**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**

**TESIS**

# COMPOSICION Y DIVERSIDAD DE PLAGAS ASOCIADOS A *Fragaria spp*, EN CULTIVOS NATURALES Y DE INVERNADERO, EN LAS COMUNIDADES DE HUARAN Y UCHULLUCLLO CUSCO 2022

**PRESENTADA POR:**

Bach: KARINA RECHARTE CALLO

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**

**ASESOR:**

Blgo. LUIS AYMA CORNEJO

**CUSCO – PERÚ**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo deinvestigación/tesis titulada: COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE PLAGAS ASOCIADAS A Fragaria spp. EN CULTIVOS NATURALES Y DE INVERNADERO, EN LAS COMUNIDADES DE HUARAN Y UCHULLUCLLO CUSCO - 2022

presentado por: KARINA RECHARTE CALLO con DNI Nro.: 76674814 presentado por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el título profesional/grado académico de BIOLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del ***Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC*** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5 **%.**

**Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis**

| Porcentaje | Evaluación y Acciones | Marque con una (X) |
|---|---|---|
| Del 1 al 10% | No se considera plagio. | X |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones. | |
| Mayor a 31% | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. | |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 21 de Abril de 20.25

.....

Firma

Post firma LUIS AYMA CORNEJO

Nro. de DNI 23850648

ORCID del Asesor 0000-0001-6626-5130

**Se adjunta:**

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:451107888

# Karina Recharte Callo

## COMPOSICION Y DIVERSIDAD DE PLAGAS ASOCIADOS A Fragaria spp, EN CULTIVOS NATURALES Y EN CONDICIONES

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega
**trn:oid:::27259:451107888**

Fecha de entrega
**21 abr 2025, 12:27 p.m. GMT-5**

Fecha de descarga
**21 abr 2025, 12:49 p.m. GMT-5**

Nombre de archivo
**COMPOSICION Y DIVERSIDAD DE PLAGAS ASOCIADOS A Fragaria spp, EN CULTIVOS NATURALES Y....pdf**

Tamaño de archivo
**4.7 MB**

**110 Páginas**

**19.204 Palabras**

**102.535 Caracteres**

# 5% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 8 words)

## Exclusions

- 114 Excluded Matches

## Top Sources

4% Internet sources
1% Publications
3% Submitted works (Student Papers)

## Integrity Flags

**0 Integrity Flags for Review**

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi madre, a quien ofrezco todo mi corazón, porque sin su amor, su fe inquebrantable y su apoyo incondicional, este logro no sería una realidad. A mi padre, por ser mi fortaleza, mi ejemplo de perseverancia y la fuente de inspiración que me ha guiado en cada paso. A mis hermanos, quienes, a pesar de las diferencias y retos, han sido mi sostén y mi refugio, recordándome siempre el valor de la familia unida.

A mis amigos, por ser esa familia elegida que ha llenado este camino de risas, apoyo y momentos inolvidables. Gracias por iluminar los días oscuros y compartir conmigo la alegría de cada pequeño triunfo.

Y también, a quien, con su presencia silenciosa y constante, ha brindado calidez, comprensión y un amor que ha dejado una huella profunda en mi corazón.

A todos ustedes, mi eterna gratitud y amor.

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi fortaleza y guía constante en este camino. Su amor infinito ha iluminado cada paso de mi recorrido, brindándome la fuerza necesaria para superar los desafíos y alcanzar mis metas.

Mi sincera gratitud al Blgo. Luis Ayma Cornejo, mi asesor de tesis, por su paciencia inagotable, dedicación y apoyo incondicional. Su guía experta y compromiso fueron pilares fundamentales en la realización de este trabajo. También deseo agradecer profundamente al MSc. Percy Yanque, por compartir generosamente sus conocimientos y brindarme valiosas orientaciones que resultaron esenciales para la culminación exitosa de este proyecto.

Asimismo, expreso mi agradecimiento a mi primera casa de estudios, la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, por ser el lugar donde se formaron mis bases académicas y personales.

A todos ustedes, mi más profundo respeto y gratitud.

# ÍNDICE

**RESUMEN** ..... **I**

**INTRODUCCIÓN** ..... **III**

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA** ..... **V**

**JUSTIFICACIÓN** ..... **VI**

**OBJETIVOS** ..... **VII**

Objetivo general ..... VII

Objetivos específicos ..... VII

**CAPÍTULO I** ..... **1**

**MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL** ..... **1**

1.1. ANTECEDENTES ..... 1

1.2. MARCO CONCEPTUAL ..... 6

1.3. BASES TEORICAS ..... 7

*1.3.1. Principales plagas asociados a cultivos de fresa* ..... 7

*1.3.2. Origen y distribución de la fresa* ..... 9

*1.3.3. Clasificación sistemática y taxonómica* ..... 10

*1.3.4. Variedades de la fresa* ..... 11

*1.3.5. Cualidades y agroecología de la fresa* ..... 12

*1.3.6. Descripción botánica de la fresa* ..... 14

*1.3.7. Estadios fenológicos de la fresa* ..... 16

*1.3.8. Necesidades Ambientales De Cultivos De Fresa* ..... 18

*1.3.9. Sistemas de cultivos* ..... 19

**CAPITULO II** ..... **22**

**ÁREA DE ESTUDIO** ..... **22**

2.1. Ubicación ..... 22

2.2. Ubicación política ..... 22

2.3. Limites ..... 22
2.4 Accesibilidad ..... 26
2.5 Características de la zona de estudio ..... 26
**CAPITULO III ..... 32**
**MATERIALES Y MÉTODOS ..... 32**
3.1. MATERIALES ..... 32
3.2. METODOLOGÍA ..... 33
*3.2.1. Tipo de investigación* ..... 33
*3.2.2. Frecuencia de muestreo en campo* ..... 33
*3.2.3. Muestreo de Plaga en Cultivos de Fresa* ..... 34
*3.2.4. Determinación de los parámetros poblacionales de las diferentes plagas* ..... 39
*3.2.5. Determinación de la incidencia de plagas asociados a la fresa (Fragaria spp)* ..... 47
**CAPITULO IV ..... 49**
**RESULTADOS Y DISCUSIONES ..... 49**
4.1. Parámetros poblacionales de plagas ..... 49
*4.1.3. Índice de diversidad alfa (α)* ..... *55*
*4.1.4. Índices de diversidad beta (β)* ..... *62*
*4.1.5. Análisis estadístico* ..... *65*
4.2 Incidencia de plagas ..... 69
**DISCUSIONES ..... 71**
**CONCLUSIONES ..... 73**
**RECOMENDACIONES ..... 74**
**BIBLIOGRAFÍA ..... 75**

# Índice de tablas

Tabla 1 *Composición Química de los Cultivares de fresa* ..... 13
Tabla 2 *Ubicación de área de estudio* ..... 22
Tabla 3 *Límites de área de estudio* ..... 22
Tabla 5 *Registro de Temperaturas y Precipitación Estación Meteorológica Calca* ..... 27
Tabla 6 *Registro de temperaturas y precipitación estación Meteorológica Sicuani* ..... 29
Tabla 7 *Plagas Identificadas en Cultivos Naturales* ..... 49
Tabla 8 *Plagas Identificadas en Cultivos en condiciones de Invernadero* ..... 50
Tabla 18 *Índice de Berger Parker para Ambos Cultivos* ..... 59
Tabla 9 *Índice de Pielou del Cultivo Natural* ..... 61
Tabla 22 *Índice de Pielou en Condiciones de Invernadero* ..... 61
Tabla 23 *Índice de Jaccard para Ambos Cultivos* ..... 62
Tabla 25 *Porcentaje de Incidencia de Plagas en Cultivos Naturales* ..... 69
Tabla 26 *Porcentaje de Incidencia de Plagas en Cultivos con Invernadero* ..... 70

# Índice de figuras

Figura 1 *Planta de la Fresa* ..... 14
Figura 2 *Fases fenológicas de la fresa* ..... 17
Figura 3 *Mapa de Ubicación de las dos Comunidades Huaran – Uchullucllo.* ..... 23
Figura 4 *Mapa de Ubicación de la comunidad de Uchullucllo.* ..... 24
Figura 5 *Mapa de Ubicación de la comunidad de Huaran.* ..... 25
Figura 6 *Climatodiagrama de la Provincia de Calca* ..... 28
Figura 7 *Climatodiagrama del Distrito de Pitumarca- Canchis* ..... 30
Figura 8 *Abundancia de Plagas en Cultivos Naturales* ..... 51
Figura 9 *Rango Abundancia en Cultivos Naturales* ..... 52
Figura 10 Abundancia en Cultivos en Condiciones de Invernadero ..... 53
Figura 11 *Rango Abundancia en Condiciones de Invernadero* ..... 54
Figura 12 *Riqueza en Cultivos Naturales* ..... 55
Figura 13 Riqueza Especifica en Cultivos de Invernadero ..... 56
Figura 14 *Índice de Margalef en Cultivos Naturales* ..... 57
Figura 15 *Índice de Margalef para Cultivos en Invernadero* ..... 58
Figura 16 *Índice de Berger Parker para Ambos Cultivos* ..... 60
Figura 17 *Índice de Jacard de Cultivo Natural* ..... 63
Figura 18 *Índice de Jacard de Cultivo en Invernadero* ..... 64
Figura 19 *Índice de Jaccard de Cultivo Natural y Condiciones de Invernadero* ..... 64
Figura 20 *Shapiro-Wilk Normality Test para Cultivo Natural* ..... 66
Figura 21 *Shapiro-Wilk Normality Test para en Condiones de Invernadero* ..... 67

## RESUMEN

El presente estudio se realizó durante los meses de enero a julio de 2023, teniendo como objetivo evaluar la composición y diversidad de plagas asociadas al cultivo de fresa (*Fragaria spp)* en condiciones naturales en la comunidad de Huaran-Calca y bajo invernadero en la comunidad de Uchullucllo-Canchis. La investigación fue de tipo descriptiva-observacional con enfoque cuantitativo El tamaño de muestra, calculado estadísticamente, consistió en 15 plantas por camellón en 25 camellones para el cultivo natural y 18 plantas por camellón en 20 camellones en el invernadero. La metodología de para el muestreo fue la colocación de trampas de caída, redes entomológicas y captura manual para recolectar las plagas, identificadas posteriormente mediante claves taxonómicas en laboratorio- Los datos fueron procesados en el programa R, Past4.1 y Excel. Los resultados mostraron que el cultivo natural presentó mayor riqueza específica (índice de Margalef: Dmg=2.5) y menor dominancia (índice de Berger-Parker: 0.3) en comparación con el invernadero (Dmg=1.8; Berger-Parker: 0.5). El índice de Jaccard evidenció una similitud moderada (0.45) en la composición de especies entre los sistemas, mientras que la prueba de Wilcoxon confirmó diferencias significativas en la composición ($p<0.05$), mas no en la abundancia. Las condiciones de cultivo influyen en la diversidad de plagas, recomendándose estrategias específicas de manejo integrado de control biológico y prácticas culturales en cultivos naturales, y monitoreo constante en invernaderos. Este estudio contribuye al conocimiento de las dinámicas poblacionales de plagas y a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en la región.



**Palabras clave:** *Fragaria spp*, composición de plagas, diversidad alfa, diversidad beta, cultivo natural, invernadero.

## SUMMARY

This study aimed to evaluate the composition and diversity of pests associated with strawberry (*Fragaria spp*) cultivation in natural conditions in the Huaran-Calca community and under greenhouse conditions in the Uchullucllo-Canchis community. The research was descriptive-observational with a quantitative approach, conducted between January and July 2023. The sample size, statistically calculated, consisted of 15 plants per bed in 25 beds for the natural cultivation and 18 plants per bed in 20 beds in the greenhouse. Pitfall traps, entomological nets, and manual capture were used to collect the pests, which were later identified using taxonomic keys in the laboratory. The data were processed using the R program, Past4.1, and Excel. The results showed that the natural cultivation presented greater species richness (Margalef index: Dmg=2.5) and lower dominance (Berger-Parker index: 0.3) compared to the greenhouse (Dmg=1.8; Berger-Parker: 0.5). The Jaccard index showed moderate similarity (0.45) in species composition between the systems, while the Wilcoxon test confirmed significant differences in composition ($p<0.05$), but not in abundance. Cultivation conditions influence pest diversity, recommending specific integrated pest management strategies with biological control and cultural practices in natural cultivation, and constant monitoring in greenhouses. This study contributes to the understanding of pest population dynamics and the sustainability of agricultural systems in the region.



**Keywords:** *Fragaria spp*, pest composition, alpha diversity, beta diversity, natural cultivation, greenhouse.

# INTRODUCCIÓN

Las plagas se definen como aquellos que, debido a su alta proliferación y persistencia anual, generan graves impactos ecológicos y económicos al competir con el ser humano por recursos alimenticios (Saunders y otros, 1998). Estas especies no solo reducen la cantidad y calidad de los alimentos, sino que también afectan cultivos y plantaciones esenciales, ocasionando pérdidas significativas en los sistemas agrícolas. Aunque el número de plagas es limitado, su impacto es considerable debido a su capacidad de adaptación a diversas condiciones ecológicas en todo el mundo (Ortiz, 2017). La rápida reproducción de muchas de estas plagas exacerba los daños, que pueden ocurrir de manera estacional o durante todo el año. Sin un manejo y control adecuados, las plagas afectan directamente el rendimiento y la calidad de los cultivos, comprometiendo la producción agrícola y el producto final (Saunders y otros, 1998).

El cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa* Weston Duchesne) tiene una historia milenaria que se remonta a Europa, Asia y Estados Unidos. Con el tiempo, esta fruta se ha consolidado como una de las principales a nivel global por su alto consumo y valor nutricional (MIDAGRI, 2008). Sin embargo, el desarrollo vegetativo de este cultivo es altamente susceptible a diversos agentes fitosanitarios, especialmente plagas, que comprometen su crecimiento y calidad (Torres, 2021). En el Perú, la fresa ha adquirido gran importancia económica y social, lo que exige cosechas de alta calidad, libres de enfermedades y plagas. Entre las plagas que afectan este cultivo destacan los ácaros, nematodos, orugas y trips, cuyos daños impactan significativamente en el desarrollo del cultivo ( (Buenaño, 2024; Barahona & Barrantes, 1998).

Una de las principales plagas en el Perú es el ácaro *Tetranychus urticae* (arañita roja), que comienza su infestación en el tercio inferior de la planta. Tanto los adultos como las ninfas extraen nutrientes de las hojas maduras desde el envés, debilitando la planta y reduciendo su productividad (Buenaño, 2024). A nivel mundial, las especies de plagas asociadas al cultivo de fresa presentan una distribución global, pero varían en prevalencia y severidad según las condiciones geográficas y climáticas de cada región.

En el ámbito local, la composición y diversidad de plagas asociados a la fresa no han sido suficientemente estudiadas, especialmente en contextos agrícolas diferenciados como cultivos naturales y en invernaderos. Esta carencia de información limita la implementación de estrategias efectivas de manejo integrado de plagas. Por ello, el presente trabajo de investigación tiene como propósito analizar y comparar la composición y diversidad de plagas en cultivos de fresa bajo condiciones naturales y en invernaderos, contribuyendo así a un mejor entendimiento de las dinámicas poblacionales y al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente incidencia de plagas en la agricultura representa un reto cada vez mayor para la producción en cultivos, especialmente en aquellos de alto valor comercial como la fresa (*Fragaria spp.*). El desconocimiento sobre la diversidad de plagas en estos cultivos hace que los esfuerzos humanos para controlar las plagas sea un desafío constante para la sostenibilidad agricola. A pesar de la relevancia económica y ecológica de estos cultivos, existe un vacío de conocimiento en relación con la composición y diversidad de plagas asociados a la fresa

Dado que la dinámica de las poblaciones de plagas puede variar considerablemente en función de factores como la altitud, el microclima y las condiciones controladas de invernadero, resulta fundamental realizar un estudio que describa detalladamente estas variaciones y su impacto en la incidencia de plagas en cada tipo de cultivo.

Por consiguiente, esta investigación se propone responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la composición y diversidad de plagas asociados al cultivo de fresa (*Fragaria spp*) en cultivos naturales en Huaran-Calca y en condiciones de invernadero en Uchullucllo-Canchis?
2. ¿Cuáles son los parámetros poblacionales de las plagas asociadas al cultivo de fresa *(Fragaria spp)* en condiciones naturales en Huaran-Calca y en condiciones de invernadero en Uchullucllo-Canchis?
3. ¿Cuál es la incidencia de las principales plagas asociadas a la fresa *(Fragaria spp)* en cultivos naturales de Huaran-Calca y en condiciones de invernadero en Uchullucllo-Canchis?

## JUSTIFICACIÓN

La presencia de plagas representa un serio problema en los cultivos de fresa (más aún sin condiciones de invernadero), por este motivo es necesario y útil realizar la composición y diversidad de plagas la región Cusco.

Actualmente hay un interés económico tanto para el sector privado y público, donde se prioriza el conocer las diferentes plagas que afectan a los cultivos de fresa; dado a que el incremento de estas producirá una baja producción y una subida de precio en el mercado local.

Desde el punto de vista ecológico ambiental, este trabajo permite conocer a las plagas que también afectan a otros cultivos, y a su vez, el ciclo biológico de otras especies entomológicas que habitan la zona de cultivo, por tal motivo resulta útil identificar a las plagas asociadas a cultivos de fresa.

Este trabajo contribuirá a ampliar el conocimiento respecto a plagas de fresa en la región Cusco (comunidades de Huaran y Uchullucllo), así también servirá como información de base para alguna futura investigación en cuanto a cultivos de fresa.

# OBJETIVOS

## Objetivo general

Evaluar la composición y diversidad de plagas asociados a fresa (*Fragaria spp*), en cultivos naturales en la comunidad de Huaran-Calca y en condiciones de invernadero en la comunidad Uchullucllo- Canchis.

## Objetivos específicos

1) Determinar los parámetros poblacionales de las diferentes plagas asociadas a la fresa *(Fragaria spp)* en los cultivos naturales de Huaran-Calca y en condiciones de invernadero de Uchullucllo-Canchis.
2) Analizar la incidencia de plagas asociados a la fresa *(Fragaria spp*) en cultivos naturales de Huaran-Calca y en los cultivos en condiciones de invernadero en Uchullucllo-Canchis.

# CAPÍTULO I
# MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

## 1.1. ANTECEDENTES

### 1.1.1. Internacionales

**Torres, I. (2021).** Investigó los controladores biológicos de *Frankliniella occidentalis* (Pergande), una plaga de gran importancia en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*) en Colombia. Este insecto es responsable de importantes pérdidas económicas debido a los daños que causan en el desarrollo vegetativo de la planta, afectando la producción y la calidad del fruto. Torres destaca que el uso de productos químicos para su control es común, aunque plantea serios riesgos tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Por ello, su estudio se enfoca en identificar y evaluar alternativas biológicas efectivas, como depredadores y hongos entomopatógenos, que actúan de manera más sustentable y ecológica. Entre los controladores biológicos más eficaces, se mencionan los ácaros *Amblyseius swirskii* y *Neoseiulus cucumeris*, así como el hongo *Beauveria bassiana*, que han demostrado ser efectivos en la reducción de poblaciones de *Frankliniella occidentalis* en diversos ensayos de campo y laboratorio.

**Kirschbaum, D. (2021).** Destaca en su estudio sobre el manejo y la calidad de la fresa que una de las principales plagas que afectan este cultivo a nivel global es la araña roja (*Tetranychus urticae* Koch). Este ácaro es responsable de hasta el 80% de las pérdidas en las plantaciones de fresa. La plaga se concentra en el envés de las hojas, provocando la pérdida de clorofila y reduciendo la capacidad fotosintética, lo que deriva en una menor calidad y cantidad de los frutos. Los métodos convencionales de control, basados en acaricidas químicos, han mostrado limitaciones debido al desarrollo de resistencia y los efectos ecotoxicológicos. Esto ha impulsado el uso de tecnologías alternativas más sostenibles, como la implementación de

depredadores naturales y bioinsecticidas, para controlar esta plaga clave en el manejo integrado del cultivo de fresa

**Ministerio de agricultura, pesca y alimentación gobierno de España. (2019).** Realizó una Guía de Gestión Integrada de Plagas (GIP) del cultivo de fresa proporciona una lista detallada de plagas que afectan tanto a fresas en campo abierto como a cultivos protegidos, lo cual es relevante para la evaluación de la diversidad de plagas en distintas condiciones de cultivo. Entre las especies más problemáticas destacan *Helicoverpa armigera*, *Spodoptera littoralis, Tetranychus urticae* (araña roja), *Frankliniella occidentalis* (trips) y *Drosophila suzukii* (mosca de alas manchadas). Cada una de estas especies tiene interacciones complejas con el agroecosistema de fresa, adaptándose a diversas condiciones ambientales y presentando distintos hábitos de alimentación y ciclos de vida que aumentan su potencial invasivo y destructivo en los cultivos.

**Zaragoza, R. (2013).** Identificó 8 plagas que afectan la producción de la fresa, en la cual trips (*Frankliniella occidentalis*) es la especie más abundante con 334 individuos por cada 1000 plantas evaluadas; mientras que la babosa (*Deroceras spp*) es la especie con menor presencia de inafectación en cultivos con 32 individuos por 1000 plantas.

**Jiménez, E. & Laguna, R. (2008).** Presenta una revisión de las plagas más significativas del cultivo de fresa, enfatizando el impacto de especies como *Tetranychus urticae* (arañita roja), que debilita las plantas al succionar la savia, y *Aphis gossypii* (pulgón), que además de dañar el follaje, actúa como vector de virus perjudiciales. Se mencionan también los Chrysomelidae, un grupo de insectos defoliadores que dañan severamente las hojas, y los Scarabaeidae, cuyas larvas se alimentan de las raíces, afectando la estabilidad y el desarrollo de las plantas. El documento subraya la importancia de aplicar un manejo integrado de plagas que

combine control biológico, prácticas culturales y un uso racional de productos químicos para proteger el cultivo de fresa de manera sostenible.

**Gómez, J. (2006).** Investiga las principales plagas que afectan al cultivo de fresa en La Sabana, Madriz, Nicaragua, identificando las familias Chrysomelidae, Scarabaeidae y Curculionidae. Entre los Chrysomelidae, se encontraron especies como *Nodonata sp. y Epitrix sp*., las cuales causan daños al follaje y flores, mientras que los Scarabaeidae, representados por *Anomala sp*., afectan las raíces y comprometen la salud de las plantas. En el caso de los Curculionidae, las especies *Apion sp.* y *Parasomus jansoni* fueron observadas causando daños estructurales a hojas y frutos. Además, se documentaron insectos del orden Hemiptera, como *Euthyrrynchus sp.* y *Euschistus sp*. de la familia Pentatomidae, y *Geocoris sp.* de la familia Lygaeidae, que afectan la planta al alimentarse de su savia. El estudio destaca la necesidad de estrategias de manejo integrado de plagas para mitigar estos problemas y proteger el rendimiento agrícola.

**Universidad de California. (2005).** Elaboró una guía donde detalla las prácticas de manejo integrado para diversas plagas que afectan el cultivo de fresas, tales como insectos, ácaros, nemátodos, malezas y enfermedades. Este documento enfatiza la importancia de estrategias de control biológico y cultural, además de prácticas de manejo específicas para minimizar el uso de pesticidas y asegurar la sostenibilidad del cultivo. Las principales plagas identificadas, como *Phytonemus pallidus* (ácaro del ciclamino) y *Spodoptera exigua* (gusano soldado de la remolacha), muestran una fuerte dependencia de las condiciones climáticas y la disponibilidad de hospederos, lo cual resalta la necesidad de un monitoreo y manejo oportuno para reducir su impacto en la producción de fresas.

**Giménez, G., Paullier, J & Maeso, D. (2003).** Realizaron un estudio detallado sobre las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de frutilla, resaltando el impacto que estas tienen en el rendimiento y calidad del fruto. El estudio subraya la importancia de un manejo integrado de plagas, que incluye estrategias culturales, biológicas y químicas, como una alternativa eficaz para reducir el uso de agroquímicos y promover la sostenibilidad en la producción de frutilla. Entre las plagas más comunes se destacan *Frankliniella occidentalis* (trips) y *Tetranychus urticae* (ácaro rojo), las cuales, en condiciones de campo, presentan alta incidencia y afectan la planta en diferentes etapas, siendo necesarias prácticas de monitoreo y control constante para asegurar la calidad de la producción.

### 1.1.2. Nacionales

**Buenaño, L. (2024).** Realizó un estudio detallado sobre la arañita roja (*Tetranychus urticae)*, es una de las principales plagas que afecta a la fresa en el Perú. Este ácaro destaca por su capacidad reproductiva y su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas, desarrollando colonias densas en el envés de las hojas, donde se alimenta de la savia, lo que provoca manchas cloróticas, reducción de la fotosíntesis y, finalmente, el deterioro general de la planta. Buenaño enfatizó la importancia de un manejo integrado de plagas que combine el uso de acaricidas, aplicaciones con rotación de moléculas para evitar la resistencia, con estrategias biológicas como la introducción de ácaros depredadores (*Phytoseiulus persimilis*). También se destacan las prácticas culturales, como la eliminación de hojas infestadas y el lavado de las plantas, junto con un monitoreo constante para detectar tempranamente las infestaciones y prevenir daños económicos graves.

**Olivera, J. (2012).** Presenta un análisis detallado sobre las principales plagas que afectan el cultivo de fresa en el Perú, destacando la arañita roja (*Tetranychus urticae* ), trips

(*Frankliniella occidentalis , Thrips tabaci*), y los chinches (*Nysius sp.*), entre otras. Se describe que la arañita roja es una de las plagas más críticas debido a su capacidad para provocar daños severos en las hojas, que se manifiestan como manchas cloróticas y, eventualmente, la desecación del tejido vegetal. Este daño reduce significativamente la capacidad fotosintética, impactando la productividad del cultivo. Olivera enfatiza la importancia de integrar métodos de manejo como la rotación de acaricidas y el uso de depredadores naturales, así como la implementación de coberturas y barreras físicas para mitigar el impacto de estas plagas. Además, se menciona la relevancia de realizar un manejo fitosanitario adecuado para las fresas destinadas a la exportación, destacando el uso de plantas libres de virus obtenidas mediante biotecnología como parte de un enfoque preventivo.

**Quispe, J. & Orellana J. (2007)**. Indica que existe disminución de productividad en fresa por aumento de Trips, lo cual indica que para 2005 el número de *Frankiniella occidentalis* es de 245 afectando a 1000 plantas y la producción es de 16 tn/Ha , y para 2006 es de 310 para 1000 plantas y una producción de 14.9 tn/Ha. Lo cual indica que la presencia de *Frankiniella occidentalis,* influye enç la productividad de fresa y su rendimiento.

### 1.1.3. *Locales*

**Condori & Calderón (2021):** Identificaron 7848 individuos de plagas en cultivo de fresa en la localidad de Huaran los cuales están distribuidos en 7 órdenes: Coleóptera, Hemíptera, Lepidóptera, Ortóptera, Prostigmata, Stylommatophora, y Thysanoptera.

## 1.2. MARCO CONCEPTUAL

### 1.2.1. *Plaga*

Se denomina plaga a los organismos que alteran de manera negativa el estado fitosanitario de los cultivos debido a su presencia y cantidad. La mayoría de las plagas son insectos terrestres que completan la mayor parte de su ciclo de vida en el ambiente agrícola (Jimenez E. , 2016).

Además, se considera plaga del cultivo a todos los organismos vivos que compiten con el ser humano por los alimentos producidos (Peréz , 2004).

### 1.2.2. *Diversidad de plaga*

La diversidad de plaga en los cultivos influye directamente en la calidad y producción agrícola. Factores como las prácticas agrícolas, la interacción entre especies, la ubicación geográfica y las condiciones climáticas determinan la cantidad y composición de estas plagas. Su estudio es fundamental para desarrollar estrategias de manejo integrado sostenibles a largo plazo (Smith, 2018; Rodríguez, 2020).

### 1.2.3. *Composición de plagas*

La composición de un ecosistema se refiere a la diversidad de especies presentes en un área específica. En estudios de diversidad, se describen las biotas de hábitats naturales, con un enfoque menos frecuente en los sistemas agrícolas (Mendoza y otros, 2007).

### 1.2.4. *Abundancia de plagas*

La abundancia de plagas se refiere al número de individuos presentes en un área y periodo determinados (Smith, 2018).

### 1.2.5. *Riqueza*

La riqueza se refiere al número total de especies presentes en un área determinada, influenciada por las características del ambiente (Pérez & Santos, 2013).

### 1.2.6. *Incidencia de plagas*

La incidencia de la plaga se refiere a la cantidad de daño que causan a las plantas cultivadas, lo cual afecta tanto la calidad como la productividad de los cultivos. Estas plagas pueden generar daños directos a través de su alimentación o indirectos mediante la transmisión de enfermedades (González, 2019).

## 1.3. BASES TEORICAS

### *1.3.1. Principales plagas asociados a cultivos de fresa*

#### 1.3.1.1. Familia Chrysomelidae

Insectos denominados habitualmente mayas, tortuguillas, forman un grupo extenso de pequeños y medianos escarabajos, a veces se presentan de diferentes colores. En su mayoría las larvas son fitófagos, siendo desfoliadores, minadores y subterránea mientras que os adultos se alimentan de las partes áreas como las hojas y flores, estas en su mayoría son transmisores de patógenos a los cultivos. (Gutierrez, 2022).

La mayoría de estos insectos poseen diferentes colores en su estado larvario, siendo de color pardo, con mancha oscuras y segmentos caudales las que prefieren alimentarse de las raíces, en su estado adulto en general poseen antenas filiformes clavas o aserradas, ojos redondos, tamaño medio y laterales. Muchas de estas especies actúan afectan a leguminosas y gramíneas hortalizas. (Burgos , 2004).

#### 1.3.1.2. Familia Scarabaeidae

Insectos conocidos como chicotes en su forma adulta y como gallinas ciegas en su estado larvario. El tamaño suele ser variable, con antenas lameladas, de ojos medianos ni se aprecian de forma dorsal, entre tanto los adultos poseen una forma robusta dorsal con una gran variedad de colores entre el negro metálico al negro parduzco y las larvas de color beige claro. (Cherman, 2017).

#### 1.3.1.3. Familia Curculionidae

Familia conocida como piculidos por la forma de la cabeza prolongada parecida a una trompa, de coloración variada, con antenas hasta la mitad de la trompa. Las especies de esta familia se alimenta de plantas de consumo humano, la alimentación de los adultos suele ser las partes área de la planta como los frutos y otras partes, mientras que las larvas prefieren vivir por dentro de las plantas. (Jorge, 2022) .

En su mayoría las larvas de la familia curculiforme viven en todas las partes de planta, desde las raíces hasta las semillas. (Domínguez, 1997). Las larvas y adultos tienen un tipo de alimentación fitófagos, algunos de ellos viven en asociaciones con hormigas(mirmecófagos) o fungivoros. (Jorge, 2022).

#### 1.3.1.4. Familia Pentatomidae

Familia de importancia económica ya que tienen muchas especies de plantas como hospederos, integrada con más de 3000 especies, de diferentes tamaños de pequeños a medianos, con un cuerpo a modo de escudo, cabeza triangular horizontal, y algunas especies presentan proyecciones laterales en el pronoto en forma de espinas. (Michael, 2010).

#### 1.3.1.5. Familia Lygaeidae

Poseen especies con una variedad de tamaño entre los 2 a 15 mm de longitud, un cuerpo ovalado y largo, cabeza corta, con un pico y una antena de 4 segmentos, la alimentación de los adultos y las ninfas suele ser de gramíneas, sabia de la base de los tallos. Yemas y raíces (Goula, 2015).

#### 1.3.1.6. Familia Gryllidae

Insectos comúnmente conocidos como grillos, de forma robusta, con órganos auditivos en la base de las tibias anteriores., en la hembra el ovopositor tiene una forma cilíndrica o forma de aguja. La alimentación tanto de los adultos como de las ninfas suele ser por corte de follaje tanto en las plantas y plántulas, siendo esta característica importante para la agricultura. (Entolux, 2006).

### *1.3.2. Origen y distribución de la fresa*

La especie fragaria se originó en el continente europeo, precisamente en la región alpina, siendo una fruta pequeña, de color y sabor intenso. En el siglo XVII se encontró en América latina el fresón o frutilla, una especie más grande con un alto rendimiento y que actualmente se siembra y se comercializa. (MIDAGRI, 2008).

En la actualidad la fresa conocida fue es el cruce de la fresa de virginia (estados unidos) introducida en el siglo XIX con una variedad chilena La fresa que, logrando una fresa grande y sabrosa. En el presente de hoy se conoce más de 1000 variedades de fresas en el mundo por su alta capacidad de hibridación de la especie. (Barquero, 2007).

### *1.3.3. Clasificación sistemática y taxonómica*

Desde el punto de vista botánico la fresa se clasifica (Bonet, 2010).

Reino: Plantae

Subreino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub Clase: Rosidae

Orden: Rosales

Sub orden: Rosanae

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Rosoideae.

Tribu: Potentilea.

Sub tribu: Fragariinae

Género: Fragaria

Especie: *Fragaria sp.*

Sistema de clasificación descrita por Carlos Linneo, 1753

**Nombres comunes**

Fresa, Fresón, frutilla, frutillas, fresal, fresera, amarrubia, madroncillo, mayueta, etc.

### *1.3.4. Variedades de la fresa*

Existen una gran variedad de fresas en el Perú que fueron introducidos de EE UU, Europa y otras regiones del mundo, por el tipo de clima de nuestro país, la variedad más adecua son los días de corto y neutro, para la región de cusco los más adecuados son de día corto. (Zipmec, 2014).

#### 1.3.4.1. Variedades de día corto

Esta variedad tiene un fotoperiodo corto de 12 horas luz a una temperatura de 14 a 18°c, teniendo un trasplanté en los meses de mayo y a abril. (Grupo, 2021).

**Variedad Chandler**

Frutos grandes, alargados y color intenso también llamados "cañetana" originados en la universidad de California, de alto rendimiento, puede alcanzar una producción continua desde agosto hasta fines de enero y con una mayor tolerancia al transporte. (GoRe Lambayeque, 2021).

**Variedad Tajo**

Frutos grandes, de color rojo anaranjado, poco achatada y ligeramente redondo, presenta alto rendimiento y producción, con resistencia al transporte, son también llamados "holandesa y cresta de gallo". (Loeza, 2018).

**Variedad pájaro**

Origina de la universidad de California, posee un menor rendimiento que las variedades Chandler y Tajo. (Loeza, 2018).

**Variedad Camarosa**

Originaria también de la universidad de California, frutos grandes un poco achatados, de color rojo intenso brillante, con un sabor más agradable que las variedades (Loeza, 2018).

#### 1.3.4.2. Variedades día neutros

Posee la capacidad de producir contra la estación ya que en esta variedad la floración no es influido por el fotoperiodo, así como la acumulación de horas frio no propicia la floración.

**Variedad Sern**

Procedente de la universidad de California, frutos de tamaño regular, de forma cónica oblonga, con tendencia a ser achatados, color anaranjado brillante, de dureza considerable, también llamados "sancho", su producción puede ser en cualquier época del año ya que no poseen una floración continua por lo cual no se usa en cultivos intensivos. (Loeza, 2018).

**Variedad Aromas*:***

Posee un tamaño consistente y buen color, con gran adaptabilidad a los cambios climáticos. (Loeza, 2018).

### *1.3.5. Cualidades y agroecología de la fresa*

La fresa posee diferentes denominaciones como: frutilla o fresón en castellano, fraise en francés, fragola en italiano, strawberry en inglés y morango en portugués. (Chiqui, 2010).

Este fruto possee una gran variedad de propiedades considerados medicinales, puesto que tiene: compuesto anticancerígeno, antiinflamatorio y astringente, propiedades mineralizaste y su consumo para personas con diabetes no es desfavorable

Tiene propiedades terapéuticas como laxante por su alto contenido de fibra, regulación hepática ya que ayuda a depurara nuestro organismo de las toxinas, recomendándose para la hepatitis. (Chiqui, 2010).

Estabiliza la presión arterial por su poca cantidad de sodio y grasas, por su alto contenido de fibras, reduciendo adquirir la arteriosclerosis, también es diurético al aumentar la cantidad

de orina y eliminación del ácido úrico, mediante la alcalización de la orina, volviéndolo eficaz para la artritis y la gota. (Kirschbaum, 2021).

La fresa es un alimento rico en vitamina C, esta se puede consumir por si solas o combinadas con yogurt, leche, helado, deshidratada, en la siguiente tabla se muestra la composición química de 100 gr de fruta, según la FAO.

**Tabla 1**

*Composición Química de los Cultivares de fresa*

| **Valor energético** | **40Kcal** |
|---|---|
| Proteínas | **0.9gr** |
| Grasas | **0.5gr** |
| Carbohidratos | **13 mg** |
| Calcio | **21 mg** |
| Fosforo | **21mg** |
| Potasio | **164mg** |
| Ácido fólico | **0.07mg** |
| Sodio | **1 mg** |
| Hierro | **1mg** |
| Vitamina A | **100 U.I** |
| Vitamina B1 | **0.03mg** |
| Vitamina B2 | **0.97mg** |
| Vitamina B5 | **0.90mg** |
| Vitamina C | **90mg** |

***Fuente*:** FAO

### *1.3.6. Descripción botánica de la fresa*

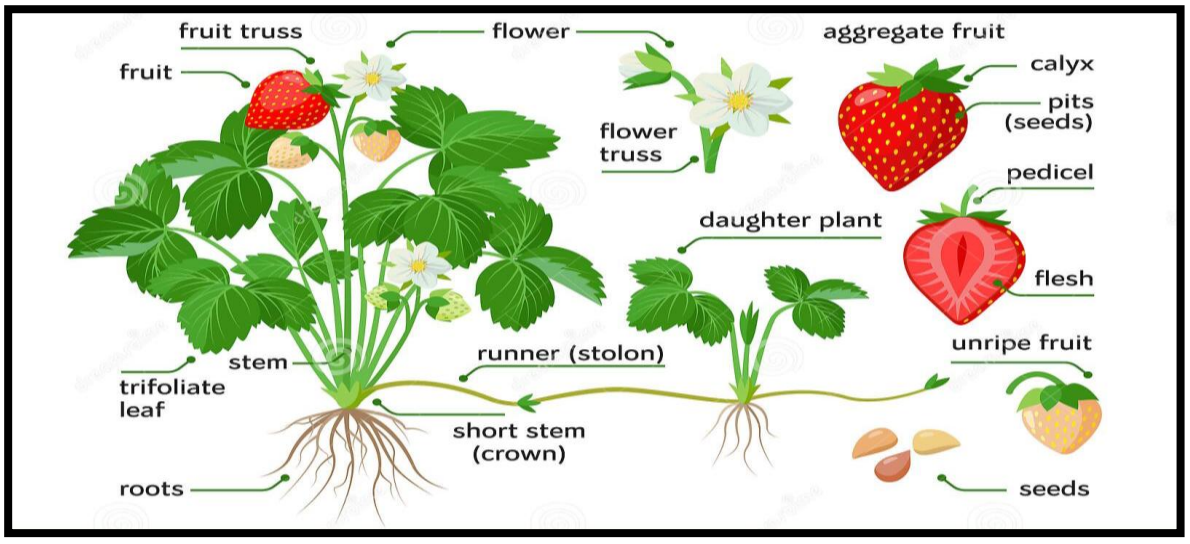
Planta herbácea con tallos modificados (estolones) de bajo porte de 0.40m de altura, raíz fibrosa de crecimiento superficial, alcanzando 0.30 m, tallo con modificaciones llamadas coronas siendo cortos con yemas el cual desarrollan guías y forman inflorescencias, formado por un eje cónico con escamas foliares. (Agrolibertad, 2016).

Hojas rosetadas, con estipulas rojizas, limbo dividido en tres foliolos pediculados ocasionando la pérdida de agua por transpiración. Inflorescencias desarrolladas en las yemas axilares y apicales, con ramificación basal o distal. (Carrasco, 2014).

La flor tiene de 5 a 6 pétalos de 20 a 35 estambres. Cada uno de los óvulos fecundados da lugar a un fruto en aquenio. La polinización es generalmente cruzada debido al fenómeno de protógina, este es realizado por insectos y es indispensable para inducir al desarrollo del receptáculo.

**Figura 1**

*Planta de la Fresa*




***Fuente*: *Elaborado por: Marcelo S., M. (Abril 1999) "Cultivo de fresa"***

**Raíces**

Las raíces crecen a una profundidad de 12 a 16 cm, en las primeras capas del suelo, con un sistema radicular fasciculado, constituido por raíces que hacer de soporte y raicillas que realizan la función de absorción de nutrientes y almacenamiento de nutrientes como glúcidos y almidones. (InfoAgro, 2007).

En las etapas fenológicas las raicillas sufren un constante proceso de renovación fisiológico influenciados por los cambios ambientales y presencia de los patógenos del suelo. El alcance del sistema radicular no suelo exceder los 0.40 m, encontrándose en su mayoría a los 0.25 m, dependiendo del tipo de suelo. (InfoAgro, 2007).

**Tallos**

Herbáceo, perenne, denominado estolón, de desarrollo rastrero, en forma paralela al suelo con tendencia a formar raíces adventicias al hacer contacto con la superficie, dando a lugar una nueva planta. (InfoAgro, 2007).

El tallo denominado corona es el que sobresale del suelo, corto en forma cónica, conteniendo los tejidos vasculares del cual se originaran los futuros peciolos foliares. (InfoAgro, 2007).

**Hojas**

Se originan en la corona en forma rosetada, compuestas por tres foliolos, bordes aserrados, con indumento en el envés, se estima que poseen gran cantidad estomas, con un área de 300 a 400 mm2 lo que ocasiona la perdida de gran cantidad de agua mediante la transpiración. (Morales , 2015).

Las hojas se originan a los 8 a 12 días, durante toda la etapa vegetativa de la planta. Siendo las hojas maduras con mayor residencia durante meses. (Morales , 2015).

**Estolones o guías**

Se forman de las yemas axilares de las hojas de la corona, son tallos e hijas vegetativas de la planta que crecen al ras del suelo, siendo el método más fácil de propagación. (Palacios, 2020).

**Flores**

Son hermafroditas(perfectas) o pueden tener solo órganos masculinos o femeninos(imperfectas), de color blanco a rosado, con 5-6 pétalos, 20 q 35 estambres con cientos de pistilos posados sobre un receptáculo, dando cada ovulo fecundado a un fruto en aquenio. (Agroes, 2019).

**Fruto**

Son denominados poli aquenio, de 5 a 6 frutos por bráctea, siendo el receptáculo la parte comestible, los frutos tienen variedad formas, cónica, globosas, esféricas. (Agroes, 2019).

### *1.3.7. Estadios fenológicos de la fresa*

Posee etapas fenológicas definidas, como la vegetativa y la productiva. (Buenrostro, 2017), el proceso es de la siguiente manera:

**Etapa Vegetativa**

- Brotes, las yemas principales comienzan a crecer.
- Desarrollo de las hojas: de las primeras hojas emergentes, primeras hojas desplegadas hasta nueve o más hojas desplegadas.

- Desarrollo de las partes vegetativas coséchales: comienzo de la formación de estolón (de 2 cm de longitud), brotes de hijos de la planta para ser trasplantados.

**Etapa reproductiva**

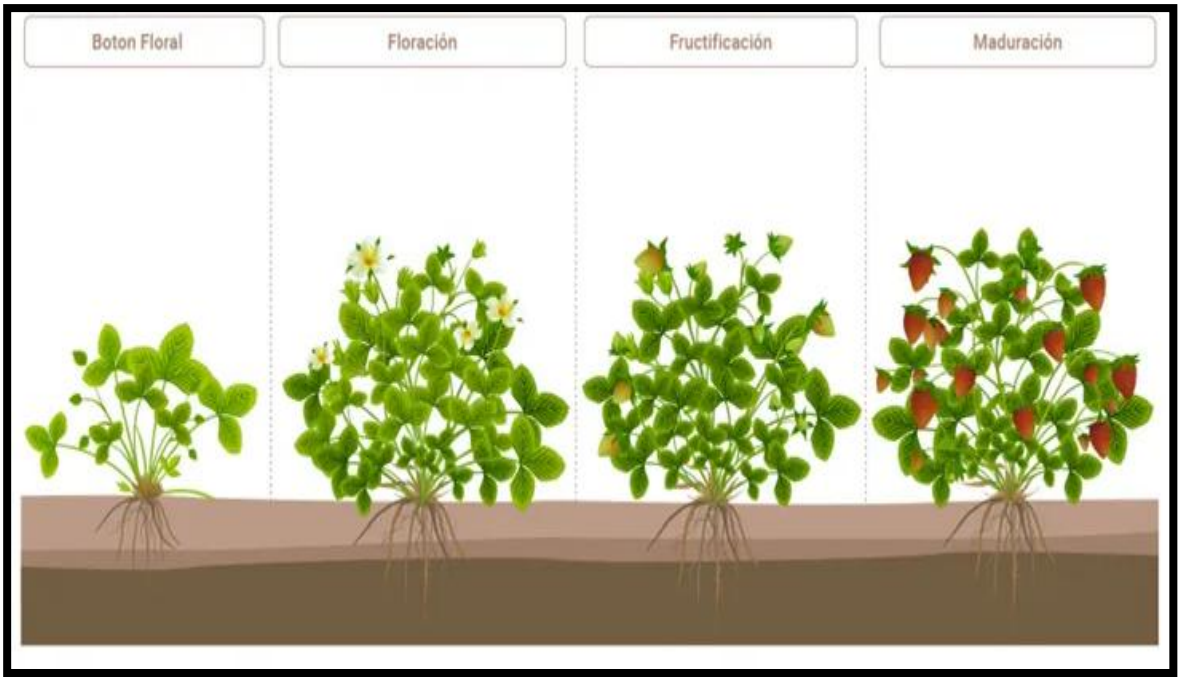
- Aparición de órgano floral: primeras yemas florales salidas.
- Floración: primeras flores abiertas, plena floración y caída de pétalos.

**Etapa Productiva**

- Formación del fruto.
- Maduración del fruto.
- Senescencia y comienzo del reposo vegetativo.

**Figura 2**

*Fases fenológicas de la fresa*




***Fuente***: Elaborado por Info agronomo - 2014

### *1.3.8. Necesidades Ambientales De Cultivos De Fresa*

**Clima y temperatura**

La fresa tiene una gran adaptabilidad a las diferentes temperaturas, siendo su etapa vegetativa más resistente a las heladas hasta -20°c , mientras que los órganos florales quedan destruido a los 0°c, pero pueden sobrevivir hasta 50 °c, sin embargo para una adecuada fructificación la temperatura debe de oscilar entre los 15 a 20°c de media anual, las bajas temperaturas de inferiores a 12°c ocasionan la formación de frutos deformes, mientras que las altas temperaturas provocan la maduración y coloración precozmente, evitando obtener un tamaño adecuado para la comercialización. (Novagric, 2016).

**Agua**

El cultivo de fresa es muy exigente de agua debido a la presencia de gran cantidad de estomas en las hojas, lo que ocasiona mayor pérdida de agua mediante la transpiración, la cantidad adecuada de agua para para el consumo este cultivo es de 400 – 600 mm anuales necesarios, en las primeras 40cm de profundidad para la absorción de agua de las raíces adventicias con un incremento de 1600 mm anuales en época de secas. (Proain, 2014).

**Suelo**

La preferencia de los suelos para el cultivo de fresa constituye un suelo limoso y franco arcilloso, con una textura fina. (Proain, 2014), cuya composición esté dentro de los siguientes parámetros:

- pH 5.5-6.5
- Materia Orgánica 4-6 %
- Nitrógeno asimilable 100 a 120 ppm

- Fósforo (P2O5) 20 a 30 ppm
- Potasio (K2O) 120 a 180 ppm
- Calcio (Ca) 1000 a 1500 ppm
- Magnesio (Mg) 150 a 200 ppm
- Sulfatos (SO4) 100 a 200 ppm
- Cloruros (Cl) menos de 20 ppm
- Sodio (Na) menos de 100 ppm
- Manganeso (Mn) 4 ppm
- Hierro (Fe) 10 ppm
- Zinc (Zn) 3 ppm
- Boro (B) 2 ppm
- Cobre (Cu) 1 ppm

Para el cultivo de fresa es preferible evitar los suelos salinos ya que estos reducen el rendimiento por la cantidad de sales. Los suelos con un porcentaje mayo de 5% de Ca bloquea el Hierro, resultando en una clorosis de la planta, por lo cual es muy necesaria el estudio previo del suelo. (Proain, 2014).

### *1.3.9. Sistemas de cultivos*

Existe una variedad de sistemas de cultivo de fresas, como los de sistema abierto(platabandas) y lo de sistemas sin suelo con soporte e invernaderos (Germain, 1995).

#### 1.3.9.1. Sistemas abiertos o en platabandas

- **Platabandas de hileras simples**

Sistema de mayor uso en Chile, cuyos terrenos no tienen problemas de salinidad y pendiente pronunciada, se usan los surcos simples con una distancia de 0.20m entre plantas y 0.40m entre surcos (INIA A. , 2017).

- **Platabandas de hileras dobles**

Este sistema alcanza una concentración de 55 00 platas /Ha, con una distancia de 0.30 cm entre hileras y 0.20 entre plantas, este sistema evita la pudrición de frutos ya que el agua de riego no hace contacto con la planta, siendo muy utilizado en la costa del Perú (INIA A. , 2017).

- **Platabandas de cuatro hileras**

Este sistema comprende entre los 100 000 a 110 000 plantas /Ha, con una mayor exposición a la luz solar, por lo cual es importante la altura de las platabandas que que hay un mayor desarrollo de las raíces (INIA A. , 2017).

Este tipo de sistema es la de mayor uso en la región de Cusco, por la presencia de agua y terrenos disponibles para su uso adecuado (INIA A. , 2017).

#### 1.3.9.2. Sistema de cultivos en invernadero

- **Sistema sin suelo con soporte suspendido**

Este sistema consiste en una doble bolsa colgada al mismo emparrillado del invernadero, cada bolsillo deberá de tener un litro de sustrato, con un drenaje a manera de agujero que ayudará al control y al pase por gravedad del agua de una planta a otra, el riego es por gotero auto compensado por la parte superior de la bolsa (Infojardin, 2014).

Este sistema tiene mayor capacidad de colocar plantas por metro cuadrado, así como también menos cuidado en los tratamientos sanitarios ya que se mantiene aireada y una mayor facilidad de recolección de frutos (Infojardin, 2014).

- **Sistema en pirámides**

Para este tipo de sistema es necesario el uso de tablas de lana de roca, que formara las pirámides, este sistema presenta mayor humedad y poca iluminación, para lo cual se prefiere colocar dos pisos de tablas con tres líneas y una cúspide, el riego suele ser por goteo (Infojardin, 2014).

# CAPITULO II

# ÁREA DE ESTUDIO

## 2.1. Ubicación

El presente estudio se realizó en cultivos de fresa en dos comunidades, en la comunidad de Huaran perteneciente a la provincia de Calca y en la comunidad de Uchullucllo perteneciente a la provincia de Canchis.

**Tabla 2**

*Ubicación de área de estudio*

| Región | Provincia | Distrito | Localidad | Longitud | Latitud | Altitud (m.s.n.m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cusco | Calca | Calca | Huaran | 72°01’05” W | 13°18’50” S | 2908 |
| | Canchis | Pitumarca | Uchullucllo | 71°18’29” W | 13°58’12” S | 3951 |

## 2.2. Ubicación política

- Región: Cusco
- Provincia: Calca y Cachis
- Distrito: Calca y Pitumarca
- Comunidad: Huaran y Uchullucllo

## 2.3. Limites

**Tabla 3**

*Límites de área de estudio*

| | Huaran | Uchullucllo |
|---|---|---|
| Norte | Con el distrito de Huayllabamba | Con el distrito de Cusipata |
| Sur | Con el distrito de Pisaq | Con el distrito de Checacupe |
| Este | Con el distrito de Yucay | Con el distrito de Tinta |
| Oeste | Con el distrito de Maras | Con el distrito de Checacupe |

**Figura 3**

*Mapa de Ubicación de las dos Comunidades Huaran - Uchullucllo.*

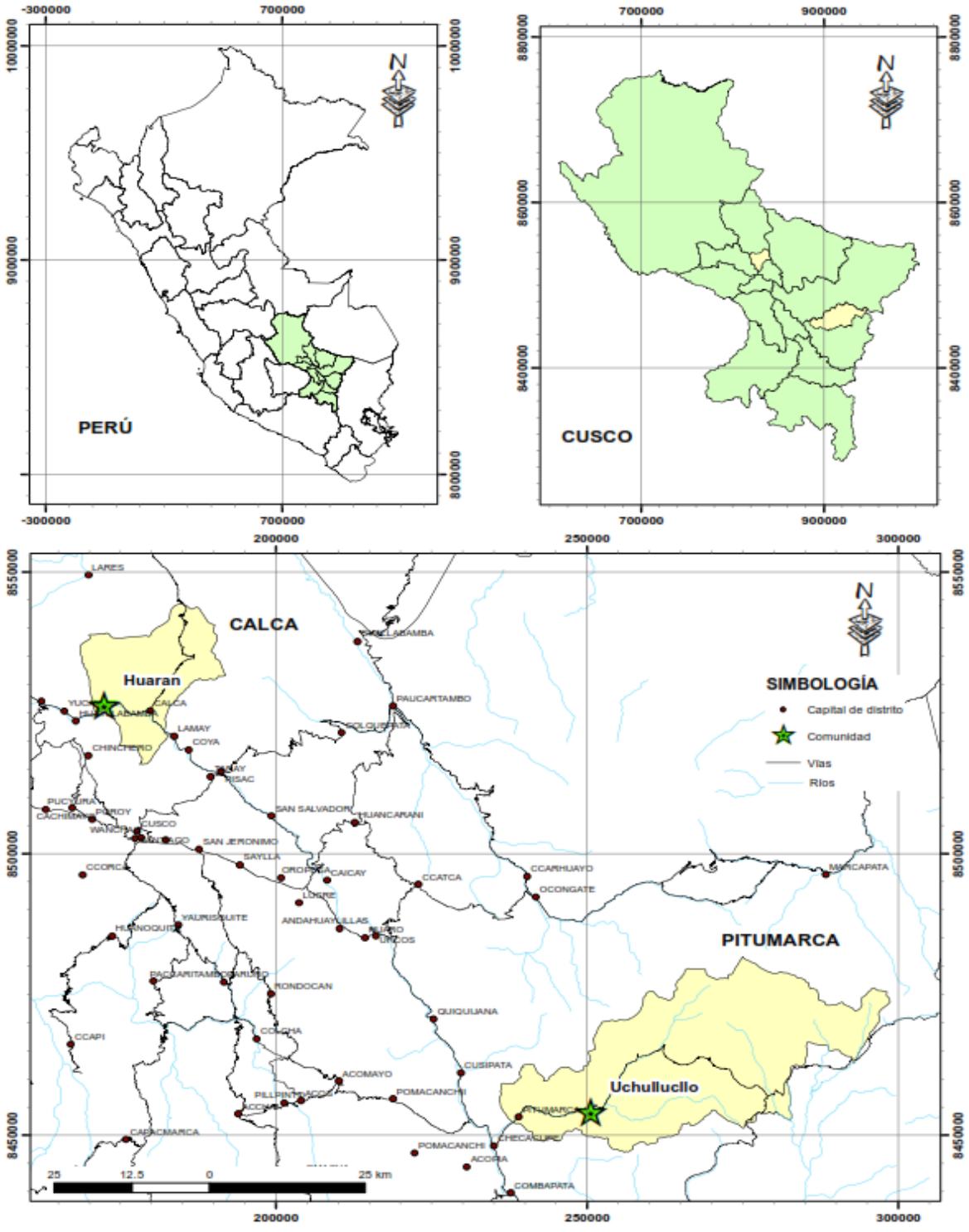


**Figura 4**

*Mapa de Ubicación de la comunidad de Uchullucllo.*

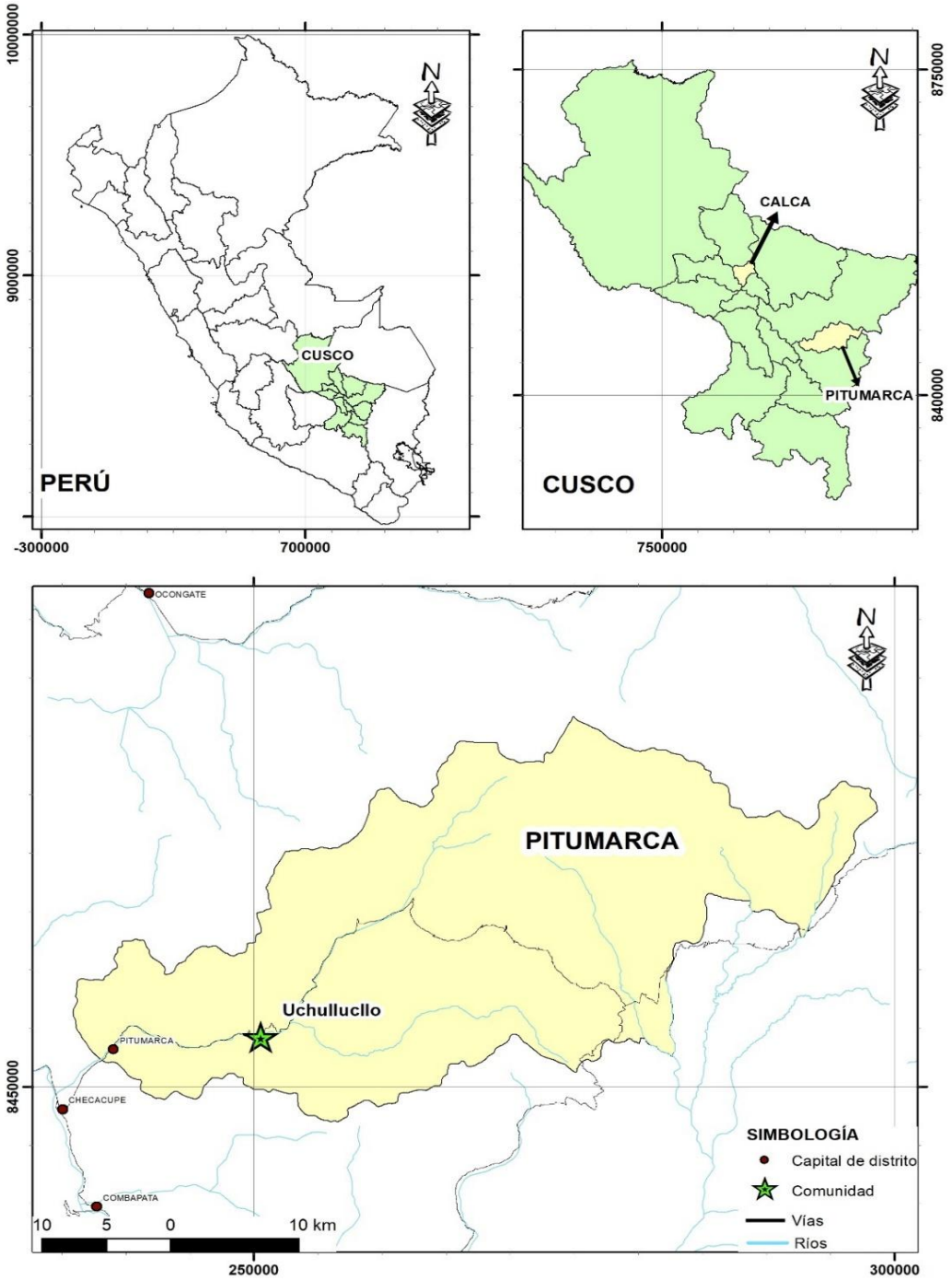
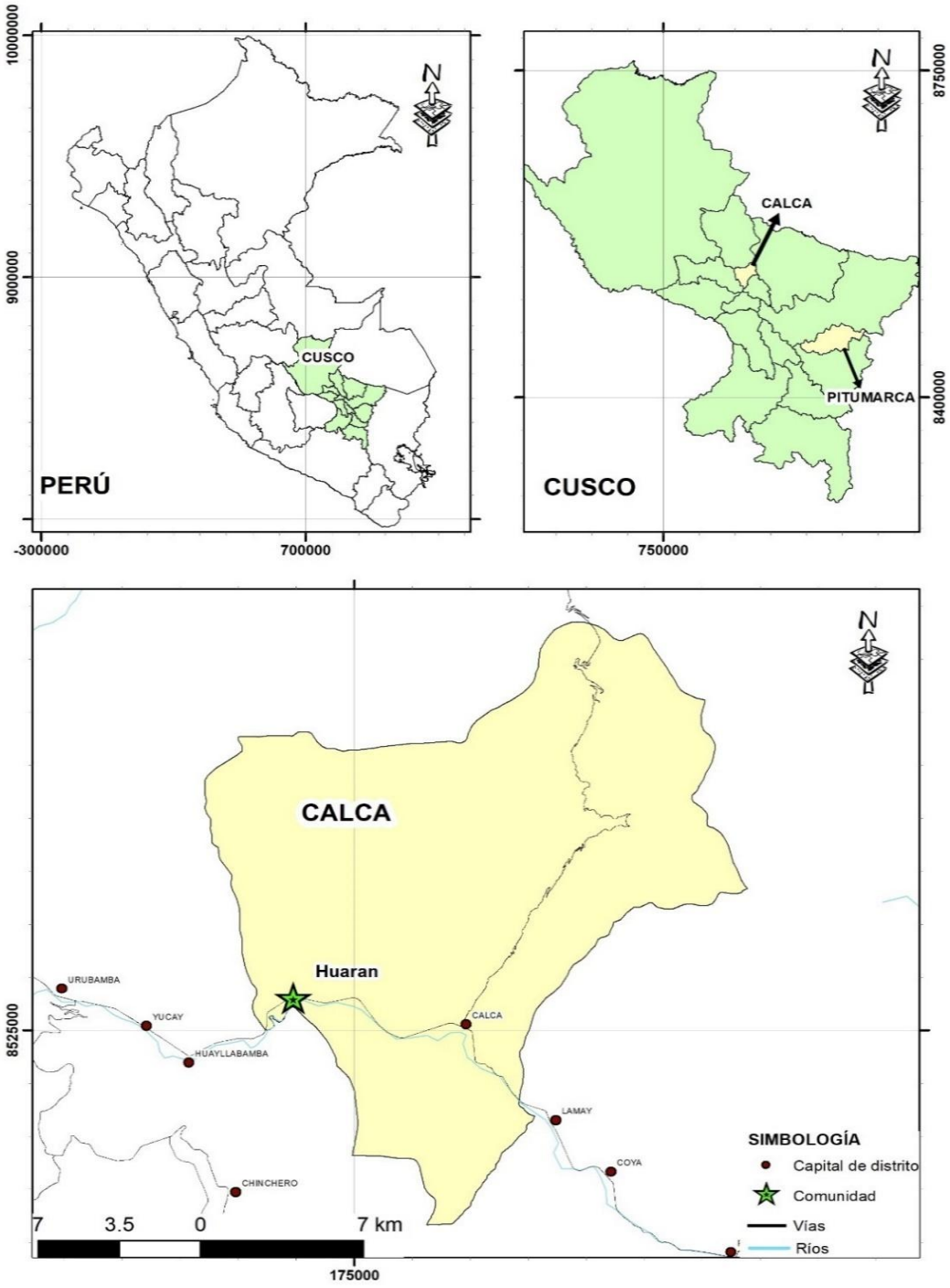


**Figura 5**

*Mapa de Ubicación de la comunidad de Huaran.*



## 2.4 Accesibilidad

La comunidad de Huaran se encuentra aproximadamente a 17 km al oeste del distrito de Calca, en la región Cusco, y su acceso principal es a través de la vía nacional Cusco–Urubamba.

Por otro lado, la comunidad de Uchullucllo se ubica a unos 121 km de la ciudad del Cusco. La vía está asfaltada hasta el distrito de Pitumarca (alrededor de 105 km); desde allí hasta Uchullucllo, el acceso continúa por un tramo de trocha carrozable.

## 2.5 Características de la zona de estudio

### *2.5.1. Clima*

**Clima de provincia de Calca**

El clima de la provincia de Calca varía considerablemente debido a su altitud variable y la presencia de múltiples cuencas y subcuencas en el área. Este rango altitudinal genera marcados cambios de temperatura, con una fuerte radiación solar durante el día que contrasta con temperaturas bajas en la noche, debido a la limitada capacidad de retención de calor en la cobertura vegetal.

Las temperaturas en Calca oscilan entre una máxima de 25.13°C y una mínima de 2.5°C, con un promedio anual de 14.08°C (EDZ Calca, 2009). Las precipitaciones anuales varían entre 540 mm y 600 mm, creando un ambiente semiseco que influye en el desarrollo agrícola y en la presencia de ciertas especies de insectos plaga en los cultivos de fresa.

**Tabla 4**

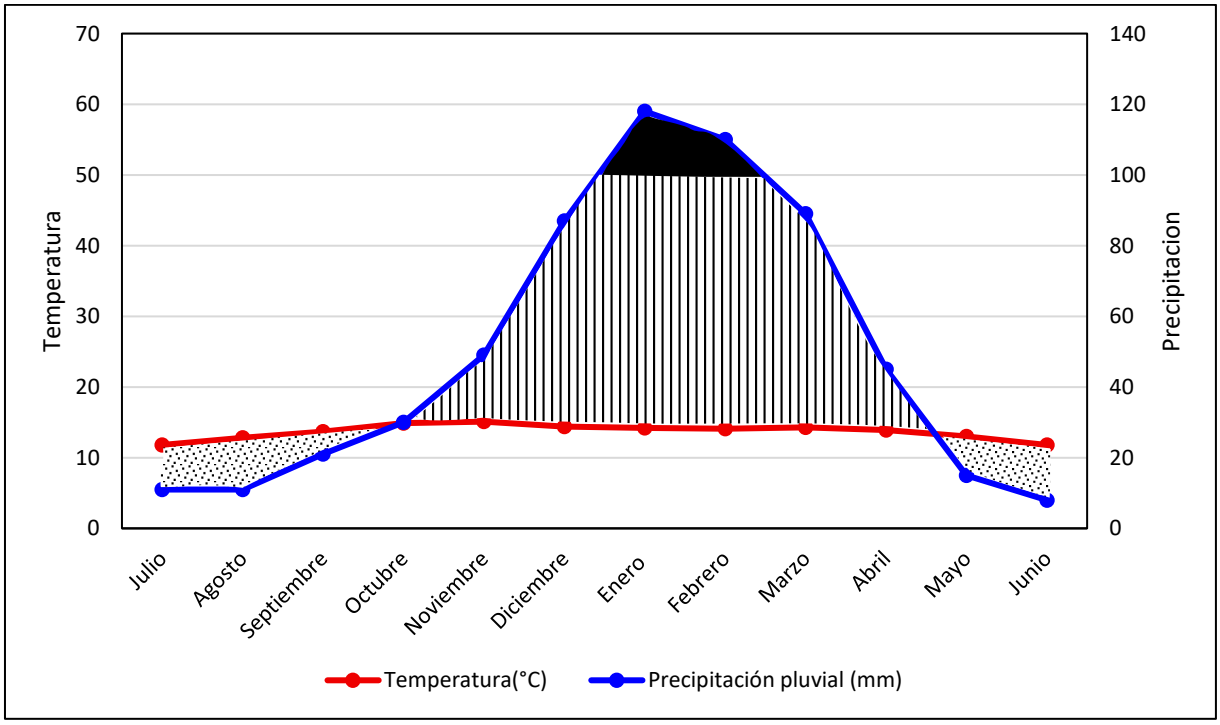
*Registro de Temperaturas y Precipitación Estación Meteorológica Calca*

| Mes | Temperatura(°C) | Precipitación pluvial (mm) |
|---|---|---|
| Julio | 11.8 | 11.0 |
| Agosto | 12.8 | 11.0 |
| Septiembre | 13.7 | 21.0 |
| Octubre | 14.9 | 30.0 |
| Noviembre | 15.1 | 49.0 |
| Diciembre | 14.4 | 87.0 |
| Enero | 14.2 | 118.0 |
| Febrero | 14.1 | 110.0 |
| Marzo | 14.3 | 89.0 |
| Abril | 13.9 | 45.0 |
| Mayo | 13.0 | 15.0 |
| Junio | 11.8 | 8.0 |
| Total | | 594 |
| Promedio | 13.7 | |

***Fuente*:** SENAMHI 2010-2021

**Figura 6**

*Climatodiagrama de la Provincia de Calca*




***Nota:*** *Climatodiagrama de la Provincia de Calca. Elaborado en base a los datos del SENAMHI (2010 - 2021)*

En el climatodiagrama de la provincia de Calca, se observa que las temperaturas más altas se registran entre octubre y marzo, alcanzando su punto máximo en noviembre con 15,1 °C. La temperatura mínima ocurre en junio y julio, con un valor de 11,8 °C. La temperatura media anual es de 13,6 °C. En cuanto a las precipitaciones, los niveles mínimos se registran en junio, julio y agosto, con 8,0 mm, 11,0 mm y 11,0 mm respectivamente. Las precipitaciones máximas se presentan en los meses de enero, febrero y marzo, alcanzando 118 mm, 110 mm y 89 mm, respectivamente. Estas variaciones climáticas influyen en las condiciones de cultivo y en la aparición de plagas en los campos de fresa

### Clima del distrito de Pitumarca

El clima del distrito de Pitumarca está influenciado por su marcado gradiente altitudinal y su relieve accidentado. La temperatura media general del distrito es de 5.4°C, aunque varía significativamente según la altitud. En las zonas bajas de la subcuenca, la temperatura media anual alcanza los 13°C, mientras que en las zonas medias es de aproximadamente 5°C. En las áreas altas, cerca del nevado Ausangate, la temperatura media se encuentra por debajo de 0°C.

Las precipitaciones también son variables a lo largo del distrito, con un promedio anual de 1108 mm (IMA, 2018). El clima predominante es lluvioso y frío, con inviernos secos. Las precipitaciones anuales oscilan entre 1000 y 1250 mm, y las temperaturas varían entre 6°C y 3°C. Estas condiciones climáticas son fundamentales para comprender los desafíos que enfrentan los agricultores en la región, especialmente en lo que respecta a la adaptación de los cultivos y el control de plagas.

**Tabla 5**

*Registro de temperaturas y precipitación estación Meteorológica Sicuani*

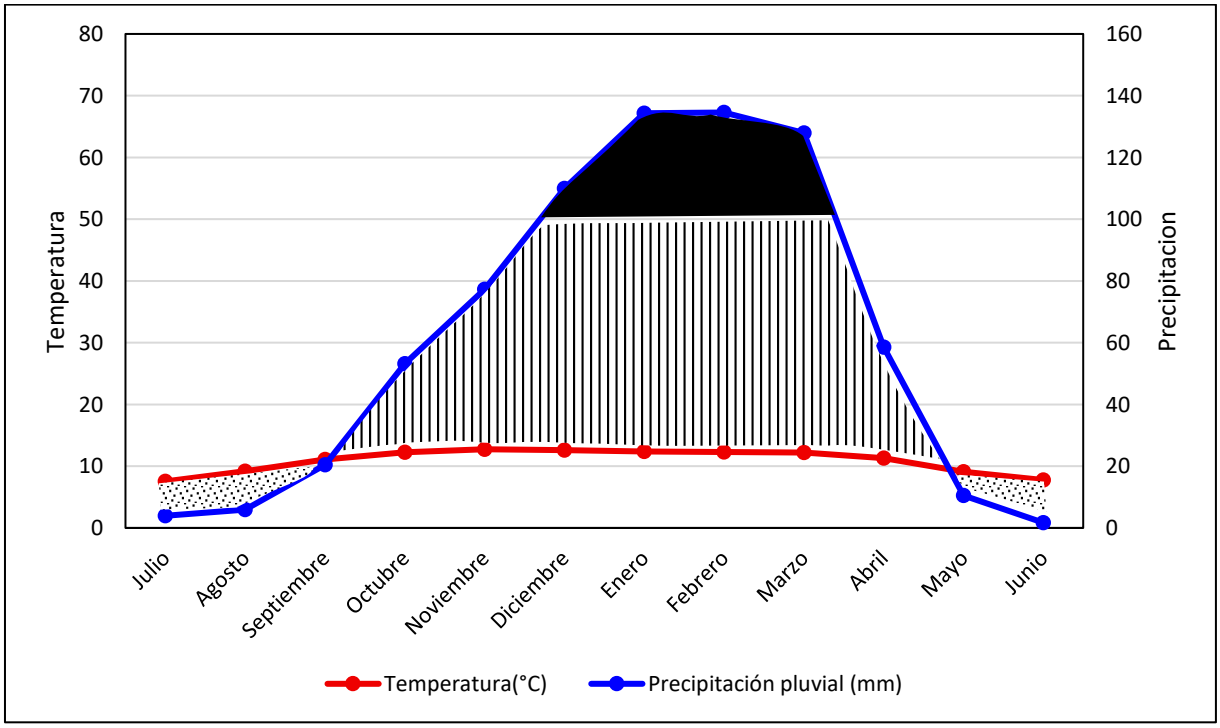
| Mes | Temperatura(°C) | Precipitación pluvial (mm) |
|---|---|---|
| Julio | 7.54 | 3.92 |
| Agosto | 9.20 | 5.90 |
| Septiembre | 11.09 | 20.45 |
| Octubre | 12.26 | 53.17 |
| Noviembre | 12.74 | 77.33 |
| Diciembre | 12.6 | 109.95 |
| Enero | 12.40 | 134.33 |

| | | |
|---|---|---|
| Febrero | 12.31 | 134.56 |
| Marzo | 12.19 | 127.92 |
| Abril | 11.32 | 58.57 |
| Mayo | 9.12 | 10.48 |
| Junio | 7.75 | 1.70 |
| Total | | 737.71 |
| Promedio | 10.87 | |

***Fuente*:** SENAMHI, 2019

**Figura 7**

*Climatodiagrama del Distrito de Pitumarca- Canchis*




Según los datos reflejados en el climatodiagrama, las temperaturas más altas en el distrito de Pitumarca se registran de octubre a marzo, alcanzando un pico en noviembre con

12.4°C. La temperatura más baja se observa en junio y julio, con un mínimo de 7.54°C, y la temperatura promedio anual es de 10.87°C.

En cuanto a las precipitaciones, los valores mínimos se presentan en junio, julio y agosto, con 1.7 mm, 3.92 mm y 5.9 mm respectivamente. Las lluvias más intensas ocurren en enero, febrero y marzo, con máximos de 134.33 mm, 134.56 mm y 127.92 mm, respectivamente. Este patrón climático divide el año en dos estaciones principales: una temporada seca y una lluviosa. La precipitación media anual en el distrito es de 737.11 mm (SENAMHI, 2019).

# CAPITULO III

# MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1.MATERIALES

### MATERIAL BIOLÓGICO

- Plagas colectadas en Huaran y Uchullucllo
- Cultivos de fresa en invernadero y cultivos naturales
- Material de campo
- Libreta de campo
- Cámaras fotográficas
- Bandejas y frascos para colecta
- Trampas de caída
- Redes entomológicas
- Alcohol al 70%
- Rotulador
- Pinzas
- Detergente
- Cernidores
- Bolsas de plástico
- GPS
- Pico

### MATERIAL DE LABORATORIO

- Estereoscopios
- Frascos
- Papel toalla
- Alfileres entomológicos
- Gradilla entomológica
- Etiquetas
- Puntillas
- Claves dicotómicas
- Palcas Petri
- Pinzas entomológicas

- Computadora
- Tecnopor

## 3.2. METODOLOGÍA

### *3.2.1. Tipo de investigación*

La investigación es de tipo descriptivo - observacional con un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la identificación y cuantificación de plaga en cultivos naturales y en condiciones de invernadero en las comunidades de Huaran-Calca y Uchullucllo-Canchis. Este enfoque permite registrar de forma detallada y sistemática la cantidad y diversidad de plaga presentes en cada tipo de ambiente, proporcionando datos que pueden analizarse estadísticamente para evaluar patrones poblacionales y de incidencia (Hernández-Sampieri, 2014).

### *3.2.2. Frecuencia de muestreo en campo*

Las salidas de campo para la recolección de datos se realizaron cada 14 días, desde el 7 de enero hasta el 29 de julio de 2023. Este intervalo de muestreo fue seleccionado para capturar las posibles variaciones estacionales y obtener una representación precisa de las poblaciones de plagas a lo largo del ciclo de cultivo. La frecuencia bimensual permitió observar la dinámica de las plagas en diferentes momentos del crecimiento de las plantas, tanto en cultivos naturales como en condiciones controladas de invernadero.

**En cultivo natural**

El área de estudio en Huaran-Calca cubrió un total de 1,050 m², distribuidos en una parcela de 35 m de largo por 30 m de ancho. La parcela estaba organizada en 25 camellones de 1 m de ancho, separados por una distancia de 0.40 m entre cada camellón. Cada camellón contenía cuatro hileras de plántulas, separadas por 0.20 m, lo que sumaba un total de 12,000 plantas en el área de cultivo.

La variedad de fresa utilizada en este sitio fue la variedad 'Aromas', seleccionada por su alta adaptabilidad a las condiciones climáticas de la zona. El sistema de cultivo en este campo es de platabandas de cuatro hileras, lo que optimiza el uso del espacio y facilita el acceso para las labores de manejo de plagas.

**En condiciones de invernadero**

En el área de invernadero ubicada en Uchullucllo-Canchis, se trabajó con una superficie total de 1,000 m². Este invernadero tiene unas dimensiones de 40 m de largo por 25 m de ancho y está dividido en 20 camellones de 1 m de ancho, con una separación de 0.30 m entre ellos. Cada camellón tiene tres hileras de plántulas, separadas por 0.25 m, sumando un total de 7,200 plantas en el invernadero.

La variedad de fresa seleccionada para este invernadero fue la variedad 'San Andreas', elegida por su excelente adaptación a las condiciones específicas del cultivo en invernadero. El sistema de cultivo en este caso es de platabanda de tres hileras, lo que también favorece el manejo eficiente del espacio y la ventilación dentro del invernadero.

### *3.2.3. Muestreo de Plaga en Cultivos de Fresa*

#### 3.2.3.1. Diseño de Muestreo

El tamaño de muestra es un factor clave en cualquier estudio experimental, ya que define la cantidad de observaciones necesarias para obtener estimaciones confiables. Un tamaño adecuado de muestra contribuye a reducir el margen de error y a proporcionar representaciones precisas de la población en estudio.

Para determinar la composición y abundancia de las especies de plaga, se decidieron muestrear todos los camellones, seleccionando 15 plantas aleatorias por camellón en los

cultivos naturales y 18 plantas por camellón en el invernadero. Este número de plantas se definió a partir del cálculo del tamaño de muestra, realizado con la fórmula:

$$n = \frac{NZ^2pq}{d^2(N-1) + Z^2pq}$$

Donde:

n: tamaño de muestra
N: población total
Z: nivel de confianza 95% = 1.96
p: probabilidad de éxito 50% = 0.5
q: probabilidad de fracaso = 0.5
d: precisión (Pita, 1996)

**Cultivo Natural**

$$n = \frac{12000 \times 1.96^2(0.5)(0.5)}{0.05^2(12000-1) + 1.96^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 373$$

Para el cultivo natural, con una población total de 12,000 plantas, el cálculo dio como resultado un tamaño de muestra de 373 plantas. De estas, se distribuyeron 15 plantas aleatorias por camellón en cada uno de los 25 camellones, lo que permitió cubrir todas las plantas seleccionadas. De esta manera, se obtuvo un muestreo representativo de las plagas.

**Cultivo en Condiciones de Invernadero**

$$n = \frac{7200 \times 1.96^2(0.5)(0.5)}{0.05^2(7200-1) + 1.96^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 365$$

En el invernadero, con una población total de 7,200 plantas, el cálculo dio como resultado un tamaño de muestra de 365 plantas. De manera similar, se distribuyeron 18 plantas aleatorias por camellón en los 20 camellones del invernadero, asegurando que todas las 365 plantas fueran cubiertas en el muestreo, pero distribuidas de manera eficiente entre los camellones. Este enfoque permitió mantener una alta precisión en el estudio de las plagas, sin sobrecargar los recursos disponibles.

El muestreo aleatorio de plantas hospederas garantiza que todas las plantas tengan la misma probabilidad de ser seleccionadas, lo que minimiza cualquier sesgo y asegura que los datos reflejen de manera precisa la distribución de las plagas en cada área de cultivo. Para realizar el muestreo, se numeraron todas las plantas y se utilizó un generador de números aleatorios para seleccionar las plantas a ser muestreadas en cada camellón.

#### 3.2.3.2.Captura y recolección de plagas

Los métodos permiten recolectar una muestra representativa de las especies de plagas presentes en los cultivos, abordando tanto plagas de suelo como aquellos que se encuentran en la planta.

**a) Captura Manual de Plagas en las Plantas Hospederas**

Para realizar la captura de plagas en las plantas hospederas, se seleccionaron al azar varias plantas en cada camellón (15 en cultivos naturales y 18 en invernadero) utilizando un diseño de muestreo aleatorio simple. A partir de esta selección, se procedió a la captura directa de plagas presentes en cada planta seleccionada, con el objetivo de asegurar la recolección de individuos en diferentes partes de la planta (hojas, tallos, flores y raíces), donde tienden a concentrarse diferentes especies.

La captura manual se realizó utilizando pinzas entomológicas para minimizar el daño a las plagas y asegurar una captura efectiva, especialmente en aquellas especies que tienden a ocultarse en zonas de difícil acceso de la planta. Posteriormente, las plagas recolectadas fueron depositados en frascos entomológicos de vidrio, cada uno con alcohol al 70% para su preservación, evitando la descomposición y facilitando la identificación en el laboratorio.

Cada frasco fue rotulado con información relevante como fecha y numero de camellón. Estas muestras fueron transportadas al laboratorio de zoología (ambiente C- 322), donde se procedió a la identificación taxonómica de las especies, utilizando claves taxonómicas especializadas.

Este método complementa el uso de redes entomológicas y trampas de caída, permitiendo una caracterización más completa de la diversidad y abundancia de plagas presentes en los camellones, al incluir plagas que no siempre se capturan con otros métodos.

**b) Captura con redes entomológicas**

En cada camellón, se utilizó la red entomológica para capturar las plagas en las hojas, flores y frutos de las plantas de fresa. Este método es ideal para especies voladoras y otros plagas que se desplazan por la parte aérea de las plantas, como áfidos y trips, que tienden a escapar rápidamente, una vez con las muestras dentro de la red se procedió a su trasvase a frascos con alcohol al 70 % previo rotulado.

**c) Captura con trampas de caída o Pit fall**

Se colocaron trampas de caída en los camellones para capturar plagas que habitan el suelo, como escarabajos y arañas, que afectan la planta desde la base. En cada camellón muestreado, se instalaron tres trampas de caída (pitfall) distribuidas de manera uniforme. Esto

permitió capturar una muestra representativa de plagas que se mueven a nivel del suelo en cada camellón.

Cada trampa consistía en un recipiente enterrado al nivel del suelo con agua y una pequeña cantidad de detergente para romper la tensión superficial y facilitar la captura de las plagas. Las trampas se dejaron en el campo durante 3 días para maximizar la probabilidad de capturar especies menos móviles. Tras este tiempo, las plagas recolectadas fueron transferidos a frascos con alcohol al 70% para su preservación.

El uso de trampas de caída en los camellones seleccionados asegura la uniformidad del método y permite comparar la densidad de plagas de suelo entre camellones y cultivos (LOBO, 1998).

#### 3.2.3.3.Montaje y Etiquetado

Una vez en el laboratorio de la facultad de Ciencias Biológicas de la UNSAAC, cada plaga recolectada fue montado y etiquetado de manera estandarizada. Este paso es esencial para la preservación de las muestras y su futura identificación taxonómica.

**Montaje**

Cada insecto fue montado en alfileres entomológicos, siguiendo los procedimientos estandarizados que aseguran la conservación de características morfológicas necesarias para su identificación. Este montaje facilita también la manipulación y observación de los especímenes (Marquez, 2005).

**Etiquetado**

Las etiquetas incluyeron la siguiente información: localidad, fecha de colecta, coordenadas geográficas, número de camellón, y nombre del recolector. La estandarización del

etiquetado facilita el rastreo de cada muestra y permite asociarla con el camellón y la comunidad de origen, lo cual es crucial para el análisis comparativo entre ambientes (Marquez, 2005).

#### 3.2.3.4.Identificación

Para clasificar cada espécimen recolectado, se emplearon técnicas de observación microscópica y claves taxonómicas específicas.

Se utilizó un microscopio estereoscópico, que permite observar detalles morfológicos que son fundamentales para la identificación precisa de cada especie.

Las claves taxonómicas y revistas relacionadas a las especies encontradas entre los diversos tipos de cultivos (Jaroslav Soukup para Hemípteros, las claves de Luis Fernando Rodriguez para los Ortópteros, Borror y Delong para Coleópteros y las claves se Sepulveda & Rubio); en caso de dípteros se usó el manual of Neartic Diptera.

El uso de estas referencias asegura que la identificación sea precisa y consistente con las clasificaciones internacionales, permitiendo una correcta caracterización de las especies presentes en cada camellón y cultivo.

### *3.2.4. Determinación de los parámetros poblacionales de las diferentes plagas*

#### 3.2.4.1.Procesamiento de Datos

Con los datos recolectados y las identificaciones completadas, se creó una base de datos para el análisis estadístico y el cálculo de índices de diversidad y abundancia.

Los datos se registraron en una hoja de cálculo en Excel, donde cada entrada corresponde a una especie, número de individuos, camellón, y comunidad (Huaran-Calca o Uchullucllo-Canchis). Esta estructura facilita el análisis y permite la comparación entre tipos de cultivos.

#### 3.2.4.1.1. Parámetros poblacionales

Los parámetros poblacionales se utilizarán para describir las características básicas de las poblaciones de plaga en los cultivos de fresa en ambas comunidades. Estos parámetros brindan información fundamental sobre la estructura de la comunidad de plagas y se aplican para comparar la cantidad y distribución de plagas en cada tipo de cultivo (natural e invernadero).

**a) Composición**

Número de familias, géneros y especies de plaga, permitiendo evaluar la diversidad y la estructura taxonómica de la comunidad de plagas en cada tipo de cultivo.

**b) Abundancia**

Número de individuos de cada especie registrado en los camellones muestreados.

$$A_r = \frac{N_i}{\sum N} \times 100$$

Donde:

$A_r$: Abundancia relativa

N: muestra o especie (Sonco, 2013).

Con esta información, se pudo determinar qué especies son dominantes y cuáles son menos comunes, lo que es fundamental para identificar especies de plagas que podrían representar un mayor riesgo para los cultivos. Los datos de abundancia se utilizarán para calcular los índices de diversidad y dominancia.

#### 3.2.4.1.2. Índices de diversidad

Los índices poblacionales se calculan para evaluar la diversidad y la equidad de las especies de plagas en cada tipo de cultivo. Estos índices permiten una comparación detallada de la diversidad y la estructura de la comunidad de plagas entre cultivos naturales y de invernadero.

**a) Diversidad alfa**

La diversidad alfa mide la riqueza de especies y la distribución de individuos dentro de un camellón específico, evaluada a través de varios índices (Moreno, 2001).

- **Índices de riqueza**

Dentro de este índice evaluamos los siguientes:

✓ **Riqueza especifica (S)**

Es el método más común y eficaz de medir parámetros de biodiversidad, dada su sencillez; este se basa en medir el número total de especies en un camellón, independientemente de su abundancia (Moreno, 2001).

➢ **Índice de Margalef ($D_{mg}$)**

Relaciona el número de especies con el número total de individuos en el camellón; valores inferiores a 2 son considerados como diversidad baja y valores superiores a 5 diversidad elevada.

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

S: número de especies

N: número total de individuos (Moreno, 2001).

- **Índices de dominancia**

Los índices de dominancia se utilizan para identificar qué tan predominantes son las especies de plagas en los cultivos. Un alto índice de dominancia indica que una o pocas especies están en cantidades muy superiores al resto, lo cual es importante para decisiones de control de plagas. Los índices específicos son:

- **Índice de Berger Parker**

Calcula la proporción de la especie más abundante respecto al total de individuos en el cultivo, mostrando el grado de dominancia de la plaga más común.

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

Donde:

Nmax: Número de individuos de la especie más abundante

N: Tamaño de la población

El incremento en este índice se interpreta como el aumento de equidad y la disminución de dominancia (Moreno, 2001).

Este índice destaca qué tanto domina la especie más abundante. Un valor elevado indica que el ecosistema del cultivo es dominado por una sola especie, lo cual puede ser negativo en términos de manejo de plagas, ya que una sola especie dominante puede representar un mayor impacto.

- **Índices de equidad**

Los índices de equidad miden la uniformidad de la abundancia de las especies en cada comunidad, es decir, si las especies están representadas de manera más o menos equitativa.

- **Índice de Pielou**

El índice de Pielou es una medida de equidad o uniformidad en la diversidad de especies, que evalúa cuán equitativamente se distribuyen los individuos entre las especies de una comunidad. Su valor varía entre 0 y 1; un valor cercano a 1 indica que las especies tienen una distribución uniforme en abundancia, mientras que un valor próximo a 0 sugiere una desigualdad alta, con unas pocas especies dominando la comunidad (Maguran, 2004). El índice de Pielou se define mediante la fórmula:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

- $J'$ es el índice de Pielou.
- $H'$ es el índice de Shannon (que mide la diversidad total de la comunidad).
- S es el número total de especies.

Este índice se clasifica como un indicador de la diversidad beta, ya que proporciona información sobre la distribución equitativa de la abundancia de especies en la comunidad (Krebs, 1999).

**b) Diversidad beta**

La diversidad beta mide la variación en la composición de especies entre camellones de diferentes entornos (natural e invernadero). En este estudio se emplean: (Moreno, 2001).

- **Índices de similitud**

Los índices de similitud permiten comparar las especies de plagas presentes en cada tipo de cultivo, evaluando cuántas especies son comunes entre ellos y cuántas son exclusivas de cada ambiente. Esto es importante para determinar si el cultivo en invernadero alberga una comunidad de plagas diferente en comparación con el cultivo natural, lo que puede influir en las estrategias de manejo de plagas (Magurran, Ecological diversity and its measurement, 1988).

- **Índice de Jaccard**

El índice de Jaccard mide la proporción de especies compartidas entre dos comunidades en relación al número total de especies únicas en ambas comunidades. Este índice solo toma en cuenta la presencia o ausencia de especies, sin considerar su abundancia.

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

c: número de especies en el sitio A

b: número de especies en el sitio B

a: número de especies en el sitio A y B (Magurran, Ecological diversity and its measurement, 1988).

El índice de Jaccard varía de 0 a 1. Un valor de 0 indica que no hay especies en común entre los dos tipos de cultivo, mientras que un valor de 1 indica que ambas comunidades comparten todas las especies. Este índice es útil para evaluar el grado de similitud en la composición de especies y entender si las condiciones de cada cultivo favorecen una comunidad de plagas similar o distinta.

Si el índice de Jaccard es bajo, esto indicará que los cultivos albergan comunidades de plagas diferentes, lo que sugiere que las condiciones ambientales (como la temperatura y la humedad controladas en el invernadero) podrían influir en la composición de las plagas. Un valor alto de Jaccard indicaría que ambas comunidades albergan especies de plagas similares, lo que podría facilitar la aplicación de estrategias de manejo comunes.

#### 3.2.4.1.3. Análisis Estadístico

Para comparar la diversidad de especies de plagas de la fresa en cultivos naturales y en condiciones de invernadero, se procedió a evaluar la normalidad realizando pruebas de los datos de abundancia y riqueza especies plaga en ambos sistemas de producción de fresa; esto se hizo mediante una prueba de Mann-Whitney U (Test de Wilcoxon) y mediante un gráfico de Q-Q. Esta verificación es importante porque ayuda a decidir qué tipo de análisis estadístico es más adecuado.

**Prueba de Shapiro-Wilk:** Es un test que se utiliza para determinar si una muestra proviene o no de una distribución normal.

La prueba te da un valor W; los valores pequeños indican que su muestra no tiene una distribución normal (puede rechazar la hipótesis nula de que su población tiene una distribución normal si sus valores están por debajo de cierto umbral). La fórmula para

el valor de W es:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

Donde:

$x_i$: Son los valores de muestra aleatorios ordenados

$\bar{x}$: Un vector numérico de valores de datos.

$a_i$ : Son constantes generadas a partir de las covarianzas, varianzas y medias de la Muestra (tamaño n) de una muestra normalmente distribuida.

Esta función produce un estadístico de prueba W junto con un valor p correspondiente. Si el valor p es menor que α = 0.05, hay evidencia suficiente para decir que la muestra no proviene de una población con distribución normal.

Se establecen dos hipótesis que se deberían contrastar:

- Hipótesis nula $H_0$: la muestra procede de una distribución normal. Aceptamos la $H_0$ siempre y cuando el p-valor de esta prueba estadística sea mayor que 0.05.
- Hipótesis alternativa $H_1$: por el contrario, los datos no se distribuyen según un modelo de probabilidad normal. Aceptamos la $H_1$ cuando el p-valor de la prueba sea menor que 0.05.

**Gráfico Q-Q (Cuantiles-Cuantiles):** Es un gráfico que ayuda a visualizar si los datos se alinean con una línea recta, lo que indicaría una distribución normal.

La comparación entre ambos sistemas de producción de fresa se realizó mediante una prueba no paramétrica de rango de Wilcoxon para datos independientes.

**Test de Wilcoxon rank sum:** También conocida como prueba de Mann-Whitney U es una prueba no paramétrica utilizada para comparar dos muestras independientes cuando no se

puede asumir que los datos sigan una distribución normal y compara las medianas de los grupos. El estadístico Use calcula como:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

Donde:

- $n_1$ y $n_2$: son los tamaños de las dos muestras.
- $R_1$: es la suma de los rangos asignados a la primera muestra.

Las hipótesis de la prueba U de Mann-Whitney se basa en una diferencia en la tendencia central. Por tanto, la prueba U de Mann-Whitney da como resultado:

- **Hipótesis nula:** No hay diferencia entre los dos grupos de la población.
- **Hipótesis alternativa:** Existe una diferencia entre los dos grupos de la población.

Estas pruebas se llevaron a cabo en el programa R versión 4.0.1.

### *3.2.5. Determinación de la incidencia de plagas asociados a la fresa (Fragaria spp)*

#### 3.2.5.1.De la incidencia de plagas

La incidencia de plagas expresa el porcentaje de plantas afectadas por cada especie de plaga en los camellones muestreados, calculándose de la siguiente manera:

$$\%Incidencia = \frac{Numero\ de\ camellones\ afectados\ por\ una\ especie}{Total\ de\ camellones\ muestreados} \times 100$$

Adaptado de las valoraciones de incidencia de especies florales infectadas; solo considerando a las plagas de estas en la cantidad de zonas muestreadas (Arguedas, 2019).

La incidencia permite determinar qué especies de plagas tienen una presencia más generalizada y cuáles están menos distribuidas. Esto ayuda a priorizar estrategias de manejo de plagas, ya que una alta incidencia indica una necesidad urgente de control. Por ejemplo, si una especie tiene una alta incidencia en el cultivo natural pero no en el invernadero, podría ser necesaria una estrategia de control específica para ambientes al aire libre.

# CAPITULO IV

# RESULTADOS Y DISCUSIONES

## 4.1. Parámetros poblacionales de plagas

### *4.1.1. Composición de Plagas*

**Tabla 6**

*Plagas Identificadas en Cultivos Naturales*

| Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | N.º de individuos | Porcentaje |
|---|---|---|---|---|---|
| Coleóptera | Chrysomelidae | *Epitrix sp* | Piki piki | 760 | 12.37% |
| | Scarabaidae | *Anómala sp* | Gallinita ciega | 1325 | 21.56% |
| Hemíptera | Aphididae | *Pentatrichopus fragaeefolii* | Pulgón de la fresa | 652 | 10.61% |
| Ortóptera | Gryllidae | *Anurogryllus muticos* | Grillo | 124 | 2.02% |
| Prostignata | Tetranychidae | *Tetranynchus urticae* | Araña roja | 1260 | 20.50% |
| Stylommatophora | Agriolimacidae | *Deroceras spp* | Babosa | 90 | 1.46% |
| Thysanoptera | Thripidae | *Frankliniella occidentalis* | Trips | 1935 | 31.48% |
| | | | **Total** | 6146 | 100.00% |

Para el cultivo natural ubicado en la comunidad de Huaran se encontraron un total de 6146 individuos. En la cual se puede observar 4 órdenes de insectos (Coleóptera, Hemíptera, Ortóptera, Thysanoptera) 1 orden de arácnidos (Prostigmata) 1 orden de gasterópodos (Stylommatophora) en total 7 familias y 7 especies. En el cual en el camellón número 3 se encontraron un total de 177 individuos, mientras que en el camellón número 17 se encontró un total de 300 individuos, siendo este el camellón con más individuos encontrados.

**Tabla 7**

*Plagas Identificadas en Cultivos en condiciones de Invernadero*

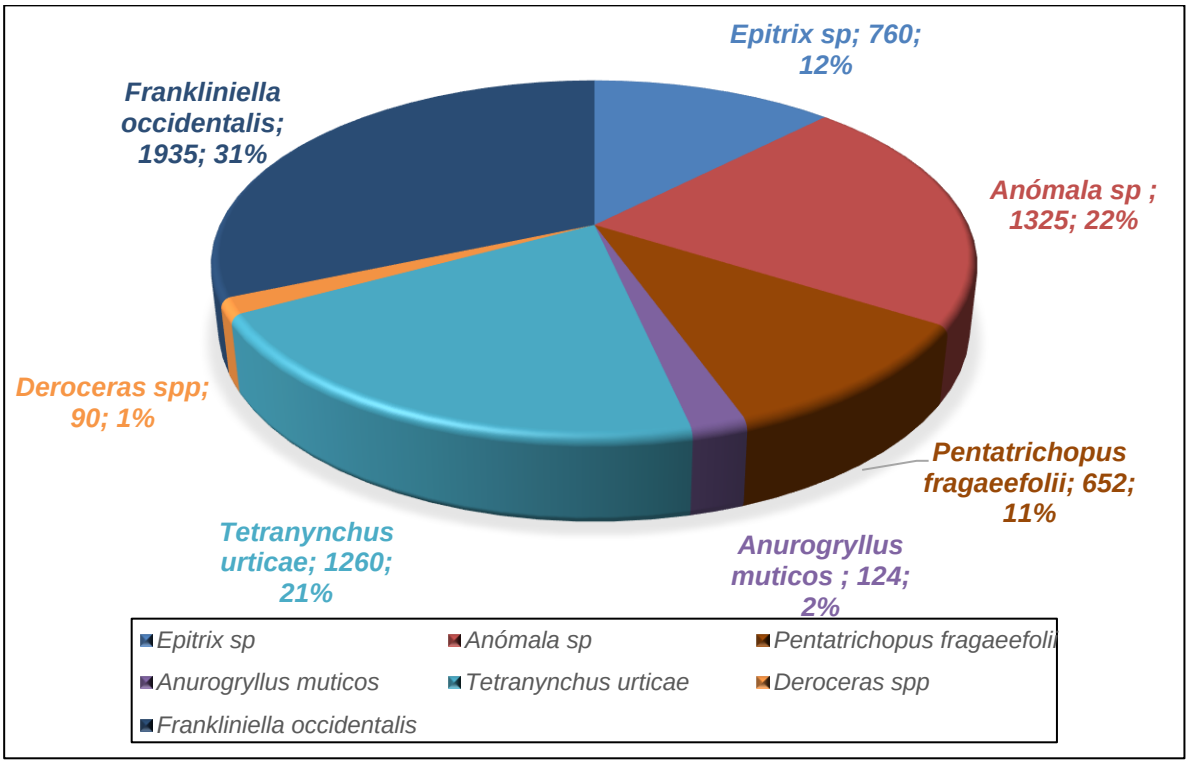
| Orden | Familia | Nombre científico | Nombre común | Número de individuos | Porcentaje |
|---|---|---|---|---|---|
| Coleóptera | Scarabaidae | *Anómala sp* | Gallinita ciega | 1057 | 29.14% |
| Prostignata | Tetranychidae | *Tetranynchus urticae* | Araña roja | 1190 | 32.81% |
| Stylommatophora | Agriolimacidae | *Deroceras spp* | Babosa | 60 | 1.65% |
| Thysanoptera | Thripidae | *Frankliniella occidentalis* | Trips | 1320 | 36.39% |
| | | | **Total** | 3627 | 100.00% |

Dentro de las plagas identificas en cultivos de fresa en condiciones de invernadero en Uchullucllo Canchis se encontraron un total de 3627 individuos, distribuidas en 4 órdenes, 4 familias y 4 especies. Se pudo ver que el camellón número 6 fue el camellón con menos cantidad de individuos con un total de 155, mientras que el camellón 11 fue el que mayor cantidad de individuos presentó con un total de 221.

### 4.1.2. Abundancia de Plagas

**Figura 8**

*Abundancia de Plagas en Cultivos Naturales*



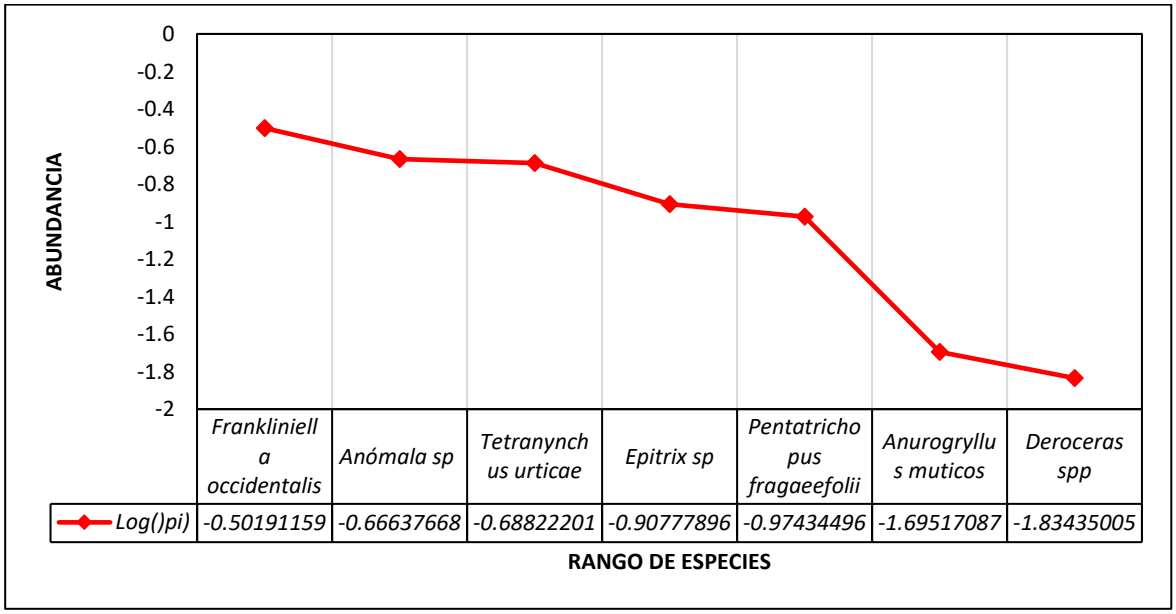

En la figura N°8 se muestra la estructura de abundancia de diversas especies de plagas en cultivos naturales, evidenciando una marcada dominancia de *Frankliniella occidentalis* (31%) y *Anomala sp*. (22%), seguidas por *Tetranychus urticae* (21%). Estos resultados sugieren que estas especies poseen una alta capacidad de adaptación y reproducción en el ambiente del cultivo, lo que podría deberse a condiciones ecológicas favorables o a la ausencia de factores limitantes como depredadores naturales o competencia inter-específica.

Por el contrario, especies como *Pentatichopus fragaeefolii* (11%), *Epitrix sp.* (12%), *Anurogryllus muticos* (2%) y *Deroceras spp.* (1%) presentan una menor representación en términos de abundancia, indicando un rol periférico dentro de la comunidad de plagas. Estos patrones de abundancia permiten identificar especies clave que, debido a su alta incidencia,

probablemente ejerzan una mayor presión sobre los recursos del cultivo y, por ende, requieran estrategias de manejo prioritarias.

**Figura 9**

*Rango Abundancia en Cultivos Naturales*



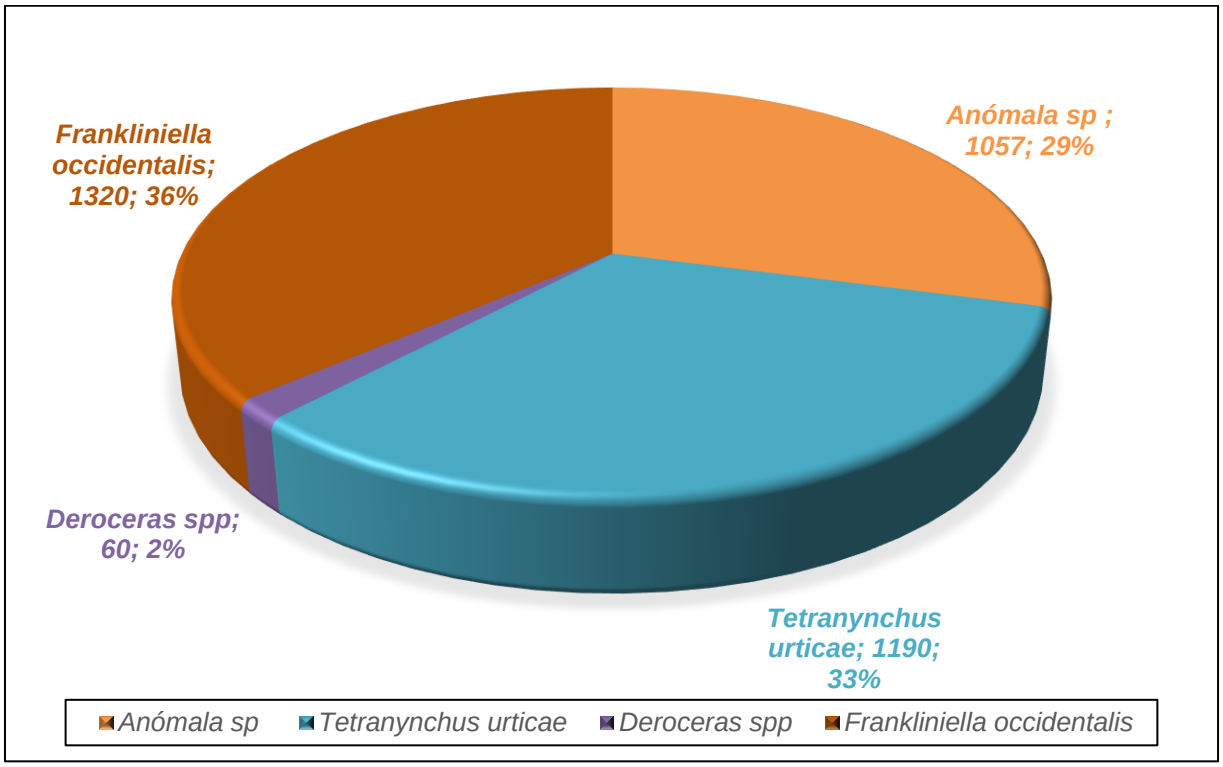

La figura N°9 de rango-abundancia para los cultivos naturales, se observa una tendencia descendente que indica la jerarquización en la abundancia de especies de plagas. *Frankliniella occidentalis* es la especie con mayor abundancia logarítmica ($\log(\pi) = -0.50$), seguida de *Anomala sp.* y *Tetranychus urticae*, con valores de abundancia cercanos pero decrecientes. Esta tendencia continua, con una disminución gradual en las especies intermedias, como *Epitrix sp.* y *Pentatrichopus fragaeefolii*, hasta llegar a *Anurogryllus muticus* y *Deroceras spp.*, que muestran las menores abundancias, siendo *Deroceras spp.* la especie menos común en este entorno ($\log(\pi) = -1.83$).

Esta estructura sugiere que los cultivos naturales permiten una mayor coexistencia y diversidad de especies, con una menor diferencia extrema entre la especie más y la menos abundante. La variabilidad de las condiciones naturales parece favorecer un ecosistema más

equilibrado y con menos dominancia absoluta, lo que contrasta con el invernadero, donde unas pocas especies dominan de forma marcada.

**Figura 10**

*Abundancia en Cultivos en Condiciones de Invernadero*

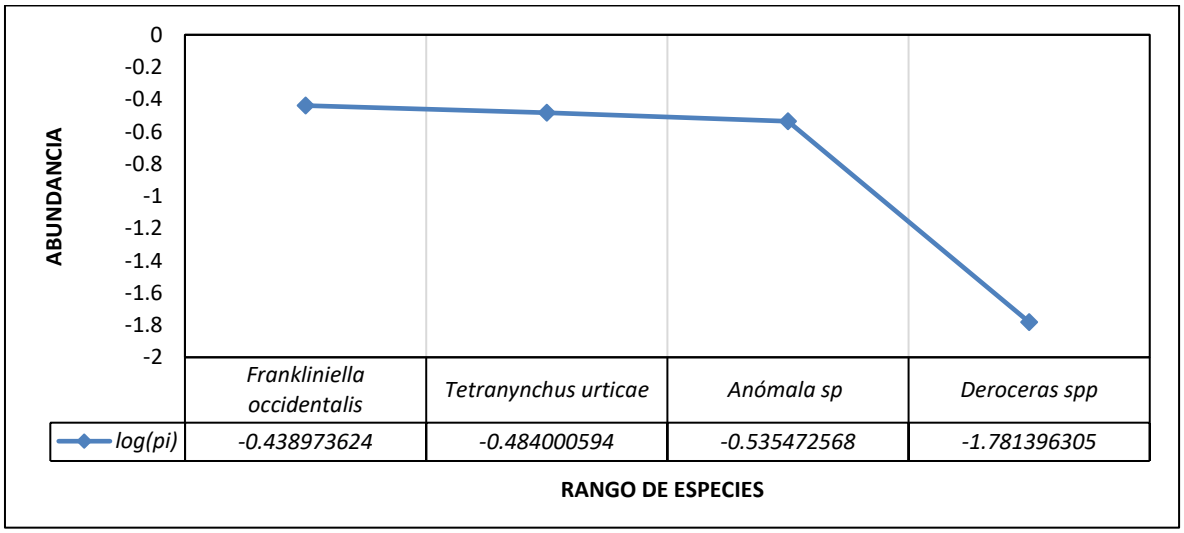



De acuerdo a la figura N°10, se observa la abundancia total y relativa de diversas especies de plagas en cultivos bajo condiciones de invernadero. Se observa que *Frankliniella occidentalis* y *Tetranychus urticae* dominan la comunidad de plagas en este entorno, con una abundancia relativa del 36% y 33%, respectivamente. *Anomala sp*. también presenta una proporción significativa con el 29%. Estos valores sugieren que estas tres especies son altamente adaptables a las condiciones controladas del invernadero, probablemente debido a factores como temperatura, humedad y disponibilidad de recursos, que pueden favorecer su desarrollo y reproducción.

Por otro lado, *Deroceras spp.* muestra una abundancia relativa considerablemente menor, con apenas el 2% del total, lo que indica una limitada capacidad de adaptación o baja competitividad en condiciones de invernadero. Este marcado contraste en la abundancia entre especies implica que el manejo en invernaderos debe enfocarse principalmente en las especies dominantes, ya que son las que tienen el mayor potencial de afectar la productividad de los cultivos.

**Figura 11**

*Rango Abundancia en Condiciones de Invernadero*




La figura N°11 de rango-abundancia muestra la estructura de la comunidad de plagas en condiciones de invernadero, la curva descendente de izquierda a derecha sugiere que existe una fuerte dominancia de unas pocas especies, en particular *Frankliniella occidentalis*, seguida de *Tetranychus urticae* y *Anomala sp.*, mientras que *Deroceras spp.* aparece como una especie mucho menos común, ocupando el rango más bajo. Este patrón indica que el invernadero tiene una comunidad de plagas donde una o dos especies tienden a dominar, lo que podría reflejar su mayor adaptación a las condiciones de este ambiente o su capacidad para aprovechar los recursos disponibles.

El hecho de que la curva descienda rápidamente muestra una alta desigualdad en la abundancia, lo cual es característico de comunidades donde las especies dominantes ejercen una presión competitiva que limita la presencia de otras especies menos abundantes. En términos ecológicos, esta estructura revela una comunidad altamente estructurada, donde pocas especies dominan y otras tienen una incidencia limitada, lo que sugiere posibles adaptaciones específicas de las especies dominantes al ambiente controlado del invernadero.

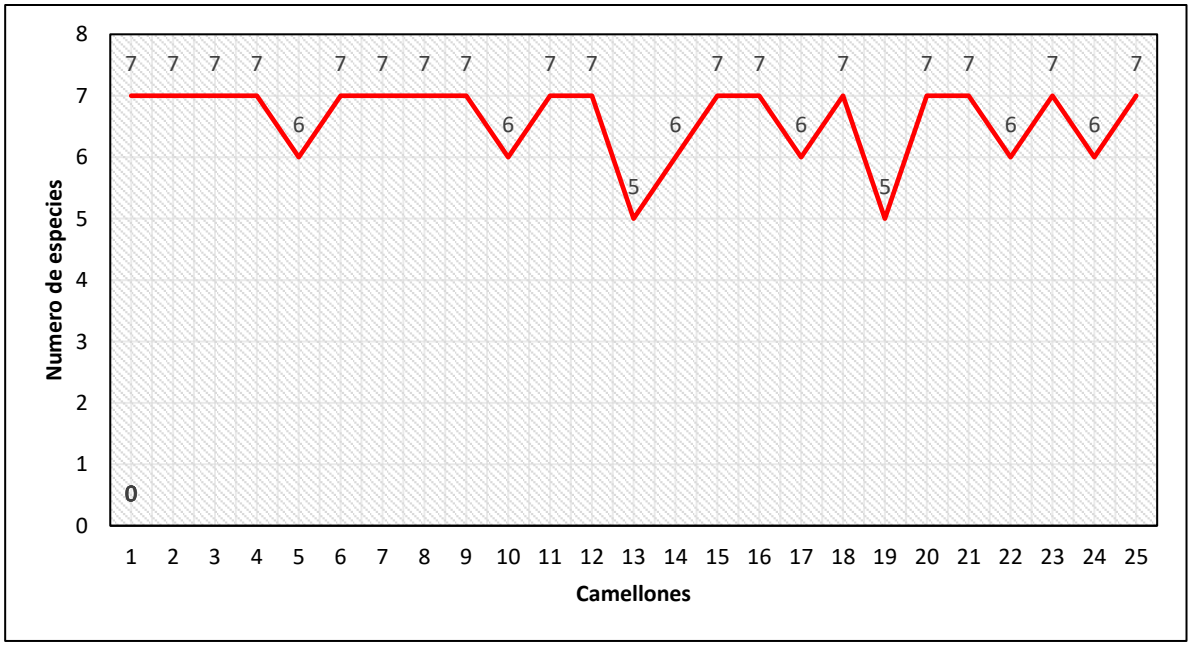
### 4.1.3. Índice de diversidad alfa (α)

#### 4.1.3.1. Índices de riqueza

**a. Riqueza especifica (S)**

**Figura 12**

*Riqueza en Cultivos Naturales*

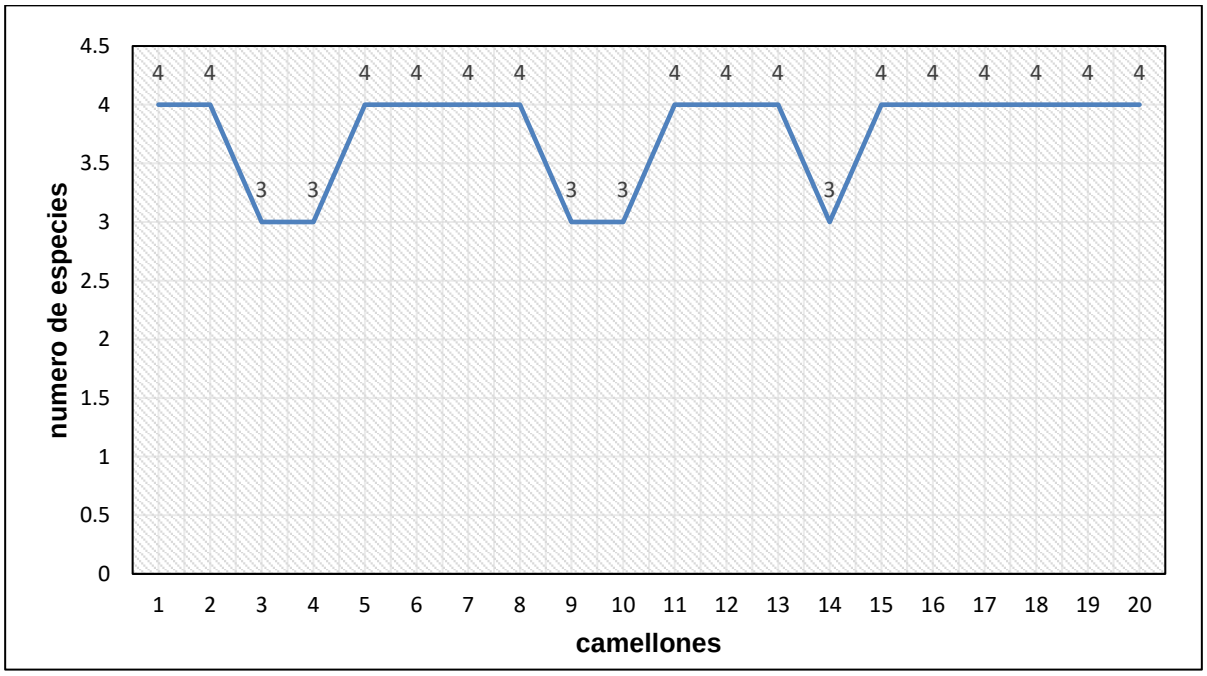



Según la figura N°12, muestra la riqueza específica de especies de plagas en cultivos naturales, evaluada a lo largo de 25 camellones. La mayoría de los camellones presentan una riqueza de 7 especies, indicando una diversidad consistente en la mayoría del área estudiada. Sin embargo, en ciertos camellones (como el 6, 10, 12, 18, 20 y 23), la riqueza disminuye ligeramente a 6 especies, y en los camellones 11 y 17 se observa una disminución más marcada

a 5 especies. Este patrón sugiere que, si bien la riqueza específica es alta y uniforme en la mayor parte del área, algunos factores locales pueden estar afectando la presencia de una o dos especies en ciertos camellones, posiblemente debido a variaciones en microclimas, disponibilidad de recursos, o competencia entre especies.

**Figura 13**

*Riqueza Especifica en Cultivos de Invernadero*

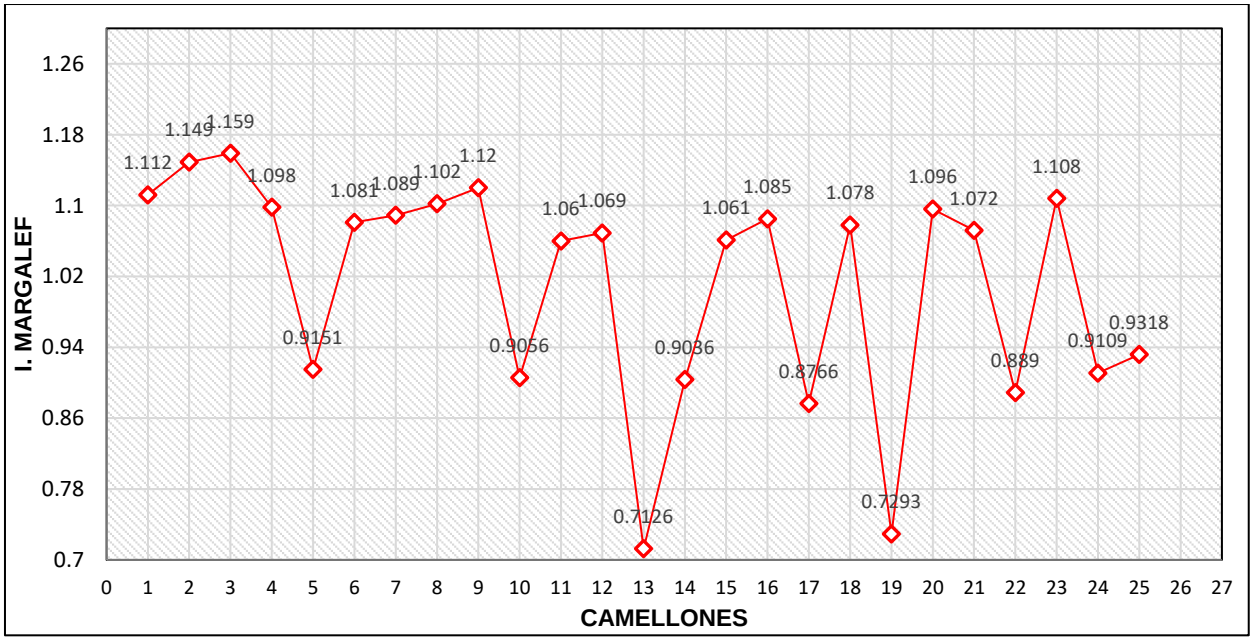



La figura N°13 de riqueza específica en cultivos de invernadero muestra que la mayoría de los camellones mantienen una diversidad de 4 especies, mientras que algunos (camellones 3, 4, 9, 10 y 14) tienen una riqueza reducida de 3 especies. Esta variación sugiere diferencias en las condiciones ambientales o prácticas de manejo que podrían estar influyendo en la presencia y diversidad de plagas. Comprender estas fluctuaciones es importante para identificar áreas que requieren un control más específico o ajustes en las estrategias de manejo para mantener un equilibrio en la diversidad de plagas y optimizar la protección del cultivo.

**b. Índice de Margalef**

**Figura 14**

*Índice de Margalef en Cultivos Naturales*



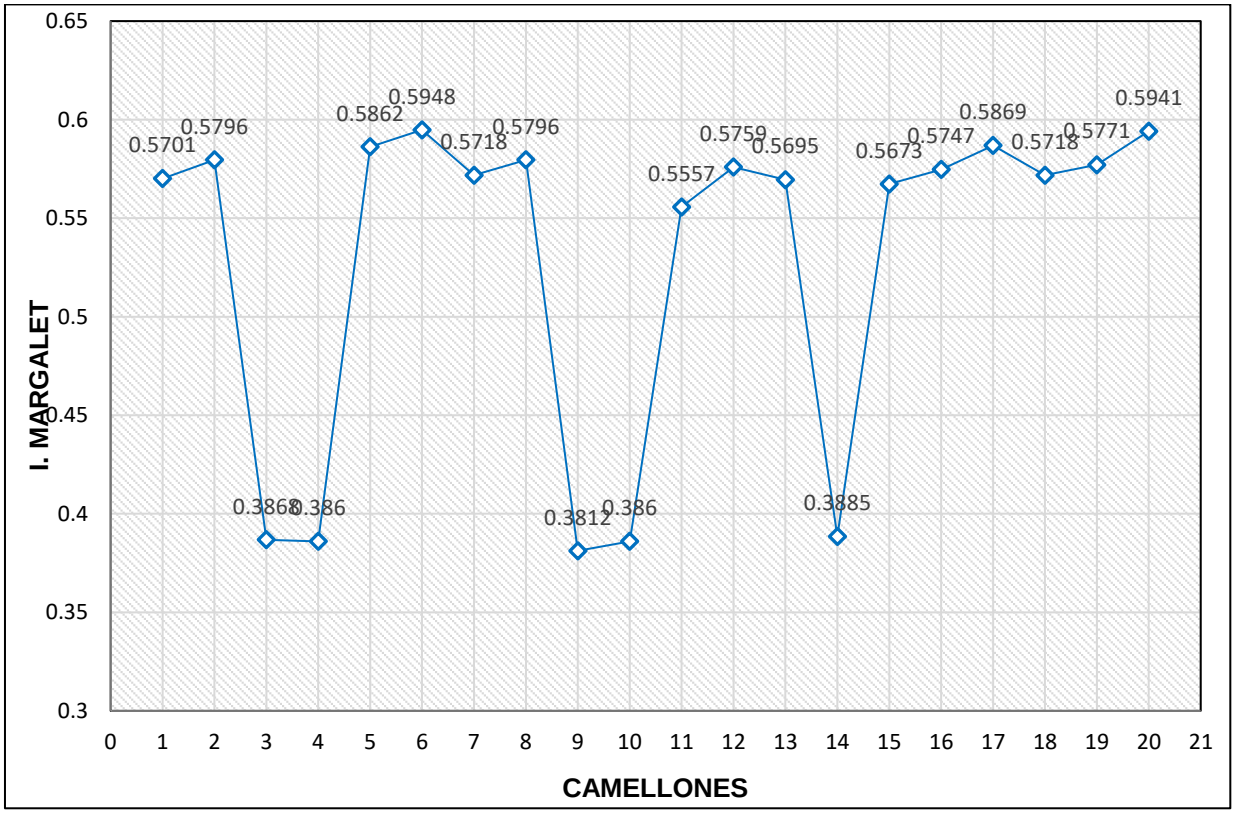

Conforme a la figura N°14 el índice de Margalef (Dmg) es una medida de la riqueza específica que refleja la diversidad de especies en cada camellón, ajustada por el número total de individuos, los valores para el cultivo al natural, varían desde 0.7126 (camellón 13) hasta 1.159 (camellón 3). Esto sugiere que el camellón 3 tiene una mayor riqueza específica, lo que podría indicar un entorno más favorable para la coexistencia de varias especies de plagas. Por el contrario, el camellón 13, con el valor más bajo de Margalef (0.7126), refleja una menor diversidad, lo que podría deberse a factores como una mayor competencia, condiciones ambientales menos propicias o prácticas de manejo que afectan la diversidad.

Los camellones con valores de índice de Margalef cercanos a 1 (como los camellones 1, 6 y 8) muestran una diversidad moderada, mientras que los valores más cercanos a 0.9 o por debajo, como en los camellones 13, 14 y 25, sugieren una riqueza más limitada. Estos resultados pueden ayudar a identificar qué camellones presentan condiciones que favorecen o limitan la

diversidad de plagas, y servir como base para ajustar las estrategias de manejo del cultivo para fomentar un entorno más equilibrado y con mayor biodiversidad.

**Figura 15**

*Índice de Margalef para Cultivos en Invernadero*




De acuerdo a la figura N°15 el análisis del índice de Margalef (Dmg) en los camellones del invernadero revela que los valores varían entre 0.381 (camellón 9) y 0.595 (camellón 6). Un índice de Margalef más bajo, como en los camellones 3, 4 y 9 (con valores de 0.387, 0.386 y 0.381, respectivamente), sugiere una menor diversidad de especies en comparación con otros camellones.

Por otro lado, los camellones con un índice más alto, como el camellón 6 (0.595) y el 20 (0.594), muestran una mayor riqueza específica. Esto podría deberse a condiciones más

favorables, como una mayor heterogeneidad en el ambiente o prácticas de manejo que favorecen la diversidad de especies.

En general, los valores del índice de Margalef en estos camellones reflejan una diversidad moderada a baja en el contexto del invernadero. Esto es relevante para ajustar estrategias de manejo, enfocándose en promover un entorno más diverso para mejorar el equilibrio ecológico y potencialmente reducir la presión de plagas específicas.

#### 4.1.3.2.Índices de dominancia

**a. Índice de Berger Parker**

**Tabla 8**

*Índice de Berger Parker para Ambos Cultivos*

| | ***Parámetros*** | ***Cultivo Natural*** | ***Cultivos en invernadero*** |
|---|---|---|---|
| d | Índice de Berger Parker | 0.318 | 0.382 |
| d´ | Inverso de Berger Parker | 3.145 | 2.618 |

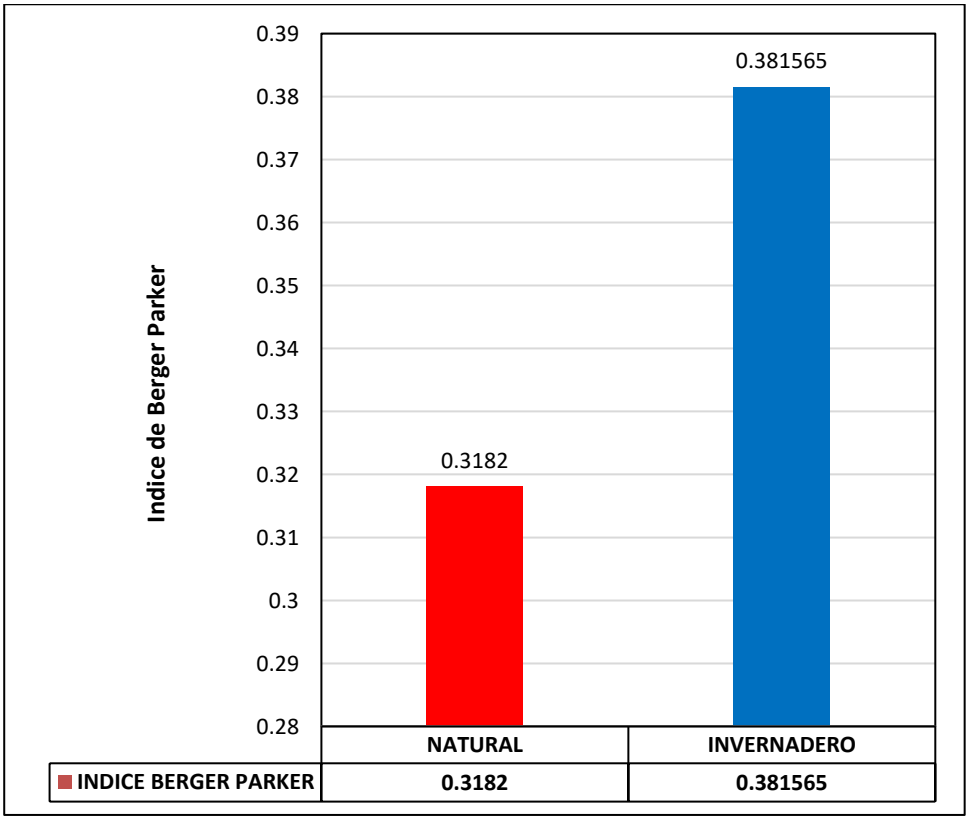
De acuerdo a la tabla N°8 se puede observar los datos del índice de Berger-Parker y su inverso en cultivos naturales y en invernadero revelan más información sobre la dominancia de especies en cada tipo de cultivo:

El índice de Berger-Parker (d) en los cultivos naturales, el valor es de 0.318, mientras que en los cultivos en invernadero es de 0.382. Este índice mide la proporción de la especie más dominante en la comunidad. Un valor más bajo en los cultivos naturales indica que la especie dominante tiene una menor representación en comparación con los invernaderos, donde la especie dominante tiene una mayor proporción. Esto sugiere que, en los invernaderos, una o pocas especies tienden a dominar la comunidad de plagas.

Con relación al Índice inverso de Berger-Parker (d') en los cultivos naturales, el valor es de 3.145, frente a 2.618 en los invernaderos. Un valor más alto en este índice sugiere menor dominancia y una comunidad más equilibrada en cuanto a la distribución de especies. Esto confirma que, en los cultivos naturales, la distribución de las plagas es más equitativa, mientras que en los invernaderos la dominancia de unas pocas especies es más marcada.

**Figura 16**

*Índice de Berger Parker para Ambos Cultivos*




De acuerdo a la figura N°16, se puede apreciar que el índice de Berger Parker es 0.318 en cultivos naturales, mientras que en cultivos en condiciones de invernadero es de 0.382, esto quiere que en los cultivos naturales hay una mayor diversidad y una menor dominancia de especies individuales, lo que resulta en una comunidad de plagas más equilibrada. En contraste, los cultivos en invernadero favorecen la dominancia de ciertas especies (*Franklinella*

*occidentalis)*, posiblemente debido a condiciones ambientales controladas que benefician a algunas plagas en particular.

### 4.1.3.3.Índices de equidad

#### a. Índice de Pielou

**Tabla 9**

*Índice de Pielou del Cultivo Natural*

| ***ESPECIES*3*** | ***Abundancia*** | ***Pi*** | ***Pi*LnPi*** | ***Ln(S)*** | ***J´*** |
|---|---|---|---|---|---|
| *Epitrix sp* | 760 | 0.123658 | -0.2585 | | |
| *Anómala sp* | 1325 | 0.215587 | -0.3308 | | |
| *Pentatrichopus fragaeefolii* | 652 | 0.106085 | -0.2380 | | |
| *Anurogryllus muticos* | 124 | 0.020176 | -0.0788 | | |
| *Tetranynchus urticae* | 1260 | 0.205011 | -0.3249 | | |
| *Deroceras spp* | 90 | 0.014644 | -0.0619 | | |
| *Frankliniella occidentalis* | 1935 | 0.314839 | -0.3639 | | |
| ***TOTAL*** | 6146 | 1 | -1.6566 | | |
| | | | -1 | | |
| **Índice de Pielou** | | J´ | | | 0.8516 |

El índice J´=0.8516 indica que la comunidad en los cultivos naturales tiene una buena distribución de los individuos entre las especies. No hay una especie que sobresalga demasiado en cuanto a número de individuos, lo que sugiere una comunidad diversa y equilibrada.

**Tabla 10**

*Índice de Pielou en Condiciones de Invernadero*

| ***Especies*** | ***Abundancia*** | ***Pi*** | ***Pi*LnPi*** | ***Ln(S)*** | ***J´*** |
|---|---|---|---|---|---|
| *Anómala sp* | 1057 | 0.2914 | -0.359 | | |
| *Tetranynchus urticae* | 1190 | 0.3281 | -0.366 | | |
| *Deroceras spp* | 60 | 0.0166 | -0.068 | | |
| *Frankliniella occidentalis* | 1320 | 0.3639 | -0.368 | | |
| **Total** | 3627 | 1 | -1.161 | | |
| | | | -1 | | |
| **Índice de Pielou** | | J´ | | | 0.8372 |

El índice de Pielou J´≈0.8372 en el invernadero, este valor indica que la distribución de individuos entre las especies es relativamente equilibrada, pero no completamente equitativa. Este valor sugiere que, aunque hay diversidad de especies, algunas tienen una mayor representación en comparación con otras, lo cual es común en un entorno controlado como el invernadero.

### 4.1.4. Índices de diversidad beta (β)

#### 4.1.4.1.Índices de similitud

**a) Índice de Jaccard**

**Tabla 11**

*Índice de Jaccard para Ambos Cultivos*

| ***Especies*** | ***Natural*** | ***Invernadero*** | ***P/A Natural*** | ***P/A Invernadero*** | ***a*** |
|---|---|---|---|---|---|
| *Epitrix sp* | 760 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| *Anómala sp* | 1325 | 1057 | 1 | 1 | 1 |
| *Pentatrichopus fragaeefolii* | 652 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| *Anurogryllus muticos* | 124 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| *Tetranynchus urticae* | 1260 | 1190 | 1 | 1 | 1 |
| *Deroceras spp* | 90 | 60 | 1 | 1 | 1 |
| *Frankliniella occidentalis* | 1935 | 1320 | 1 | 1 | 1 |
| ***Total*** | 6146 | 3627 | | | |
| ***A=Número De Especies En El Sitio A*** | 4 | | | | |
| ***B=Número De Especies En El Sitio B*** | 4 | | Índice de Jaccard: 0.571 | | |
| ***C=Número De Especies En El Sitio A Y B*** | 7 | | | | |

De acuerdo a la tabla N° 11 esta nos muestra la presencia y abundancia de especies de plagas en cultivos de fresa tanto en condiciones naturales como en invernadero, además de los valores utilizados para calcular el índice de similitud de Jaccard. En los cultivos naturales, algunas especies como *Epitrix sp.*, *Pentatrichopus fragaeefolii*, y *Anurogryllus muticos* están presentes, pero no se encuentran en el invernadero, donde sólo se observan cuatro especies: *Anómala sp.*, *Tetranychus urticae*, *Deroceras spp.*, y *Frankliniella occidentalis.* El índice de Jaccard es 0.571, lo que indica una similitud moderada entre las comunidades de plagas de ambos sistemas de cultivo, ya que comparten aproximadamente el 57% de las especies. Esto sugiere que, aunque hay una base común de especies plaga en ambos ambientes, existen diferencias en la composición específica, lo cual podría estar influenciado por las condiciones del ambiente controlado del invernadero frente al ambiente más diverso y menos regulado del cultivo natural.

**Figura 17**

*Índice de Jacard de Cultivo Natural*

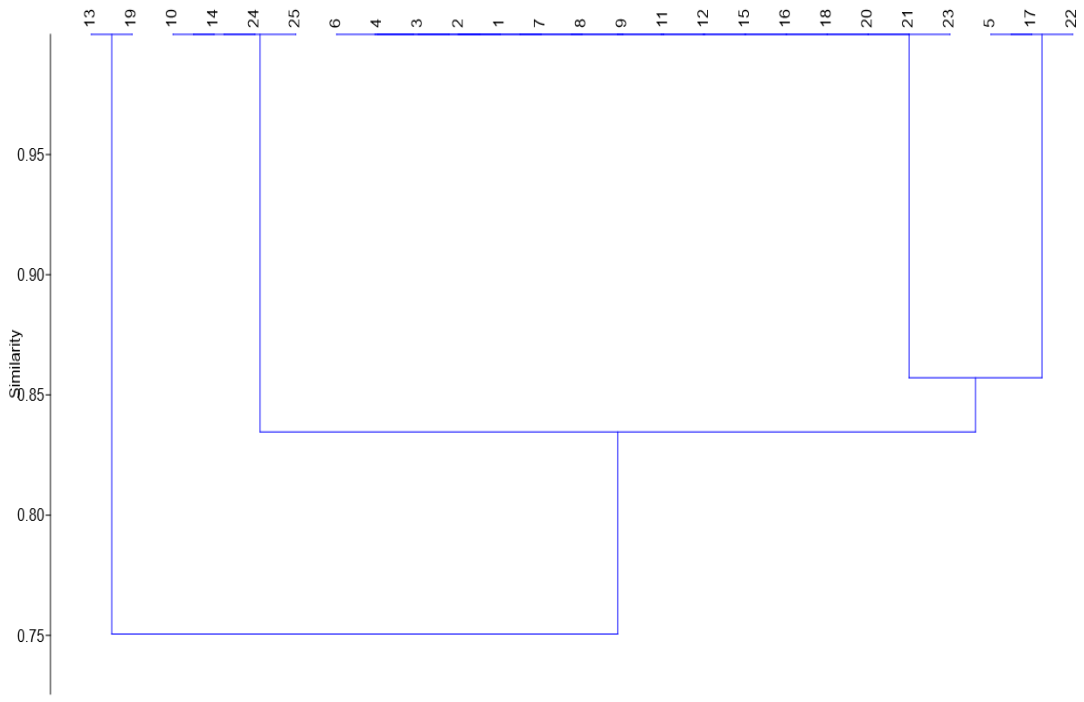
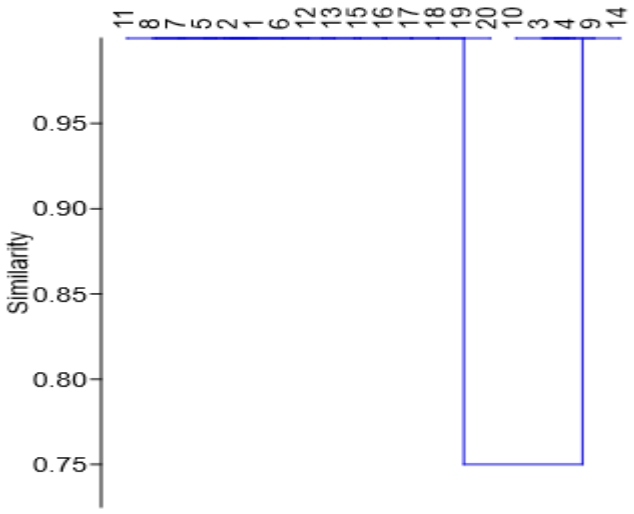


**Figura 18**

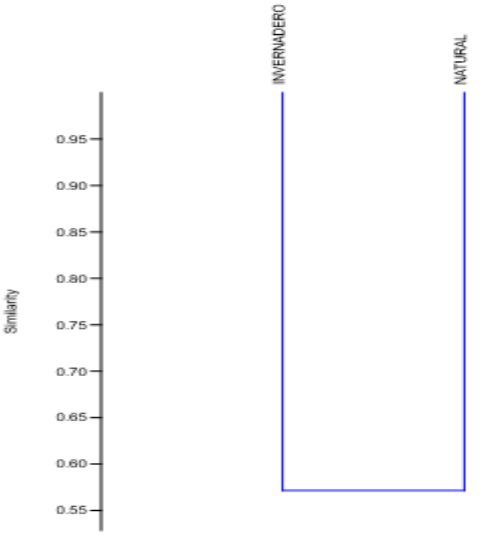
*Índice de Jacard de Cultivo en Invernadero*




Se construyó los dendrogramas empleando el software Past 4.1, que facilitó la representación gráfica de las relaciones de similitud entre las comunidades. En las figuras 17 y 18 se puede observar que la similaridad de especies por camellones es total o va por encima del 50%, lo cual indica que las especies encontradas entre diversos camellones serán similares.

**Figura 19**

*Índice de Jaccard de Cultivo Natural y Condiciones de Invernadero*



La figura 19 muestra el dendrograma de la similitud en la composición de plagas entre las áreas de cultivo natural y condiciones de invernadero, evaluada mediante el índice de Jaccard. El nivel de similitud (0.57) indica que ambos ambientes comparten ciertas especies, pero también presentan diferencias significativas en su composición. Esto sugiere que las condiciones ambientales y de manejo influyen en la diversidad y distribución de las plagas asociadas a los cultivos de fresa.

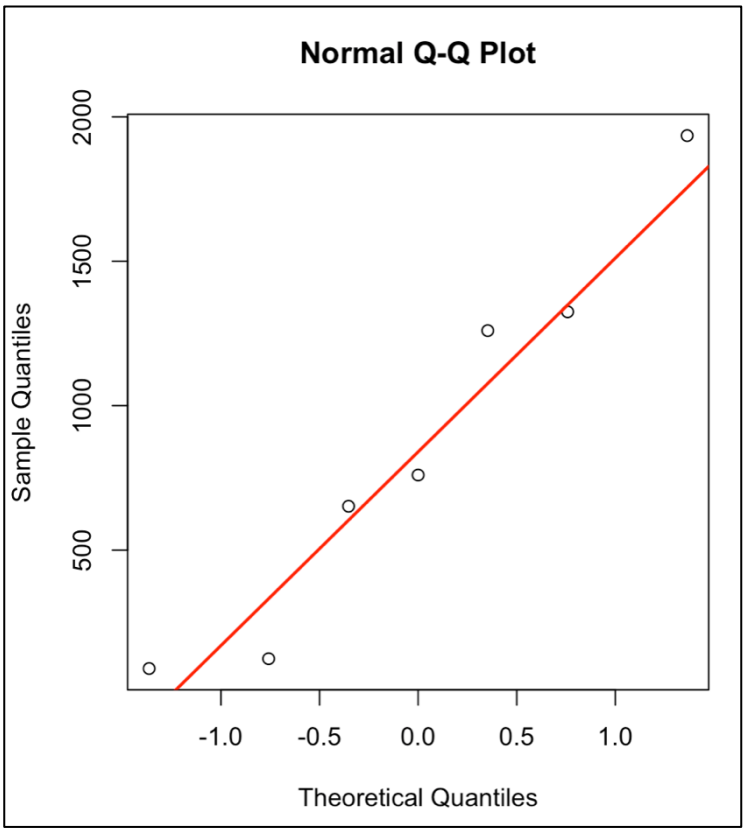
### 4.1.5. Análisis estadístico

**Cultivo Natural**

- Shapiro-Wilk normality test
- data: t01$campo_natural
- W = 0.94131, p-value = 0.6506

**Figura 20**

*Shapiro-Wilk Normality Test para Cultivo Natural*




El estadístico de la prueba de Shapiro-Wilk fue W = 0.94131 y el valor p = 0.6506. Este valor p es considerablemente mayor que el nivel de significancia común (α = 0.05), lo que indica que no se puede rechazar la hipótesis nula de normalidad. Esto sugiere que la distribución de los datos en el cultivo natural es compatible con una distribución normal.

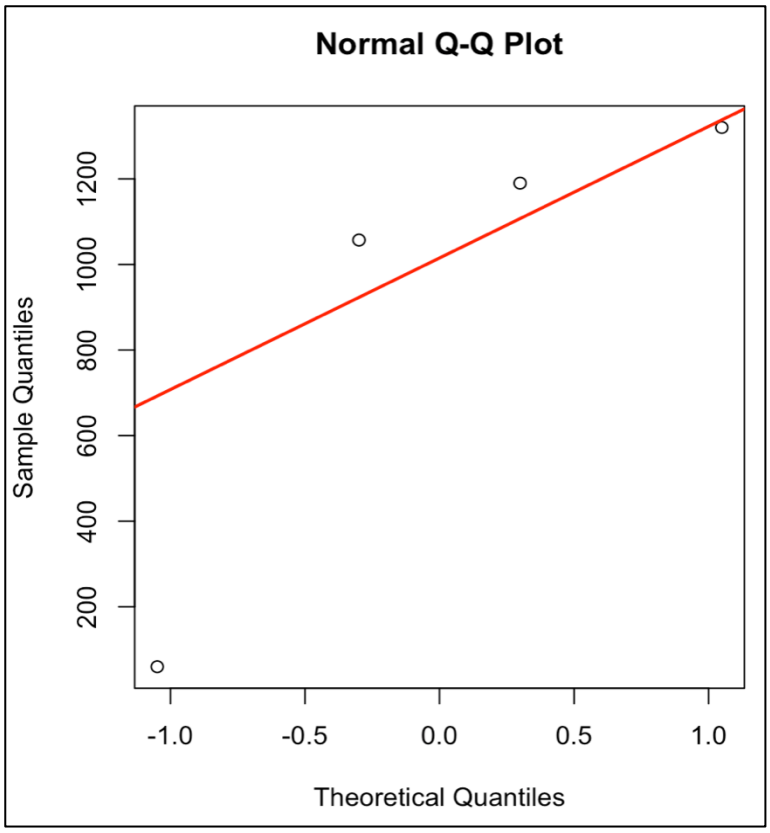
El gráfico Q-Q del cultivo natural, se ve que la mayoría de los puntos siguen de cerca la línea roja, lo que refuerza la conclusión de que los datos tienen un comportamiento normal. Esta normalidad en los datos del cultivo natural podría explicarse por las condiciones ambientales variables y la diversidad de interacciones ecológicas presentes en elvcultivo natural, lo que permite una distribución más equilibrada de las plagas a lo largo del área de estudio.

**Cultivo en Condiciones de Invernadero**

- Shapiro-Wilk normality test
- data:  t01$vivero
- W = 0.79619, p-value = 0.09556

**Figura 21**

*Shapiro-Wilk Normality Test para en Condiones de Invernadero*




Para el cultivo en invernadero, el test de Shapiro-Wilk arrojó un estadístico W = 0.79619 y un valor p = 0.09556. Aunque este valor p también es mayor que 0.05, lo que sugiere que los datos pueden considerarse normales, está más cerca del umbral de significancia en comparación con el cultivo natural. Esto indica que, aunque los datos del invernadero no presentan una

desviación evidente de la normalidad, es posible que tengan más variabilidad o contengan valores atípicos que puedan influir en los resultados.

El gráfico Q-Q del invernadero revela que algunos puntos se desvían más de la línea roja, especialmente en los extremos. Esto sugiere que la distribución de los datos podría no ser completamente simétrica y que hay más dispersión en los valores. Esta variación puede deberse a las condiciones controladas del invernadero. Aunque los invernaderos estabilizan muchos factores externos como la temperatura y la humedad, también pueden crear un ambiente óptimo para el crecimiento de ciertas plagas. Estas condiciones favorecen la proliferación de especies específicas, lo que podría resultar en una distribución más desigual de las plagas y mayor variabilidad en la cantidad de plagas por camellón.

**Comparación entre cultivo natural y cultivo en condiciones de invernadero**

- Wilcoxon rank sum test
- data: t01$abundancia and t02$abundancia
- W = 15, p-value = 0.9273, alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Los resultados del test de Wilcoxon rank sum indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia de plagas en los camellones del invernadero y los del cultivo natural. El valor de la estadística de prueba es W = 15, y el valor p obtenido es 0.9273, el cual es considerablemente mayor que el nivel de significancia típico de 0.05. Esto implica que no se rechaza la hipótesis nula, que en este caso establece que no hay una diferencia en la mediana de la abundancia de plagas entre los dos tipos de cultivos.

El hecho de que no exista una diferencia significativa puede explicarse por factores relacionados con el manejo de los cultivos y las condiciones ambientales.

En resumen, el resultado del test de Wilcoxon respalda la idea de que, aunque existen variaciones en las condiciones y en la composición de las plagas en los dos tipos de cultivos, la abundancia total de plagas no difiere significativamente entre el campo natural y el invernadero. Este hallazgo aporta una perspectiva importante para el manejo integrado de plagas, ya que sugiere que la cantidad total de plagas es similar en ambas condiciones y, por ende, las estrategias de control podrían aplicarse de manera complementaria en ambos cultivos.

### 4.2 Incidencia de plagas

**Tabla 12**

*Porcentaje de Incidencia de Plagas en Cultivos Naturales*

| ***Especies*** | ***Medias plaga por camellón*** | ***Incidencia de plagas*** |
|---|---|---|
| *Epitrix sp* | 30 | 8.04% |
| *Anómala sp* | 53 | 14.20% |
| *Pentatrichopus fragaeefolii* | 26 | 6.9% |
| *Anurogryllus muticos* | 5 | 1.34% |
| *Tetranynchus urticae* | 50 | 13.4% |
| *Deroceras spp* | 4 | 1.07% |
| *Frankliniella occidentalis* | 77 | 20.6% |

De acuerdo a la tabla N°12 se observa las medias de plaga por camellón y la incidencia de cada especie en el cultivo de fresa. *Frankliniella occidentalis* tiene la mayor incidencia (20.6%) y es la plaga más frecuente, seguida de *Anómala sp.* (14.2%) y *Tetranychus urticae*

(13.4%). Estas tres especies representan la mayor amenaza en el cultivo, dado que tienen una mayor presencia promedio en los camellones y, por lo tanto, un impacto más considerable en las plantas. En contraste, especies como *Deroceras spp.* y *Anurogryllus muticos* tienen incidencias más bajas (1.07% y 1.34%, respectivamente), indicando que su impacto en el cultivo es menos significativo. Esta distribución de incidencias sugiere que las estrategias de manejo deben centrarse especialmente en las especies de mayor incidencia para reducir el daño en el cultivo.

**Tabla 13**

*Porcentaje de Incidencia de Plagas en Cultivos con Invernadero*

| ***Especies*** | ***Medias plaga por camellón*** | ***Incidencia de plagas*** |
|---|---|---|
| *Anómala sp* | 53 | 14.52% |
| *Tetranynchus urticae* | 60 | 16.43% |
| *Deroceras spp* | 3 | 0.82% |
| *Frankliniella occidentalis* | 66 | 18.02% |

De acuerdo a la tabla N° 13 se observa que, en el invernadero, *Frankliniella occidentalis* es la especie más predominante, con una media de 66 plaga por camellón y una incidencia del 18.02%, lo que sugiere un alto nivel de presencia y potencial de impacto en el cultivo. Le sigue *Tetranynchus urticae* con una media de 60 y una incidencia del 16.43%, también relevante en el contexto de control de plagas. *Anómala sp* tiene una media de 53 y una incidencia del 14.52%, mientras que *Deroceras spp* es la menos frecuente, con una media de solo 3 y una baja incidencia del 0.82%. Esto proporciona un panorama claro de las plagas más problemáticas en las condiciones de invernadero estudiadas.

## DISCUSIONES

Los resultados de la investigación indican que los cultivos en condiciones de invernadero presentan una menor diversidad y dominancia de especies plagas en comparación con los cultivos sin invernadero. Esta conclusión se respalda por estudios previos realizados en diferentes regiones y contextos, las cuales destacan la importancia de ciertas plagas, como *Frankliniella occidentalis*.

Comparado con estudios previos, los resultados de este trabajo respaldan las observaciones de Buenaño (2024) sobre la adaptabilidad de *Tetranychus urticae* a diferentes condiciones climáticas, así como la eficacia de *Phytoseiulus persimilis* en su control. Asimismo, el estudio se alinea con la guía elaborada por el Ministerio de Agricultura de España (2019), que enfatiza la importancia de combinar estrategias culturales, biológicas y químicas para manejar plagas en ambos tipos de cultivo. Resultados como los de Zaragoza (2013) también destacan la necesidad de monitorear constantemente la abundancia de trips en sistemas abiertos, dada su capacidad para afectar significativamente la productividad de los cultivos.

**Condori & Calderón (2021):** en el trabajo "Evaluación de plagas y enfermedades en cultivos de fresa (fragaria sp.) durante su fenología en el sector de Huaran, provincia de Calca del departamento de Cusco, 2019.", el cual se desarrollo durante los meses de noviembre del 2018 a marzo del 2019, se registraron un total de 7 órdenes, así como 9 familias y 9 generos, siendo *Frankliniella occidentalis* la especie mas abundante con un total de 1546 individuos , realizaron un total de 20 salidas en la cual para su metodología usaron el método estadístico al azar.

El presente trabajo Estudio Comparativo En La Composición Y Diversidad De Insectos Plaga Asociados A Fresa (*Fragaria Spp),* En Dos Cultivos, Con Y Sin Condiciones De Invernadero, se identificaron las siguientes esepcies *Epitrix sp, Anómala sp, Pentatrichopus fragaeefolii, Anurogryllus muticos,* Tetranynchus urticae, Deroceras spp, Frankliniella occidentalis.

De esta manera se ratifica el trabajo de **Condori & Calderón** (2021), en la cual hay una similitud en ambos trabajos de investigación.

**Olivera & Pacheco (2018):** Indican en su trabajo de investigación "Identificación de artrópodos como plagas en cultivos de fresa (*fragaria sp.*) en la Localidad de Huara Provincia de Calca Región Cusco", cuyos objetivos estaban dirigidos a la evaluación de plagas, realizaron 12 visitas para su metodología usaron el método estadístico al azar. Determinaron cinco tipos de plagas y la especie más importante fue la araña roja *trips.*

El presente trabajo Estudio Comparativo En La Composición Y Diversidad De Insectos Plaga Asociados A Fresa (*Fragaria Spp),* En Dos Cultivos, Con Y Sin Condiciones De Invernadero, se identificaron las siguientes esepcies *Epitrix sp, Anómala sp, Pentatrichopus fragaeefolii, Anurogryllus muticos,* Tetranynchus urticae, Deroceras spp, Frankliniella occidentalis.

## CONCLUSIONES

1. En cultivo natural se identificaron un total de 6146 individuos de 7 especies plagas pertenecientes a 6 órdenes, por lo contrario, en el cultivo con invernadero se reporta un total de 3627 individuos de 4 especies diferentes estas agrupadas en 4 órdenes

   Los índices de diversidad alfa indicaron una mayor riqueza y equidad en los cultivos naturales de Huaran-Calca (Margalef promedio de 0.935 y Pielou de 0.8516), mientras que en el invernadero estos valores fueron menores (Margalef 0.451 y Pielou 0.8372), mostrando una dominancia marcada de *Frankliniella occidentalis* y *Tetranychus urticae.* La similitud entre ambos sistemas, medida con el índice de Jaccard (0.571), evidenció que comparten el 57% de las especies, destacándose exclusividades como Epitrix sp. en el cultivo natural.

   El análisis estadístico de Wilcoxon no encontró diferencias significativas en la abundancia total de plagas entre ambos sistemas ($p > 0.05$), los resultados subrayan que los cultivos naturales favorecen a una mayor diversidad y equidad, mientras que los invernaderos promueven una comunidad más homogénea y dominada por unas pocas especies.
2. La incidencia de plagas asociados a fresa mostró que *Frankliniella occidentalis* fue la especie con mayor incidencia en ambos tipos de cultivo (20.6% en campo natural y 18.02% en invernadero), esto indica que esta especie es particularmente problemática y debe ser priorizada en las estrategias de manejo. Por otro lado, plagas como *Anurogryllus muticus* en el campo abierto y *Deroceras spp*. en el invernadero mostraron una incidencia menor, con un 1.34% y 0.82%, reflejando un impacto limitado. La alta incidencia de ciertas especies en ambos entornos sugiere la necesidad de un monitoreo constante y de prácticas de manejo que mitiguen el riesgo de dominancia de plagas con alto potencial de daño.

## RECOMENDACIONES

Continuar haciendo estudios de plagas en cultivos de fresa en los diferentes tipos de cultivos que se vienen realizando en nuestra región.

Tomar registro de temperaturas, humedad, para ver como estos parámetros influyen en la presencia de plagas en los cultivos de fresa.

Replicar estudios en las diferentes variedades de fresa que se cultivan en nuestra región, las cuales servirán de línea de base para las futuras investigaciones.

## BIBLIOGRAFÍA


Agroes. (2019). Fresa y el fresón, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico.

Agrolibertad. (2016). Ficha Técnica para el Cultivo de la Fresa.

Arguedas, M. R. (2019). *Incidencia y severidad de olivea tectonae y rhabdopterus sp. En plantaciones jóvenes de tectona grandis L.f. Bajo distintas modalidades de control de arvenses.*

Barahona, M., y Barrantes, E. (1998). *Fruticultura especial: piña y papaya.* San José, Costa Rica .

Barquero, J. (2007). Agrocadena de Fresa.

Bolda, M. (2011). Mancha foliar angular persigue a la primavera.

Bonet, J. (2010). Desarrollo y Caracterización de herramienta genómicas en Fragaria diploid para la mejora del cultivo de fresa.

Buenaño, L. (2024). *Control de arañita roja, Tetranychus urticae Koch en cultivo de fresa (Fragaria x ananassa Duch.) bajo condiciones de Chancay, Lima.* Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, Lima.

Buenrostro, J. (2017). Estados fenologicos de la Fresa.

Burgos , A. (2004). *LOS CRISOMELINOS (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE: CHRYSOMELINAE) DEL ESTADO DE MORELOS.*

Cabrera, M., y Conza, Y. (2017). *Análisis de la producción del cultivo de fresas y de maíz en la cooperativa agroindustrial Valle Sagrado Agrovas, Calca-Cusco, 2016.* Universidad Andina del Cusco.

Cano, M. (2013). Estrategias biológicas para el manejo de enfermedades en el cultivo de fresa (Fragaria spp.).

Carrasco, A. (2014). LA FRESA, UNA PLANTA HERBÁCEA, PERENNE Y DE PORTE RASTRERO.

Cherman, M. (2017). Scarabaeidae: Taxonomía y ecología de insectos.

Chiqui, F. (2010). Evaluación del rendimiento de la fresa.

Cochran, W. G. (1977). *Sampling Techniques* (Vol. 3). Wiley.

Condori, M., y Calderón, Y. (2021). *Evaluación de plagas y enfermedades en cultivo de fresa (Fragaria sp.) durante su fenología en el sector de Huaran, provincia de Calca – Cusco.* Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Davalos, Y. (2021). Diversidad de la fauna ornitológica en la parte baja de la cuenca del río Charan, provincia de Calca - Cusco.

EDZ Calca. (2009). ESTUDIO DE DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE LA DEMARCACÓN TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE CALCA.

Entolux. (2006). Invasores Ocasioanles.

Germain, N. (1995). EL CONCEPTO DE SISTEMA DE CULTIVO:.

Giménez, G., Paullier, J., y Maeso, D. &. (2003). *Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas en el cultivo de frutilla.* INIA Las Brujas.

Gomez, J. A. (2006). *Descripción del comportamiento de insectos y enfermedades asociadas al cultivo de fresa (fragaria spp, L.) En el Municipio de la Sabana, departamento de Madriz.* Universidad Nacional Agraria.

González, E. M. (2019). Incidencia de insectos plaga y estrategias de manejo en cultivos de importancia económica. Revista de Entomología Agrícola.

GoRe Lambayeque. (2021). PERFIL COMERCIAL DE LA FRESA (Fragaria ananassa).

Goula, M. (2015). Orden Hemiptera.

Grupo, F. (2021). Frutillas/Fresas: Diferencias entre las variedades de Día Corto y Día Neutro. 3 Consideraciones a la hora de elegir.

Gutierrez, E. (2022). *DETERMINACIÓN MORFOLÓGICA Y CARIOTIPICA DEL GÉNERO Diabrotica (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE), EN LAS LOCALIDADES DE K´AYRA Y SAYLLA DE LA PROVINCIA DE CUSCO.*

Hernández-Sampieri, R. F.-C. (2014). *Metodología de la investigación.* McGraw-Hill.

IMA. (2018). MICROZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA DE LA SUBCUENCA PITUMARCA – CHECACUPE.

InfoAgro. (2007). El cultivo de fresa.

Infojardin. (2014). Cultivo de fresas en pirámide.

INIA. (2007). La produccion de fresa en el Perú.

INIA, A. (2017). ELABORACIÓN DE CAMELLONES PLANTACIÓN DE FRUTILLA BLANCA .

Jimenez, E. (2016). *Plagas de cultivos.* Managua.

Jimenez, E. S., y Laguna, R. (2008). *Guía de insectos plaga y enfermedades asociadas a los cultivos de mora y fresa, en el departamento de Managua - Nicaragua* . Universidad Nacional Agraria.

Jorge, M. (2022). Gorgojos (Coleoptera: Curculionidae) asociados con el cultivo de papa en Cusco, Perú.

Kirschbaum, D. (2021). Manejo, recolección y calidad de la fresa.

Koike, S. (2016). El Moho Gris, o Pudrición de Fresa.

Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology* (2nd ed ed.). Benjamin Cummings.

LOBO, J. (1998). Las trampas de pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprofogas de Scaraba.

Loeza, J. (2018). MANUAL DE PRODUCCIÓN DE FRESA EN COALCOMÁN MICHOACÁN.

Maguran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity.* Blackwell Science.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement.* New Jersey: Princeton UniversityPress.

Marcelo, S. (1999). EL cultivo de fresa.

Marquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos.

Martin Gil, A. (2019). Guia de Gestión integrada de plagas fresa y fresón.

Mendoza, J. E., Lozano-Zambrano, y F. H., &. K. (2007). *Composición y estructura de la biodiversidad en paisajes transformados en Colombia (1998–2005).*

Michael, J. (2010). Fauna Entomologica de Nicaragua.

MIDAGRI. (2008). *Estudio de la fresa en el Perú y el mundo.*

Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación Gobierno de España. (2019). *Guía de gestión integrada de las plagas fresa y fresón.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación Gobierno de España.

Morales , P. (2015). Las raíces, tallos y hojas de las fresas silvestres tienen propiedades nutritivas.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la Biodiversidad.

Novagric. (2016). Invernadero para el Cultivo de Fresas.

Olivera, J. (2012). *Cultivo de fresa (Fragaria x ananassa Duch.) en Perú.* INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA - INIA.

Olivera, S. (2003). El cultivo de la fresa en el Perú.

Ortiz, J. C. (2017). *Predadores y parasitoides nativos de Lerdo, Durango. Otoño-invierno 2016-2017.*

Palacios, D. (2020). Estolones o Guías en fresa.

Peréz , N. (2004). *Manejo Ecologico de Plagas.* La Habana.

Pérez, I. G., y Santos, M. A. (2013). *Riqueza de especies y gremios tróficos de mamíferos carnívoros en una selva alta del sureste de México.* (Vol. 3). Therya.

Pita, S. (1996). *Determinación del tamaño muestral. Fisterra.* https://doi.org/https://www.fisterra.com/formacion/metodologia-investigacion/determinacion-tamano-muestral/

Proain. (2014). EL RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE FRESA.

Ramos, Y. (2015). Etología de los crisomélidos (Coleoptera: Chrysomelidae) asociados a tres variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en época intermedia.

Rea, L. (2012). *Análisis del rendimiento de la fresa (Fragaria chiloensis L. Duch) sometida a diferentes tipos de sustratos dentro de un cultivo semihidropónico en la parroquia Salinas, provincia del Imbabura (Tesis de grado).* Universidad Técnica de Babahoyo , Carchi, Ecuador .

Rodriguez, L. M. (2020). *Impact of agricultural practices on insect pest diversity in strawberry fields. Agricultural and Forest Entomology.*

Rodriguez, L. M. (2020). *mpact of agricultural practices on insect pest diversity in strawberry fields. Agricultural and Forest Entomology.*

Saunders, J. L., Coto, D., y King, A. B. (1998). *Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central* (Vol. 2). Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Smith, A. B. (2018). *Influence of climatic factors on insect pest abundance in strawberry agroecosystems. Journal of Applied Entomology.*

Smith, J. K. (2018). *Abundance in ecology: Concepts and measurements. Ecological Monographs, 88(2), 201-225.* Abundance in ecology: Concepts and measurements. Ecological Monographs, 88(2), 201-225: https://doi.org/10.1234/ecolmon.2018.225

Soberon, D., y Martinez, J. (2021). Geología del cuadrángulo de Calca.

Sonco, R. (2013). *Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia. (Tesis de Grado).* La Paz, Bolivia.: Universidad Mayor de San Andrés.

Torres, C. I. (2021). *Controladores biológicos de Frankliniella occidentalis (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo de fresa Fragaria x ananassa (Weston) Duchesne.* Pamplona, Colombia. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/2307

Universidad de California. (2005). *Guía para el manejo integrado de plagas en fresas.* Universidad de California, Agricultura y Recursos Naturales.

Vilca , L. (2019). FLORA ALTO ANDINA DEL VALLE DE CUSCO.

Villarreal, M. C. (2004). *Manual de me'todos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.* Bogota, Colombia: Programa inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigacio'n de Recursos Biolo'gicos Alexander von Humboldt.

Zaragoza, R. (2013). *Evaluación de las diferentes plagas y su efecto en la producción de cultivos de fresa (Fragaria x ananassa) en el estado de Coahuila - México* .

Zavaleta , R. (2015). Estudio geoambiental de la ciudad de Sicuani.

Zipmec. (2014). Las variedades de Fresas.

# ANEXOS

## ANEXO 01: FOTOGRAFIAS EN CAMPO ABIERTO

Vista de camellones de fresa en la comunidad de Huaran.

Colecta manual de artrópodos en plántulas de fresa.

Recolección de artrópodos en diferentes camellones.

Preparación de trampas pit fall.

## ANEXO 02: FOTOGRAFIAS EN EL INVERNADERO

Medición del ancho de un camellón de cultivo en invernadero.

Medición del largo de un camellón de cultivo en invernadero.

Cavado de suelo para colocación de trampas pit fall.

Preparación de insumo para trampas de pit fall.

Instalación de trampas de pit fall en cultivo a campo abierto.

Trampa de pit fall con agua y detergente.

Captura de artrópodos manual en cultivo en invernadero.

Filtrado de insectos que cayeron en trampa de pit pall

Captura con las redes entomológicas en cultivo en invernadero.

Materiales usados en laboratorio

Vista de especies en esteroscopio

Identicacion de especies capturadas en laboratorio

Materiales usados para el proceso de montaje

*Tetranychus urticae*

*Anómala sp*

*Frankinella occidentlis*

*Epitrix sp*

*Deroceras sp*

## ANEXO 03: BASE DE DATOS

### Abundancia de Especies en Cultivos Naturales

| Camellón / Especie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Total | Abundancia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Epitrix sp* | 35 | 29 | 24 | 30 | 41 | 57 | 36 | 29 | 19 | 29 | 39 | 32 | 25 | 28 | 34 | 19 | 38 | 28 | 26 | 20 | 18 | 35 | 39 | 26 | 24 | 760 | 12% |
| *Anómala sp* | 23 | 29 | 35 | 44 | 46 | 59 | 64 | 57 | 52 | 60 | 49 | 58 | 78 | 59 | 68 | 64 | 71 | 49 | 47 | 46 | 59 | 64 | 57 | 48 | 39 | 1325 | 22% |
| *Pentatrichopus fragaeefolii* | 29 | 34 | 18 | 30 | 26 | 22 | 30 | 22 | 25 | 19 | 30 | 26 | 27 | 22 | 35 | 24 | 31 | 26 | 27 | 26 | 24 | 24 | 20 | 28 | 27 | 652 | 11% |
| *Anurogryllus muticos* | 8 | 6 | 9 | 4 | 7 | 6 | 5 | 8 | 4 | 0 | 4 | 8 | 0 | 0 | 7 | 6 | 5 | 8 | 0 | 8 | 6 | 8 | 7 | 0 | 0 | 124 | 2% |
| *Tetranynchus urticae* | 65 | 45 | 38 | 36 | 41 | 39 | 48 | 44 | 35 | 49 | 66 | 47 | 68 | 57 | 39 | 61 | 71 | 60 | 49 | 50 | 71 | 60 | 24 | 51 | 46 | 1260 | 21% |
| *Deroceras spp* | 4 | 6 | 4 | 5 | 0 | 5 | 5 | 3 | 7 | 4 | 5 | 1 | 0 | 3 | 7 | 3 | 0 | 7 | 0 | 4 | 5 | 0 | 4 | 5 | 3 | 90 | 1% |
| *Frankliniella occidentalis* | 56 | 36 | 49 | 87 | 75 | 69 | 59 | 69 | 70 | 89 | 94 | 102 | 76 | 84 | 95 | 75 | 84 | 83 | 92 | 85 | 87 | 86 | 74 | 84 | 75 | 1935 | 31% |
| ***Total*** | 220 | 185 | 177 | 236 | 236 | 257 | 247 | 232 | 212 | 250 | 287 | 274 | 274 | 253 | 285 | 252 | 300 | 261 | 241 | 239 | 270 | 277 | 225 | 242 | 214 | 6146 | 100% |

**Abundancia de Plagas en Cultivos en Condiciones de Invernadero**

| **Camellón / Especie** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **Total** | **Abundancia** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Anómala sp* | 65 | 38 | 57 | 68 | 38 | 35 | 48 | 38 | 48 | 62 | 68 | 68 | 69 | 48 | 64 | 60 | 47 | 50 | 38 | 48 | 1057 | 29% |
| *Tetranynchus urticae* | 54 | 68 | 59 | 52 | 68 | 49 | 60 | 64 | 74 | 57 | 84 | 47 | 62 | 48 | 64 | 58 | 48 | 67 | 58 | 49 | 1190 | 33% |
| *Deroceras spp* | 4 | 3 | 0 | 0 | 2 | 4 | 6 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 4 | 0 | 2 | 4 | 3 | 4 | 7 | 5 | 60 | 2% |
| *Frankliniella occidentalis* | 70 | 68 | 60 | 58 | 59 | 67 | 76 | 71 | 68 | 59 | 64 | 65 | 59 | 76 | 68 | 63 | 68 | 69 | 78 | 54 | 1320 | 36% |
| ***Total*** | 193 | 177 | 176 | 178 | 167 | 155 | 190 | 177 | 190 | 178 | 221 | 183 | 194 | 172 | 198 | 185 | 166 | 190 | 181 | 156 | 3627 | 100% |

## Riqueza de Plagas en Cultivos Naturales

| Camellón / Especie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | *Total* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Epitrix sp* | 35 | 29 | 24 | 30 | 41 | 57 | 36 | 29 | 19 | 29 | 39 | 32 | 25 | 28 | 34 | 19 | 38 | 28 | 26 | 20 | 18 | 35 | 39 | 26 | 24 | 760 |
| *Anómala sp* | 23 | 29 | 35 | 44 | 46 | 59 | 64 | 57 | 52 | 60 | 49 | 58 | 78 | 59 | 68 | 64 | 71 | 49 | 47 | 46 | 59 | 64 | 57 | 48 | 39 | 1325 |
| *Pentatrichopus fragaeefolii* | 29 | 34 | 18 | 30 | 26 | 22 | 30 | 22 | 25 | 19 | 30 | 26 | 27 | 22 | 35 | 24 | 31 | 26 | 27 | 26 | 24 | 24 | 20 | 28 | 27 | 652 |
| *Anurogryllus muticos* | 8 | 6 | 9 | 4 | 7 | 6 | 5 | 8 | 4 | 0 | 4 | 8 | 0 | 0 | 7 | 6 | 5 | 8 | 0 | 8 | 6 | 8 | 7 | 0 | 0 | 124 |
| *Tetranynchus urticae* | 65 | 45 | 38 | 36 | 41 | 39 | 48 | 44 | 35 | 49 | 66 | 47 | 68 | 57 | 39 | 61 | 71 | 60 | 49 | 50 | 71 | 60 | 24 | 51 | 46 | 1260 |
| *Deroceras spp* | 4 | 6 | 4 | 5 | 0 | 5 | 5 | 3 | 7 | 4 | 5 | 1 | 0 | 3 | 7 | 3 | 0 | 7 | 0 | 4 | 5 | 0 | 4 | 5 | 3 | 90 |
| *Frankliniella occidentalis* | 56 | 36 | 49 | 87 | 75 | 69 | 59 | 69 | 70 | 89 | 94 | 102 | 76 | 84 | 95 | 75 | 84 | 83 | 92 | 85 | 87 | 86 | 74 | 84 | 75 | 1935 |
| ***Total*** | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 5 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 5 | 7 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 165 |
| ***Riqueza*** | 0.042 | 0.042 | 0.042 | 0.042 | 0.036 | 0.042 | 0.042 | 0.042 | 0.042 | 0.036 | 0.042 | 0.042 | 0.03 | 0.036 | 0.042 | 0.042 | 0.036 | 0.042 | 0.03 | 0.042 | 0.042 | 0.036 | 0.042 | 0.036 | 0.042 | 1 |

**Riqueza Especifica de plagas en Cultivos con Invernadero**

| Camellón / Especie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Anómala sp* | 65 | 38 | 57 | 68 | 38 | 35 | 48 | 38 | 48 | 62 | 68 | 68 | 69 | 48 | 64 | 60 | 47 | 50 | 38 | 48 | 1057 |
| *Tetranynchus urticae* | 54 | 68 | 59 | 52 | 68 | 49 | 60 | 64 | 74 | 57 | 84 | 47 | 62 | 48 | 64 | 58 | 48 | 67 | 58 | 49 | 1190 |
| *Deroceras spp* | 4 | 3 | 0 | 0 | 2 | 4 | 6 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 4 | 0 | 2 | 4 | 3 | 4 | 7 | 5 | 60 |
| *Frankliniella occidentalis* | 70 | 68 | 60 | 58 | 59 | 67 | 76 | 71 | 68 | 59 | 64 | 65 | 59 | 76 | 68 | 63 | 68 | 69 | 78 | 54 | 1320 |
| ***Total*** | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 75 |
| **Riqueza** | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 1 |

**Índice de Margalef para Cultivos Naturales**

| Camellón / Especie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Epitrix sp* | 35 | 29 | 24 | 30 | 41 | 57 | 36 | 29 | 19 | 29 | 39 | 32 | 25 | 28 | 34 | 19 | 38 | 28 | 26 | 20 | 18 | 35 | 39 | 26 | 24 |
| *Anómala sp* | 23 | 29 | 35 | 44 | 46 | 59 | 64 | 57 | 52 | 60 | 49 | 58 | 78 | 59 | 68 | 64 | 71 | 49 | 47 | 46 | 59 | 64 | 57 | 48 | 39 |
| *Pentatrichopus fragaeefolii* | 29 | 34 | 18 | 30 | 26 | 22 | 30 | 22 | 25 | 19 | 30 | 26 | 27 | 22 | 35 | 24 | 31 | 26 | 27 | 26 | 24 | 24 | 20 | 28 | 27 |
| *Anurogryllus muticos* | 8 | 6 | 9 | 4 | 7 | 6 | 5 | 8 | 4 | 0 | 4 | 8 | 0 | 0 | 7 | 6 | 5 | 8 | 0 | 8 | 6 | 8 | 7 | 0 | 0 |
| *Tetranynchus urticae* | 65 | 45 | 38 | 36 | 41 | 39 | 48 | 44 | 35 | 49 | 66 | 47 | 68 | 57 | 39 | 61 | 71 | 60 | 49 | 50 | 71 | 60 | 24 | 51 | 46 |
| *Deroceras spp* | 4 | 6 | 4 | 5 | 0 | 5 | 5 | 3 | 7 | 4 | 5 | 1 | 0 | 3 | 7 | 3 | 0 | 7 | 0 | 4 | 5 | 0 | 4 | 5 | 3 |
| *Frankliniella occidentalis* | 56 | 36 | 49 | 87 | 75 | 69 | 59 | 69 | 70 | 89 | 94 | 102 | 76 | 84 | 95 | 75 | 84 | 83 | 92 | 85 | 87 | 86 | 74 | 84 | 75 |
| Número de especies(S) | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 5 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 5 | 7 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 |
| Total, de individuos N | 220 | 185 | 177 | 236 | 236 | 257 | 247 | 232 | 212 | 250 | 287 | 274 | 274 | 253 | 285 | 252 | 300 | 261 | 241 | 239 | 270 | 277 | 225 | 242 | 214 |
| ***Indice de Margalef*** | 1.112 | 1.149 | 1.159 | 1.098 | 0.915 | 1.081 | 1.089 | 1.102 | 1.12 | 0.905 | 1.06 | 1.069 | 0.712 | 0.903 | 1.061 | 1.085 | 0.876 | 1.078 | 0.729 | 1.096 | 1.072 | 0.889 | 1.108 | 0.910 | 0.931 |

**Índice de Margalef para Cultivos en Invernadero**

| Camellón / Especie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Anómala sp* | 65 | 38 | 57 | 68 | 38 | 35 | 48 | 38 | 48 | 62 | 68 | 68 | 69 | 48 | 64 | 60 | 47 | 50 | 38 | 48 |
| *Tetranynchus urticae* | 54 | 68 | 59 | 52 | 68 | 49 | 60 | 64 | 74 | 57 | 84 | 47 | 62 | 48 | 64 | 58 | 48 | 67 | 58 | 49 |
| *Deroceras spp* | 4 | 3 | 0 | 0 | 2 | 4 | 6 | 4 | 0 | 0 | 5 | 3 | 4 | 0 | 2 | 4 | 3 | 4 | 7 | 5 |
| *Frankliniella occidentalis* | 70 | 68 | 60 | 58 | 59 | 67 | 76 | 71 | 68 | 59 | 64 | 65 | 59 | 76 | 68 | 63 | 68 | 69 | 78 | 54 |
| Número de especies(S) | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Total, de individuos N | 193 | 177 | 176 | 178 | 167 | 155 | 190 | 177 | 190 | 178 | 221 | 183 | 194 | 172 | 198 | 185 | 166 | 190 | 181 | 156 |
| ***Indice de Margalef*** | 0.57 | 0.58 | 0.387 | 0.386 | 0.586 | 0.595 | 0.572 | 0.58 | 0.381 | 0.386 | 0.56 | 0.576 | 0.569 | 0.389 | 0.567 | 0.575 | 0.587 | 0.572 | 0.577 | 0.594 |