

**Estudio del Ácaro (Acarus) en Cultivos de Papaya Variedad Maradona, Caso de la Vereda
Los Cauchos, Guadalupe (Huila)**

Yenny Marcela Vacacela Toledo

José Lizardo Torres Castillo

Asesor

Luis Herney Salazar Nieto

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Agronomía

2025

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pitalito, febrero del 2025

Resumen

El cultivo de papaya en la región del Huila presenta un alto potencial productivo, pero enfrenta serias dificultades debido al manejo técnico insuficiente en las explotaciones agropecuarias, lo que afecta la productividad y calidad de los cultivos. Un factor clave que agrava esta situación es la presencia de plagas, particularmente el ácaro (*Acarus*), que impacta negativamente en el desarrollo de las plantas. En este contexto, el presente estudio se centró en la Vereda Los Cauchos, municipio de Guadalupe (Huila), con el objetivo de identificar los factores que influyen en la proliferación y distribución del ácaro en los cultivos de papaya variedad Maradona. Se investigaron aspectos como el ciclo de vida del ácaro, su comportamiento, y la influencia de factores climáticos como la temperatura, la humedad y las precipitaciones. Además, se exploraron estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) que ayuden a mitigar el impacto de esta plaga en la producción. Los resultados mostraron que la plaga está estrechamente asociada con condiciones climáticas como la temperatura y la humedad, siendo más prevalente en épocas de mayor humedad y temperaturas moderadas.

Palabras Clave: Ácaro, Clima, Papaya, Sostenible.

Abstract

Papaya cultivation in the Huila region has a high productive potential but faces serious difficulties due to insufficient technical management on farms, which affects the productivity and quality of the crops. A key factor that aggravates this situation is the presence of pests, particularly the mite (*Acarus*), which negatively impacts plant development. In this context, the present study focused on the Vereda Los Cauchos, municipality of Guadalupe (Huila), with the objective of identifying the factors that influence the proliferation and distribution of the mite in Maradona variety papaya crops. Aspects such as the life cycle of the mite, its behavior, and the influence of climatic factors such as temperature, humidity and precipitation were investigated. In addition, integrated pest management (IPM) strategies were explored that will help mitigate the impact of this pest on production. The results showed that the pest is closely associated with climatic conditions such as temperature and humidity, being more prevalent in times of higher humidity and moderate temperatures.

Keywords: Mite, Climate, Papaya, Sustainable.

Tabla de Contenido

Introducción	10
Planteamiento del Problema	11
Pregunta de Investigación.....	12
Justificación	13
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco Teórico.....	16
Condiciones Edafoclimáticas.....	16
Propagación de Papaya	17
Siembra	19
Aspectos Nutricionales	19
Variedad de Papaya Maradona-fl	20
Enfermedades en Papaya	20
Mancha Anular del Papayo (PRSV-p).....	20
Mosaico de la Papaya (PapMV)	21
Papaya Meleira (PMeV)	21
Virus del Amarillamiento Letal del Papayo (PLYV)	21
Antracnosis	22
Pudrición de la Base del Tallo	22
La Roya Negra de la Papaya.....	22
Pudrición del Pie.....	22

Mildiu Polvoroso	23
Plagas en Papaya.....	23
El Ácaro Blanco (Poliphagotarsonemus latus)	23
La Araña Roja (Tetranychus sp.)	23
La Cochinilla de la Papaya	23
Mosca Blanca de la Papaya.....	24
La Mosca de la Fruta	24
Gusano Cachudo (Erinnys alope)	24
Especies de Ácaros en Cultivo de Papaya en Colombia.....	25
Factores Influyentes en la Presencia, Proliferación y Distribución del Ácaro	25
Marco Referencial.....	27
Marco Conceptual.....	29
Manejo integrado de plagas (MIP).....	29
Proliferación.....	29
Sustentabilidad.....	29
Plantas hermafroditas. Son a.....	29
Impacto económico.....	29
Desarrollo vegetativo.....	29
Defoliación.....	29
Marco Contextual.....	30
Localización	30
Metodología	31
Huerta Experimental	31

Muestreo y Método de Captura.....	32
Análisis de Datos	32
Resultados.....	33
Objetivo 1: Estudiar el Ciclo de Vida y el Comportamiento del Ácaro	33
Ciclo de Vida del Ácaro.....	33
Comportamiento del Ácaro en los Cultivos de Papaya Variedad Maradona Finca Lagunilla, Guadalupe, Huila.	33
Promedio de Ácaros por Hoja Presentes en Estratos en Papaya Maradona, Finca Lagunilla, Guadalupe, Huila.	34
Efecto del Clima en las Poblaciones del Ácaro en Papaya.....	36
Pruebas de Normalidad.....	37
Análisis de Correlación de Promedio de Ácaros por Estrato y Condiciones Climáticas	39
Objetivo 2: Identificar Posibles Estrategias de Manejo y Control del Ácaro en los Cultivos de Papaya.....	41
Monitoreo.....	41
Acaricidas	42
Control Biológico	42
Prácticas Sostenibles.....	42
Manejo Integrado de Plagas (MIP).....	42
Discusión.....	44
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Referencias.....	49

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Aplicación comercial de plaguicidas</i>	31
Tabla 2 <i>Promedio de ácaros por hoja presentes en estratos en papaya Maradona, finca Lagunilla, Guadalupe, Huila</i>	34
Tabla 3 <i>Promedio condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa y precipitación)</i>	36
Tabla 4 <i>Prueba de normalidad datos del promedio de ácaros por hojas presentes por estratos</i>	38
Tabla 5 <i>Prueba de normalidad datos de condiciones climáticas</i>	39
Tabla 6 <i>Correlación de promedio de ácaros por estrato y condiciones climáticas</i>	40

Lista de Figuras

Figura 1 *Proceso de pre germinación semilla de papaya* 18

Figura 2 *Ubicación del proyecto* 30

Introducción

En el departamento del Huila, el cultivo de papaya tiene un alto potencial económico, pero enfrenta dificultades debido a la falta de un manejo técnico adecuado en las fases de establecimiento, mantenimiento y sostenimiento. Entre los factores que limitan la producción, las plagas como el ácaro (*Acarus*) se presentan como un desafío importante.

El ácaro es una plaga que afecta la calidad y el rendimiento de la papaya, y su proliferación está estrechamente relacionada con factores climáticos, como la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones. A pesar del alto potencial productivo de la papaya en la región, los cultivos se ven amenazados por este artrópodo, lo que resalta la necesidad de implementar medidas de manejo más efectivas. En la Vereda Los Cauchos, ubicada en el municipio de Guadalupe (Huila), los cultivos de papaya variedad Maradona se han visto seriamente afectados, lo que pone en riesgo la viabilidad económica de los productores locales.

Este estudio tiene como objetivo principal identificar los factores que influyen en la presencia, proliferación y distribución del ácaro en los cultivos de papaya en la región, así como proponer estrategias de manejo que permitan minimizar su impacto. A través de un análisis detallado del ciclo de vida del ácaro, su comportamiento, y la interacción con las condiciones climáticas locales, se busca proporcionar soluciones prácticas para los agricultores. Además, se pretende promover el uso de técnicas de manejo integrado de plagas (MIP) que reduzcan la dependencia de pesticidas y fomenten una agricultura más sostenible.

Planteamiento del Problema

De acuerdo con Gobernación del Huila (2023), en el departamento del Huila el rendimiento de las explotaciones agropecuarias que son de importancia económica presenta dificultades debido a que no se tiene un criterio técnico en las fases de establecimiento, mantenimiento y/o sostenimiento, lo que conlleva a un manejo principalmente artesanal y empírico. Esta falta de enfoque técnico es una de las principales causas del bajo rendimiento de los cultivos, ya que los productores, debido a la falta de asistencia técnica, no evalúan adecuadamente factores clave como la temperatura, la humedad relativa, las precipitaciones, la prevalencia de plagas y enfermedades, y las prácticas agronómicas necesarias para asegurar el éxito de los cultivos.

Un claro ejemplo de esta situación es el cultivo de papaya, un producto con alto potencial económico en la región. Durante el periodo 2023 en el departamento del Huila se reportó una producción de 12,9 toneladas por hectárea (t/ha), mientras que el potencial productivo fue de 110 t/ha, lo que generó una brecha de 97,1 t/ha. Esta diferencia resalta la existencia de un gran margen para mejorar, lo cual podría alcanzarse con una adecuada implementación de técnicas agrícolas (Gobernación del Huila 2023).

Es así como el presente estudio se enfoca en el impacto del ácaro (*Acarus*) en los cultivos de papaya en la vereda Los Cauchos, Guadalupe (Huila), debido a que, en el contexto de la falta de manejo técnico adecuado, la presencia de plagas como este artrópodo puede agravar aún más las dificultades que enfrentan los productores. A pesar del alto potencial productivo de la papaya en la región, los cultivos se ven afectados por plagas que limitan su crecimiento y calidad.

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los factores que influyen en la presencia, proliferación y distribución del ácaro (Acarus) en los cultivos de papaya de la Vereda Los Cauchos, y cómo pueden ser gestionados eficazmente para minimizar su impacto en la producción agrícola?

Justificación

La falta de manejo técnico adecuado en las explotaciones agropecuarias contribuye a la vulnerabilidad de los cultivos frente a plagas y enfermedades (Gobernación del Huila, 2023, p. 18). Dado que los productores no aplican un manejo agronómico efectivo ni cuentan con asistencia técnica, factores como la presencia de plagas pueden tener efectos devastadores sobre los cultivos. Este estudio busca comprender cómo la proliferación del ácaro está impactando la producción de papaya, con el objetivo de ofrecer soluciones que permitan mejorar el rendimiento de los cultivos y reducir las pérdidas económicas de los agricultores locales.

Además, la presencia del ácaro (*Acarus*) en los cultivos de papaya en la Vereda Los Cauchos, Guadalupe (Huila) representa un reto significativo para la economía local. La proliferación de esta plaga puede ocasionar pérdidas importantes en la producción, afectando la viabilidad económica de los agricultores y la sustentabilidad de la agricultura en la región. La falta de conocimiento detallado sobre la ecología, biología y comportamiento del ácaro en este contexto específico resalta la necesidad urgente de realizar un estudio exhaustivo que permita llenar los vacíos existentes en cuanto a su manejo.

La papaya es un cultivo clave en la región, contribuyendo no solo a la seguridad alimentaria, sino también al sustento de las familias locales. Por lo tanto, es fundamental proteger estos cultivos de plagas como el ácaro para asegurar la disponibilidad continua de este producto. Asimismo, el uso excesivo de pesticidas para controlar la plaga puede tener impactos negativos en el medio ambiente, como la contaminación del suelo y el agua. En este sentido, el desarrollo de estrategias de manejo integrado de plagas, basadas en el conocimiento científico, puede reducir la dependencia de productos químicos y minimizar sus efectos adversos en el ecosistema local.

Este estudio, además de proporcionar soluciones inmediatas para los agricultores, tiene el potencial de generar beneficios a largo plazo. Los resultados obtenidos no solo mejorarán el manejo del ácaro en los cultivos de papaya, sino que también contribuirán al conocimiento científico global sobre la gestión de plagas en este tipo de cultivos, con implicaciones que podrían trascender a nivel nacional e internacional.

Objetivos

Objetivo General

Identificar los factores que influyen en la presencia, proliferación y distribución del ácaro (*Acarus*) en los cultivos de papaya variedad Maradona, en la Vereda Los Cauchos, municipio de Guadalupe (Huila)

Objetivos Específicos

Estudiar el ciclo de vida y el comportamiento del ácaro en los cultivos de papaya variedad Maradona, incluyendo sus patrones de dispersión y preferencias alimenticias, en la Vereda Los Cauchos, municipio de Guadalupe (Huila).

Identificar posibles estrategias de manejo y control del ácaro en los cultivos de papaya, basadas en los resultados obtenidos y en el conocimiento de su ecología y biología, en la Vereda Los Cauchos, municipio de Guadalupe (Huila).

Marco Teórico

La papaya fue descubierta por el conquistador español Hernán Cortés en el sur de los estados de Tabasco y Yucatán de México en 1519. Con el crecimiento del imperio español, la fruta comenzó a ser conocida en otras regiones, llegando a Filipinas, África y el Occidente (ICA, 2020. p, 4). La papaya pertenece a la familia Caricaceae, que incluye cuatro géneros: *Carica*, *Cylícomorpha*, *Jacaratia* y *Jarilla*. El género *Carica* es la más relevante, y de las 21 especies que lo componen, la *C. papaya* es la de mayor importancia económica (ICA, 2020. p, 5).

La *C. papaya* es una planta arbustiva con altura promedio de 8 a 10 metros. Esta especie es poligama y presenta formas hembras, machos y hermafroditas. La papaya es una planta con un tallo erecto y hojas anchas, palmeadas de color verdoso. Las flores de la papaya se producen en inflorescencia, dependiendo el sexo del árbol y del tipo de las flores. La estructura de las flores permite una polinización fácil por medio del viento y de insectos (ICA, 2020. p, 5).

La fruta de papaya en su apariencia externa es similar a los melones. Puede ser esférica, en forma de pera, ovalada o alargada. Está compuesta por cinco carpelos dispuestos de manera parietal, que se fusionan para formar una cavidad. Las frutas con menos de cinco carpelos en la flor hembra tienden a ser alargadas, semejantes al pepino (este fenómeno ocurre durante la transición de flores hermafroditas normales a estériles). El peso de las frutas varía entre 250 gramos y 7 kilogramos. El color de la pulpa oscila entre un amarillo anaranjado pálido y un amarillo anaranjado intenso, o incluso rojo. La cavidad interna de la fruta puede ser estrellada o redonda. Los sólidos solubles totales varían entre un 5% y un 18% (ICA, 2020. p, 5).

Condiciones Edafoclimáticas

Las condiciones más indicadas para la producción de papaya comprenden una temperatura entre 22 y 28 grados centígrados promedio. Se requiere de abundante agua durante

todo el ciclo productivo con un promedio entre 1.500 y 2.000 milímetros durante todo el año. La papaya se produce bien desde el nivel del mar hasta 1.200 m. La humedad relativa promedio debe ser entre 70 y 80% para el cultivo. Los mejores suelos para el cultivo son los sueltos; franco-arenosos, arcillo-arenosos, con buen drenaje tanto interno como externo. No se aconsejan suelos pesados (arcillosos). El pH recomendado es entre 5 y 7, cuando el pH es superior a estos los frutos tienden a ser menos dulces (ICA, 2020 p, 7).

Propagación de Papaya

En el sistema de propagación, la técnica más utilizada es a través de semillas certificadas en vivero, las cuales luego se trasplantan. El proceso comienza con la plantación, donde se realiza la imbibición: las semillas deben sumergirse en agua potable con un gramo de Nitrato de potasio durante 24 horas. Después de este tiempo, se retiran del agua y se secan en papel absorbente. Una vez envueltas, se colocan en una nevera de poliestireno expandido y a la sombra, hasta que la semilla desarrolle una radícula de 2 a 5 mm como se muestra en la siguiente imagen (Martínez et al., 2023 p, 3).

Figura 1

Proceso de pre germinación semilla de papaya



Fuente. Martínez et al. (2023).

Luego se coloca un sustrato de turba en la bandeja, asegurándose de que esté libre de patógenos. Luego, se hidrata la turba con cuidado, evitando el exceso de agua para prevenir que las semillas se pudran. Para verificar el nivel adecuado de humedad, se puede apretar un poco la turba y asegurarse de que solo caigan unas gotas. Después, se siembra la semilla que ya ha comenzado a germinar, enterrándola a unos 1 cm de profundidad. Finalmente, se cubre la bandeja con plástico negro para ayudar al desarrollo de las raíces y al crecimiento del tallo (Martínez et al., 2023 p, 3).

Después de 8 días, se retira la cubierta para prevenir la etiolación, que es cuando los tallos crecen largos y débiles. A partir de ese momento, se comienza a regar las plantas todos los días por la mañana durante 15 días. Con este cuidado, las plántulas alcanzan una altura de entre 12 y 15 cm, lo que las hace adecuadas para el trasplante al campo (Martínez et al., 2023 p, 3).

Siembra

Para la siembra se preparan huecos de 30 x 30 x 30 cm, asegurando que las raíces de las plántulas puedan desarrollarse correctamente. Con anticipación se deben de realizar zanjas de drenaje de manera profunda y tener una pendiente adecuada. El cultivo se establece una distancia de 2 metros entre los surcos y 2 metros entre las plantas, lo que permite alcanzar una densidad de 2,500 plantas por hectárea (Martínez et al., 2023 p, 7).

Durante el trasplante se coloca una capa de 10 cm de suelo suelto en el fondo. Luego, se añade una mezcla que consiste en 1 a 3 kg de materia orgánica y 0.5 a 1.5 kg de cal dolomita. Después, se pone otra capa de suelo suelto hasta nivelar con el suelo. A continuación, se hacen tres huecos con una estaca, a una profundidad de 15 cm, utilizando un movimiento circular. Las plántulas se extraen de la bandeja mediante una inmersión previa en agua para evitar dañar las raíces, y luego se colocan en los huecos, asegurándolas al suelo (Martínez et al., 2023 p, 7).

Aspectos Nutricionales

La papaya puede consumirse fresca, en jugos o dulces (preparados con la fruta verde cocinada con azúcar). Esta fruta es conocida por sus propiedades que facilitan la digestión de alimentos de difícil asimilación. Además, es valiosa por la extracción de la enzima papaína, que tiene diferentes aplicaciones en las industrias farmacéutica y alimentaria. Por otro lado, (González, 2017), citado de Martínez et al. (2023), señala que la papaya posee diversas propiedades nutricionales. Su contenido calórico es bajo, con 43 calorías por cada 100 g. Se recomienda en dietas debido a su alto contenido de vitaminas del grupo B (B1, B2, B3), así como una gran cantidad de vitamina C, A y D. También es una excelente fuente de fibra y contiene minerales como sodio, potasio, calcio, magnesio, fósforo, hierro, yodo y zinc. Además, destaca que la papaya tiene un beneficio importante de proteger el sistema digestivo gracias a su alto

contenido de papaína, una enzima proteolítica que ayuda a limpiar el colon, descomponer las proteínas y disolver las grasas. También posee propiedades antiinflamatorias y contribuye a evitar la retención de líquidos gracias a su contenido de betacarotenos, luteína y zeaxantina, elementos que también son beneficiosos para la salud ocular (p, 18).

Variedad de Papaya Maradona-fl

Las plantas tienen un crecimiento robusto y vigoroso, con una estructura baja y entrenudos cortos. Presentan hojas grandes, un buen cuaje y un excelente desarrollo de las raíces. La proporción de plantas hermafroditas a hembras es de 50:50. El fruto tiene una forma ligeramente alargada, característico de las plantas hermafroditas. Su epicarpio cambia de color a un tono amarillo-naranja al madurar. El peso de los frutos varía entre 1.8 y 2.8 kg, y son bastante uniformes en tamaño y forma. La pulpa es firme y gruesa, con una excelente textura y un color naranja intenso. El grado Brix oscila entre 12 y 13 (East West Seed, 2021. p, 4).

La maduración de los frutos ocurre entre 220 y 230 días después del trasplante. El inicio de la cosecha se realiza cuando los frutos alcanzan entre un 10% y un 20% de maduración, lo que la hace ideal para el mercado de las papayas tipo Formosa. Se recomienda una densidad de siembra de entre 1,600 y 1831 plantas por hectárea. En sistemas sin intervención de maquinaria se sugiere un arreglo de 2,5 m entre hilera x 2,5 m entre plantas, con esto se puede obtener una densidad de 1600 plantas por hectárea (East West Seed, 2021. p, 4).

Enfermedades en Papaya

Mancha Anular del Papayo (PRSV-p)

Esta enfermedad es una de las más graves desde el punto de vista económico, ya que provoca distorsiones en las hojas, anillos concéntricos en los frutos, manchas cloróticas, aclareo de las nervaduras, reducción del tamaño de las hojas, y deformaciones filiformes. También

produce estrías y manchas aceitosas en los tallos y pecíolos. No existe un protocolo específico para su control, pero se recomienda tomar medidas preventivas frente a los insectos transmisores como los áfidos. Usar híbridos que ofrezcan cierta tolerancia (como el Tainung 1) y evitar sembrar cerca de cultivos de melón, sandía o ahuyama. Además, es importante desinfectar herramientas, ropa de trabajo y llantas de los tractores al trasladarse entre cultivos. Es fundamental no sembrar en terrenos que hayan sido afectados por el virus recientemente, ya que podría haber pérdidas totales (Martínez et al., 2023. p, 68).

Es recomendable utilizar terrenos nuevos y aislados para cultivar papaya como medida preventiva. Se debe realizar una inspección constante y eliminar las plantas infectadas, quemándolas.

Mosaico de la Papaya (PapMV)

En sus primeras etapas, presenta síntomas similares a los de la PRSV, como la clorosis en las venas y hojas. A medida que la enfermedad avanza, las hojas desarrollan un patrón de mosaico, reduciendo el tamaño de la lámina y deformando la planta (Martínez et al., 2023. p, 68).

Papaya Meleira (PMeV)

El principal síntoma de esta enfermedad es la exudación de látex acuoso de los frutos, que se oxida al contacto con el aire, formando manchas negras en la fruta. Esta sustancia pegajosa es una característica distintiva de la infección (Martínez et al., 2023. p, 68).

Virus del Amarillamiento Letal del Papayo (PLYV)

Esta enfermedad afecta la calidad de la fruta y causa la muerte de las plantas infectadas. Sus síntomas comienzan con un amarillamiento progresivo en las hojas superiores de la planta, y conforme avanza, la planta muere por completo (Martínez et al., 2023. p, 68).

Antracnosis

Causada por *Colletotrichum gloeosporoides* es una enfermedad que afecta principalmente los frutos de la papaya, provocando manchas acuosas, hundidas y de color marrón oscuro en su superficie. Esto genera grandes pérdidas económicas al dañar el producto comercial. Para su control, se recomienda aplicar productos preventivos tanto en hojas como en frutos, tales como Mancozeb (1,0 – 1,5 kg/ha), Azoxystrobin + Tebuconazole (1 l/ha), Tiabendazol (0,75 l/ha), Piraclostrobina + Epoxiconazol (500 cc/ha) y Benomil (0,6 l/ha) (Martínez et al., 2023. p, 69).

Pudrición de la Base del Tallo

Es provocada por patógenos como *Pythium sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Sclerotium sp.* y *Fusarium sp.*, que atacan las plántulas en los viveros y después del trasplante, causando estrangulamiento del tallo, pudrición de las raíces, marchitez y, finalmente, la muerte de la plántula. El tratamiento consiste en aplicar productos a base de cobre alrededor de la base del tallo, como Hidróxido Cúprico (300 – 400 g/100 l de agua), Oxiclورو de cobre (300 – 400 g/100 l de agua) y Tiabendazol (1 l/ha) (Martínez et al., 2023. p, 69).

La Roya Negra de la Papaya

Causada por *Asperisporium sp.*, genera manchas negras en las hojas maduras, lo que puede provocar hasta un 50% de defoliación. También afecta los frutos, causando lesiones superficiales. Para controlarla, se puede aplicar Sulfato de cobre (200 – 300 mL/100 l de agua) (Martínez et al., 2023. p, 69).

Pudrición del Pie

Originada por *Phytophthora sp.*, se manifiesta con secreción de látex en los frutos maduros cercanos al suelo, especialmente en condiciones de humedad excesiva y sombra. En

este caso, se recomienda aplicar Metalaxil (500 – 700 ml/ha), Clorotalonil (2,0 – 5,0 l/ha) y Tiabendazol (1 l/ha) (Martínez et al., 2023. p, 69).

Mildiu Polvoroso

Causado por *Oidium* spp., afecta hojas, frutos y tallos, siendo más frecuente en los meses secos. Las hojas afectadas muestran manchas amarillas que se expanden, se secan y caen. Para su control, se debe aplicar Cobre (200 – 300 mL/100 l de agua), Azufre (500 – 600 ml en 200 l de agua) y Yodo (2 cm³/l) (Martínez et al., 2023. p, 69).

Plagas en Papaya

El Ácaro Blanco (Poliphagotarsonemus latus)

Es un parásito que causa malformaciones y distorsiona el crecimiento de la planta, afectando especialmente los tejidos jóvenes en desarrollo, como las hojas jóvenes y las yemas florales. Los ácaros se alimentan principalmente de la base de la hoja, cerca del pecíolo, lo que provoca que las hojas se pongan marrones y sus bordes se enrollen. Para el control de este ácaro, se recomiendan productos como Fenazaquin (0,96 l/ha), Azufre (4 - 5 g/l), Amitraz (400 - 600 cm³/200 l de agua), Diafenthiuron (0,3 l/ha) y soluciones jabonosas (Martínez et al., 2023. p, 70).

La Araña Roja (Tetranychus sp.)

Se encuentra principalmente en el envés de las hojas, donde succiona la sabia. Para controlarla, se pueden aplicar tratamientos con Abamectina (0,75 a 1,0 l/ha), Spiromesifen (0,5 l/ha), Floramite (150 g/ha), Acequinocyl (600 l/ha) y Fenazaquin (260 a 325 cc/ha) (Martínez et al., 2023. p, 70).

La Cochinilla de la Papaya

Es un insecto que se alimenta de la savia de las hojas y el tallo, lo que provoca clorosis y retrasa el crecimiento de la planta. En infestaciones fuertes, este insecto puede hacer que los

frutos se vuelvan no comestibles. Para controlarla, se recomienda el uso de Bifentrina (0,3 – 0,4 l/ha) o Piretrinas. Además, es útil eliminar malezas y plantas con cogollo arrellado, y emplear productos con acción sistémica como Metamidofos y Dimetoato (Martínez et al., 2023. p, 71).

Mosca Blanca de la Papaya

Este insecto succiona la savia de las hojas, lo que causa necrosis, retrasa el crecimiento de la planta y provoca frutos más pequeños y malformaciones. Para controlarla, se pueden usar Deltametrina (0,7 - 0,8 l/ha) o soluciones jabonosas. Los áfidos o pulgones también afectan a la planta reduciendo su vigor, causando amarillamiento, distorsión y síntomas de mosaico en las hojas, además de transmitir el virus de la mancha anular a los frutos. Para controlarlos, se recomienda Dimetoato (30 – 50 cc/20 l) o Imidacloprid (0,5 – 0,75 l/ha) (Martínez et al., 2023. p, 71).

La Mosca de la Fruta

Causa daño directo al cultivar, ya que deposita sus huevos en los frutos, y sus larvas se alimentan de las semillas y los tejidos internos de los frutos. El control de este insecto puede hacerse mediante trampas y descartando los frutos infectados (Martínez et al., 2023. p, 71).

Gusano Cachudo (Erinnys alope)

Es un insecto voraz que se alimenta de las hojas y brotes más tiernos, y posteriormente de las hojas más viejas. Para controlarlo, se recomienda la aplicación de *Bacillus thuringiensis* (Martínez et al., 2023. p, 71).

Especies de Ácaros en Cultivo de Papaya en Colombia

En Colombia, se han identificado diversas especies de ácaros fitófagos en el cultivo de papaya, entre ellas *Tetranychus urticae*, *Tetranychus cinnabarinus*, *Tetranychus desertorum*, *Tetranychus tumidus*, *Polyphagotarsonemus latus*, *Brevipalpus phoenicis* y *Euseius concordis* (Ureta, 1975; Mesa, 1999; Llorente et al., 2000), citado de (Mesa, C. 2020). De estas, *T. urticae* es la especie más problemática dentro de la familia Tetranychidae, siendo una de las principales plagas de la papaya en Brasil (Flechtmann, 1981; Santa-Cecilia & Reis, 1986) citado de (Mesa, 2020). Este ácaro se alimenta principalmente de las células de los cloroplastos en el envés de las hojas, lo que provoca un punteado blanquecino o amarillento en el haz de la hoja. Con el tiempo, este punteado puede fusionarse y volverse marrón si la alimentación persiste (Zhang, 2003; Sánchez et al., 2000) citado de (Mesa, 2020).

Además, en Colombia se han registrado especies depredadoras de la familia Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata), como *Euseius concordis*, *E. naindaimi* y *Neoseiulus anonymus*, asociadas al cultivo de papaya (Mesa, 1999).

De acuerdo con Moraes y Mesa (1988), citado de Mesa (1998), en el departamento del Huila en municipios como Altamira, La Plata, San Agustín, Timana fue reportada la presencia de la especie de ácaro *E. naindaimi*, el cual tiene una amplia gama de plantas hospedantes, incluyendo *C. sinensis*, *Annona muricata*, *Passiflora edulis*, *Coffea arabica*, *Prunus sp.*, *Manihot esculenta*, *Mangifera indica*, *C. papaya*, entre otras (p 23).

Factores Influyentes en la Presencia, Proliferación y Distribución del Ácaro

De acuerdo con Martín et al., (2020), “una baja humedad relativa (HR) en combinación con altas temperaturas favorece la proliferación de ácaros” (p 2)

Para el Ácaro blanco (*Poliphagotarsonemus latus*), a diferencia de muchas especies de ácaros, este requiere de alta humedad relativa para incrementar sus poblaciones, es decir, aumentan al iniciarse el período de lluvias, además se menciona que esta plaga es susceptible a las aplicaciones de azufre.

Por su parte *Tetranychus urticae* según Ochoa et al. (1991), citado de Mesa (1998), puede llegar a presentar ataques más severos a plantas hospederas que tienden a presentar altas temperaturas, alta humedad relativa y un uso intensivo de agroquímicos. (Cifuentes et al 1986), citado de Mesa (1998), también menciona que *T. urticae* “se establece inicialmente en el estrato inferior de las plantas y de allí migra a los otros estratos, siendo el medio el preferido” (p 11).

Marco Referencial

A continuación, se presentan estudios nacionales e internacionales que evalúan el comportamiento del ácaro una plaga de gran importancia económica en cultivos de frutales y plantas ornamentales, dando a conocer métodos para el control de la plaga en estudio.

En el municipio de Manlio F. Altamirano de México, los investigadores Abato et al. (2020), estudiaron la dinámica poblacional de ácaros de las familias Tetranychidae y Phytoseiidae asociados al papayo en una huerta convencional. Se llevaron a cabo nueve muestreos de ácaros en hojas obtenidas de los estratos superior, medio e inferior de cada planta, seleccionando una hoja por estrato, en un total de 20 plantas durante 16 meses.

Como resultados se observaron dos picos de crecimiento de las poblaciones de ácaros en las épocas secas, con temperaturas entre 22 y 30 °C, alcanzando su mayor número cuando la temperatura superó los 27 °C. Las precipitaciones de junio a septiembre fueron altas, lo que afectó a las poblaciones de ácaros. *E. lewisi*, que vive en el envés de las hojas, aumentó en los estratos medio y bajo, siendo más tolerante a la lluvia.

En cambio, *E. banksi*, que habita el haz de las hojas, disminuyó debido a la exposición directa a la lluvia. Las temperaturas óptimas para *E. banksi* fueron de 28 a 31 °C, alcanzándose su pico poblacional en mayo, cuando la temperatura promedio fue de 28-29 °C. La temperatura influyó en el número de generaciones, con más en los meses calurosos (Abato et al., 2020).

Por otra parte, Abato (2020), en su estudio llevado a cabo en huertas de papaya en municipios del estado de Veracruz, México, tuvo como objetivo conocer la acaro fauna presente en los agroecosistemas papayeros y entender la dinámica poblacional de los ácaros que afectan al cultivo. Además, se evaluó la efectividad de varios acaricidas y su selectividad hacia los ácaros depredadores, como una forma de reducir el uso excesivo de productos químicos.

El método estuvo basado en la recolección de hojas de diferentes huertas de la zona Centro de Veracruz, las cuales fueron procesadas mediante el método de lavado y tamizado.

Se encontraron varias especies de ácaros fitófagos de la familia Tetranychidae, como *Eutetranychus banksi*, *Eotetranychus lewisi*, *Tetranychus merganser* y *T. urticae*, además de *Calacarus citrifolii* de la familia Eriophyidae. *E. lewisi* fue la especie dominante, con dos picos poblacionales en enero y julio, mientras que *E. banksi* presentó sus mayores poblaciones en mayo, prefiriendo temperaturas más altas. Por su parte los acaricidas más efectivos fueron el aceite parafínico de petróleo, dicofol en rotación con bifentrina, azufre en polvo y un combinado de ácidos grasos, aceite parafínico de petróleo y azadiractina (Abato, 2020).

Marco Conceptual

A continuación, se describen los conceptos clave que conforman el marco conceptual de este estudio, los cuales son fundamentales para comprender los elementos centrales en el desarrollo del proyecto.

Manejo integrado de plagas (MIP). Es una estrategia para controlar plagas de manera sostenible, que combina métodos biológicos, culturales, físicos y químicos. El objetivo es reducir al mínimo el uso de pesticidas y sus efectos negativos sobre el medio ambiente (FAO, 2025).

Proliferación. Se refiere al aumento en el número y distribución de un insecto en los cultivos. La proliferación de plagas es un problema porque puede llevar a pérdidas significativas en la producción de diferentes cultivos (FAO, 2025).

Sustentabilidad. En agricultura es la capacidad de un sistema agrícola para mantenerse en el tiempo sin agotar los recursos naturales, minimizar el impacto ambiental y asegurar una producción rentable para los agricultores (FAO, 2025).

Plantas hermafroditas. Son aquellas que tienen órganos reproductores masculinos y femeninos, favoreciendo la polinización (Intagri, 2020).

Impacto económico. Efectos negativos en la economía local debido a la pérdida de cultivos o aumento en los costos de producción (Intagri, 2020).

Desarrollo vegetativo. Etapa del crecimiento de la planta donde se produce principalmente el crecimiento en tamaño, sin formación de flores (Intagri, 2020).

Defoliación. Pérdida de hojas de una planta, generalmente causada por plagas o enfermedades, que reduce la capacidad fotosintética (Intagri, 2020).

Marco Contextual

Localización

El municipio de Guadalupe, ubicado en el centro del Huila se situa en un pequeño valle a orillas del río Suaza y a 151 km de Neiva, en las laderas de la cordillera Oriental. El proyecto se desarrolló en la vereda Los Cauchos, en la finca Lagunilla, propiedad de Javier Toledo, a una altitud de 900 msnm, con una temperatura promedio de 22°C y una precipitación mensual de 929 mm (Cámara de Comercio del Huila, 2022).

Figura 2

Ubicación del proyecto



Fuente. Googlemap.com

Metodología

A continuación, se relaciona la metodología llevada a cabo en el presente proyecto que llevo a cabo el proceso de muestreo realizado de manera directa, con el enfoque de observar la distribución y proliferación de los ácaros a lo largo del ciclo productivo.

Huerta Experimental

El proyecto se llevó a cabo en la finca Lagunilla de la vereda Los Cauchos del municipio de Guadalupe donde el propietario Javier Toledo utilizó un manejo convencional del cultivo de papaya de la variedad Maradona, aplicando plaguicidas para el control del ácaro.

Tabla 1

Aplicación comercial de plaguicidas

Producto	Aplicación	Dosis
Azufre Micronizado	Con bomba de espalda, mañana temprano/final de la tarde, cada 15 días sobre toda la planta (haz y envés de hojas)	5 gramos de azufre por cada litro de agua.
Jabón Potásico	Con bomba de espalda, mañana temprano/final de la tarde, cada 10 días sobre toda la planta (haz y envés de hojas)	10-15 ml de jabón potásico por cada litro de agua.

Fuente. Autores

Muestreo y Método de Captura

Mediante un muestreo sistemático se contaron 20 plantas equidistantes y tres hojas por planta de los estratos superior, medio e inferior, una por estrato. Las hojas fueron recolectadas en bolsas o recipientes para su posterior procesamiento por cada estrato. Seguido se utilizó un recipiente con agua para cada estrato y se aplicó un chorro de agua a presión sobre las hojas para que los ácaros cayeran al fondo. Después se recogió el agua en un recipiente y se utilizó un colador de malla fina o tela fina para filtrar los ácaros del agua. El muestreo se realizó de forma periódica cada 2 meses durante 10 meses después del trasplante.

Se tuvo en cuenta las condiciones ambientales de la zona como temperatura mensual (máxima, media y mínima), y la precipitación mensual acumulada (mm) para conocer el posible efecto del clima en la población de ácaros. El registro de los valores de las condiciones ambientales correspondió al municipio Guadalupe Huila, y se obtuvieron de la Plataforma Agroclimática Cafetera AGROCLIMA de Cenicafe, desde el 13 de enero al 13 de noviembre o de 2024 (10 meses).

Análisis de Datos

Los datos climatológicos y los resultados de la población de ácaros por cada estrato (superior, medio e inferior) fueron digitalizados en hojas de cálculo para su posterior análisis. Por las características propias del estudio, se empleó un análisis de correlación entre las variables para encontrar algún tipo de relación o influencia.

El análisis estadístico fue realizado empleando el programa SPSS.

Resultados

Objetivo 1: Estudiar el Ciclo de Vida y el Comportamiento del Ácaro

Ciclo de Vida del Ácaro

El ciclo de vida de un ácaro consta de cuatro etapas: huevo, larva, ninfa y adulto, con una duración aproximada de 30 días. De este tiempo, el 60 % corresponde a la fase adulta (Hernández et al., 2016), citado de Gómez, (2021). Los huevos son muy pequeños, de color blanquecino al principio, y se vuelven translúcidos después de unas horas. Tienen forma redondeada y aplanada, con un diámetro cercano a los 75 μm , y se adhieren firmemente al sustrato, lo que dificulta su manipulación. En cuanto a las larvas, estas emergen por la mañana cuando la temperatura aumenta. Esta etapa dura aproximadamente dos días, y las larvas miden entre 90 y 110 μm de largo (Juarez Ferla & De Moraes, 2003), citado de Gómez, (2021).

Las ninfas pueden pasar por varias etapas según la especie de ácaro, y la reproducción solo ocurre cuando alcanzan la fase adulta. En esta fase, machos y hembras se diferencian, principalmente por la forma de su cuerpo. Los adultos recién emergidos son de color gris brillante, pero con el tiempo se oscurecen hasta volverse grises opacos. Al principio, se desplazan rápidamente, pero al comenzar a alimentarse, su movimiento disminuye y permanecen en una misma área por largo tiempo. Los adultos miden menos de 1 mm (Gómez, 2021. p, 133).

Comportamiento del Ácaro en los Cultivos de Papaya Variedad Maradona Finca

Lagunilla, Guadalupe, Huila.

A continuación, se presenta el comportamiento del ácaro en papaya Maradona en la finca de estudio, teniendo en cuenta el tamaño de la población encontrada en las plantas muestreadas por estrato y la influencia de las condiciones climáticas de la zona.

Promedio de Ácaros por Hoja Presentes en Estratos en Papaya Maradona, Finca Lagunilla, Guadalupe, Huila.

Tabla 2

Promedio de ácaros por hoja presentes en estratos en papaya Maradona, finca Lagunilla, Guadalupe, Huila.

Promedio de Acaro por hoja presente			
Mes			
Enero	100	70	150
Febrero	70	50	100
Marzo	60	60	90
Abril	120	100	150
Mayo	100	150	250
Junio	80	150	150
Julio	60	80	120
Agosto	80	100	150
Septiembre	30	20	40
Octubre	50	60	90
Noviembre	20	30	40

Fuente. Autores

Estrato alto

Durante el análisis de la información de la población de ácaros es posible mencionar que esta es moderada a alta durante la mayoría de los meses. En meses como enero (100 ácaros) y

abril (120 ácaros) y la población alcanzó valores altos, posiblemente debido a temperaturas más cálidas y mayor exposición al sol, lo que crea condiciones favorables para los ácaros.

Durante septiembre (30 ácaros) y noviembre (20 ácaros), la población disminuyó significativamente, lo que podría estar relacionado con las condiciones climáticas más frescas y húmedas que favorecen menos a los ácaros.

Estrato medio

En general, la población de ácaros en este estrato siguió un patrón intermedio, pero con algunas variaciones notables. En mayo (150 ácaros) y junio (150 ácaros), la humedad y las temperaturas moderadas proporcionan condiciones ideales para los ácaros.

Se observa una menor población de ácaros en septiembre (20 ácaros) y noviembre (30 ácaros), lo que podría estar relacionado con la menor humedad relativa en estos meses y el cambio estacional que afecta la distribución de los ácaros.

Estrato bajo

Este estrato tuvo la mayor población de ácaros durante casi todo el año, debido a su cercanía al suelo y la mayor humedad que suele existir en la base de la planta. En mayo (250 ácaros) y junio (150 ácaros), la población de ácaros en el estrato bajo se mantuvo muy alta, posiblemente debido a las altas precipitaciones y humedad. Aunque la población tendió a ser alta, en septiembre (40 ácaros) y noviembre (40 ácaros) también se reduce, posiblemente debido a una disminución en la humedad o una mayor competencia por recursos en el entorno.

Para asegurar lo anterior y seguir estudiando el comportamiento del ácaro frente a la variabilidad climática, a continuación, se realiza el estudio por correlación entre el número de ácaros por estrato con las condiciones de temperatura, humedad y precipitación por cada mes de estudio.

Efecto del Clima en las Poblaciones del Ácaro en Papaya

A continuación, se muestra los resultados promedio de temperatura, humedad relativa y precipitación.

Tabla 3

Promedio condiciones climáticas (temperatura, humedad relativa y precipitación)

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Media (°C)	Humedad Relativa Mínima (%)	Humedad Relativa Máxima (%)	Humedad Relativa Media (%)	Precipitación (Mm)
Enero	19,3	31,2	22,5	48	99,6	78	0
Febrero	17,42	31,83	22,67	41,64	90,09	66,99	0
Marzo	19,09	29,71	22,03	48,01	92,35	75,09	0,2
Abril	18,78	26,73	21,25	63,23	94,16	78,01	0,2
Mayo	19,43	25,29	21,06	74,51	97,97	85,4	10,9
Junio	18,79	27,82	21,42	51,78	86,92	68,63	10,5
Julio	17,92	26,08	20,55	58,82	91,67	78,75	0
Agosto	19,04	28,97	21,12	50,21	91,12	71,17	5,7
Septiembre	19,38	29,5	23,1	35,08	66,81	53,5	0
Octubre	17,42	28,13	20,41	57,35	97,95	80,56	1,5
Noviembre	18,25	30,27	22,54	52,48	95,48	76,24	0

Fuente. Autores

Según la anterior tabla en cuanto a las temperaturas más bajas, el mes de febrero registró la mínima más baja con 17,42 °C, seguido de marzo, con una temperatura de 19,09 °C. Por otro lado, las temperaturas más altas se tuvieron en enero, con un máximo de 31,2 °C, y en febrero, con 31,83 °C, siendo este el mes más caluroso.

En cuanto a la humedad relativa, el mes de febrero presentó la menor humedad relativa mínima, con un valor de 41,64 %, seguido de septiembre, que alcanza el 35,08 %. En contraste, enero tuvo la humedad relativa máxima más alta con 99,6 %, seguido por octubre, con 97,95 %.

En lo que respecta a las precipitaciones, el mes de enero y febrero no se registraron precipitaciones, ya que ambos tienen un valor de 0 mm. Sin embargo, las precipitaciones más altas ocurrieron en mayo, con 10,9 mm, seguido de junio, con 10,5 mm.

Este análisis destaca las variaciones climáticas, donde febrero es el mes más cálido, pero también el más seco, mientras que mayo y junio son los meses con mayor precipitación, aunque las temperaturas no son tan extremas.

Pruebas de Normalidad

Primero se realiza la prueba de normalidad para los datos de las variables promedio ácaros por hoja presentes en estratos y condiciones climáticas.

Variable de promedio ácaros por hoja presentes en estratos

Se plantea la siguiente Hipótesis:

Ho: Los datos del promedio de ácaros por hoja presentes por estratos, tiene una distribución normal

Ha: Los datos del promedio de ácaros por hoja presentes por estratos no tiene una distribución normal

Como el número de datos a analizar es menor a 50 se procede a la aplicación de la prueba estadística Shapiro -Wilk.

Tabla 4

Prueba de normalidad datos del promedio de ácaros por hojas presentes por estratos

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
EstratoAlto	,111	11	,200*	,976	11	,941
EstratoMedio	,132	11	,200*	,928	11	,393
EstratoBajo	,222	11	,137	,910	11	,244

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Autores

Según los resultados obtenidos de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, no se rechaza la hipótesis nula en ninguno de los tres estratos (alto, medio y bajo), ya que en todos los casos el valor p es mayor que 0.05.

Por lo tanto, se puede concluir que los datos del número promedio de ácaros por hoja siguen una distribución normal en los tres estratos.

Variable de promedio Condiciones Climáticas (temperatura, humedad relativa y precipitación)

Se plantea la siguiente Hipótesis:

Ho: Los datos del promedio condiciones climáticas, tiene una distribución normal

Ha: Los datos del promedio condiciones climáticas, no tiene una distribución normal

Como el número de datos a analizar es menor a 50 se procede a la aplicación de la prueba estadística Shapiro -Wilk.

Tabla 5*Prueba de normalidad datos de condiciones climáticas*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Tmn	,221	11	,141	,876	11	,093
Tmx	,106	11	,200*	,974	11	,927
Tmd	,174	11	,200*	,934	11	,454
Hmn	,149	11	,200*	,975	11	,931
Hmx	,265	11	,029	,752	11	,002
Hmd	,194	11	,200*	,902	11	,196
Preci	,350	11	,001	,658	11	,000

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Autores

Temperatura mínima (Tmn), Temperatura máxima (Tmx), Temperatura media (Tmd), Humedad relativa mínima (Hmn), y Humedad relativa media (Hmd) tienen distribuciones normales, ya que los valores p de la prueba de Shapiro-Wilk son mayores que 0.05. Mientras tanto la humedad relativa máxima (Hmx) y la precipitación no siguen distribuciones normales, ya que los valores p son menores que 0.05.

Análisis de Correlación de Promedio de Ácaros por Estrato y Condiciones Climáticas

Dado que los datos del promedio de ácaros y las condiciones climáticas tienen una distribución normal se debe de realizar una correlación paramétrica como la correlación de Pearson.

Tabla 6*Correlación de promedio de ácaros por estrato y condiciones climáticas*

		Correlaciones		
		EstratoAlto	EstratoMedio	EstratoBajo
Temperatura Mínima	Correlación de Pearson	0,32	0,3	0,364
	Sig. (bilateral)	0,337	0,371	0,272
	N	11	11	11
Temperatura Máxima	Correlación de Pearson	-0,339	-,655*	-0,571
	Sig. (bilateral)	0,308	0,029	0,067
	N	11	11	11
Temperatura Media	Correlación de Pearson	-0,325	-0,582	-0,492
	Sig. (bilateral)	0,329	0,06	0,124
	N	11	11	11
Humedad relativa Mínima	Correlación de Pearson	0,501	,672*	,720*
	Sig. (bilateral)	0,117	0,023	0,013
	N	11	11	11
Humedad relativa máxima	Correlación de Pearson	0,43	0,33	0,465
	Sig. (bilateral)	0,187	0,322	0,15
	N	11	11	11
Humedad relativa media	Correlación de Pearson	0,421	0,427	0,556
	Sig. (bilateral)	0,197	0,19	0,076
	N	11	11	11
Precipitación	Correlación de Pearson	0,356	,864**	,710*
	Sig. (bilateral)	0,283	0,001	0,014
	N	11	11	11

Fuente. Autores

De la anterior tabla es posible afirmar que entre la temperatura máxima y el estrato medio existe una correlación negativa de -0,655 que es moderada y significativa ($p = 0,029$), lo que

sugiere que a medida que aumenta la temperatura máxima, la población de ácaros disminuye de manera estadísticamente significativa en este estrato.

Entre la humedad relativa mínima y el estrato bajo existe una correlación de 0,720 es significativa ($p = 0,013$), lo que indica que en el estrato bajo un aumento en la humedad mínima está asociado con una mayor población de ácaros.

La precipitación tiene una correlación positiva muy fuerte en el Estrato Medio (0,864**, $p = 0,001$) y en el Estrato Bajo (0,710*, $p = 0,014$). En ambos casos, la relación es estadísticamente significativa. Esto sugiere que un aumento en la precipitación podría estar relacionado con un aumento en la cantidad de ácaros, especialmente en los estratos Medio y Bajo.

Objetivo 2: Identificar Posibles Estrategias de Manejo y Control del Ácaro en los Cultivos de Papaya

De acuerdo con los estudios consultados en el presente proyecto se han identificado posibles estrategias de manejo y control del ácaro en el cultivo de papaya.

Monitoreo

Es fundamental realizar un monitoreo regular de la población de ácaros en las huertas de papaya. Según los estudios, las poblaciones de ácaros muestran picos en épocas secas, con temperaturas entre 22 y 30 °C, y se ven afectadas por las precipitaciones. El monitoreo debe realizarse en los diferentes estratos de las plantas (superior, medio e inferior) para identificar la dinámica poblacional y tomar decisiones de manejo oportunas. En el estudio de Abato et al. (2020), se observó que los ácaros tienen picos poblacionales cuando la temperatura supera los 27 °C, lo que podría ser aprovechado para tomar decisiones de control en los meses más cálidos.

Acaricidas

El uso de acaricidas debe ser estratégico, con el fin de reducir el impacto en los ácaros depredadores y prevenir la resistencia. Algunos productos eficaces incluyen Fenazaquin, Azufre, Amitraz, Diafenthiuron y soluciones jabonosas (Martínez et al., 2023). Además, Abato (2020) identificó acaricidas como el aceite parafínico de petróleo, dicofol, bifentrina y una mezcla de ácidos grasos y azadiractina que mostraron alta efectividad. Es recomendable alternar estos productos para evitar la resistencia de los ácaros y proteger a los depredadores naturales.

Control Biológico

Fomentar el uso de ácaros depredadores, como los de la familia *Phytoseiidae*, es una estrategia de control natural que puede ayudar a reducir la población de ácaros fitófagos. Según Abato (2020), es importante elegir acaricidas selectivos para no dañar a estos enemigos naturales. Fomentar su presencia en el cultivo contribuirá a mantener el equilibrio biológico y controlar las poblaciones de ácaros sin recurrir excesivamente a químicos.

Prácticas Sostenibles

Reducir el uso excesivo de productos químicos es esencial para mantener un ecosistema saludable. De acuerdo con el estudio de Abato (2020), la rotación de acaricidas y la combinación de tratamientos orgánicos, como aceites vegetales y azadiractina, pueden ser una alternativa sostenible. Además, mejorar las prácticas agrícolas como la adecuada fertilización y el riego controlado puede reducir la susceptibilidad del cultivo a las plagas.

Manejo Integrado de Plagas (MIP)

Finalmente, se recomienda adoptar un enfoque de Manejo Integrado de Plagas (MIP), que combine el monitoreo constante, el control biológico, el uso racional de acaricidas y prácticas culturales adecuadas. Según Abato et al. (2020), la mejora de las condiciones del agroecosistema

y la diversificación de cultivos puede reducir la presión de plagas, contribuyendo a un control más efectivo y sostenible del ácaro.

Discusión

En el caso de la finca en Guadalupe (Huila), la población de ácaros fue moderada a alta en el estrato alto durante meses cálidos como enero y abril, alcanzando picos de hasta 120 ácaros. En comparación con Abato et al. (2020) se observa un patrón similar en la región de Manlio F. Altamirano, México, donde los picos de población de ácaros ocurren principalmente durante las épocas secas, con temperaturas entre 22 y 30 °C. Esto indica que la temperatura cálida favorece el crecimiento y la dispersión de los ácaros en el cultivo de papaya, lo que se confirma con los datos obtenidos en el municipio de Guadalupe.

En el estudio realizado por Abato et al. (2020), la especie *Eotetranychus lewisi*, que habita el envés de las hojas, mostró una mayor tolerancia a la lluvia, mientras que *E. banksi* se redujo debido a la exposición a la lluvia. En la finca de Guadalupe, este patrón también fue observado en los estratos inferior y medio, donde la humedad y las precipitaciones jugaron un papel clave en la disminución de la población de ácaros durante los meses más lluviosos, como septiembre y noviembre. En estos meses, la población de ácaros disminuyó significativamente, probablemente debido a las condiciones climáticas más frescas y húmedas que favorecen menos a los ácaros.

El análisis de las condiciones climáticas, especialmente la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones, mostró correlaciones significativas con la población de ácaros en los diferentes estratos de la planta. En el estrato medio, se observó una correlación negativa moderada entre la temperatura máxima y la población de ácaros ($-0,655$, $p = 0,029$), lo que sugiere que las altas temperaturas disminuyen la población de ácaros en este estrato. Esto concuerda con el estudio de Abato et al. (2020), en el que se encontró que las temperaturas superiores a los 27 °C afectaron negativamente la población de ácaros *E. lewisi*, que fue más

tolerante a temperaturas moderadas. Esta disminución en las poblaciones durante los meses más calurosos puede estar asociada con la mayor actividad metabólica del ácaro y la necesidad de condiciones más húmedas para su supervivencia.

Por otro lado, en el estrato bajo, se observó una correlación positiva significativa entre la humedad relativa mínima y la población de ácaros (0,720, $p = 0,013$), lo que indica que un aumento en la humedad está relacionado con una mayor población de ácaros. Este comportamiento se alinea con los resultados reportados por Abato Z. (2020), donde los ácaros en el estrato inferior, más cercano al suelo, mostraron mayores poblaciones en ambientes más húmedos. Este comportamiento también es consistente con lo observado en otros estudios de ácaros en cultivos de papaya en zonas tropicales, donde las condiciones de alta humedad favorecen la proliferación de ácaros fitófagos

En cuanto al manejo y control del ácaro, la investigación realizada en ese estudio contribuyó con estrategias como el uso de acaricidas selectivos, como los recomendados por Martínez et al. (2023), puede ser efectivo para controlar las poblaciones de ácaros sin dañar a los ácaros depredadores naturales. Además, el control biológico, mediante la introducción o conservación de depredadores naturales como *Euseius concordis* y *Neoseiulus anonymus* (Mesa, 1999), es una estrategia complementaria importante que debe ser considerada en la gestión integrada de plagas.

Conclusiones

La población de ácaros mostró una variabilidad notable en función de los estratos de la planta. En el estrato alto, las poblaciones fueron moderadas a altas durante los meses cálidos, mientras que, en los estratos bajo y medio, las poblaciones tendieron a aumentar en períodos de mayor humedad y precipitaciones. Este comportamiento refleja la influencia directa de las condiciones climáticas sobre la distribución y abundancia del ácaro en los cultivos de papaya, confirmando lo reportado en estudios similares realizados en otras regiones como México.

Se observó que la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones tienen un impacto significativo sobre la cantidad de ácaros en cada estrato. La correlación negativa entre las temperaturas más altas y la población de ácaros en el estrato medio ($p = 0,029$) sugiere que las temperaturas extremas podrían reducir la población de ácaros, mientras que el aumento en la humedad relativa y las precipitaciones favorece el crecimiento de las poblaciones, especialmente en los estratos bajo y medio. Este patrón es consistente con la literatura existente sobre el comportamiento de los ácaros fitófagos en condiciones tropicales.

En cuanto a la presencia de ácaros en los cultivos de papaya Maradona, la población varió a lo largo del año, con picos notables durante los meses más cálidos y con mayores precipitaciones (mayo y junio). Este comportamiento resalta la importancia de monitorear las condiciones climáticas para anticipar los picos poblacionales de los ácaros y así implementar medidas de control oportunas

Recomendaciones

Dado que las condiciones climáticas (temperatura, humedad y precipitaciones) tienen un impacto significativo en la dinámica poblacional de los ácaros, se recomienda realizar un monitoreo constante de estos parámetros en los cultivos de papaya. Esto permitirá anticipar los picos poblacionales de ácaros y tomar medidas preventivas, como el uso de acaricidas o la intervención de enemigos naturales en el momento adecuado.

Es fundamental implementar un programa de manejo integrado de plagas (MIP) que combine estrategias de control biológico, cultural y químico. El uso de acaricidas debe ser selectivo, para evitar la resistencia y proteger a los enemigos naturales de los ácaros. Además, el fomento de especies depredadoras como *Euseius concordis* podría ayudar a controlar de manera natural las poblaciones de ácaros.

Durante los meses con mayor humedad, como mayo y junio, las poblaciones de ácaros fueron más altas, especialmente en los estratos bajo y medio. Por lo tanto, se recomienda un control preventivo más estricto en estas épocas del año, empleando medidas como la poda de hojas infectadas y la aplicación de acaricidas en los estratos donde se observa la mayor concentración de ácaros

Finalmente, es recomendable brindar capacitación a los agricultores en la identificación y manejo adecuado de los ácaros, así como en la implementación de prácticas de control biológico y químico de manera responsable. La educación continua sobre el ciclo de vida del ácaro y las interacciones con las condiciones climáticas ayudará a mejorar la gestión de esta plaga a largo plazo, reduciendo los impactos negativos sobre los cultivos de papaya.

Para futuras investigaciones se recomienda el uso de lupas de alta capacidad o bien conseguir la ayuda de un laboratorio que permita identificar las especies de ácaros encontrados

en las parcelas para que de esta forma se logre un mejor control y manejo, ya que como se evidenció existen ácaros que se adecuan mejor a las altas temperaturas y otras especies que se adaptan mejor a bajas temperaturas o altas precipitaciones.

Referencias

- Abato Z., (2020). Manejo integrado de la acarofauna del papayo y su transferencia en el estado de Veracruz. [Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados]. Repositorio Institucional Colposdigital. 1-126. <http://hdl.handle.net/10521/554>
- Abato, Z., Villanueva, J., Otero, C., Ávila, R., & Reyes, Pérez. (2020). Dinámica poblacional de ácaros de las familias *Tetranychidae* y *Phytoseiidae* asociados al papayo (*Carica papaya* L., 1753). *Acta Zool. Mex* vol.34 Xalapa. <https://doi.org/10.21829/azm.2018.3411180>
- Cámara de Comercio del Huila, (2022). Guadalupe, Huila muestra su gran potencial turístico con su ruta “tejiendo el sombrero de iraca”. <https://www.cchuila.org/guadalupe-muestra-su-gran-potencial-turistico/>
- East West Seed (2020). Papaya Maradona F1 Guía de Producción. 1-8.
https://issuu.com/fsayoc/docs/ficha_tecnica_papaya_maradona_2019
- FAO, (2025). Manejo integrado de plagas. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>
- Gobernación del Huila (2023). Plan Departamental de Extensión Agropecuaria Del Huila - PDEA Huila. <https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2023/12/17.1.-PDEA-Huila-2020-2023.pdf>
- Gómez, V. (2021). Manejo integrado de plagas. Agrosavia.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/38020/Ver_Documento_38020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Plantas hermafroditas, monoicas y dioicas. <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/plantas-hermafroditas-monoicas-y-dioicas>

ICA, (2020). El Cultivo de la Papaya (Carica papaya). Proexport Colombia.

https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/31284/38176_19991.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martín, H., Salinas, R., Cuevas, G. (2020). El Cultivo de la Papaya. Fundación Cajamar.

<https://www.cajamar.es/storage/documents/009-papaya-1441794549-6f9d7.pdf>

Mesa C, (1998). Ácaros de Importancia Agrícola en Colombia.

Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín.Vol.52, No.1. p.321-363.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/download/23730/24411/82903>

Martínez, Q., Puentes, M., & Medina, C. (2023). *Gestión de la producción del cultivo de la papaya (Carica papaya L.) en el trópico bajo colombiano*. Editorial UPTC.

<https://doi.org/10.19053/9789586607438>