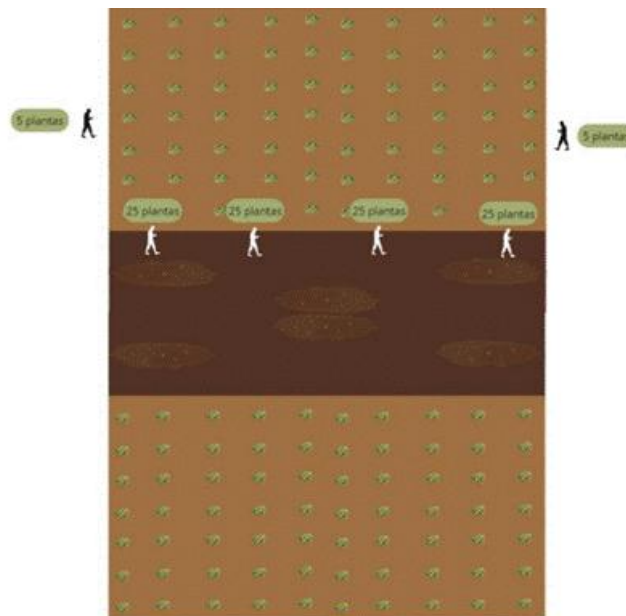
### 4.5.1. Muestreo para cochinillas y manejo

Para el muestreo de cochinilla, se evalúan plantaciones en desarrollo y producción, sin embargo, se realizan con mayor intensidad en áreas post forzamiento, siendo en las semanas 8-9-10-11-12-13-14-15-17 y 19 después de fuerza (SDF). Por lo tanto, no se realiza ninguna acción de muestreo en las etapas de semillero, siembra y enraizamiento.

La evaluación se realiza en puntos distribuidos sistemáticamente tanto a lo largo del bloque como en sus cabeceras de manera equidistante, evaluando 25 frutas por cada 0,15 ha, repartidas al inicio del bloque (cabecera), borde de camino y parte final del bloque (cabecera) a como se muestra en la Figura 16. Para estas etapas es importante mencionar que los muestreos no se hacen a lo interno dado lo cerrado del cultivo.

### Figura 16

*Procedimiento para realizar el muestreo de cochinilla.*



El muestreo consiste en revisar frutículos y parte basal de la fruta. La base de la fruta se debe revisar con un espejo para facilitar la visualización de la cochinilla y no maltratar o manipular la fruta. En cada fruta se debe anotar la cantidad del insecto, con base en esta información se toma la decisión si hay un foco de infestación alto se debe valorar la aplicación a bloques aledaños. Además, en la

Tabla 8, se puede observar el manejo químico que se aplica para esta plaga, como política de la empresa no se puede mencionar el orden de las aplicaciones y para las aplicaciones se utiliza un spray boom.

**Tabla 8**

*Manejo agronómico para cochinilla.*

<b>Momento de aplicación</b>	<b>Semana de aplicación</b>	<b>Ingrediente activo</b>
6:00am-9:00am  3:00pm-11:00pm	14-16-18-19 SDF	1.Imidacloprid.
		2.Diazinon
		3.Extracto de chile
		4.Extracto de mostaza
		5.Extracto de ajo
		6.Aceite vegetal

*Nota.* SDF\*: Semana después de fuerza.

Sin embargo, es importante mencionar que para las etapas de semillero, enraizamiento y desarrollo no se realizan aplicaciones de agroquímicos

#### **4.5.2. Muestreo para hormigas**

Para el manejo de hormigas existe un instructivo de muestreo en la empresa, sin embargo, no se toma en cuenta y no se realizan los muestreos correspondientes. La aplicación de insecticidas para el manejo de hormigas se realiza en las semanas 4, 9 y 14 después de fuerza (Ver Tabla 9). Esta labor se realiza con una bomba de espalda de presión de aire, la cual tiene una capacidad de 5 kg aproximadamente. La aplicación se realiza en bordes de caminos y andenes, en el suelo específicamente sin tocar las plantas. La descarga del producto se realiza con dos movimientos de la

palanca (hacia arriba y hacia abajo), se debe colocar con una distancia de 5 m entre cada aplicación, para estas aplicaciones se utilizan dos insecticidas con diferentes dosis y descargas.

**Tabla 9**

*Manejo agronómico para hormigas*

<b>Momento de aplicación</b>	<b>Semana de aplicación</b>	<b>Ingrediente</b>	<b>Dosis de descarga</b>
6:00am-9:00am	4	Octoborato disódico Tetrahidratado	6g/descarga
	9	Hidrametilnona (0,73%)	4g/descarga
3:00pm-11:00pm	14	Octoborato disódico tetrahidratado	6g/descarga

#### **4.6.Propuesta de plan de manejo**

En la Tabla 10 se puede observar la propuesta de plan de manejo establecida de acuerdo con lo observado en los resultados, la cual fue desarrollada a partir de cada etapa fenológica, contemplando de igual manera la labor de preparación de terreno.

**Tabla 10**

*Propuesta de plan de manejo para D. brevipipes y hormigas.*

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Propuesta</b>
<b>Semillero</b>	1.Revisar y evaluar la incidencia de cochinilla en material vegetal. 2. Corroborar la actividad de las hormigas.	1.1. Verificar la procedencia y sanidad de la semilla y dependiendo del umbral de la plaga realizar una aplicación preventiva antes de transportar el material a campo. 1.2. Si la incidencia de cochinilla es muy alta se puede considerar erradicar por completo el semillero, ya sea con aplicación química o quema. 1.3. Corroborar los bloques aledaños y si están infectados realizar una aplicación de insecticida. 1.4. Realizar desinfección de la semilla antes de ser trasladada a bloques destinados para siembra. 1.5. Mantener evaluaciones al menos 15 días antes de deshijar y si se encuentra una alta incidencia de la plaga realizar una aplicación de insecticida. 2.1. Verificar la ausencia de hormigas solas o con cochinilla del material a trasladar para siembra. 2.2. En caso de existir presencia aplicar la estrategia que más convenga para su manejo.

---

**Preparación de terreno**

1. Monitorear el terreno antes de sembrar.

2.2. Ejecutar el instructivo de muestreo específico de la finca de manera constante

1.1. Luego de la preparación de terreno realizar un muestreo de hormigas en el borde de camino, anden y dentro del bloque y si la cantidad promedio de hormigas es alto realizar una aplicación de insecticida.

1.2. Tomar una muestra de suelo para verificar que no haya incidencia de cochinilla y si la incidencia es alta realizar una aplicación de hongos entomopatógenos con un Spray boom.

**Siembra**

1. Monitorear el terreno antes de sembrar.

1.1. Tomar una muestra significativa (1%) de cada carreta y corroborar que no tengan cochinilla y si se observa baja o mediana incidencia de cochinilla por cada semilla, colocar el material vegetal al sol para deshidratar el insecto, en caso de alta incidencia utilizar agroquímicos.

1.2. Verificar que no haya presencia de arvenses que puedan ser hospederas de hormigas, en caso de encontrar arvenses con una baja a media incidencia, realizar

<b>Enraizamiento</b>	1. Monitorear frecuentemente los bloques.	<p>manejo cultural o aplicación de herbicida y de insecticida para una alta incidencia.</p> <p>1. Realizar muestreos de hormigas en toda el área (Anden, borde de camino y dentro del bloque, siempre y cuando se pueda ingresar a la plantación) y tomar al menos una muestra del 1% de plantas/bloque y corroborar que la cantidad de cochinilla en la base y raíz de la planta no supere el umbral de finca.</p> <p>2. Aplicar muestreos al menos cada quince días desde el mes 1 hasta que finalice la etapa y en caso de encontrar ambas plagas aplicar agroquímicos y su tipo según nivel de umbral de plaga.</p>
<b>Desarrollo</b>	1. Monitorear frecuentemente los bloques.	<p>1. Realizar muestreos post forza cada 15 días y en caso de encontrar ambas plagas aplicar agroquímicos y su tipo según nivel de umbral de plaga.</p> <p>1.2. Monitorear nidos de hormigas y aplicar con una insufladora en caso de que la incidencia sea baja o sino realizar aplicaciones con spray boom.</p>
<b>Inducción floral</b>	1. Monitorear frecuentemente los bloques.	<p>1. Ejecutar muestreos constantes de hormiga y cochinilla en toda la etapa, y si se observa la incidencia de cochinilla realizar una aplicación respetando el periodo de carencia.</p>

*Nota.* Para ejecutar las labores de campo (En todas las etapas) realizar una previa desinfección de maquinaria a utilizar, además contemplar aplicaciones de agroquímicos etiqueta verde u hongos entomopatógenos para el manejo de las plagas en etapas de siembra, preparación de terreno, enraizamiento y desarrollo siempre y cuando la incidencia de las plagas sea baja, con la finalidad de rotar las moléculas y no generar resistenc

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Identificación de las hormigas en el cultivo y su relación con *D. brevipes* y condiciones climáticas

La especie *Pheidole subarmata* destacó como el género dominante, a lo largo de casi todas las etapas fenológicas del cultivo, este hallazgo es consistente con estudios previos que evidencian a *Pheidole* como un género ampliamente distribuido en cultivos agrícolas, asociado frecuentemente con plagas que secretan exudados azucarados, como es el caso de las cochinillas (Lara et al., 2015). Además, es importante destacar que la mayor cantidad de hormigas de este género se colectaron en áreas como (andenes, bordes de camino y dentro de la plantación, durante horas de la mañana lo cual coincide con estudios previos que indican que *P. subarmata* es una especie que anida en suelos húmedos o aledaños a ríos y bosques forrajeando activamente durante las mañanas, además de ser carroñeras (Camargo-Vanegas et al., 2020).

En el caso de *P. susannae* tuvo una presencia muy reducida o nula en los diferentes momentos de muestreo siendo la más abundante en la etapa de siembra por la mañana en los andenes, lo cual también coincide con un estudio realizado por Chacón de Ulloa et al. (2014) en donde se indica que esta especie se asocia a hábitats perturbados donde actúa como oportunista y prefiere temperaturas medias con precipitación moderada, además de ser una especie omnívora y carroñera.

La hormiga *B. obscurior* es un género que tiende a formar asociaciones menos notorias con plagas como las cochinillas. Se ha encontrado que esta especie interactúa con una variedad de insectos, incluidos los hemípteros, pero su papel protector de las plagas no es tan prominente como en el caso de *Pheidole* (Villegas et al., 2009). La incidencia de esta plaga fue más notoria en bordes de camino y anden en los momentos en que la precipitación fue baja y la temperatura moderada ya que nidifican en suelos expuestos y aprovechan fuentes de alimento variadas (omnívoras y carroñeras) (Chacón de Ulloa et al., 2014).

En general, las condiciones ambientales que se presentaron durante el estudio, temperaturas del aire, temperatura del suelo y precipitación, así como las características del

cultivo de la piña, al tener suelos desnudos, disturbados y húmedos en algunos momentos favorecieron la dinámica de las hormigas y su abundancia. Lo anterior concuerda con lo mencionado por Shukla et al. (2016) el género *Pheidole* prefiere temperaturas de 24-30°C, humedad 50-70% y suelos arenosos o arcillosos con buena infiltración de agua, mientras que el género *Brachymyrmex* las temperaturas óptimas para reproducción son de 29-30°C, toleran climas subtropicales y nidifican en suelos con vegetación baja o estepas, comunes en cultivos tropicales (MacGown et al., 2007).

## **5.2. Caracterización de las etapas de muestreo relacionadas a *D. brevipēs***

La caracterización de las etapas de muestreo relacionadas con la presencia de *D. brevipēs* en el cultivo de piña, observada a lo largo de su ciclo fenológico, revela patrones de distribución y densidad de la plaga que varían según la fase de desarrollo del cultivo.

Durante la etapa de siembra, se registró la mayor concentración de *D. brevipēs* en las raíces de las plantas, lo que indica una preferencia de la plaga, en fases tempranas del cultivo, por zonas cercanas al suelo donde las raíces ofrecen condiciones favorables para su establecimiento. Esta observación concuerda con estudios previos que indican que las cochinillas tienden a colonizar las raíces y la base de las plantas en las primeras etapas del ciclo del cultivo, probablemente debido a la humedad y a la cercanía de las raíces, que sirven como un anclaje seguro para las colonias (Joy et al., 2012).

A medida que el cultivo entra en la etapa de enraizamiento, se observó una ligera disminución en la densidad de *D. brevipēs*. Aunque las cochinillas seguían concentradas en la base de las plantas, su número fue considerablemente menor que en la etapa de semillero, esto se puede deber a la aplicación de Ethoprophos que se realiza a las 9 semanas después de siembra y también a que la planta enraizada podría estar proporcionando menos exudados azucarados, fuente principal de nutrición para las cochinillas, lo que podría influir en su distribución y densidad (Villegas et al., 2009).

En la etapa de desarrollo, la densidad de *D. brevipēs* se mantuvo a un umbral bajo (menos del 5% definido por la empresa) por lo que este comportamiento sugiere que, a medida que las plantas crecen y se expanden, las cochinillas pueden haberse desplazado hacia otras partes de la planta, como las hojas, en busca de una fuente continua de nutrientes.

La presencia de *D. brevipipes* en las hojas durante esta etapa es consistente con observaciones previas que indican que algunas especies de cochinillas migran hacia las partes aéreas de las plantas conforme estas alcanzan mayor desarrollo y las raíces ya no proporcionan suficientes recursos (Vergara et al., 2007).

Durante la etapa de inducción floral se observó un incremento en la población de *D. brevipipes*, el cual puede atribuirse a diversos factores. Durante esta fase, las plantas experimentan cambios en sus demandas metabólicas y nutricionales, lo que puede incrementar la disponibilidad de nutrientes para las cochinillas, especialmente mediante la producción de exudados ricos en azúcares y la generación de condiciones más favorables en las inflorescencias durante la floración (Miranda et al., 2013). Asimismo, las etapas de floración y fructificación suelen estar asociadas con una mayor actividad de plagas, debido a que las plantas se encuentran en un periodo de alta demanda nutricional (Pérez et al., 2022). Un factor importante es que la densidad y dispersión de hormigas de géneros como *Pheidole* y *Brachymyrmex* influye directamente en la dispersión de la cochinilla harinosa (*D. brevipipes*), ya que transportan activamente ninfas y hembras jóvenes a nuevos sitios de alimentación en la piña, acelerando su colonización.

### **5.3. Plan de manejo agroecológico**

Basado en el análisis realizado, la propuesta de plan de manejo agroecológico se sustenta en la validación del protocolo de muestreo de finca, así como la comprensión de la dinámica poblacional de *D. brevipipes* y de las hormigas asociadas a lo largo del ciclo fenológico del cultivo. Diversos autores señalan que el manejo efectivo de cochinilla harinosa debe basarse en un monitoreo continuo que permita identificar oportunamente los momentos de mayor riesgo, evitando intervenciones tardías que resulten menos eficientes y con altos costos (FAO, 2017). El enfoque agroecológico coincide con lo indicado por García et al. (2015), quienes destacan que la integración del diagnóstico fitosanitario con prácticas de manejo minimiza la dependencia de insecticidas sintéticos y reduce los impactos negativos sobre el ambiente y la salud humana. En este sentido, el mantenimiento del protocolo de muestreo posterior a la inducción floral, tal como se realiza actualmente en finca, se ve fortalecido con la incorporación de muestreos preventivos en etapas tempranas como semillero, siembra,

enraizamiento del cultivo sin que ello implique necesariamente aplicaciones inmediatas, sino una mejora en la toma de decisiones.

Por otra parte, la falta de monitoreo de cochinilla durante todo el ciclo fenológico del cultivo es una debilidad importante, dado que, sin esta información junto con lo mencionado anteriormente, la selección de estrategias de manejo es ineficiente (Ugalde, 2010). Por lo que la realización de aplicaciones preventivas antes del traslado del material de siembra al campo definitivo y previo a la inducción floral de la plantación reviste gran importancia, ya que permite mantener las poblaciones de la plaga por debajo de los umbrales de daño económico. Esta estrategia contribuye a reducir la presión poblacional desde etapas tempranas del cultivo y, en consecuencia, disminuye la necesidad de intervenciones químicas posteriores, favoreciendo un manejo más eficiente y sostenible.

La propuesta del uso de extractos botánicos y aceites vegetales como herramientas principales para el manejo de *D. brevipēs* en etapas tempranas o de baja incidencia se encuentra respaldado por diversos estudios que señalan su efectividad como repelentes, reguladores poblacionales y agentes que afectan la capa cerosa protectora de las cochinillas, facilitando su desecación y reduciendo su capacidad de establecimiento (Moreira et al., 2010; Solera, 2017). Otra alternativa sostenible al uso de insecticidas corresponde al uso de hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana*, este actúa infectando al insecto por contacto, provocando la muerte de éste por descomposición de sus tejidos internos, y ha demostrado ser eficaz disminuyendo significativamente las poblaciones de cochinilla en diversos cultivos (Panyasiri et al., 2022).

El uso racional y puntual de insecticidas sistémicos, como imidacloprid o diazinon, únicamente cuando los niveles de infestación superan los umbrales operativos definidos por la finca, coincide con lo propuesto por Quesada (2013) y Garita (2014), quienes enfatizan que estos productos deben emplearse como una herramienta complementaria y no como la base del manejo, con el fin de evitar la generación de resistencia y la interrupción de enemigos naturales.

En cuanto al manejo de hormigas, los resultados del estudio confirman que la intervención debe centrarse en aquellas especies que presentan una relación directa con la dispersión y protección de *D. brevipēs*, particularmente *Pheidole subarmata*. Estudios

previos han demostrado que las hormigas asociadas a hemípteros incrementan la supervivencia y expansión de las cochinillas, por lo que su control localizado mediante cebos específicos resulta una estrategia más eficiente que las aplicaciones generalizadas (García et al., 2009; Rung, 2018).

El uso de cebos a base de octoborato disódico tetrahidratado e hidrametilnona, aplicados principalmente en andenes, caminos y bordes de los bloques, se ajusta a lo recomendado por Joy et al. (2012) y Wetterer (2012), quienes indican que el manejo localizado de hormigas permite reducir su actividad sin eliminar completamente su presencia en el agroecosistema, manteniendo un equilibrio biológico funcional, sin embargo se deben realizar monitoreos constantes en la plantación para corroborar la incidencia de hormigas y de igual manera tomar la decisión para el manejo adecuado.

Una alternativa para el manejo de hormigas del género *Pheidole* en el cultivo de piña es el uso de hongos entomopatógenos como *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* los cuales actúan principalmente por contacto, adhiriéndose a la cutícula de las hormigas, germinando y penetrando en el hospedero hasta causar su muerte. Las obreras de *Pheidole*, debido a su intensa actividad de forrajeo y comportamiento social, facilitan la dispersión de las conidias hacia el interior del nido, lo que incrementa la probabilidad de infección a nivel de colonia (Vargas et al., 2018).

Asimismo, la integración de las condiciones climáticas dentro del esquema de manejo encuentra respaldo en Skendžić et al. (2021), quienes señalan que la variabilidad climática influye directamente en la dinámica poblacional de insectos plaga. En el presente estudio, los periodos secos favorecieron incrementos tanto de hormigas como de *D. brevipēs*, lo cual refuerza la necesidad de intensificar el monitoreo y las medidas preventivas durante estos periodos.

## 6. CONCLUSIONES

La identificación taxonómica a nivel de especie permitió diferenciar el grado de asociación de cada hormiga con *D. brevipipes*, aportando información clave para el diseño de estrategias de manejo más selectivas. Este hallazgo resulta relevante, ya que evita la aplicación indiscriminada de medidas de control sobre todas las hormigas presentes en la plantación, favoreciendo enfoques agroecológicos más sostenibles.

La implementación de un sistema de muestreo continuo desde la siembra, combinado con aplicaciones de control específicas en los semilleros, contribuiría a minimizar la incidencia de *D. brevipipes* y su propagación a lo largo del ciclo del cultivo. Este enfoque permitiría tomar decisiones más informadas y oportunas para el manejo agroecológico de la plaga, mejorando así la salud del cultivo y reduciendo la necesidad de tratamientos químicos intensivos.

La mayor densidad de cochinillas observada durante la etapa de siembra y el aumento en la inducción floral indican que el manejo de esta plaga debe adaptarse a las características específicas de cada fase del cultivo. La variación en la densidad de *D. brevipipes* a lo largo del ciclo del cultivo resalta la importancia de implementar estrategias de monitoreo y control que sean sensibles a estos cambios, lo que permitirá un manejo más eficiente y localizado de la plaga.

La propuesta de plan de manejo para *D. brevipipes* en el cultivo de piña permitió integrar de manera efectiva la información generada a partir del protocolo de muestreo, la dinámica poblacional de la cochinilla harinosa y su relación con las hormigas asociadas, principalmente *Pheidole subarmata*, a lo largo de las distintas etapas fenológicas del cultivo. Este enfoque integral evidenció que el manejo de la plaga no debe centrarse únicamente en la etapa de inducción floral, sino que requiere una visión preventiva desde fases tempranas como semillero, siembra y enraizamiento.

El plan propuesto fortalece la toma de decisiones al incorporar el monitoreo constante como eje central del manejo, permitiendo identificar oportunamente los puntos críticos de infestación y minimizar la dependencia de aplicaciones químicas calendarizadas. Asimismo, la inclusión de prácticas agroecológicas, como el uso de extractos botánicos, aceites

vegetales, hongos entomopatógenos y medidas culturales, contribuye a un manejo más sostenible, favoreciendo la reducción del impacto ambiental, el riesgo de resistencia a insecticidas y los costos de producción.

## 7. RECOMENDACIONES

Fortalecer el sistema de monitoreo implementando revisiones semanales, especialmente en los semilleros y en las etapas críticas del cultivo. Este monitoreo debe complementarse con un registro sistemático de datos y la capacitación del personal para identificar tempranamente la plaga y su relación con hormigas mutualistas.

Implementar medidas preventivas en los semilleros como el uso de productos biológicos, por ejemplo, *Beauveria bassiana*, y garantizar la rotación de áreas para evitar la acumulación de la plaga. Además, es importante eliminar residuos de cultivos anteriores para minimizar los focos de infestación.

En las etapas avanzadas del cultivo, se debe reforzar el monitoreo del fruto y las hojas, utilizando espejos o herramientas diseñadas para facilitar la observación sin dañar las plantas. Además, se sugiere realizar muestreos con mayor frecuencia durante la inducción floral, cuando la población de cochinillas tiende a aumentar significativamente.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Basantes, S., Chasipanta, J. (2012). *Determinación del requerimiento nutricional del fósforo sobre la inducción floral en el cultivo de piña (Ananas comosus)*. [Proyecto final de graduación. Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador]. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8021/1/T-ESPE-IASA%20I-004680.pdf>
- Bua, B., Mawa, M., Ayiga, J., Ocwa, A. (2024). *Determination of mealybug population density for transmission of pineapple mealybug wilt disease in Central Uganda*. *International Journal of Agronomy*, 2024. <https://www.hindawi.com/journals/ija/2024/5126341/>
- Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP). (2017). *Estudio “Impacto económico, social y ambiental de la piña en Costa Rica”* realizado por el INCAE revela la importancia de la agroindustria piñera en Costa Rica. Recuperado de <https://canapep.com/estudio-impacto-economicosocial-ambiental-pina-costa-rica-incae>
- Camargo-Vanegas, J., Guerrero, R. (2020). Las hormigas *Pheidole* (Formicidae: Myrmicinae) en el bosque seco tropical de Santa Marta, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*. DOI:[10.25100/socolen.v46i2.8433](https://doi.org/10.25100/socolen.v46i2.8433)
- CANAPEP. (2022). *Exportaciones de Piña Fresca – Cifras en millones de dólares*. Carvajal, D. 2009. *Daño de M. dimidiatipennis* en piña. (Comunicación personal). Río Frío, Costa Rica.
- Chacón de Ulloa, P., Abadía, J. (2014). *Two decades of study of the diversity of ants in Colombia*. *Rev de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Vol.38 no.148 Bogotá. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082014000300002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082014000300002)
- CONABIO. (2017). *Método de evaluación rápida de invasividad (MERI) para especies exóticas en México* *Linepithema humile* (Mayr, 1868). Comisión Nacional para el

Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF.  
[https://enciclovida.mx/pdfs/exoticas\\_invasoras/Linepithema%20humile.pdf](https://enciclovida.mx/pdfs/exoticas_invasoras/Linepithema%20humile.pdf)

Cooman, A. (2009). *Identificación y manejo integrado de plagas en banano y plátano Magdalena y Urabá Colombia*. AUGURA, Medellín, COL.

Cuyabazo, J. (2022). *Identificación de los principales insectos plagas y su método de control que se presentan en el cultivo de piña (Ananas comosus)*. [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.  
<http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/13238/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000460.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO. (2017). *La importancia del diagnóstico de plagas*. Comisión de medidas fitosanitarias R-07. [R\\_07\\_Es\\_2017-08-24\\_Combined.pdf \(ippc.int\)](https://www.ippc.int/R-07_R_07_Es_2017-08-24_Combined.pdf)

FAO (2017) Manejo integrado de plagas y plaguicidas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/es/>

García, R., Machado, L., Piñón, D., Gómez, A., Ventura, M. (2015). *Diagnóstico fitosanitario y recomendaciones de manejo agroecológico de plagas en comunas de las provincias de Guayas y Santa Elena*. Cumbres, 1 (1), 17-22.  
<https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/3/>

García, F., Ortega, L., González, H., Villanueva, J., López, J., González, A & Arredondo, H. (2009). *Natural and induced parasitism of Anagyrus kamali against pink hibiscus mealybug on teak shoots in Bahía de Banderas, Nayarit*. Agrocencia 43 (7).  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952009000700007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952009000700007&script=sci_arttext)

Garita, R. (2014). La Piña, 1ed. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica. P-262-269.

Gómez, J., Jaramillo, H., Guerrero, G. (2021). *Digital image processing techniques for detection of pests and diseases in crops: a review*. Ingeniería y competitividad, 24

- (1). [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30332022000100028&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30332022000100028&script=sci_arttext)
- Jiménez, J. (1999). *Manual práctico para el cultivo de piña de exportación*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. pp: 34-36.
- Jerí, A. (2010). *Biología y morfología de Dysmicoccus brevipes (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae)*. [Tesis de maestría]. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1644/ENT%2003-56-TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20ciclo%20biol%C3%B3gico%20s e%20completa,entre%2019%20a%2045%20minutos>
- Joy, P., Anjana, R., & Soumya, K. (2012). *Insect pests of pineapple and their management*. Pineapple Research Station, Vazkhulam, Muvattupuzha, India. [https://www.researchgate.net/profile/Anjana-R/publication/284168155\\_Insect\\_Pests\\_of\\_Pineapple\\_and\\_their\\_Management/links/564d921d08ae4988a7a4581b/Insect-Pests-of-Pineapple-and-their-Management.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Anjana-R/publication/284168155_Insect_Pests_of_Pineapple_and_their_Management/links/564d921d08ae4988a7a4581b/Insect-Pests-of-Pineapple-and-their-Management.pdf)
- Kono, M., Koga, R., Shimada, M., y Fukatsu, T. (2008). *Infection dynamics of coexisting beta-and gammaproteobacterial in the nested endosymbiotic system of mealybugs*. Applied and environmental microbiology, 74 (13), 4175-4184. <https://doi.org/10.1128/AEM.00250-08>
- Lara, M., Rosas, M., Rojas, P & Reyes, P. (2025). *Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with the camedor palm (Chamedorea radicalis Mart.) in the tropical forest of Gómez Fariás, Tamaulipas, Mexico*. Acta Zoológica Mexicana. 31 (2). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S006517372015000200014&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S006517372015000200014&script=sci_arttext)
- Loria, D. (2016). *Eficacia de Aviglicina (PINCOR®) en la reducción de la Floración Naturalmente Diferenciada (NDF) en piña (Ananas comosus var. comosus) 23 Híbrido MD-2 en San Carlos, Costa Rica* [Tesis de licenciatura]. Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional San Carlos.

- MacGown, J. A., Hill, J. G., & Deyrup, M. A. (2007). *Brachymyrmex patagonicus* (Hymenoptera: Formicidae), an emerging pest species in the southeastern United States. *Florida Entomologist*, 90(3), 457–464. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2007\)90\[457:BPHFAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2007)90[457:BPHFAE]2.0.CO;2)
- Mani, M., and C. Shivaraju. (2016). *Mealybugs and their management in agricultural and horticultural crops*. Indian Institute of Horticultural Research, Bangalore, IND.
- Mau, R., Kessing, J. (2000). *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel and Miller. Department of Entomology, Honolulu, HI, USA. [http://www.extento.hawaii.edu/kbase/Crop/Type/p\\_jackbe.htm](http://www.extento.hawaii.edu/kbase/Crop/Type/p_jackbe.htm)
- Miranda, A., Blanco, H. (2013). *Control of Dysmicoccus brevipes (Hemiptera: Pseudococcidae) on the pineapple fruit, San Carlos, Costa Rica*. Agron. Costarricense Vol.37 n.1 San Pedro de Montes de Oca. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242013000100008](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242013000100008)
- Morales-Abarca, L. (2018). Producción y rendimiento del cultivo de la piña (*Ananas comosus*) en Costa Rica, periodo 1984-2014. e-Agronegocios, 4 (2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/eagronegocios/article/view/3681/4963>
- Moreira, I., Villalba, V. (2010). *Establecimiento de los protocolos de colecta, multiplicación y crianza del coleóptero biocontrolador Cryptolaemus montrouzieri sobre su hospedante Dysmicoccus brevipes en tres cultivos hospedantes bajo condiciones controladas con miras a su producción masiva y liberación en campo*. Instituto Tecnológico de Costa Rica Vicerrectoría de Investigación y Extensión Dirección de Proyectos. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2951/Informe\\_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2951/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Monge, M. (2018). *Guía para la identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de piña*. [https://cica.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2023/05/Manual-de-plagas-Pina-CICA-08-10-20191\\_compressed.pdf](https://cica.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2023/05/Manual-de-plagas-Pina-CICA-08-10-20191_compressed.pdf)

- Palma, M., Blanco, M., Guillén, C. (2019). *Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) and their impact on the Musaceae crop*. *Agronomía Mesoamericana*, 30 (1), 81-298.  
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v30n1/2215-3608-am-30-01-00281.pdf>
- Panyasiri, C., Supothina, S., Veeranondha, S., Chanthaket, R., Boonruangprapa, T., & Vichai, V. (2022). Control efficacy of entomopathogenic fungus *Purpureocillium lilacinum* against chili thrips (*Scirtothrips dorsalis*) <https://doi.org/10.3390/insects13080684> on chili plant. *Insects*, 13(8), 684.
- Pérez, O., García, R., González, H., Sánchez, S., Moscoso, P., & Izquierdo, F. (2022). *Population fluctuation of the pineapple mealybug in two pineapple (Ananas comosus [L.] Merr.) varieties in Huimanguillo Tabasco, Mexico*. *Agro Productividad*. 15 (10). 69-77.  
<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/2236>
- PROCOMER. (2022). *Exportación de piña fresca a mercados europeos*.  
[https://www.procomer.com/alertas\\_comerciales/compradorinternacional-alerta/pina-fresca-a-mercadoeuropeos/#:~:text=En%202021%2C%20las%20exportaciones%20costarricense%20europeas%20102%20millones%20\(10%25\)](https://www.procomer.com/alertas_comerciales/compradorinternacional-alerta/pina-fresca-a-mercadoeuropeos/#:~:text=En%202021%2C%20las%20exportaciones%20costarricense%20europeas%20102%20millones%20(10%25)).
- PROCOMER. (2024). *Exportaciones de bienes en Costa Rica crecen un 15,5% en el 2023*.  
[https://www.procomer.com/noticia/exportaciones-de-bienes-en-costa-rica-crecen-un-155-en-el-2023/#:~:text=Felicitamos%20al%20sector%20exportador%20por,caf%C3%A9%200oro%20\(%24346%20millones\)](https://www.procomer.com/noticia/exportaciones-de-bienes-en-costa-rica-crecen-un-155-en-el-2023/#:~:text=Felicitamos%20al%20sector%20exportador%20por,caf%C3%A9%200oro%20(%24346%20millones))
- Quesada, J. (2013). *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 Huetar Norte de Costa Rica*. [Trabajo de grado]. Instituto Tecnológico De Costa Rica.  
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5972/Desarrollo%20de%20procedimientos%20estandarizados%20de%20operaci%C3%B3n%20PEO%29%20para%20el%20manejo%20integrado%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20>

[del%20cultivo%20de%20pi%C3%B1a%20Ananas%20comosus%20%28L.%29%20Merr.%20en%20la%20Regi%C3%B3n%20Huertar%20Norte%20de%20Costa%20Rica.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Dysmicoccus.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

Ramos, C., Velásquez, Y., Carnero, A., Hernández, E. (2018). *Manual técnico: Gestión integrada de Dysmicoccus grassii Leonardi en platanera*. <https://www.icia.es/icia/download/publicaciones/Dysmicoccus.pdf>

Rodríguez, R., Becquer, R., Pino, Y., López, D., Rodríguez, R. C., Lorente, G., Izquierdo, R., y González, J. (2016). *Fruits production of pineapple (Ananas comosus (L.) Merr.) MD-2 from vitroplants*. *Cultivos tropicales*, 37, 40-48. [https://www.researchgate.net/publication/304196246\\_Fruits\\_production\\_of\\_pineapple\\_Ananas\\_comosus\\_L\\_Merr\\_MD-2\\_from\\_vitroplants](https://www.researchgate.net/publication/304196246_Fruits_production_of_pineapple_Ananas_comosus_L_Merr_MD-2_from_vitroplants)

Rosas, M & Milán, J. (2017). *Reporte final con la revisión de cuatro especies de hormigas con potencial invasor en México: Linepithema humile, Nylanderia fulva, Solenopsis invicta y Pheidole megacephala, así como información de hormigas introducidas en el país*. [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Foto-tomada-de-AntWeborg-Obra-de-Solenopsis-invicta-en-vista-frontal-de-la\\_fig1\\_325698180](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Foto-tomada-de-AntWeborg-Obra-de-Solenopsis-invicta-en-vista-frontal-de-la_fig1_325698180)

Ruíz, H. (2016). *Estudio de los insectos asociados al cultivo de la piña durante la época lluviosa en la aldea el Jocotillo, Villa Canales, Guatemala, diagnóstico y servicios realizados en el departamento de vigilancia epidemiológica y análisis de riesgo del Visar-Maga*. [Tesis de grado]. Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5951/1/Trabajo%20de%20graduaci%C3%B3n%20Hilda%20Ru%C3%ADz%202020%2004.pdf>

Rung, J. (2018). *FICHA TÉCNICA: Dysmicoccus neobrevipes (Bearsley, 1959) (Hemiptera: Pseudococcidae) Cochinilla gris*. Dirección general de sanidad vegetal, centro nacional de referencia fitosanitaria. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/472509/Ficha\\_tecnica\\_Dysmicoccus\\_neobrevipes.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/472509/Ficha_tecnica_Dysmicoccus_neobrevipes.pdf)

Sandoval, A., Checa, M., Díaz, R., Acosta, J. (2021). *Expert system for the diagnosis and treatment of diseases and pests in ornamental plants*. *Revista Universidad y*

- Sociedad, 13 (3), 505-511. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000300505&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202021000300505&script=sci_arttext)
- Shahbandeh, M. (2025). *Leading countries in pineapple production worldwide in 2023*. Statista. (2025, 6 febrero). <https://www.statista.com/statistics/298517/global-pineapple-production-by-leading-countries/>
- Shukla, R. K., Singh, H., & Rastogi, N. (2016). How effective are disturbance-tolerant, agroecosystem-nesting ant species in improving soil fertility and crop yield? *Applied Soil Ecology*, 108, 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.08.013>
- Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V., & Lemić, D. (2021). *The impact of climate change on agricultural insect pests*. *Insects*, 12 (5), 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
- Solera, K. (2017). *Desarrollo de una metodología para la evaluación de la patogenicidad y selección in vitro de hongos entomopatógenos y sus metabolitos para el manejo de Pseudococcus elisae (hemiptera: pseudococcidae) en banano (Musa AAA)*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional de Costa Rica. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14571/Tesis.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Ugalde, R. (2010). *Evaluación a nivel de campo de la patogenicidad de microorganismos benéficos sobre poblaciones de cochinilla harinosa Dysmicoccus brevipes (Hemiptera: Pseudococcidae), en el periodo posterior a la inducción floral del cultivo de piña (Ananas comosus (L.) Merr), en Finca Indaco Horquetas S.A.* [Tesis de licenciatura]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2898/EVALUACION%20A%20NIVEL%20DE%20CAMPO%20DE%20LA%20PATOGENICIDAD%20DE%20cochinilla%20harinosa.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Vargas, A., Morales, M., Watler, W., Vignola, R. (2018). (Ministerio de Agricultura y Ganadería). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos, cultivo de piña en Costa Rica* (MAG). <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8166.pdf>

- Vargas, C., Miller, C., y Arguedas, C. (2020). *Conservando la biodiversidad por medio del manejo de paisajes productivos en Costa Rica - MOCUPP*. Informe técnico presentado al PNUD dentro del marco del MOCUPP. CONARE - CENAT: San José, Costa Rica.  
[https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/7892/Vargas\\_C\\_Info\\_rme\\_monitoreo\\_pina\\_CR\\_ano\\_2018\\_2020.pdf?sequence=1](https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/7892/Vargas_C_Info_rme_monitoreo_pina_CR_ano_2018_2020.pdf?sequence=1)
- Vergara, E., Echavarría H & Serna F. (2007). *Hormigas (Hymenoptera Formicidae) asociadas al Arboretum de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 40. 497–505. [http://sea-entomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN40/497\\_505BSEA40HormigasColombia.pdf](http://sea-entomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN40/497_505BSEA40HormigasColombia.pdf)
- Villegas, C., Zabala, G., Ramos, A & Benavides, P. (2009). *Identificación y hábitos de cochinillas harinosas asociadas a raíces del café en Quindío*. Cenicafé. 60 (4). 362-373. [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc060\(04\)352-373.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc060(04)352-373.pdf)
- Weather Spark. (2024). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Guápiles*. [El clima en Guápiles, el tiempo por mes, temperatura promedio \(Costa Rica\) - Weather Spark](#)
- Wetterer, J. (2012). *Worldwide spread of the African big-headed ant, Pheidole megacephala (Hymenoptera: Formicidae)*. Myrmecology. News (17). Pp: 51-62. [https://www.researchgate.net/publication/257747995\\_Worldwide\\_spread\\_of\\_the\\_African\\_big-headed\\_ant\\_Pheidole\\_megacephala\\_Hymenoptera\\_Formicidae](https://www.researchgate.net/publication/257747995_Worldwide_spread_of_the_African_big-headed_ant_Pheidole_megacephala_Hymenoptera_Formicidae)
- Williams, D., y Hodgson, C. (2013). *Are some prepupae and pupae of male mealybugs and root mealybugs (Hemiptera, Coccoidea, Pseudococcidae and Rhizoecidae) mobile?* ZooKeys (364) 19-28. doi:10.3897/zookeys.364.6459