# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

## CARRERA DE AGROPECUARIA

### TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**TEMA:**

"EFECTO DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE INSECTOS EN SISTEMAS DE ASOCIO DE HABA (*Vicia faba* L.) Y PAPA (*Solanum tuberosum* L.), SAN FRANCISCO DE CAJAS"

Trabajo de titulación previo a la obtención del título en Ingeniero Agropecuario

**Línea de investigación:** Desarrollo agropecuario y forestal sostenible

**AUTOR:**
Araguillin Valencia Kevin Israel

**DIRECTORA:**

Ing. Julia Karina Prado Beltrán PhD

**Ibarra-Ecuador 2026**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**EFECTO DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE INSECTOS EN SISTEMAS DE ASOCIO DE HABA (***Vicia faba* L.**) Y PAPA (***Solanum tuberosum* L.**), SAN FRANCISCO DE CAJAS**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Titulo de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
JULIA KARINA PRADO BELTRAN

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD. _____

**DIRECTORA** FIRMA

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
JEFFERSON VLADIMIR ANDRADE VILLARREAL

Ing. Jefferson Vladimir Andrade, MSc. _____

**ASESOR** FIRMA

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | |
|---|---|
| **APELLIDOS Y NOMBRES:** | Araguillin Valencia Kevin Israel |

| DATOS DE LA OBRA | |
|---|---|
| **TÍTULO:** | EFECTO DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE INSECTOS EN SISTEMAS DE ASOCIO DE HABA (*Vicia faba* L.) Y PAPA (*Solanum tuberosum* L.), SAN FRANCISCO DE CAJAS |
| **AUTOR (ES):** | Araguillin Valencia Kevin Israel |
| **FECHA: DD/MM/AAAA** | 31 de agosto del 2026 |
| **PROGRAMA:** | ■ **PREGRADO** □ **POSGRADO** |
| **TITULO POR EL QUE OPTA:** | Ingeniero Agropecuario |
| **DIRECTOR/ASEROR:** | Ing. Julia Prado, PhD / Ing. Jefferson Andrade, MSc. |

### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de agosto de 2026

**EL AUTOR:**

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
KEVIN ISRAEL
ARAGUILLIN VALENCIA

……

Kevin Israel Araguillin Valencia

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Araguillin Valencia Kevin Israel

Ibarra a los 31 días del mes de agosto de 2026

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
JULIA KARINA PRADO BELTRAN

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía: FICAYA-UTN**

**Fecha:** Ibarra, a los 31 días del mes de agosto del 2026

**Kevin Israel Araguillin Valencia:** "EFECTO DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE INSECTOS EN SISTEMAS DE ASOCIO DE HABA (*Vicia faba* L.) Y PAPA (*Solanum tuberosum* L.), SAN FRANCISCO DE CAJAS"

Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Agropecuaria. Ibarra, a los 31 días del mes de agosto del 2025, 103 páginas.

**DIRECTORA:** Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD

Evaluar el efecto del manejo agroecológico en la dinámica poblacional de insectos en sistemas de asocio de haba (*Vicia faba L.*) y papa (*Solanum tuberosum* L.), San Francisco de Cajas.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Comparar la dinámica población de insectos bajo sistemas de monocultivo con respecto al sistema de asocio de cultivos.
- Determinar la incidencia de plagas en los sistemas de producción.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

## AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer a la vida, por sus altos y bajos, por demostrarme que la naturaleza y Dios tiene sus líneas intransigentes.*

*Agradezco a la Universidad Técnica Del Norte y la carrera de Agropecuaria, por abrirme sus puertas y brindarme una instancia muy afable. También muestro mi gratitud a mi directora de tesis, a la Doctora Julia Prado, quien es una persona plausible por su forma de ser. Además, a mi asesor de tesis, al Ingeniero Jefferson Andrade por el tiempo brindado con sus conocimientos.*

*De igual manera a la ONG EkoRural, por su financiamiento para esta investigación. En especial, al especialista Julio Cabezas coordinador de las tierras altas del norte en esta ONG, quien, con su cocimiento, paciencia y sabiduría, fue como un faro en su mundo de saberes. Asimismo, al proyecto FIASA, con su parte del financiamiento para el desarrollo de esta investigación.*

*Al grupo de mujeres Chagra Sisa de la comunidad de San Francisco de Cajas, quienes me ayudaron en todo el desarrollo del proyecto con sus saberes y trabajo, gracias a ellas que fueron parte esencial de esta investigación.*

*A mi compañera de alma y vidas, Belén, Mi Ser Inefable. Que estuvo apoyándome de forma emocional y física, tanto en mi vida, como en esta investigación. A ella, que es la mejor de todas las angiospermas.*

*A mis hermanos, quienes siempre estuvieron en toda mi vida, enseñándome a vivirla, enseñándome que la familia es algo imprescindible, ambigua y memorable.*

*En especial y mi más profundo agradecimiento es a mi madre, que con una simple frase de pequeño me forjo. Quien, con su forma de ser indómita a las malas circunstancias de la vida, demostró ser una persona loable.*

***Araguillin Valencia Kevin Israel***

## DEDICATORIA

*A mi madre, Yolanda Irene Araguillin Valencia. Ella, que con su constante sacrificio supo demostrarme que la vida avanza sin esperar a nadie. Quien, con su concepto de silencio, que ahora comprendo que eran actos de amor asi a mí y mis hermanos, me supo demostrar la empatía que necesita el mundo. A ella, que supo demostrarme que aun con el viento más frio se puede generar una hoguera, un hogar.*

*A usted mami, por su eterna resiliencia y vigilia.*

*A mis hermanos, Jorge, Vivana, Brayan y Juan. Ellos, que me demostraron el cómo funciona la vida, quienes fueron mis promotores en todo lo que ahora soy. A ellos, que me supieron manifestar lo que es el empirismo y la inherencia de la familia.*

*A ustedes hermanos, que me enseñaron a vivir.*

*A mis sobrinos, para que comprendan que no se necesitan alas para poder volar.*

*A mi novia, Alexandra Belén Sánchez Coyago, quien me supo manifestar un amor inescrutable, armisticio y utópico. Ella quien hizo que mi vida sea estoica, quien me dijo que la vida es cuesta arriba, pero la vista es increíble. A ella, quien es un ser inefable e indeleble.*

*A ustd Mi Micelio.*

*Finalmente, a mi abuelita, Piedad Valencia, de la cual extraño su bendición.*

***Araguillin Valencia Kevin Israel***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... VIII

INDICE DE TABLAS ..... XI

INDICE DE FIGURAS ..... XII

RESUMEN ..... XIV

ABSTRACT ..... XV

CAPITULO I ..... 1

INTRODUCCIÓN ..... 1

1.1 Antecedentes ..... 1

1.2 Problema ..... 3

1.3 Justificación ..... 4

1.2 Objetivos ..... 5

*1.2.1 Objetivo general* ..... *5*

*1.2.2 Objetivos específicos* ..... *5*

1.3 Hipótesis o preguntas directrices ..... 5

CAPITULO II ..... 6

MARCO TEÓRICO ..... 6

2.1 Cultivo de papa ..... 6

2.2 Cultivo de haba ..... 7

2.3 Plagas de la haba y papa ..... 7

*2.3.1 Plagas de papas* ..... *7*

*2.3.2. Plagas del haba* ..... *9*

2.4 Agroecología ..... 10

*2.4.1. Abonos para el uso en empanizados* ..... *11*

*2.4.2. Márgenes funcionales* ..... *12*

*2.4.3. Servicios ecosistémicos de los insectos* ..... *13*

*2.4.4. Sistemas de muestreo* ..... *14*

2.5 Marco legal ..... 15

CAPITULO III ..... 17

MATERIALES Y MÉTODOS ..... 17

3.1 Caracterización del área de estudio ..... 17
3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas ..... 18
3.3 Métodos ..... 19
*3.3.1Fase 1. Selección de recubrimiento de semilla en maceta ..... 19*
3.3.1.1 Factor en estudio: ..... 19
3.3.1.2 Diseño experimental. ..... 20
3.3.1.3 Características del diseño experimental ..... 20
3.3.1.4 Características de la unidad experimental ..... 21
*3.3.2 Variables a evaluar ..... 21*
*3.3.3 Manejo del experimento ..... 21*
*3.3.4 Fase 2: Aplicación del recubrimiento de semilla en campo ..... 24*
3.3.4.1 Factor en estudio: ..... 24
3.3.4.2 Diseño experimental. ..... 25
3.3.4.3 Características del experimento ..... *26*
3.3.4.4 Características de la unidad experimental ..... 26
*3.3.5 Análisis estadístico. ..... 27*
*3.3.7 Manejo específico del experimento ..... 29*

CAPITULO IV ..... 32

RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 32

4.1 Fase 1. Selección de recubrimiento de semilla ..... 32
*4.1. 1 Papa ..... 32*
*4.1.1.1 Días de germinación de la papa. ..... 32*
*4.1.1.2 Número de brotes de la papa ..... 33*
4.1.1.3 Altura de la papa. ..... 34
4.1.1.4 Número de hojas de la papa ..... 36
*4.1.2 Haba ..... 38*
4.1.2.1 Días a la germinación del haba. ..... 38
4.1.2.2 Altura del haba. ..... 39
4.2 Fase 2: Aplicación del recubrimiento de semilla en campo ..... 40
*4.2.1 Días a la germinación ..... 40*
*4.2.2 Porcentaje de germinación ..... 42*
*4.2.3 Rendimiento papa ..... 43*

*4.2.4 Número de tubérculos por planta* ..... *45*
*4.2.5 Rendimiento haba* ..... *46*
*4.2.6 Número de vainas por planta* ..... *47*
*4.2.7 Incidencia* ..... *48*
4.2.7.1 Habas. ..... 48
4.2.7.2 Papas. ..... 54
*4.2.8 Dinámica poblacional de insectos en trampa* ..... *58*
4.2.8.1 Por orden ..... 60
4.2.8.2 Por familia ..... 62
CAPITULO V ..... 66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 66
CAPITULO VI ..... 68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 68
CAPITULO VII ..... 88
ANEXO ..... 88

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Descripción del área de investigación* ..... 18
Tabla 2 *Materiales, equipos, insumos y herramientas* ..... 18
Tabla 3 *Descripción y propiedades de los materiales usados en la elaboración de los empanizados* ..... 19
Tabla 4 *Características del diseño experimental* ..... 20
Tabla 5 *Características de la unidad experimental* ..... 21
Tabla 6 *Tratamientos de la fase dos en campo.* ..... 24
Tabla 7 *Características del diseño experimenta de la fase 2* ..... 26
Tabla 8 *Características de la unidad experimental del monocultivo de papa* ..... 26
Tabla 9 *Características de la unidad experimental del monocultivo de haba* ..... 27
Tabla 10 *Características de la unidad experimental del cultivo en asocio* ..... 27
Tabla 11 *Medias de días a la de la papa* ..... 32
Tabla 12 *Número de brotes de la papa* ..... 33
Tabla 13 *Análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos para la variable altura* ..... 34
Tabla 14 *Promedio de la altura de la papa* ..... 35
Tabla 15 *Análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos para la variable número de hojas* ..... 36
Tabla 16 *Días a la germinación del haba* ..... 38
Tabla 17 *Análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos para la variable altura del haba* ..... 39
Tabla 18 *Número de tubérculos por planta* ..... 45
Tabla 19 *Análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos para la variable número de especies* ..... 59

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Cultivo de papa del ensayo* ..... 6
Figura 2 *Cultivo de haba del ensayo* ..... 7
Figura 3 *Pulguilla en la papa* ..... 8
Figura 4 *Presencia de pulgones en el cultivo de haba* ..... 10
Figura 5 *Margen floral establecido en la fase dos del ensayo* ..... 13
Figura 6 *Tramas cromáticas usadas en cada unidad experimental* ..... 15
Figura 7 *Mapa de ubicación del sitio de estudio* ..... 17
Figura 8 *Características del diseño del empanizado de semilla* ..... 20
Figura 9 *Germinación de las semillas de papa y haba en la fase 1 del ensayo* ..... 21
Figura 10 *Elaboración de los distintos empanizados usados en la fase1* ..... 23
Figura 11 *Siembra del recubrimiento de semilla en papa del empanizado 1.* ..... 24
Figura 12 *Características del diseño experimental fase 2.* ..... 25
Figura 13 *Aplicación de las trampas cromáticas amarillas en las parcelas en estudio* ..... 28
Figura 14 *Preparación e incorporación de MM líquidos en el área experimental* ..... 30
Figura 15 *Siembra de las semillas* ..... 30
Figura 16 *Aplicación de extractos usados durante el ciclo del cultivo* ..... 31
Figura 17 *Variable altura de papa medidas durante el desarrollo vegetativo* ..... 35
Figura 18 *Variable número de hojas de papa medidas durante el desarrollo vegetativo* ..... 37
Figura 19 *Número de hojas de la papa* ..... 37
Figura 20 *Altura del haba de acuerdo con los tratamientos* ..... 40
Figura 21 *Promedios de días a la germinación* ..... 41
Figura 22 *Porcentaje de germinación* ..... 42
Figura 23 *Rendimiento de la papa* ..... 44
Figura 24 *Rendimiento del haba* ..... 46
Figura 25 *Número de vainas por planta* ..... 47
Figura 26 *Presencia de áfidos en las plantas de los diferentes tratamientos con habas en cada día de evaluación.* ..... 49
Figura 27 *Incidencia de mancha chocolate en cada una de las plantas de los tratamientos con haba.* ..... 50
Figura 28 *Efecto de la presencia de la roya durante el ciclo vegetativo del haba.* ..... 51
Figura 29 *Impacto de la fumagina en las diferentes plantas con el tratamiento con haba.* ..... 53
Figura 30 *Incidencia de punta morada en el ciclo vegetativo de la papa.* ..... 54

Figura 31 *Influencia del tizón tardío evaluadas en las diferentes plantas de los tratamientos con papa.* ..... 55
Figura 32 *Presencia de pulguillas en las plantas de los diferentes tratamientos con papa.* 57
Figura 33 *Número de especímenes clasificados por órdenes con el transcurso del ciclo vegetativo*..... 60
Figura 34 *Efecto de los tratamientos sobre el número promedio de especímenes* ..... 61
Figura 35 *Distribución de las familias entomológicas y número total de especímenes acumulados por tratamiento*..... 62

# EFECTO DEL MANEJO AGROECOLÓGICO EN LA DINÁMICA POBLACIONAL DE INSECTOS EN SISTEMAS DE ASOCIO DE HABA (*Vicia faba* L.) Y PAPA (*Solanum tuberosum L.*), SAN FRANCISCO DE CAJAS

Araguillin Valencia Kevin Israel
Universidad Técnica del Norte
Correo: kiaraguillinv@utn.edu.ec

## RESUMEN

El equilibrio de los agroecosistemas es fundamental para la presencia de insectos benéficos; el manejo agroecológico y los sistemas de asocio son estrategias que permiten restaurar estos agroecosistemas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del manejo agroecológico en la dinámica poblacional de insectos en sistemas de asocio de haba (*Vicia faba* L.) y papa (*Solanum tuberosum* L.) en San Francisco de Cajas. Se aplicó un diseño experimental de bloques completos al azar en dos fases: la primera para seleccionar el mejor empanizado y la segunda para evaluar su efecto en campo bajo sistemas de monocultivo y asocio. Entre los resultados, el empanizado 1 en papa incrementó el número de brotes en 19.6%, mientras que el empanizado 3 en haba favoreció una mayor altura de planta. No hubo diferencias significativas en los días de germinación del haba. En cuanto al rendimiento, el tratamiento T5 (monocultivo de papa con empanizado) alcanzó 24,88 t/ha, mostrando una diferenciación positiva y superando los resultados obtenidos en las parcelas de monocultivo sin empanizado. Por otro lado, se logró comparar la dinámica poblacional dando como resultado mayor presencia de insectos benéficos en los sistemas de asocio con empanizado. Por el contrario, en los monocultivos se evidenció una mayor presencia de insectos plaga. En conclusión, se sugiere implementar el asocio de cultivos y el manejo agroecológico para incrementar la productividad, reducir la incidencia de plagas de forma natural y mejorar la sostenibilidad financiera de los sistemas de producción.

**Palabras clave**: empanizado, sinergia de cultivos, agroecosistemas.

ABSTRACT

The balance of agroecosystems is essential for the presence of beneficial insects; agroecological management and intercropping systems are strategies that help restore these agroecosystems. The objective of this study was to evaluate the effect of agroecological management on insect population dynamics in intercropping systems of faba beans (*Vicia faba* L.) and potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in San Francisco de Cajas. A randomized complete block experimental design was applied in two phases: the first to select the best coating, and the second to evaluate its effect in the field under monoculture and intercropping systems. Among the results, coating 1 on potatoes increased the number of shoots by 19.6%, while coating 3 on fava beans promoted greater plant height. There were no significant differences in the days to germination of fava beans. Regarding yield, treatment T5 (potato monoculture with seed coating) reached 24.88 t/ha, showing a positive difference and outperforming the results obtained in the monoculture plots without seed coating. Furthermore, a comparison of population dynamics was conducted, revealing a higher presence of beneficial insects in the intercropping systems with seed coating. In contrast, monoculture showed a higher prevalence of insect pests. In conclusion, it is recommended to implement intercropping and agroecological management to increase productivity, reduce pest incidence naturally, and improve the financial sustainability of production systems.

**Keywords:** seed coating, crop synergy, agroecosystems.

# CAPITULO I

# INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

El haba (*Vicia faba* L.) y la papa (*Solanum tuberosum* L.) forman parte de la canasta básica y cultural del Ecuador (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2002). La papa es uno de los principales cultivos tradicionales del país, especialmente en la sierra ecuatoriana, donde es el segundo cultivo más importante después del maíz. Este cultivo abarca 50 millones de hectáreas sembradas a nivel nacional, de las cuales 300 mil toneladas se producen por agricultura familiar (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2022).

La papa es un cultivo herbáceo con un alto contenido de carbohidratos, por lo que este producto aporta una alta densidad energética, pero con bajas cantidades de proteína, casi similares a las de los cereales. Otro de sus aportes es el contenido de vitamina C (Borja, 2008). Además, cabe indicar que a nivel mundial hay más de 4000 especies del género Solanum, pero en el Ecuador hay 400 especies, de las cuales 30 son cultivadas (INIAP, 2002b)

Por otro lado, el haba (*Vicia faba L.*), como cultivo de ciclo corto, ha sido un alimento milenario que ha cobrado relevancia por sus beneficios alimenticios, biológicos y medicinales (Agulilar et al., 2019). La producción de esta leguminosa de grano a nivel mundial ocupa el séptimo lugar debido a su contenido de proteína (25%), grasas (25%), 3500 calorías por kilo y fibras (Martínez y Yépez, 2022). Por otro lado, según Jordan-Agulilar (2019), se menciona que al momento de consumir este alimento se genera un aumento de proteína, hierro, calcio, zinc, y mejora el contenido de fibra dietética y ácidos grasos insaturados.

Sin embargo, estos cultivos se están manejando de manera convencional, como monocultivos y con altas aplicaciones de agroquímicos; un problema importante en la agricultura que ha ocasionado el desequilibrio en los agroecosistemas (Ocampo, 2011). Por ello, se buscan alternativas de producción sostenible y sustentable, como los sistemas agroecológicos (FAO, 2024).

Estudios sugieren que la agroecología puede ser una herramienta que provee a los ecosistemas un balance ambiental, los componentes principales dentro de un manejo agroecológico comprenden el asocio entre cultivos, lo que implica una agrobiodiversidad con manejo de hábitats, conservación de suelo y manejo integrado de plagas, todo esto enfocado a una producción sustentable (Vélez, 2015).

Varias investigaciones han evidenciado los beneficios de la diversidad en la agricultura, entre ellos el aumento de la productividad tanto vegetal como animal, la mejora de la fertilidad del suelo, la optimización del uso del agua y el bienestar de las familias (Tamburini et al., 2020). Cuanto más complejo y variado sea un agroecosistema, menor será la variabilidad de la diversidad de especies, lo que promueve la estabilidad del sistema (Laya et al., 2016).

Ebel et al. (2017) nos menciona que el asocio de cultivos se presenta como una opción viable para este fin, debido a sus múltiples ventajas en comparación con sistemas que se basan en una sola especie. Las leguminosas entran como componente importante dentro de los cultivos en asocio ya que presenta nódulos en sus raíces, los cuales ayudan a la fijación de nitrógeno al suelo, esto nos ayuda en un sistema de asocio de cultivos con la acción de renovar nutrientes en suelo y mejorar la fertilidad (Oviedo, 2020).

El haba como importante cultivo dentro de asocios ayuda al control de la erosión. Esto se genera gracias a que hay mayor número de plantas en la misma, lo que ocasiona que se vuelva una capa protectora contra las lluvias y ayuda a disminuir la erosión (Onofre y Rojas, 2014). De la misma manera, Narváez (2020) nos menciona que el asocio de habas y papas beneficia al mantenimiento de la humedad del suelo, donde a mayor cantidad de raíces, menor será la evaporación y mayor será la infiltración del suelo. Otro de los beneficios que ocasiona este sistema es el control de malezas, menor ataque de plagas y la producción de alimentos a menor costo (Alemán, 2013).

Además, el manejo agroecológico en parcelas de asocio está enfocado en el incremento de artrópodos benéficos, que nos brindan servicios ecosistémicos como el control de plagas, polinización, la bioturbación, la dispersión de semillas, ciclar nutrientes, proporcionar una fuente de alimento para otros taxones y a la regeneración del suelo (Jankielsohn, 2018). El programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2019) nos menciona que para lograr este incremento es necesario el manejo de hábitats para crear lugares de alimentación, refugio, reproducción y sobrevivencia de estos individuos en los agroecosistemas y sus alrededores a través de siembra de plantas arvenses que cuenten con floración continua (Blanco y Leyva, 2007).

Otra práctica en la agroecología es el empanizado de semillas. Esta práctica tiene sus primeros registros con Masanobu Fukuoka, quien las reunía en una bola de arcilla, conocida como "Bomba de semilla". Esta técnica buscaba que, al llover, las semillas más resistentes pudieran germinar, brotar y prosperar (Didàctica Del Jardí Botànic, G. 2017). Así, el recubrimiento de la semilla se basa en el proceso de encapsulación con el propósito de mejorar las características de crecimiento y desarrollo de la plántula, al mismo tiempo que la protege de afectaciones bióticas externas (Lizarrga et al., 2011). Cuando se establecen en diversas condiciones ambientales, alcanzan porcentajes y tasas de emergencia cercanos al 100%, lo que resulta en un desarrollo inicial adecuado de las plántulas y rendimientos finales elevados (Montoya et al. 2021).

Por lo general, en la formulación del empanizado, se suelen emplear una variedad de ingredientes como minerales, nutrientes, componentes biológicos y aglutinantes. Entre los minerales más comunes se encuentran el zinc, cobre, roca fosfórica, ceniza, yeso y cal. En cuanto a los nutrientes, se destacan las harinas de leguminosas, afrechillo y harina de avena. Además, se utilizan componentes biológicos como compost o microorganismos específicos. También en esta elaboración se pueden incluir lactobacillus como aditivos beneficiosos (Bargaz et al., 2018).

Además, el *Lactobacillus* se puede obtener de diversas formas, aunque la más común es durante el proceso de cuajado del yogurt. Este microorganismo puede resultar beneficioso en la formulación del empanizado gracias a sus propiedades específicas. Otro componente importante en la formulación es el aglutinante, para el cual se suelen emplear gelatina y melaza (Raman et al., 2022). La aplicación y mezcla de la semilla con melaza, ceniza y roca fosfórica puede actuar como repelente para algunas plagas de las semillas, lo que podría ser un beneficio adicional en la producción de empanizado (Hakbijl 2002).

### 1.2 Problema

La agricultura convencional que se ha venido llevando en la actualidad, ha causado grandes cambios en el equilibrio de los agroecosistemas (Chávez y Burbano, 2021). Así, Marshall y Moonen (2002) indican, que la dependencia a los agroquímicos ha ocasionado pérdida de diversidad de plantas y artrópodos. De acuerdo con Agrocalidad en el Ecuador se emplean cantidades importantes de agrotóxicos en la producción de alimentos, en el año 2020, 3215 productos plaguicidas se encuentran registrados, donde insectos benéficos son principalmente afectados (Gomiero et al., 2011).

Los insectos conocidos por sus distintos roles pueden alcanzar los 5.5 millones de especies, de estas, algunas (especialmente polinizadoras) presentan una extinción que se genera desde la era industrial ocasionando perdidas que se estiman que están alrededor del 5 al 10 % de su fauna (Cardoso et al., 2020). De esta manera, La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2018) nos menciona que polinizadores vertebrados como el murciélago con el 17% y el 35% de los polinizadores invertebrados se encuentra en peligro de extinción.

Por otro lado, otro de los factores que afectan la producción es el mal manejo de la semilla con bajo porcentaje de germinación (Reed et., 2022). El riesgo de semillas inutilizables tras el almacenamiento varía según su edad, humedad y condiciones de almacenamiento. Esto puede resultar en la semilla una menor germinación y un crecimiento lento de plántulas débiles, afectando su establecimiento y tolerancia a condiciones adversas (Castillejos, 2019).

### 1.3 Justificación

El manejo agroecológico tiene el fin de realizar cambios en los sistemas convencionales, transformándolos a sistemas autosuficientes. Además, mediante este cambio se generan internaciones biológicas y procesos naturales, donde el sistema de producción pueda satisfacerse por sí mismo (Altieri & Nicholls, 2007).

La asociación de cultivos es una práctica agroecológica que busca maximizar la productividad, mejorar la resiliencia del sistema agrícola y proporcionar una variedad de beneficios como el aumento de la población de insectos benéficos, al aumento de la fertilidad del suelo y a la reducción de egresos para la producción, esto tanto para los agricultores como para el medio ambiente (Gliessman, 2015), sumado a la implementación de la agrobiodiversidad. Ahora bien, el cultivo del haba mediante un manejo agroecológico puede servir como un componente de asociación de cultivos gracias a su efecto positivo en el suelo y en la fauna entomológica. Este componente de asociación ayuda al incremento de insectos benéficos y a la eliminación de plagas de los diferentes cultivos en asocio (Vickery et al., 2009).

De esta manera, Nejara (2010) menciona que cultivar plantas arvenses con flores como margen es otra herramienta del manejo agroecológico que se vuelve fructífero por el hecho de que el borde se vuelve un acopio de insectos benéficos que comienzan a asentarse en el cultivo. Además, estos arvenses proporcionan alimento, néctar, semillas y polen que ayudan a la subsistencia de los insectos (Inclán et al., 2016).

Por otro lado, el empanizado de semillas se realiza para proteger las semillas, estimular su germinación, mejorar su viabilidad y facilitar su siembra, lo que contribuye a un establecimiento más exitoso de los cultivos (Wang y McHunghen, 2014). Además, esta técnica de manejo de la semilla evita dañar las semillas, superando el efecto adverso de pesticidas, fungicidas y estimulando un desarrollo saludable al momento de la germinación (Rocha et al., 2019).

Por esta razón la presente investigación se realizará en el cantón Cayambe, en la parroquia de San José de Ayora, en la comunidad San Francisco de Cajas en donde se establecerá un sistema de asocio de habas y papas que tengan un manejo agroecológico, además del empanizado de semilla. Esta investigación se dará gracias a un grupo de mujeres que ayudan a conservar la naturaleza y concientizan que el manejo convencional afecta de forma directa e indirecta al ecosistema. De esta manera, también se genera el aporte de nuevos conocimientos tanto para la comunidad, como para el estudiante.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del manejo agroecológico en la dinámica poblacional de insectos en sistemas de asocio de haba (*Vicia faba L.*) y papa (*Solanum tuberosum* L.), San Francisco de Cajas.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Comparar la dinámica población de insectos bajo sistemas de monocultivo con respecto al sistema de asocio de cultivos.
- Determinar la incidencia de plagas en los sistemas de producción.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

## 1.3 Hipótesis o preguntas directrices

- **Ho:** La asociación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) y haba (*Vicia faba L.*) no incide en la dinámica poblacional de insectos plagas y artrópodos
- **Ha:** La asociación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) y haba (*Vicia faba L.*) si incide en la dinámica poblacional de insectos plagas y artrópodos.

# CAPITULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1 Cultivo de papa

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta herbácea, dicotiledónea y un tubérculo versátil y ampliamente cultivado, originario de los Andes. Su introducción en Europa en el siglo XVI transformó la alimentación y su producción sigue siendo vital para la economía (Gutaker et al., 2019). Aparte de ello, la papa es una fuente importante de carbohidratos, fibra y vitaminas como la C y B6, además de minerales como el potasio y el hierro (Chávez, 2019). Por otro lado, su adaptabilidad a diversos climas y suelos la convierte en un cultivo crucial para la seguridad alimentaria global. Donde, en la cocina, se utiliza de múltiples formas: cocida, frita, en puré o como ingrediente en diversos platos (Biswal et al., 2025).

INIAP, (2009) menciona que la papa es un tubérculo comestible que a nivel mundial es el cuarto producto más cultivado. Además, es una excelente fuente de carbohidratos complejos, principalmente almidón, que proporciona energía sostenida. Son conocidas por su contenido de potasio, un mineral crucial para la función muscular y la salud cardiovascular (Alves y Robelles, 2016).

Las papas son una importante fuente de nutrientes esenciales. Contienen carbohidratos y almidón que proporcionan energía, así como proteínas de buena calidad, vitamina B6 y potasio, fundamentales para diversas funciones corporales (Ministerio de Agricultura y Riego, [MAR], 2019). Además, son ricas en antioxidantes como la vitamina C y el ácido clorogénico, que ayudan a combatir el daño celular y regulan las grasas corporales. Las variedades de papas de pulpa amarilla ofrecen luteína y zeaxantina, beneficiosas para la salud ocular, mientras que las variedades de pulpa morada y roja contienen antocianinas, que pueden proteger contra enfermedades y mejorar la salud cardiovascular (Burgos, 2019). (Figura 1).

**Figura 1**

*Cultivo de papa del ensayo*



## 2.2 Cultivo de haba

El haba, perteneciente a la familia Fabácea, es un cultivo significativo tanto por su valor nutricional como por su versatilidad agrícola (Díaz 2013). Inclusive, sus semillas, contenidas en vainas verdes, son una excelente fuente de proteínas vegetales, fibra dietética y una variedad de vitaminas y minerales esenciales como el hierro, zinc y folato (vitamina B9) (Salvador et al., 2007).

Originaria de Asia occidental y el Mediterráneo oriental, esta planta herbácea anual ha sido cultivada desde tiempos antiguos en regiones de clima templado alrededor del mundo. Históricamente, las habas han desempeñado un papel vital en la alimentación humana desde las antiguas civilizaciones griega y romana, destacándose por su capacidad para prosperar en suelos menos fértiles y proporcionar una fuente sostenible de alimentos (Caracuta et al., 2016). A la vez Quiroz et al., (2020) dice que el haba no solo es una fuente valiosa de nutrientes esenciales, sino también un componente clave en la agricultura sostenible y la diversidad de ecosistemas. (Figura 2).

**Figura 2**

*Cultivo de haba del ensayo*



## 2.3 Plagas de la haba y papa

### *2.3.1 Plagas de papas*

En Ecuador, una de las principales plagas que afecta los cultivos de papa es el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax*). Como es evidente, este insecto ataca principalmente los tubérculos, causando grandes pérdidas en el rendimiento del cultivo. Los daños se presentan

en forma de galerías dentro de los tubérculos, lo que no solo disminuye la calidad del producto, sino que también lo hace susceptible a infecciones secundarias (Caillagua, 2022).

Otra plaga importante son las polillas de la papa como la polilla minadora (*Phthorimaea operculella*), polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) y la polilla andina (*Symmetrischema* tangolias), las cuales puede afectar tanto el follaje, tallos y tubérculos. Las larvas de estas polillas perforan los tubérculos, creando túneles y facilitando la entrada de patógenos. De esta manera, esta plaga causa un daño directo reduciendo significativamente la calidad y el rendimiento de la cosecha, además de aumentar las pérdidas postcosecha (Zekele et al. 2015). Por otro lado, los nematodos (*Globodera spp.*) son organismos microscópicos que atacan las raíces de las plantas de papa. Al alimentarse de las raíces, los nematodos inhiben el desarrollo de las plantas, resultando en un crecimiento deficiente y una reducción en el rendimiento. Estos parásitos pueden ser difíciles de controlar y requieren prácticas de manejo integrado para su control efectivo (Silvestre et al., 2021).

Los pulgones (*Myzus persicae*) son otra plaga de relevancia, principalmente por su papel como vectores de virus que afectan a las plantas de papa. Los pulgones se alimentan de la savia de las plantas y pueden transmitir enfermedades virales, lo que resulta en plantas debilitadas y una disminución en la producción (Pinheiro et al., 2017). Finalmente, la pulguilla de la papa (*Epitrix* spp) es un coleóptero pequeño que ataca las hojas de las plantas de papa generando unos pequeños orificios que reducen la capacidad fotosintética de las plantas. Este daño foliar puede debilitar las plantas y reducir el rendimiento general del cultivo (Germain et al., 2013).

**Figura 3**

*Pulguilla en la papa*



Fuente: Obtenido de Centro internacional de la papa (CIP) (2022)

### *2.3.2. Plagas del haba*

En Ecuador, una de las principales plagas que afectan el cultivo de haba es el pulgón negro (*Aphis fabae*) (Figura 4). Este insecto se alimenta de la savia de las plantas, debilitándolas considerablemente. Además de causar daño directo a las plantas, los pulgones son vectores de virus que pueden provocar enfermedades graves en las habas. La presencia de estos insectos también fomenta el crecimiento de hongos como la fumagina, que cubre las hojas y reduce la capacidad fotosintética de las plantas (Meradsi y Laamari 2016).

Otra plaga significativa es el gorgojo del haba (*Bruchus rufimanus*). Pues, Tsialtas e Irakli (2024) mencionan que las larvas de este insecto perforan las vainas y se alimentan de las semillas dentro de ellas. Además, este daño directo no solo disminuye la calidad del producto, sino que también reduce el rendimiento del cultivo, ya que las semillas dañadas son menos viables para la germinación y el consumo.

Los trips (*Frankliniella occidentalis*) son pequeños insectos que también afectan los cultivos de haba, se alimentan del follaje y las flores, lo que provoca manchas plateadas en las hojas y deformaciones en las vainas y semillas. Además, los trips son conocidos por ser vectores de enfermedades virales, lo que añade otro nivel de amenaza para el cultivo (He et al., 2020). De la misma manera, la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es otra plaga relevante en los cultivos de haba. Este insecto se alimenta de la savia de las plantas y es vector de varias enfermedades virales, al igual que los trips. La infestación por mosca blanca puede debilitar seriamente las plantas, reduciendo su vigor y su capacidad para producir vainas saludables (Navas et al., 2011).

Finalmente, el minador de hojas (*Liriomyza spp*.) crea galerías en las hojas al alimentarse de su tejido. Estas galerías reducen la capacidad fotosintética de las plantas, debilitándolas y disminuyendo su rendimiento. El daño foliar también puede predisponer a las plantas a infecciones secundarias y otros problemas de salud (Weintraub 2017).

**Figura 4**

*Presencia de pulgones en el cultivo de haba*



## 2.4 Agroecología

La agroecología es una disciplina que combina la ciencia ecológica con la agricultura para crear sistemas agrícolas sostenibles (Gómez, 2015). Su enfoque se basa en principios ecológicos para diseñar y gestionar agroecosistemas productivos, resistentes y ecológicamente equilibrados. La agroecología no solo se ocupa de los aspectos técnicos de la agricultura, sino que también abarca cuestiones sociales, económicas y políticas, buscando una agricultura sostenible y equitativa (Toledo, 2011).

Uno de los pilares de la agroecología es la diversificación de cultivos. A diferencia de los monocultivos, que son susceptibles a plagas y enfermedades, los sistemas diversificados pueden aumentar la resiliencia de los cultivos y mejorar la salud del suelo (Ruíz-Rosado, 2006). Además, la agroecología promueve el uso eficiente y sostenible de los recursos naturales, como el agua y el suelo, para minimizar el impacto ambiental y reducir la dependencia de insumos externos, como fertilizantes y pesticidas químicos (Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología [SOCLA], 2009).

De la misma manera, el recubrimiento de semillas o empanizado de semillas es una de las técnicas agroecológicas que usa materiales exógenos en distintos métodos como el peliculado, el incrustado y el pelitizado (Romo y Guzman, 2019). Asimismo, el empanizado de semillas como el peliculado, se utiliza en la superficie de la semilla, en la cual se aplica ingredientes activos como los microrganismos de montaña, cenizas y aglutinantes como la melaza que pueden proteger la semilla de fitopatógenos, aumentar la germinación y el crecimiento de la planta (Rocha et al., 2019).

Además, la agroecología valora y utiliza el conocimiento local y tradicional, combinándolo con la ciencia moderna para desarrollar prácticas agrícolas adecuadas a contextos específicos.

(Giraldo y Rosset, 2016). La participación comunitaria es fundamental en la agroecología. Se fomenta la inclusión de las comunidades locales en la toma de decisiones y en la implementación de prácticas agroecológicas, asegurando que estas sean culturalmente apropiadas y socialmente aceptables (Álvarez et al., 2014). Asimismo, la agroecología promueve la justicia social, buscando una distribución equitativa de los beneficios de la agricultura sostenible entre todos los actores involucrados, desde los productores hasta los consumidores (González, 2021).

### *2.4.1. Abonos para el uso en empanizados*

El empanizado es un tipo de recubrimiento biológico aplicado a la semilla. En este tipo de recubrimiento se emplean aglutinantes, nutrientes, minerales y materiales biológicos. Por lo tanto, este recubrimiento biológico funciona como protector ante hongos y patógenos, también ayuda a una mejor asimilación de nutrientes que inicia desde la simbra y su germinación (Halmer, 2008). De esta manera, Restrepo (2007) nos menciona que, al incorporar nutrientes en la superficie de la semilla, esta tiene una mejor asimilación de nutrientes y, por ende, un mejor desarrollo.

Boudet et al., (2017) mencionan que los abonos agroecológicos son una parte esencial de la agricultura sostenible. Además, se utilizan para mejorar la fertilidad del suelo y proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas. Algunos tipos y principios clave de los abonos agroecológicos como materiales biológicos usados en los empanizados:

1. Compost:

- El compostaje es un proceso de descomposición controlada de materiales orgánicos como restos de alimentos, hojas y estiércol. El resultado es un abono rico en nutrientes que mejora la estructura del suelo y su capacidad de retener agua, lo que genera una mayor porosidad en los suelos aplicados. Además, esta práctica ayuda a aumentar la vida microbiana (Gliessman, 2014).

2. Estiércol Animal:

- El estiércol de vacas, ovejas, caballos y otros animales es una fuente tradicional de fertilización. Es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, y ayuda a mejorar la materia orgánica del suelo. Al igual que el compost, el estiércol animal necesita de un proceso de descomposición

en el cual los nutrientes de esa descomposición son asimilados por el suelo. (Denoncourt et al., 2025).

3. Té de Compost:

- Es un extracto líquido elaborado a partir de compost maduro. Se utiliza como fertilizante foliar o de suelo para proporcionar una rápida disponibilidad de nutrientes y beneficios microbianos. De igual manera que las demás prácticas, este té se utiliza para ayudar a la recuperación del suelo, ayuda a la salud y crecimiento de las plantas y ayuda al control de plagas y enfermedades de forma natural (Yin et al., 2025).

4. Té de microorganismos de montaña:

- También conocido como un biofertilizante líquido, este té de MM es utilizado por la agroecología gracias a sus beneficios naturales como en la mejor asimilación de los nutrientes por parte de las plantas, la descomposición de la materia orgánica, la mejora en la salud del suelo y en la ayuda de un mejor enraizamiento (Umaña et al., 2017).

5. Biofertilizantes:

- Son productos que contienen microorganismos vivos (bacterias, hongos) que promueven el crecimiento de las plantas al aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Inclusive, un ejemplo común es el uso de rizobios para la fijación de nitrógeno en leguminosas (Palacios, 2023).

6. Humus de lombriz:

- También conocido como vermicompost, se produce mediante la descomposición de la materia orgánica por lombrices. Es rico en nutrientes y mejora significativamente la estructura y el microbiota del suelo. Además, ayuda a generar nuevas poblaciones de microfauna en el suelo, ayudando asi a la diversidad y composición de los suelos (Zhang, 2020).

### *2.4.2. Márgenes funcionales*

Los márgenes funcionales en el manejo agroecológico se refieren a las áreas periféricas o bordes de los sistemas agrícolas que desempeñan roles específicos para mejorar la sostenibilidad y la resiliencia del agroecosistema. De la misma manera, estos pueden incluir

setos, zonas de vegetación natural y corredores biológicos, que contribuyen de manera significativa al funcionamiento del sistema agrícola. Su gestión adecuada ayuda a integrar la biodiversidad y optimizar el uso de recursos naturales, promoviendo un entorno agrícola más equilibrado y sostenible. (Santa et al., 2021) (Figura 5).

**Figura 5**

*Margen floral establecido en la fase dos del ensayo*



Uno de los principales beneficios de los márgenes funcionales es su capacidad para mejorar la biodiversidad (Zamora et al., 2018). Las áreas marginales a menudo albergan una variedad de plantas y animales que proporcionan hábitats para polinizadores, depredadores naturales de plagas y otros organismos beneficiosos (Gonzáles, 2011). De hecho, biodiversidad puede aumentar la estabilidad del agroecosistema al controlar plagas y enfermedades de manera natural, reduciendo la dependencia de pesticidas químicos y mejorando la salud general del cultivo.

Además, Nicholls et al., (2017) mencionan que los márgenes funcionales juegan un papel crucial en la regulación del agua. Por ejemplo, las zonas de vegetación a lo largo de las riberas de los ríos pueden filtrar contaminantes y reducir la erosión del suelo, mejorando la calidad del agua y gestionando el flujo de agua en el agroecosistema. Asimismo, esta función es particularmente importante en la prevención de la contaminación de cuerpos de agua y en la conservación del suelo agrícola (Holt-Giménez y Altieri, 2013).

### *2.4.3. Servicios ecosistémicos de los insectos*

Los servicios ecológicos en la agroecología son los beneficios que los ecosistemas proporcionan a la agricultura, lo que contribuye a su sostenibilidad y productividad. Estos servicios son fundamentales para el funcionamiento de los agroecosistemas y pueden dividirse en varias categorías:

1. Polinización:

- Los polinizadores, como abejas, mariposas y otros insectos, son esenciales para la producción de muchos cultivos. Igualmente, la agroecología promueve hábitats adecuados para estos polinizadores, lo que mejora la fecundación de las plantas y la calidad de las cosechas (Kremen y Miles, 2012).

2. Control Biológico de Plagas:

- Los enemigos naturales de las plagas, como depredadores y parásitos, ayudan a mantener bajo control las poblaciones de insectos dañinos. Además, los márgenes funcionales y la diversidad de cultivos fomentan la presencia de estos organismos beneficiosos, reduciendo la necesidad de pesticidas químicos (Gliessman, 2014b).

3. Ciclo de Nutrientes:

- La descomposición de materia orgánica por microorganismos del suelo libera nutrientes esenciales para las plantas. De igual manera, la agroecología utiliza compost, abonos verdes y rotación de cultivos para mantener y mejorar la fertilidad del suelo de manera natural (Altieri, 1999).

4. Regulación del Agua:

- Los sistemas agroecológicos promueven la infiltración y retención de agua en el suelo, lo que ayuda a prevenir la erosión y reduce la escorrentía superficial. Igualmente, la vegetación en márgenes y áreas de amortiguamiento actúa como filtro natural, mejorando la calidad del agua (Palomo et al., 2022).

5. Secuestro de Carbono:

-Los suelos y las plantas en los sistemas agroecológicos pueden capturar y almacenar carbono, ayudando a mitigar el cambio climático. Como es evidente, la incorporación de materia orgánica en el suelo aumenta su capacidad de almacenamiento de carbono, lo que ayuda a mejorar la relación carbono/nitrógeno y proporciona mayor estabilidad en los suelos. (Williams et al., 2021).

### *2.4.4. Sistemas de muestreo*

El sistema de muestreo en el campo entomológico es esencial para estudiar la distribución de una población de insectos en su hábitat natural. Asimismo, este método nos proporciona información detallada sobre varios aspectos, como el tamaño de la población, la proporción de

machos y hembras, y otros parámetros importantes para entender la ecología y el comportamiento de los insectos en su entorno (Rossini et al., 2023).

De esta manera, en este estudio se utilizó trampas cromáticas amarillas para estudiar la relación de los insectos con respecto al sistema. Por lo tanto, los insectos son atraídos por ciertos colores que les parecen más atractivos (como amarillo o azul), y luego quedan atrapados en una superficie pegajosa. Los colores elegidos suelen estar basados en el comportamiento y preferencias visuales de las plagas, para así monitorear la presencia y abundancia de insectos (Carrillo et al., 2022).

**Figura 6**

*Tramas cromáticas usadas en cada unidad experimental*



## 2.5 Marco legal

Esta investigación se regula en los artículos y leyes del estado ecuatoriano, como se muestra en la Constitución de la República del Ecuador 2008 Art. 13, que menciona que "Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos. Prioritariamente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria". Asimismo, en el Art.15 regenera un énfasis en que "El Estado suministrará, en el sector privado y público, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. (…) Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, publicación (...) de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos(...) perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria (…)".

Asimismo, El Proyecto Código Orgánico de Soberanía Alimentaria, en el "Art. 2 específicamente en Objetivos.- La presente normativa, tiene como objetivo asegurar y priorizar

el ejercicio de los derechos del Buen Vivir de las personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, agricultores, ganaderos, organizaciones campesinas, indígenas, afroecuatorianos, montubios, mestizos y sociedad en general" en uno de sus atribuciones hace referencia a; "Garantizar una agricultura amigable con el medio ambiente y preservación del ecosistema".

Por oro lado, de acuerdo con la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (29 de noviembre del 2019), tiene por objetivo regular la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas (…) donde el Art. 18, da en conocimiento sobre el objeto de las medidas sanitarias que es; "prevenir, atacar, confinar o erradicar las plagas, enfermedades y contaminantes que pongan en riesgo la sanidad agropecuaria e inocuidad de los alimentos en la producción primaria", gestionando el cumplimiento obligatorio por el Art. 19 "para la aplicación de medidas sanitarias, las cuales tengan como finalidad el control, prevención, erradicación de una plaga o enfermedad (…) serán de obligatorio cumplimiento por parte de los propietarios, arrendatarios o posesionarios, de plantas, productos vegetales (…).

# CAPITULO III

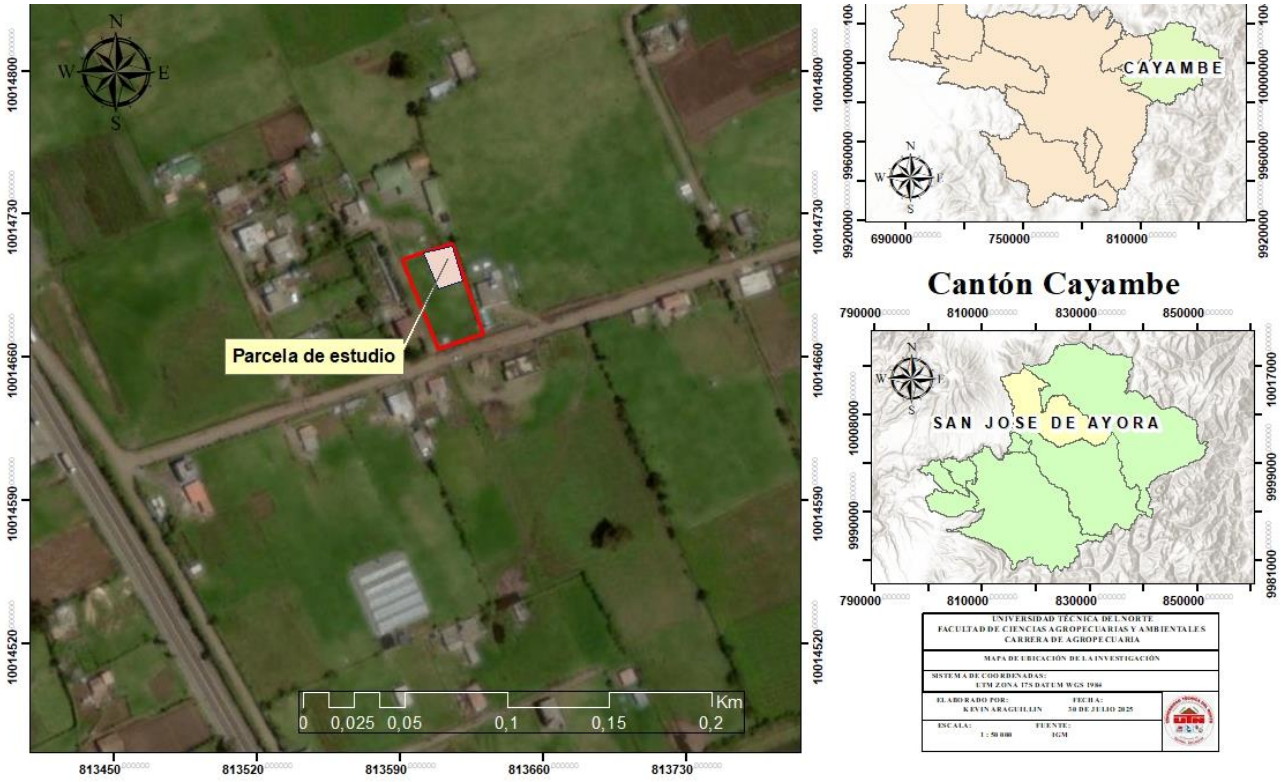
# MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1 Caracterización del área de estudio

El área de estudio fue establecida en la provincia de Pichincha, cantón Cayambe, parroquia de San José de Ayora, comunidad de San Francisco de Cajas. En un área de la comunidad designada para el grupo de mujeres “Chagra Sisa” como se muestra en la Figura 7.

**Figura 7**

*Mapa de ubicación del sitio de estudio*




Las descripciones del área de estudio fueron esenciales para identificar varios aspectos edafoclimáticos que orientaron ciertas acciones para la realización de esta investigación. Estas descripciones se lo pueden observar en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Descripción del área de investigación*

| **Descripción** | **Características de área de estudio** |
|---|---|
| Ubicación: | San Francisco de Cajas |
| Cantón: | Cayambe |
| Parroquia: | San José de Ayora |
| Provincia: | Pichincha |
| Latitud: | 0°07'56.23800" N |
| Longitud: | 78°11'00.41611" O |
| Altitud: | 3131,127 msnm |
| Clima: | Fresco nuboso |
| Precipitación: | Variable 182.00-2202 mm |
| Temperatura: | Variable 8-19 °C |

*Nota:* Datos tomados de GADIPMC (2021)

### 3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

A continuación, en la tabla 2 se detallan los materiales utilizados en cada ciclo vegetativo en el desarrollo del estudio.

**Tabla 2**

*Materiales, equipos, insumos y herramientas*

| **Materiales** | **Equipos** | **Insumos** | **Herramientas** |
|---|---|---|---|
| Libreta de campo | Computadora | Plantas arvenses | Azadón |
| Red entomológica | Cámara | Semilla de papa | Rastrillo |
| Trampas adhesivas | Lupa | Semilla de haba | Pala |
| Cintas | Impresora | Compost | Estacas |
| Frascos de vidrio | Balanza | Roca fosfórica | Cinta métrica |
| | | Lactobacillus | Manguera |
| | | | Piola |

## 3.3 Métodos

El desarrollo de esta investigación experimental constó de dos fases, en las que la primera comprendió la selección de empanizados a la semilla y la segunda, su aplicación a cultivos en asocio.

### *3.3.1 Fase 1. Selección de recubrimiento de semilla en maceta*

El objetivo de la primera fase fue determinar un tipo de empanizado de la semilla que incrementara la germinación.

**3.3.1.1 Factor en estudio:** El factor en estudio es el tipo de empanizado utilizado en la fase 1 como paso previo para seleccionar el mejor empanizado (Tabla 3).

**Tabla 3**

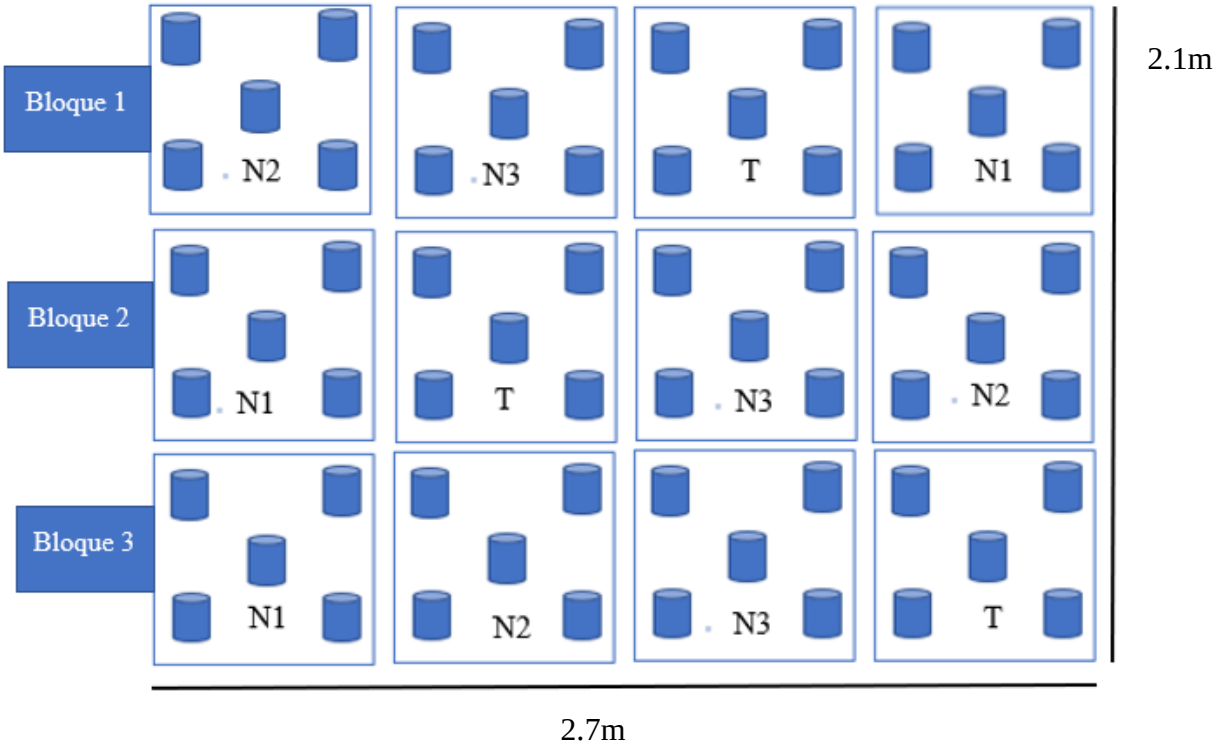
*Descripción y propiedades de los materiales usados en la elaboración de los empanizados*

| Niveles | Empanizado | Nutrientes | Minerales | Biología |
|---|---|---|---|---|
| Nivel 1 | Empanizado 1 | 1L de melaza | Roca fosfórica (180g), ceniza natural (410g) y carbón molido (410g) | 2L de MM líquidos |
| Nivel 2 | Empanizado 2 | 3 cucharadas de lechada de cal | 0.5L de orina de vaca | 2 puñados de estiércol de vaca y 10L de agua sin cloro, 1 vaso de leche |
| Nivel 3 | Empanizado 3 | 1L de melaza, 0.5kg de harina de trigo, 0.5 kg de harina de haba | 0.5kg roca fosfórica y 0.5kg de cenizas compuesta de huesos, tallos de girasol y cascara de huevos | 2kg de Compost cernido y 2L de MM líquidos |
| Testigo | Sin empanizado | | | |

**3.3.1.2 Diseño experimental.** En esta fase se estableció un diseño en bloques completos al azar con tres bloques y 4 tipos de empanizado en las habas y papa (Figura 8).

**Figura 8**

*Características del diseño del empanizado de semilla*




**3.3.1.3 Características del diseño experimental.** A continuación, se detallan las características que se utilizó en la fase 1

**Tabla 4**

*Características del diseño experimental*

| **Descripción** | **Unidad** |
|---|---|
| Bloques | 3 |
| Tipos de empanizado | 4 |
| Número de unidades experimentales | 12 |
| Área experimental | 5.67 $m^2$ |

**3.3.1.4 Características de la unidad experimental.** La unidad experimental inició con la determinación del espacio en la que se ejecutó.

**Tabla 5**

*Características de la unidad experimental*

| **Datos** | **Descripción** |
|---|---|
| Ancho | 0.3m |
| Largo | 0.3m |
| Área | 0.09 $m^2$ |
| Número de vasos | 5 |
| Volumen del vaso | 248.84 $cm^3$ |
| Semillas por vaso | 1 |

### *3.3.2 Variables a evaluar*

- Porcentaje de germinación y emergencia: el porcentaje de germinación se evaluó al observar cuantas semillas rompen la testa, a cuántas semillas les comienzan a crecer la raíz y hasta cuantas semillas comienzan a que su hipocótilo salga a la superficie. Después de eso, se evaluó el porcentaje de plantas que emergieron o cuyas hipocótilos superaron la superficie hasta que ya poseían su epicótilo con sus tres hojas.
- Días de germinación: se observó cuánto tiempo se demoraron las semillas en obtener su epicótilo.

**Figura 9**

*Germinación de las semillas de papa y haba en la fase 1 del ensayo*




*Nota*: A: germinación del haba. B: germinación de la papa.

### *3.3.3 Manejo del experimento*

1. Preparación de empanizado.

La preparación de los empanizados se realizó mediante cuatro métodos distintos. Sin embargo, el empanizado 1 y 2 contienen microorganismo de montaña (MM) líquido que tuvo una preparación previa, que inicio con la recolección de 50 kg de microorganismo de montaña (el suelo de una montaña boscosa con micorrizas) que se incorporó con 25 kg de afrechillo, 10 L de melaza y 2 a 4 L de agua sin cloro. De esta manera, se mezcló estos materiales hasta obtener una mezcla homogénea y un poco húmeda que se dejó en una fermentación anaeróbica durante 30 días.

Por último, para realizar los MM líquidos, se ocupó 5 kg de los MM solidos (antes mencionados) en un costal, un tanque lleno de 200L de agua sin cloro y 4L de melaza. La función del costal es similar a la de un sobre de té que va suspendida dentro del tanque con 200L de agua mezclado con los 4L de melaza. A esto se lo deja tapado durante 15 días, de los cuales pasando un día se bate la mezcla por un aproximado de 5 minutos.

A continuación, se describen los pasos para cada uno de los empanizados:

- Empanizado 1: El proceso inició con la homogenización de los sólidos pulverizados como la roca fosfórica (180g), ceniza natural (410g) y carbón molido (410g) denominada "polvos del empanizado 1". Por otro lado, se mezcló 2L de microorganismos líquidos con 1L de melaza a la cual denominamos "líquidos del empanizado 1".

  De esta manera, cuando se obtuvo las mezclas sólidas y liquidas, a la semilla se la dejo reposar en la mezcla liquida durante 5 minutos y después se la escurrió para mezclarla con los polvos del empanizado 1.

- Empanizado 2: Inicio con la recolección de los materiales que se mencionan en la Tabla 3 y se mezclaron hasta obtener una mezcla homogénea y liquida. La mezcla se dejó reposar durante una noche en un balde cubierta con una tela y luego se almacenó en una caneca sellada, bajo sombra y sin luz durante un mes. Después de este período, se remojó 1 taza del inoculante líquido por cada kilogramo de semilla.
- Empanizado 3: El proceso del empanizado 3 consistió en remojar las semillas durante 5 minutos en una solución que contenía 2 L de microorganismos líquidos y 1 L de melaza. Posteriormente, las semillas se incorporaron en una mezcla homogénea de solidos pulverizados que incluía:

- 0,5 kg de roca fosfórica.

- 0,5 kg de cenizas de huesos, cáscaras de huevo y tallos de girasol (en proporciones iguales).

- 2 kg de compost cernido.

- 0,5 kg de harina de haba.

- 0,5 kg de harina de trigo.

La mezcla homogénea de solidos pulverizados se denominó "polvos del empanizado 3"

- Empanizado 4: Se utilizó como testigo, sin aplicación de empanizado.

La elaboración de los empanizados antes mencionados con los materiales y sus resultados se muestra en la Figura 10.

**Figura 10**

*Elaboración de los distintos empanizados usados en la fase1*




*Nota*: A: polvos del empanizado 1. B: polvos del empanizado 3. C: mezcla homogénea de los ingredientes del empanizado 2. D: preparación de los líquidos del para empanizado 1 y 3. E: remojo de la semilla para el empanizado 1 y 3. F: escurrimiento y empanizado 1 de la semilla de papa. G: empanizado 3 de la semilla de papa. H: recubrimiento de la semilla de haba con el empanizado 3

2. Aplicación.

Una vez que se realizó el recubrimiento de la semilla con cada uno de los empanizados, a la semilla se la dejó reposar durante unos 2 a 4 minutos. Para después sembrarla en el recipiente correspondiente.

**Figura 11**

*Siembra del recubrimiento de semilla en papa del empanizado 1.*



3. Medición de variables.

   Se evaluaron el porcentaje de germinación, la emergencia y días de germinación mediante la observación directa, tanto como en el haba como en la papa. De esta manera, la observación directa se la realizó pasando un día, recolectando datos como el número de hojas y la altura obtenida hasta el día observado

### *3.3.4 Fase 2: Aplicación del recubrimiento de semilla en campo*

El objetivo de esta fase fue evaluar el efecto de los empanizados seleccionados en la fase 1 en conjuntos con el asocio y los distintos sistemas de produccion con sus factores en estudio con sus tratamientos como se observa en la Tabla 6.

#### 3.3.4.1 Factor en estudio:

Factor 1: Sistema de producción

C1: Papa

C2: Haba

C3: Papa + Haba con empanizado

C4: Papa + Haba sin empanizado

**Tabla 6**

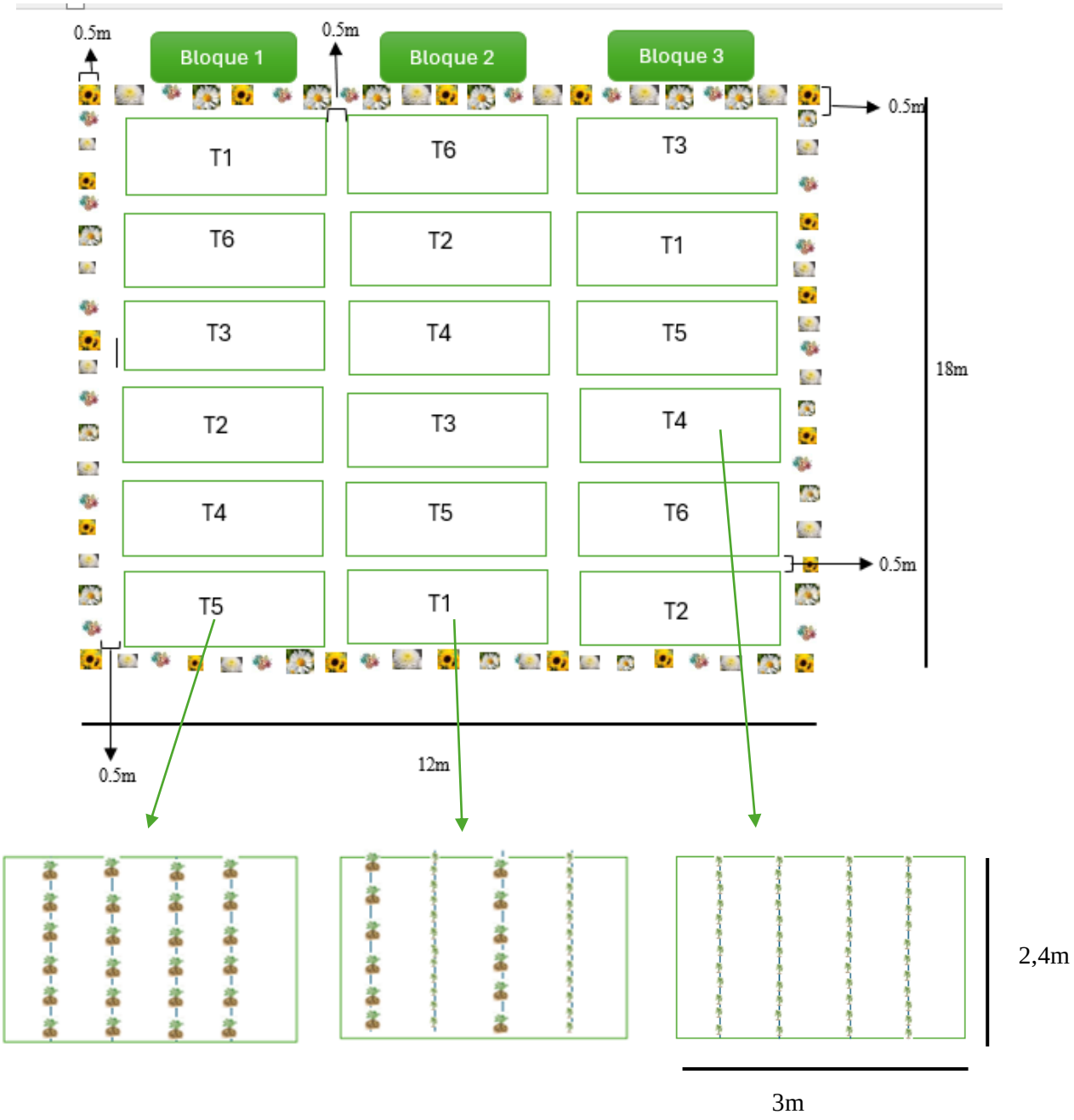
*Tratamientos de la fase dos en campo.*

| Tratamientos | Detalle |
|---|---|
| T1 | Asocio + Con empanizado |
| T2 | Asocio + Sin empanizado |
| T3 | Monocultivo de habas + Con empanizado |
| T4 | Monocultivo de habas + Sin empanizado |
| T5 | Monocultivo de papas + Con empanizado |
| T6 | Monocultivo de papas + Sin empanizado |

**3.3.4.2 Diseño experimental.** Para la realización de esta investigación se aplicó un diseño en bloques completos al azar. A continuación, la Figura 12 muestra el diseño experimental establecido.

**Figura 12**

*Características del diseño experimental fase 2.*



**3.3.4.3 Características del experimento.** A continuación, se detallan las características utilizadas en la investigación, basadas en la fase 2 ya implementada, con los mejores empanizados de la fase 1 como se puede observar en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Características del diseño experimenta de la fase 2*

| **Descripción** | **Unidad** |
|---|---|
| Bloques | 3 |
| Sistema de cultivo | 2 |
| Empanizado | 2 |
| Número de unidades experimentales | 18 |
| Área total del experimento | 216 $m^2$ |

**3.3.4.4 Características de la unidad experimental**. El área de investigación inició con los márgenes de plantas arvenses con su espacio de siembra de 0.5 m de distancia hasta el inicio de las parcelas. Además, debido a los dos sistemas de cultivo en la tabla 8, 9 y 10 se muestran las distintas características.

**Tabla 8**

*Características de la unidad experimental del monocultivo de papa*

| **Datos** | **Mediciones** |
|---|---|
| Ancho | 3 m |
| Largo | 2.4 m |
| N° de plantas | 24 |
| N° de surcos | 4 |
| Distancia entre surcos | 0.75 m |
| Distancia ente plantas | 40 cm |
| Área de la unidad experimental | 7.2 $m^2$ |

Debido a que son dos cultivos con familias distintas como las solanáceas en la papa y las fabáceas en habas, las características de las unidades experimentales varían debido a el manejo que cada cultivo necesita. Por lo tanto, en la Tabla 9 se puede observar las características del cultivo de haba.

**Tabla 9**

*Características de la unidad experimental del monocultivo de haba*

| **Datos** | **Mediciones** |
|---|---|
| Ancho | 3 m |
| Largo | 2.4 m |
| N° de plantas | 48 |
| N° de surcos | 4 |
| Distancia entre surcos | 0.75 m |
| Distancia ente plantas | 20cm |
| Área de la unidad experimental | 7.2 $m^2$ |

Por otro lado, al realizar un asocio de cultivos y estudiarlo en conjunto con un monocultivo, se observó que habría parcelas en estudio con distintas características como se observa en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Características de la unidad experimental del cultivo en asocio*

| **Datos** | **Mediciones** |
|---|---|
| Ancho | 3m |
| Largo | 2.4m |
| N° de plantas | 36 |
| N° de surcos | 4 |
| Distancia entre surcos | 0.75 m |
| Distancia ente plantas de haba | 20cm |
| Distancia ente plantas de papa | 40cm |
| Área de la unidad experimental | 7.2 $m^2$ |

### *3.3.5 Análisis estadístico.*

El análisis de datos se realizó a través de un análisis de varianza con modelos lineales generales y mixtos con pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha$=0.05) para los datos

paramétricos. Por otro lado, para los datos no paramétricos se realizó un análisis de la prueba de Friedman, en la que no se cumplen los supuestos de normalidad. Los análisis se realizaron con el programa InfoStat, versión 2020.

### *3.3.6 Variables a evaluar*

Las variables para evaluar según los objetivos establecidos son:

- Porcentaje de germinación: la germinación de la semilla se inició con la imbibición; posteriormente, se activó el metabolismo y, por último, se inició el desarrollo del embrión. Para poder evaluar este porcentaje, se realizó el cálculo de la germinación relativa, el cual se basa en el número de semillas germinadas sobre el total de semillas sembradas, multiplicado por 100.

  GR= SG/TS *100

- Altura: para obtener datos de esta variable, se tomaron medidas en cada etapa del desarrollo de las plantas. Para realizar esto se observó 10 plantas por unidad experimental durante los dos primeros meses con una frecuencia de 1 día la semana.

- Dinámica poblacional de insectos: se realizó mediante monitoreo indirecto con trampas cromáticas amarillas después de los 28 días después de la siembra con una frecuencia de cambio de cada 15 días

**Figura 13**

*Aplicación de las trampas cromáticas amarillas en las parcelas en estudio*




*Nota:* A: colocación de las trampas. B: recolección de las trampas después de 15 días

- Incidencia de plagas y enfermedades: Se observó 10 plantas por unidad experimental cada 15 días, específicamente en los tres tercios y en cada tercio tres hojas.

- Días a la floración: por lo general los días a la floración en papas inicia dependiendo la variedad. Pero en promedio, los días a la floración inicia a los 45 días después de la siembra. Por este motivo se tomó registros de los días que le tomó a la planta iniciar su etapa de floración.
- Días a la cosecha: según lo establecido, el tiempo del experimento se lo realizó en 6 meses. Por lo cual se tomó registros de los días que le tomó a las plantas llegar al punto de desarrollo completo para poder iniciar la cosecha.
- Rendimiento: se tomó datos de la cosecha obtenida.
    - Producción: se pesó el promedio de producción y se comparar la producción del monocultivo de papa con respecto al asocio.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio:
    - Costos-ventas: se realizó el cálculo de la inversión a lo largo del estudio realizado y se cotizó el precio a cuál podría comercializarse el producto obtenido, con el fin de obtener una producción sustentable.

### *3.3.7 Manejo específico del experimento*

**1. Preparación del terreno.**

La preparación del terreno comenzó con la cosecha del cultivo anterior y posterior a eso se procedió a limpiarla. De esta manera, a los residuos del cultivo anterior (que era de maíz), se trituro el rastrojo de los tallos hasta dejarlo en pequeñas porciones para que se genere un menor tiempo de descomposición de esta.

Asimismo, a las malezas presentes para generar una descomposición en conjunto con los rastrojos del cultivo anterior, se aplicó los MM líquidos antes mencionados en la toda la parcela con una frecuencia de una vez por semana de 2000 L de MM líquidos por 6 semanas. Después, se procedió a preparar y plasmar el diseño experimental mencionado anteriormente en el cual se incorporó medio quintal de compost por unidad experimental.

Además, cabe recalcar que para esta preparación solo se utilizó herramientas manuales, ya que no se utilizó ningún tipo maquinaria agrícola.

**Figura 14**

*Preparación e incorporación de MM líquidos en el área experimental*



**2. Implementación de los márgenes con flores.**

Los márgenes con flores se implementaron antes de la preparación del cultivo y se realizaron con plantas florales, como el tilo, girasoles, margaritas gigantes, dalias, nabo de campo, china gigante y marigoles.

**3. Preparación de la semilla con los empanizados.**

Para esto, se realizó los mismos pasos antes mencionados en el manejo de la primera fase, en las etapas de preparación y aplicación.

**4. Siembra del cultivo**

Para la siembra lo primero que se hizo fue el empanizado de la semilla y posterior a eso a la semilla se la implanto en cada surco y a la distancia antes mencionada; esto fue tanto para habas como para papas en los distintos tratamientos.

**Figura 15**

*Siembra de las semillas*




*Nota*: A: siembra en el deseño de monocultivo de haba. B: siembra en el diseño de monocultivo de papa

## 5. Prácticas culturales

Las prácticas culturales se centraron en el mantenimiento del cultivo, se deshierbó el cultivo, se trabajó en el aporque de las plantas y se colocaron y se recolectaron las trampas cromáticas. Por otro lado, al inicio del cultivo se incorporó el Cribac y durante las primeras 6 semanas se aplicó biol al suelo cada semana. Asimismo, se implementó lo que es el caldo sulfocalcico y caldo de ceniza cada semana con una rotación de uno cada semana. También se usó el extracto de higuerilla que se aplicó cada inicio de semana hasta el día de la floración.

**Figura 16**

*Aplicación de extractos usados durante el ciclo del cultivo*



## 6. Medición de variables

La medición de las variables se basó en tres puntos y estados de desarrollo distintos. De esta manera, lo primero fue la identificación de insectos, gracias a las trampas cromáticas. El segundo paso fue la incidencia de plagas y enfermedades en las plantas que se realizó con la observación de 10 plantas por unidad experimental, de los tres tercios y en cada tercio tres hojas, y se utilizaron las fórmulas correspondientes para cada una. Por otro lado, como último punto fue la evaluación de la cosecha y la evaluación económica.

## 7. Cosecha

Para finalizar se realizó la cosecha de la producción, en la cual para las habas se realizó la recolección de las vainas y para las papas fue la excavación de la tierra para poder cosechar los tubérculos. Por último, se evaluaron las variables antes mencionadas.

# CAPITULO IV

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación sobre el efecto del manejo agroecológico en la dinámica poblacional de insectos en sistemas de asocio de haba (*Vicia faba* L.) y papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Comunidad San Francisco de Cajas.

## 4.1 Fase 1. Selección de recubrimiento de semilla

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en la Fase 1 de la investigación, enfocada en determinar el tipo de empanizado que maximiza el desarrollo de las semillas.

### *4.1. 1 Papa*

**4.1.1.1 Días de germinación de la papa.** El análisis de varianza estadístico de los días de germinación de la papa revela que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (p= 0.1465). Esto indica que los tratamientos N1, N2, N3 y T tienen efectos similares en el tiempo de germinación de la papa, como se menciona en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Medias de días a la de la papa*

| Tratamiento | Días a la germinación |
|---|---|
| Empanizado 1 | 30.57 ±1.58 |
| Empanizado 2 | 30.56 ±1.60 |
| Empanizado 3 | 34.16 ±1.74 |
| Testigo | 32.59 ±1.67 |

Los tratamientos N1 y N2 presentan casi 31 días de germinación, mientras que el empanizado tres muestra una diferencia de 3 días con respecto al 1 y 2. Por otro lado, el testigo muestra una diferencia de 2 días respecto a los empanizados. Esto sugiere que las mezclas utilizadas no generan retraso en los días de germinación, pues no muestran diferencias respecto al testigo.

Estos resultados coinciden con algunos estudios que reportan que la aplicación de ciertos tratamientos no siempre muestra diferencias significativas en la germinación de la papa, como el de Chávez et al. (2020), quienes señalan que los tratamientos biológicos en tubérculos suelen manifestar sus beneficios en etapas posteriores de desarrollo y rendimiento, más que en la

velocidad de emergencia inicial. De esta manera, Pumisacho y Sherwood (2002) señalan que la velocidad de emergencia en las zonas altoandinas está supeditada principalmente a la edad fisiológica del tubérculo y a la temperatura del suelo, lo que explicaría por qué, a pesar de la aplicación del empanizado, no se observa diferencia con respecto al testigo.

**4.1.1.2 Número de brotes de la papa.** En este punto se presenta el análisis estadístico de varianza del número de brotes de la papa, que revela una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados ($p = 0.0469$).

Las pruebas de LSD de Fisher indican que el empanizado 1 muestra un mayor número de brotes con respecto al empanizado 3 (0.45) y al testigo (0.29), mientras que con el empanizado 2 presenta valores similares (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Número de brotes de la papa*

| Tratamiento | Número de Brotes |
|---|---|
| Empanizado 1 | 1.77 ±0.15 a |
| Empanizado 2 | 1.52 ±0.16 ab |
| Empanizado 3 | 1.32 ±0.10 b |
| Testigo | 1.48 ±0.12 b |

Esta respuesta se alinea con lo reportado por Leal et al., (2018), quienes sostienen que la aplicación de biopreparados ricos en microorganismos y materia orgánica líquida (como la melaza) estimula la división celular en las yemas del tubérculo. Asimismo, la superioridad de N1 sugiere que la combinación específica de ceniza, roca fosfórica, carbón molido y microorganismos de montaña líquidos actuó como un catalizador biológico, superando la dominancia apical natural de la semilla, un fenómeno que, según Morocho y Leiva (2019), es característico cuando se emplean bioinsumos que mejoran la disponibilidad de nutrientes en la superficie del tubérculo. Además, Restrepo y Pinheiro (2007) indican que la saturación de sales en la semilla podría causar una saturación o un desequilibrio osmótico temporal que limita la emergencia de brotes secundarios; una dosis excesiva de sales minerales o una fermentación anaeróbica inadecuada de los microorganismos puede inhibir la actividad enzimática del

tubérculo en lugar de potenciarla. Este es el caso del empanizado tres que contiene roca fosfórica, cenizas de tallo de girasol, cáscara de huevo, ceniza de huesos, harina de trigo y haba.

**4.1.1.3 Altura de la papa.** El análisis estadístico de la variable altura de papa indica que no existe interacción entre los días después de la siembra y el tratamiento (F=0.54; gl=24, 871; p=0.9645). De la misma manera, no existe diferencia significativa entre los empanizados (F=0.77; gl=3, 871; p=0.5106), independientemente del número de días. Por el contrario, se observa una diferencia en los días posteriores a la siembra (F=15.94; gl=8, 871; p<0.001), independientemente del tipo de empanizado (Tabla 13).

**Tabla 13**

*Análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos para la variable altura*

| Fuentes de variación | gl FV | glEex | Valor F | Valor P |
|---|---|---|---|---|
| Dds* | 8 | 871 | 15.94 | <0.0001 |
| Tratamiento | 3 | 871 | 0.77 | 0.5106 |
| Dds: Tratamiento | 24 | 871 | 0.54 | 0.9645 |

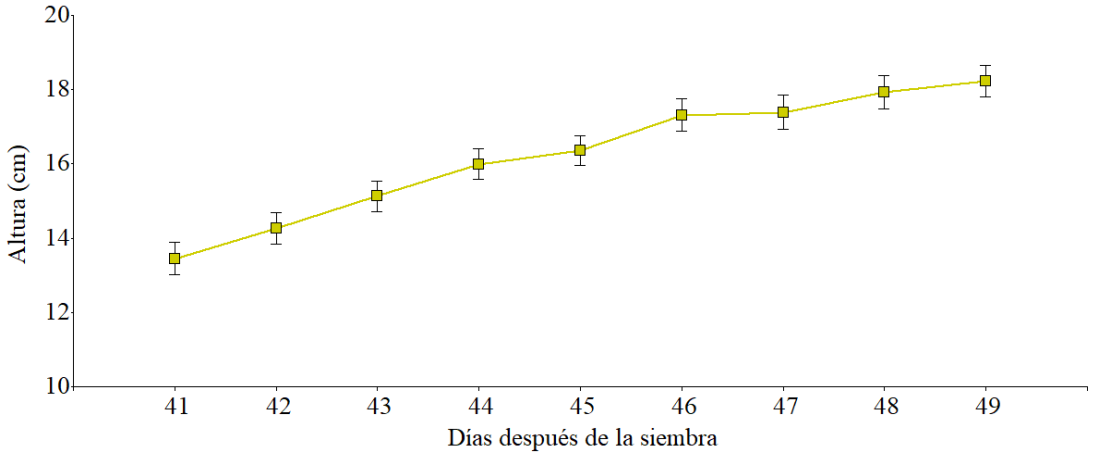
***Nota.*** *Dds: días después de la siembra

Las pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha$=0.05) indican un crecimiento durante los 49 días independientemente de los empanizados aplicados (Figura 17), esto responde a la dinámica fisiológica natural de *Solanum tuberosum* L. De acuerdo con Arteaga et al. (2022), durante los primeros 45 a 50 días, el crecimiento longitudinal depende principalmente de la movilización de las reservas energéticas del tubérculo madre. Una vez superada esta fase, la planta inicia una etapa de crecimiento exponencial impulsada por la fotosíntesis y la absorción de nutrientes externos, lo que explica la pendiente ascendente observada en todos los tratamientos.

De esta manera, la similitud en las alturas entre el testigo y los empanizados indica que el manejo agroecológico propuesto no altera el ritmo natural de crecimiento de la variedad, lo que permite que la planta alcance su arquitectura estándar antes de la fase de tuberización, en la que los beneficios nutricionales de los bioinsumos suelen manifestarse con mayor claridad en el rendimiento final (El-Abeid et al., 2025).

**Figura 17**

*Variable altura de papa medidas durante el desarrollo vegetativo*




La ausencia de diferencias significativas en esta etapa fenológica ratifica la inocuidad biológica y física de los biopreparados utilizados; esto lo muestra el promedio general de 16 cm en los tratamientos y de forma similar, el testigo (Tabla 14). Según Restrepo (2007), la correcta integración de harinas de roca y bioestimulantes líquidos garantiza que no haya interferencia con los procesos de respiración y brotación del tubérculo. Asimismo, la uniformidad observada respecto al testigo sugiere que las concentraciones de ceniza y microorganismos de montaña (MM) en los tratamientos N1, N2 y N3 no indujeron efectos fitotóxicos que limitaran la elongación del tallo.

**Tabla 14**

*Promedio de la altura de la papa*

| **Tratamiento** | **Altura (cm)** |
|---|---|
| Empanizado 1 | 16.02 ±0.28 |
| Empanizado 2 | 16.05 ±0.32 |
| Empanizado 3 | 16.62 ±0.30 |
| Testigo | 16.43 ±0.31 |

**4.1.1.4 Número de hojas de la papa.** Los resultados del análisis de la variable número de hojas indican que no existe interacción entre el tratamiento y los días después de la siembra (F=0.59; gl=24,871; p=0.9415). Por el contrario, mostraron que el tratamiento (F=7.74; gl=3, 871; p=0.0001) y la variable días después de la siembra (F=6.67; gl=8, 871; p<0.0001) tuvieron un efecto significativo en el número de hojas de las plantas, independientemente de cada uno de los factores (Tabla 15)

**Tabla 15**

*Análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos para la variable número de hojas*

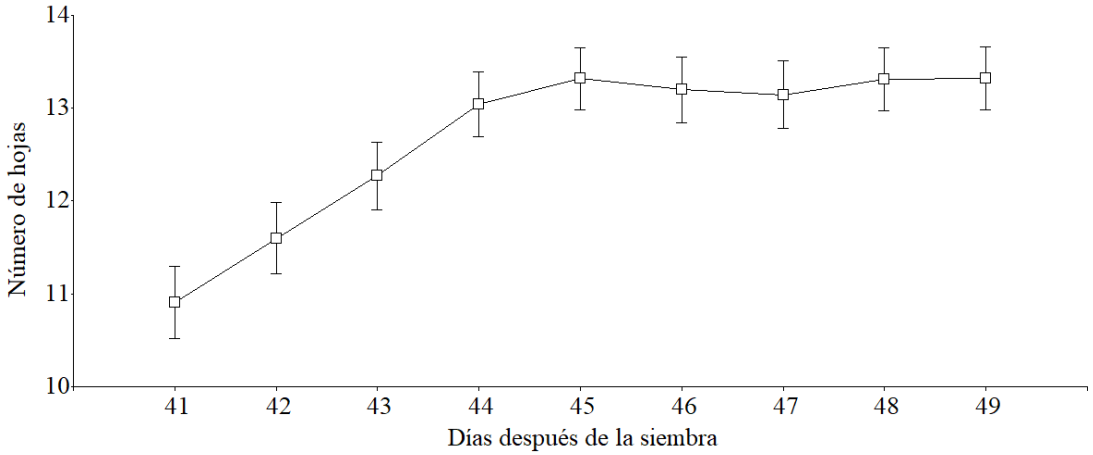
| Fuentes de variación | gl FV | glEex | Valor F | Valor P |
|---|---|---|---|---|
| Dds* | 8 | 871 | 6.67 | <0.0001 |
| Tratamiento | 3 | 871 | 7.04 | 0.0001 |
| Dds: Tratamiento | 24 | 871 | 0.59 | 0.9415 |

***Nota:*** *Dds: días después de la siembra

Mediante las pruebas de medias de LSD Fisher ($\alpha$=0.05) se presenta un incremento de número de hojas desde el día 41 después de la siembra hasta el día 45, dos hojas más. A partir de los 46 días se mantiene similar número de hojas, independientemente de los empanizados aplicados (Figura 18). De esta manera, de acuerdo con Aguilar et al., (2006) mencionan que, durante la fase inicial, la planta atraviesa una transición crítica donde la formación de estructuras foliares se acelera para maximizar la capacidad fotosintética. Una vez alcanzado un umbral de desarrollo vegetativo cercano a los 46 días, la tasa de aparición de nuevas hojas se reduce, lo que permite que la planta comience a redirigir sus recursos metabólicos hacia la preparación de los estolones, lo que explica la meseta observada en la curva de crecimiento de todos los tratamientos.

**Figura 18**

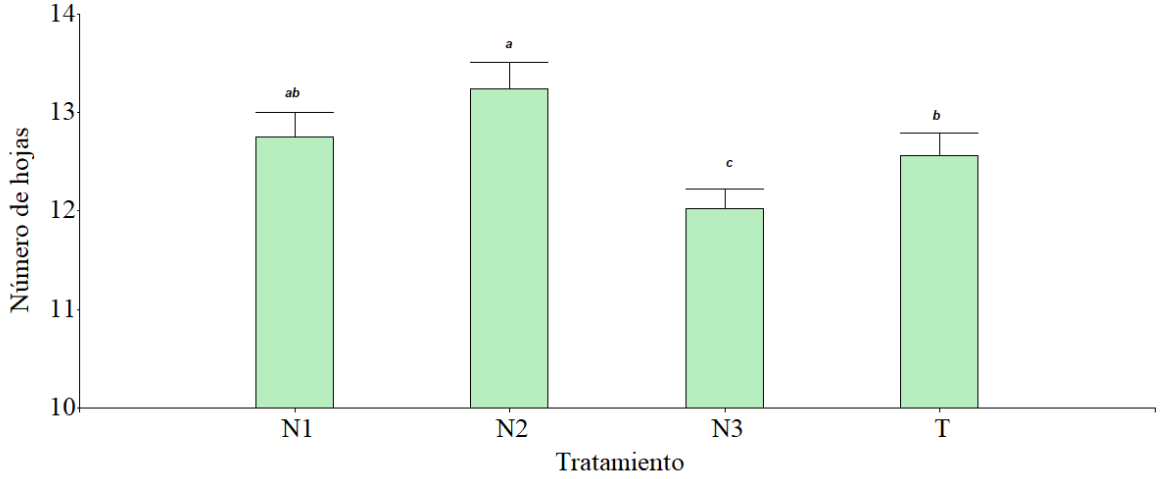
*Variable número de hojas de papa medidas durante el desarrollo vegetativo*




En cuanto a los tratamientos, N2 presentó mayor número de hojas con respecto al empanizado tres y el testigo (más de una hoja). Por otro lado, N3 presentó un promedio menor de hojas (12.03), aunque no difirió significativamente del Testigo. El empanizado 1, es similar al testigo, pero muestra mayor número de hojas que el empanizado 3, como se muestra en la Figura 19.

**Figura 19**

*Número de hojas de la papa*




Estudios muestran resultados similares, Machado y Sarmiento (2012) encontraron que la aplicación de fertilizantes nitrogenados de estiércol aumentó significativamente el número de hojas en plantas de papa en comparación con el tratamiento control, con promedios que variaron entre 15 y 25 hojas según el nivel de fertilización utilizado, valores superiores a los de esta investigación. Por otro lado, Calero et al. (2024) muestran que la inoculación biológica

incrementa significativamente el número de hojas y el vigor vegetativo debido a la estimulación metabólica que provocan los consorcios microbianos.

### *4.1.2 Haba*

**4.1.2.1 Días a la germinación del haba.** El análisis de varianza de los días de germinación del haba determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p = 0.9090$). Los resultados muestran una ventana de germinación uniforme que oscila entre 13.11 y 13.71 días, lo que indica que el recubrimiento biológico de las semillas no tuvo una influencia en las semillas, como se observa en la Tabla 16.

**Tabla 16**

*Días a la germinación del haba*

| **Tratamiento** | **Días a la germinación** |
|---|---|
| Empanizado 1 | 13.58 ±0.62 |
| Empanizado 2 | 13.71 ±0.60 |
| Empanizado 3 | 13.52 ±0.59 |
| Testigo | 13.11 ±0.61 |

Los efectos de los tratamientos durante los días de germinación del haba son similares. Los días promedio a la germinación para cada tratamiento son 13 días, con errores estándar que varían entre 0.59 y 0.62. Estos resultados indican que los tratamientos no tienen un impacto significativo en la velocidad de germinación de las semillas de haba. Por otro lado, el análisis estadístico también nos muestra que los tratamientos, con respecto al testigo, tampoco presentan diferencias en cuanto a los días de germinación.

Al respecto, Flores et al. (2022), en su investigación sobre la germinación de leguminosas bajo diferentes tratamientos orgánicos, señalan que el tiempo de emergencia en estas especies está fuertemente regulado por la temperatura del suelo y la humedad relativa, más que por la adición de nutrientes externos. De esta manera, los tratamientos orgánicos N1, N2 y N3 mantuvieron un ritmo natural, lo cual es deseable en un manejo agroecológico que busca un crecimiento equilibrado y no forzado.

Finalmente, la ausencia de retrasos en la germinación respecto al testigo confirma la inocuidad del método de empanizado. Según Araujo et al. (2023), asegurar una emergencia uniforme en sistemas de asocio es vital para reducir la competencia intraespecífica, lo que permite que el

haba establezca su sistema radicular fijador de nitrógeno de manera simultánea al desarrollo inicial de la papa.

**4.1.2.2 Altura del haba.** El análisis de varianza para la variable altura del haba presentó que si existe una interacción entre los tratamientos y los días después de la siembra (F=2.74; gl= 45.1532; p< 0.0001). Asimismo, se detectó una interacción significativa entre los empanizados (F=118.07; gl= 3.1532; p< 0.0001), indistintamente de los días. Asimismo, existe diferencia de los días después de la siembre (F=692.79; gl= 15.1532; p< 0.0001) lo que indica que la respuesta de la planta a los diferentes niveles de empanizado no fue constante a lo largo del ciclo de evaluación, sugiriendo una dinámica diferenciada en la liberación y aprovechamiento de los bioinsumos (Tabla 17).

**Tabla 17**

*Análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos para la variable altura del haba*

| Fuentes de variación | gl FV | glEex | Valor F | Valor P |
|---|---|---|---|---|
| Dds* | 15 | 1532 | 692.79 | <0.0001 |
| Tratamiento | 3 | 1532 | 118.07 | <0.0001 |
| Dds: Tratamiento | 45 | 1532 | 2.74 | <0.0001 |

***Nota.*** *Dds: días después de la siembra

Las pruebas medias de LDS Fisher ($\alpha$=0.05) nos presentan un crecimiento durante los 17 días independientemente de los empanizados aplicados correspondiendo a la dinámica fisiológica natural de *Vicia faba*. Por otro lado, a partir del día 18 los análisis estadísticos nos presentan que comienza a haber una interacción de los empanizados, especialmente el empanizado tres, que a los 27 días nos demuestra que alcanza un promedio de 13.65cm, seguido por el Testigo (11.50 cm), N2 (11.17 cm) y N1 (10.82 cm). Estos resultados sugieren que el tratamiento N3 tiene un efecto positivo sobre la altura del haba en comparación con los demás tratamientos. Además, se observa que la altura del haba aumenta con el tiempo en todos los tratamientos, pero el tratamiento N3 muestra un crecimiento más rápido a partir de los 18 días y una altura final mayor en comparación con los demás tratamientos (Figura 20).

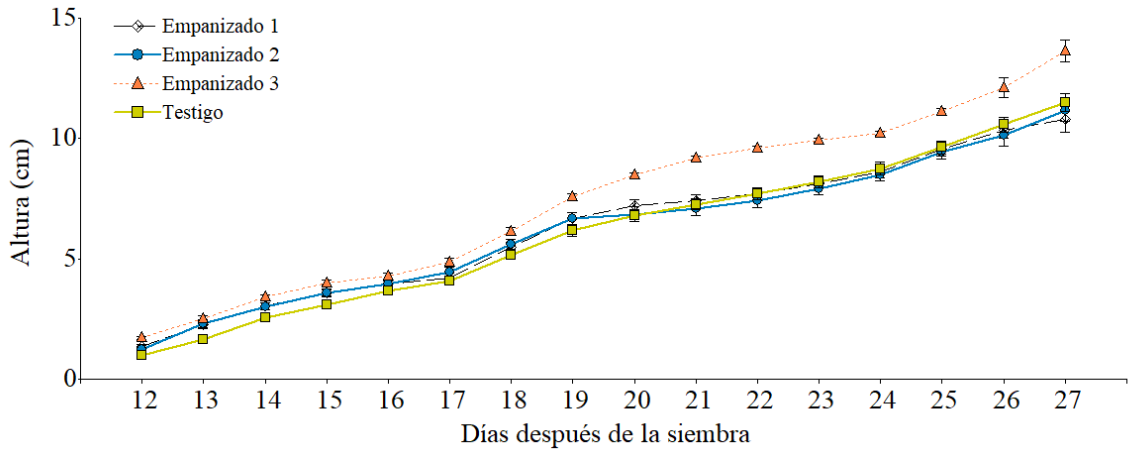
Asimismo, nuestros resultados, donde el tratamiento N3 mostró una mayor altura promedio en las plantas de haba, resultados similares con otros estudios han encontrado patrones de

crecimiento similares con diferencias significativas entre tratamientos. Por ejemplo, un estudio publicado por Ticona y Vicente (2021) encontró que la aplicación de fertilizantes orgánicos aumentó significativamente la altura de las plantas de haba en comparación con el tratamiento control, con alturas medias que variaron entre 15.2 cm y 20.5 cm según el tipo de fertilizante utilizado, superiores a esta investigación en donde hubo alturas de 11.5 cm y 13.6 cm.

Esto podría atribuirse a la resistencia inherente de la especie o a condiciones de crecimiento similares. No obstante, los investigadores como Alhammad y Seleiman (2023), centradas en la interacción de biofertilizantes y enmiendas orgánicas, respalda la relevancia de implementar bioinsumos para generar una estimulación de desarrollo vegetativo en forma vertical y mejorar el vigor en el cultivo del haba que profundiza la interacción específica entre el recubrimiento biológico y la microbiota rizosférica.

**Figura 20**

*Altura del haba de acuerdo con los tratamientos*




## 4.2 Fase 2: Aplicación del recubrimiento de semilla en campo

La Fase 2 de la investigación se basa en un diseño experimental con 6 tratamientos que combinan diferentes cultivos (papa y haba) con la aplicación o no del recubrimiento de semilla (empanizado).

### *4.2.1 Días a la germinación*

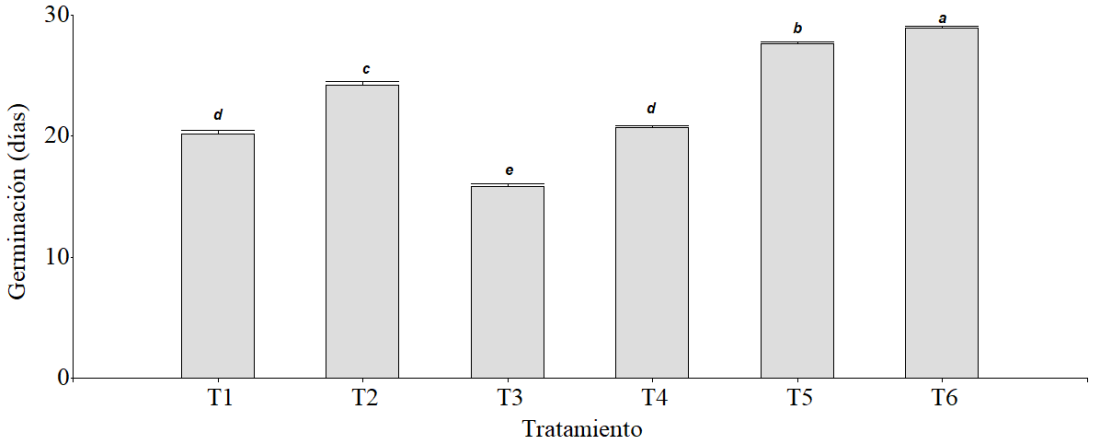
El análisis estadístico de varianza de los días de germinación mostró diferencias estadísticamente significativas ($p< 0.0001$). Esta variabilidad se explica principalmente por la

naturaleza fisiológica de las especies en estudio en sus respectivos sistemas de manejo (asocio vs. monocultivo).

Las pruebas de LSD Fisher indican que el tratamiento T3 (Monocultivo de habas con empanizado) fue el más precoz con 15.87 días, mientras que el T6 (Monocultivo de papas sin empanizado) presentó el mayor tiempo de germinación con 28.94 días, como se observa en la Figura 21.

**Figura 21**

*Promedios de días a la germinación*




Al comparar T3 (monocultivo de haba con empanizado) frente a T4 (monocultivo de haba sin empanizado), se observa una reducción de casi 5 días en la germinación, lo que valida el efecto bioestimulante de los microorganismos y minerales en la ruptura de la latencia. Este resultado es consistente con los hallazgos de Abdelgani et al., (2012) quienes establecieron que la inoculación con rizobacterias y bacterias solubizadoras de fosforo acelerara el proceso metabólico, logrando que las semillas tratadas inicien su emergencia entre 2 a 3 días antes que el testigo, lo mismo que sucedió con el T3 y T4 con una reducción de 5 días a favor del T3.

Asimismo, se observa que los tratamientos T1 (Asocio con empanizado) y T4 registran un comportamiento similar que redonda entre 20 y 21 días para la germinación. De esta manera, esta similitud que la presencia o ausencia de factores específicos en dichos tratamientos no genero una alteración drástica en el proceso germinativo. De este modo, El-Mehy et al., (2022) menciona que en su estudio de arreglo de hileras en asocio de papa con dos de haba se genera una complementariedad biológica que no retrasa el tiempo de germinación de la papa.

Por otro lado, los tratamientos de papa de monocultivo con y sin empanizado (T5 y T6) mostraron los tiempos más prolongados. Según Rodrígez y Moreno (2010), el brotamiento de los tubérculos semilla es un proceso más lento que depende de la madurez fisiológica y el

estado de dormancia de las yemas. Es notable que incluso en papas, el uso del recubrimiento biológico (T5) redujo el tiempo de emergencia en aproximadamente 2 días respecto al testigo (T6), lo que demuestra que el empanizado no actúa como un activador metabólico en monocultivos.

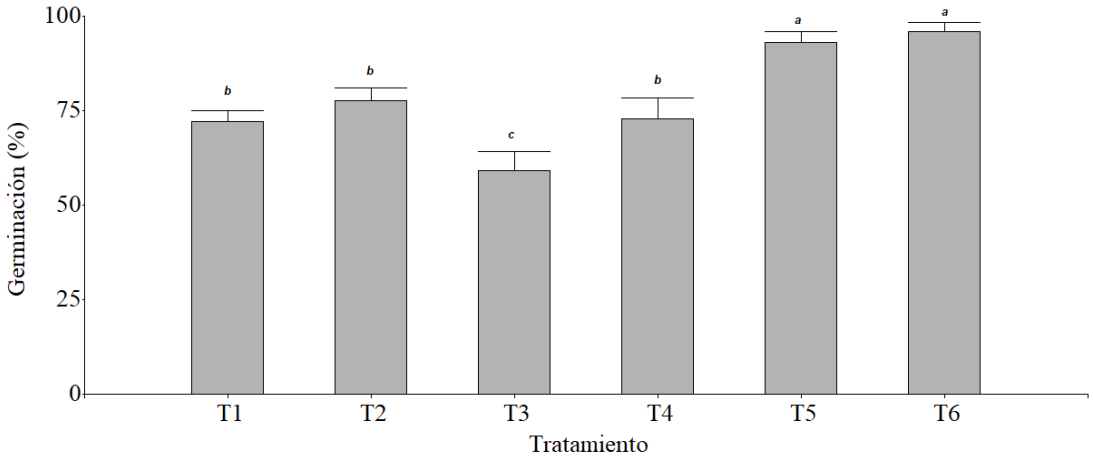
En los sistemas de asocio (T1 y T2), se obtuvo un promedio intermedio. Esto sugiere que la interacción biológica en el surco y el microclima generado por la combinación de especies influyen en la velocidad de germinación. Asimismo, el uso de semillas empanizadas en el asocio (T1) permitió una germinación más uniforme (20.18 días) con respecto al asocio sin tratamiento (T2) demostrando una diferencia de 4 días. De este modo, Altieri et al., (1999), señalan que la biodiversidad funcional en los asocios mejora la resiliencia del suelo; en este caso, preparando el cultivo para una mejor competencia inicial contra las malezas y una mayor resistencia a la presión de insectos plaga.

### *4.2.2 Porcentaje de germinación*

Con base el análisis estadístico para el porcentaje de germinación se determinó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados presentándonos un valor p = 0.0002. de esta manera, los resultados muestran que los tratamientos de papa en monocultivo, T6 (95.82%) y T5 (93.03%), alcanzaron los valores más altos, mientras que el tratamiento T3 (Haba + Empanizado) presentó el porcentaje más bajo con un 59.05% como se observa en la Figura 22.

**Figura 22**

*Porcentaje de germinación*




El alto porcentaje de germinación en la papa (T5 y T6) confirma la excelente calidad del tubérculo-semilla utilizado y condiciones de humedad óptimas para su brotamiento. Según

Mora et al., (2022), un porcentaje superior al 90% en papa es un indicador de un estado fisiológico vigoroso. De esta manera, al comparar el tratamiento T5 con respecto al T6, el análisis nos presenta una diferencia de aproximadamente un 3% de germinación por parte del T6.

Por el contrario, el análisis estadístico nos demuestra que el tratamiento tres (con empanizado) con respecto al tratamiento 4 (Sin empanizado) se generó una inhibición de un 3% menos para el T3. El descenso en el tratamiento con T3 sugiere que el empanizado pudo haber generado una saturación de humedad o una barrera física que afectó a la semilla de haba en monocultivo. Como menciona Restrepo (2007), en semillas de gran tamaño como el haba, un recubrimiento excesivamente hermético puede limitar el intercambio de oxígeno necesario para la respiración del embrión, lo que explicaría por qué el haba sin empanizar (T4) germinó mejor que el empanizado (T3).

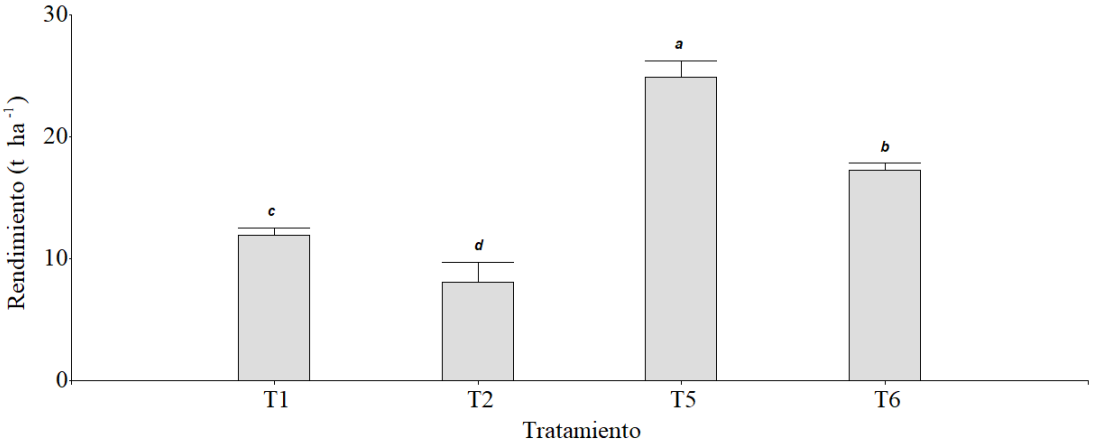
Sin embargo, es notable que en el asocio (T1 y T2), los porcentajes se mantuvieron estables (72% - 77%). Esto coincide con lo planteado por Ortiz y Orihuela (2022), quienes indican que el asocio de cultivos genera un equilibrio en la biota del suelo, lo cual ayuda a mitigar efectos negativos de factores externos. Además, la variabilidad observada en los tratamientos de asocio con respecto al monocultivo concuerda con lo expuesto por Benincasa et al. (2012), quienes señalan que las leguminosas en arreglos espaciales mantienen que una germinación varía entre el 85% a 96% bajo condiciones similares.

### *4.2.3 Rendimiento papa*

En este caso, el análisis de varianza del rendimiento de la papa reveló diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p = 0.0001$). Asimismo, las pruebas de Fisher indican que el tratamiento T5 (Monocultivo de papa con empanizado) alcanzó la mayor productividad con 24.88 t/ha, superando ampliamente al testigo T6 (17.28 t/ha). Por otro lado, en el sistema de asocio, el tratamiento T1 (asocio con empanizado) obtuvo 11.90 t/ha, siendo superior al asocio sin empanizado T2 (8.10 t/ha) como se observa en la Figura 23.

**Figura 23**

*Rendimiento de la papa*




*Nota*: T1: asocio con empanizado. T2: asocio son empanizado. T5: monocultivo de papa con empanizado. T6: monocultivo de papa sin empanizado.

El análisis estadístico demuestra que los tratamientos ejercen efectos distintos sobre el rendimiento de la papa. Además, los resultados muestran que el tratamiento T5 presenta el rendimiento más alto, con un valor promedio de 24.88 t/ha, seguido del tratamiento T6, con un valor promedio de 17.28 t/ha, lo que representa una diferencia de 7.6 t/ha. Por otro lado, los tratamientos T1 y T2 tienen rendimientos más bajos, con valores promedio de 11.90 t/ha y 8.10 t/ha, respectivamente, pero con una diferencia de 3.8 t/ha entre el T1 y T2.

El incremento del 44% en el rendimiento del tratamiento T5 frente al T6 demuestra la eficacia del recubrimiento biológico. Según Tueros et al. (2025), la incorporación de microorganismos y minerales en la base del tubérculo optimiza la asimilación de nutrientes desde las primeras etapas, lo que se traduce en un mayor llenado de tubérculos. Este resultado coincide con lo reportado por Hu et al., (2026) en su investigación de recubrimiento de semillas con rizobacterias en papa, documentan incrementos versátiles de hasta un 36.13% al utilizar microorganismos.

Por otro lado, los rendimientos menores en el sistema de asocio **(**T1 y T2) se esperan debido a la menor densidad poblacional de papa por unidad de superficie y a la competencia inicial por los recursos. No obstante, es vital destacar que el T1 (asociado empanizado) produjo 3.8 t/ha más que el T2, lo que confirma que el recubrimiento biológico mitiga el estrés por competencia. A pesar de que no existen buenos rendimientos en asocio, Mushagulasa et al., (2008) quienes, al estudiar los efectos de competencia intraespecífica en sistemas asociados en papa,

determinaron que la presión espacial limita significativamente el desarrollo y acumulación de la biomasa en el tubérculo, con una reducción de 4.1 a 26.8%. Por otro lado, Nyawade et al., (2019), indica que el éxito del asocio papa-leguminosa no debe medirse solo por el rendimiento individual, sino por el Uso Eficiente de la Tierra (UET) y la mejora en la calidad del suelo gracias a la fijación de nitrógeno del haba.

Finalmente, el hecho de que T5 haya destacado tanto sugiere que el empanizado actúa como un "arrancador" (starter) biológico que maximiza el potencial genético de la variedad empleada (Naqqash et al., 2016). Este vigor inicial es fundamental para que la planta soporte la presión de insectos plaga sin comprometer su capacidad de fotosíntesis y translocación de carbohidratos hacia los tubérculos.

### *4.2.4 Número de tubérculos por planta*

El análisis estadístico reveló diferencias significativas en el número de tubérculos por planta entre los tratamientos evaluados, con un valor de p = 0.0020. Esto indica que los tratamientos tuvieron un impacto diferente en la producción de tubérculos, como se observa en la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Número de tubérculos por planta*

| Tratamiento | Numero de tubérculos por planta |
|---|---|
| T1 | 9.22 ±0.36 a |
| T2 | 6.75 ±0.66 b |
| T5 | 9.21 ±0.40 a |
| T6 | 6.71 ±0.15 b |

El análisis de varianza del número de tubérculos por planta sugiere que los efectos de los tratamientos difieren entre sí. Los tratamientos T1 y T5 presentan los valores más altos de número de tubérculos por planta, con promedios de 9.22 y 9.21, respectivamente. Por otro lado, los tratamientos T2 y T6 tienen valores más bajos, con 6.75 y 6.71, respectivamente.

El incremento del número de tubérculos en los tratamientos T1 **y** T5 sugiere que el empanizado biológico favoreció la tuberización, probablemente mediante la estimulación hormonal y nutricional temprana. Según Flores et al. (2020), el uso de bioestimulantes orgánicos en el tubérculo-semilla potencia el número de estolones y, en consecuencia, el número de tubérculos hijos, reportando promedios de 9.22 y 9.21 en condiciones similares. Este resultado indica que

el recubrimiento no solo mejora el vigor, sino que también incide directamente en los componentes del rendimiento.

Esto demuestra que, aunque el rendimiento total por hectárea sea menor en el asocio (como se observó en la variable anterior), la productividad individual de cada planta de papa no se ve afectada por la presencia del haba. Como indican Wang et al., (2024), cuando se provee una nutrición balanceada desde la siembra, la competencia interespecífica en los asocios se reduce, permitiendo que la planta de papa exprese su potencial productivo.

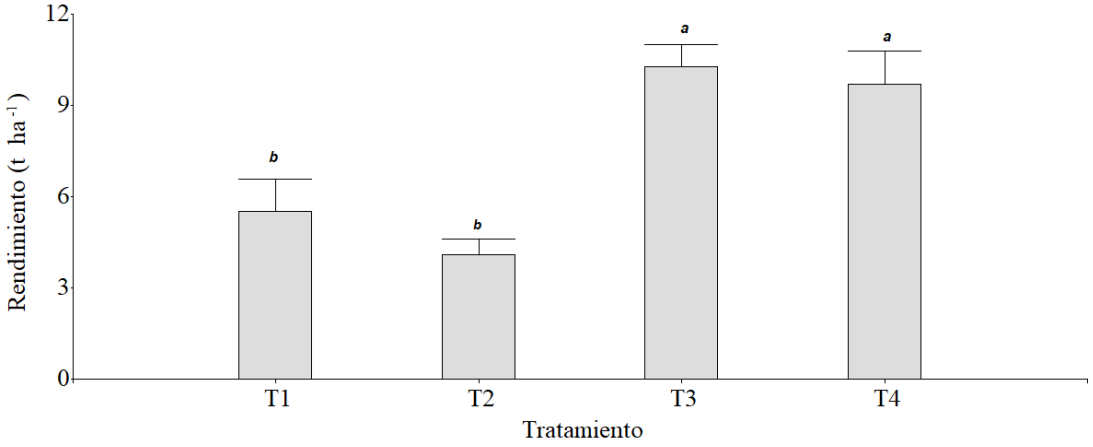
Por el contrario, los valores más bajos en T2 y T6 confirman que, sin el apoyo de los microorganismos y minerales del empanizado, las plantas producen menos tubérculos, limitándose a las reservas propias de la semilla y la fertilidad natural del suelo. Este hallazgo refuerza la importancia del empanizado como herramienta de intensificación ecológica, especialmente en sistemas diversificados en los que se busca maximizar la producción por planta.

### *4.2.5 Rendimiento haba*

En este punto, el análisis de varianza del rendimiento del haba mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados (p = 0.0031). Los mayores rendimientos se obtuvieron en los monocultivos, destacando el T3 (Haba + Empanizado) con 10.27 t/ha, seguido del T4 (9.70 t/ha). En el sistema de asocio, el tratamiento T1 (asocio con empanizado) reportó 5.52 t/ha, siendo similar al testigo T2 (4.09 t/ha) como se observa en la Figura 24.

**Figura 24**

*Rendimiento del haba*



Esto nos muestra que, independientemente del sistema de siembra, el uso del recubrimiento biológico incrementa la productividad del grano. Donde el tratamiento T3 logró superar al T4 con un total 0.57t/ha, lo que sugiere que el empanizado potencializa el desarrollo de nódulos radiculares y la fijación de nitrógeno en leguminosas. Según Bósquez et al. (2023), la aplicación de insumos orgánicos y biológicos en la siembra puede elevar el rendimiento del haba hasta en un 25%, debido a una mayor disponibilidad inicial de nutrientes y una mejora en la arquitectura de la planta.

En cuanto a la diferencia entre sistemas, el menor rendimiento en T1 **y** T2 es una respuesta directa a la reducción de la densidad poblacional de haba en el arreglo en asocio con papa. No obstante, es fundamental resaltar que el T1 (con empanizado) produjo una diferencia de 1.43 t/ha con respecto al T2. Como indica Altieri (1999), en los sistemas policulturales, aunque el rendimiento de un cultivo individual pueda ser menor que en monocultivo, la productividad total del sistema y la eficiencia en el uso de los recursos suelen ser superiores. Esta respuesta positiva del haba al empanizado en el tratamiento T1 es clave, ya que compensa parcialmente la competencia por espacio y luz con la papa, asegurando una cosecha de grano significativa mientras se cumplen funciones de control biológico y mejora del suelo

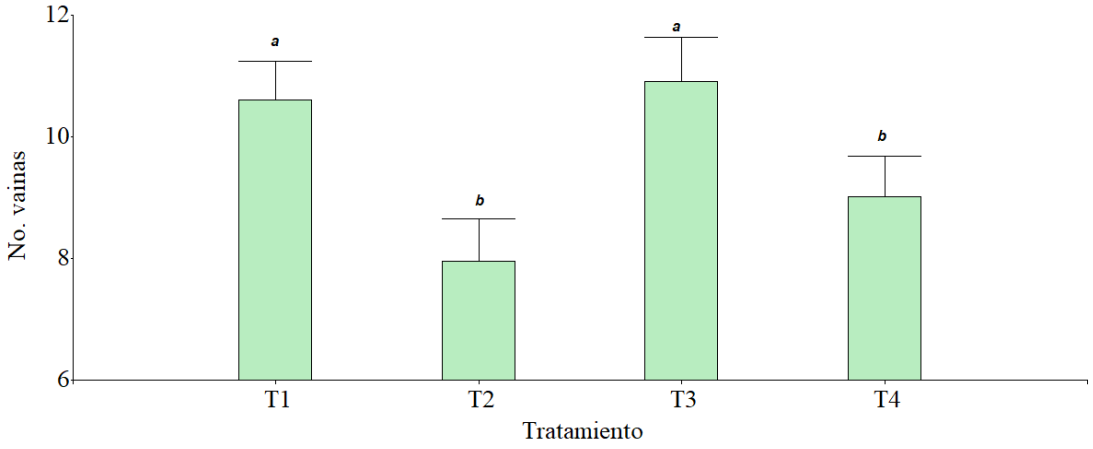
### *4.2.6 Número de vainas por planta*

Como indica el análisis de varianza del número de vainas por planta, se observan diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (p=0.0462).

Los análisis obtenidos sugieren que los tratamientos T1 (asocio con empanizado) y T3 (monocultivo con empanizado) mostraron mayores rendimientos con respecto a los tratamientos sin empanizado, superando 2 a 3 vainas por planta.

**Figura 25**

*Número de vainas por planta*



Por otro lado, un punto importante es la diferencia de aproximadamente 3 vainas más del T1 (10.60) respecto al T2 (7.96), lo que evidencia el efecto del empanizado en la semilla.

Esta tendencia se alinea con lo expuesto por Harris et al. (2019), quienes indican que el uso de microorganismos benéficos y la simbiosis micorrízica pueden incrementar la producción de estructuras reproductivas en leguminosas hasta un 10%, optimizando el flujo de nutrientes hacia las vainas durante la floración.

Es relevante destacar que el número de vainas por planta en el asocio empanizado (T1) fue similar al del monocultivo empanizado (T3). Esto refuerza la idea de que el tratamiento biológico de la semilla permite que la planta de haba mantenga su capacidad productiva individual, incluso bajo condiciones de competencia interespecífica en el asocio con papa. Según Boukhari et al. (2023), los bioestimulantes actúan como reguladores del estrés, permitiendo que la planta priorice la formación de órganos de cosecha (vainas) sobre el crecimiento vegetativo excesivo.

### *4.2.7 Incidencia*

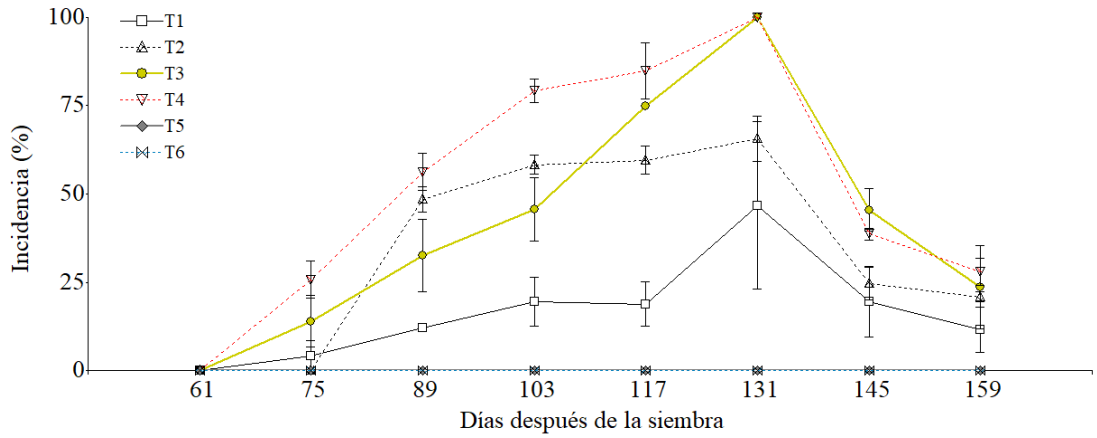
#### 4.2.7.1 Habas.

- **Áfidos**

El análisis de las pruebas de Friedman muestra que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos (p=0.0001), lo que confirma que el sistema de cultivo y el empanizado de la semilla influyeron en la incidencia de áfidos a lo largo del ciclo vegetativo. Asimismo, nos demuestra que hasta el día 61 después de la siembra, la incidencia fue nula (0.00%) en todos los tratamientos y los picos máximos fueron el 117 y 131 DDS alcanzando el 100% de incidencia en los tratamientos T3 y T4 de monocultivos de haba como se observa en la Figura 26.

**Figura 26**

*Presencia de áfidos en las plantas de los diferentes tratamientos con habas en cada día de evaluación.*




La prueba de Friedman nos muestra que los tratamientos en asocio (T1 con empanizado y T2 sin empanizado) presentaron niveles de incidencia notablemente menores en comparación con los monocultivos de haba (T3 con empanizado y T4 sin empanizado). Por ejemplo, a los 117 DDS, el T2 registro un 59.60% de incidencia, mientras que el T4 trepó hasta el 84.89% con una diferencia de 25.29% a favor del asocio. Asimismo, en el pico de los 131 DDS, el T1 se mantuvo en un 46.76% frente al 100% del T3 (monocultivo con empanizado) con una diferencia de 53.24% a favor del asocio. De este modo, esto evidencia que la diversificación vegetal del asocio interrumpe la búsqueda del hospedero por parte de los áfidos y favorece la presencia de enemigos naturales (Finch y Collier, 2012).

Por otro lado, estos análisis se asemejan a lo reportado por Boutagayout et al., (2024) quienes mencionan en su estudio de diversificación de cultivos de habas y cereales, y el control del pulgón, sostienen que la vegetación en los sistemas diversificados actúa como un mecanismo de regulación ecológica, ya que presenciaron que sus sistemas de asocio redujeron la incidencia de áfidos entre un 26-30%, en comparación con los monocultivos simplificados que alcanzaron una infestación cercana al 82.5% (datos muy acordes al comportamiento de los tratamientos T3 y T4, frente a la contención en los asocios T1 y T2).

De esta manera, la dinámica temporal de la incidencia de áfidos evidencio un efecto regulador altamente significativo derivado de la diversificación vegetal de los sistemas en asocio (T1 y T2) frente a los monocultivos de haba (T3y T4). Asimismo, la reducción notable en los porcentajes de infestación durante los periodos críticos de mayor presión de la plaga confirma que los sistemas de asocio interrumpen la búsqueda y el reconocimiento visual del hospedero

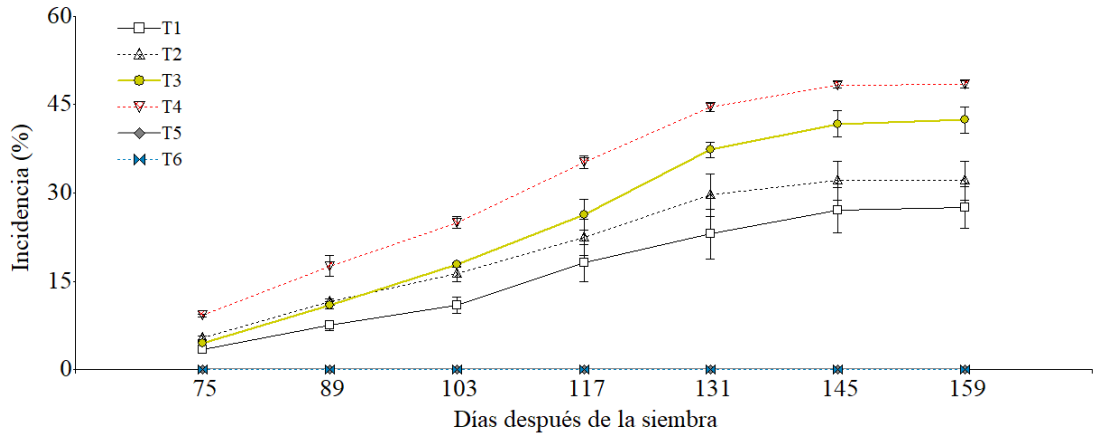
por parte del insecto, un principio ecológico en el manejo agroecológico de plagas (Egbon et al., 2025).

- **Mancha de chocolate**

La prueba de Friedman reporta un calor de p=0.0001, lo que indica una diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados al largo del ciclo del cultivo. Además, las evaluaciones iniciaron a los 75 días después de la siembra (DDS) con incidencias bajas desde 3.41% en T1(asocio con empanizado) hasta 9.18% en T4 (monocultivo de haba sin empanizado). Asimismo, la curva muestra un crecimiento progresivo y sostenido de la enfermedad llegando hasta un 48.49% en T4 a los 145 y 159 DDS como se observa en la Figura 27.

**Figura 27**

*Incidencia de mancha chocolate en cada una de las plantas de los tratamientos con haba.*




La Figura 27 muestra a los tratamientos cultivados en asocio, tanto con empanizado (T1) como sin empanizado (T2), registraron una menor incidencia frente al monocultivo de haba (T3 y T4). Por ejemplo, a los 131 DDS, el T2 alcanzo un 29.65% con una diferencia de menos 14.9% hacia el monocultivo T4 que subió hasta el 44.55%. De igual manera, hacia el final del ciclo (159 DDS) el T1 mantuvo valores cercanos al 27.53% frente al 42.43% del T3 con una diferencia de 14.9% a favor del asocio con empanizado (T1). Por otro lado, al contrastar el efecto del empanizado en el asocio, se observa que el T1 presento casi todo el ciclo un valor porcentual de 27.03% frente a un 32.08% a los 145 DDS, favoreciendo en un 5.05% al T1. De esta manera, estos resultados demuestran que el sistema en asocio genera un microclima menos favorable obstruyendo la acumulación de humedad relativa estática en el follaje e inhibiendo el avance de *Botrytis fabae* (Villegas et al., 2023).

La interacción de los tratamientos basándose en el planteamiento de Luo et al., (2024) que en su estudio documentan cuantitativamente que los sistemas en asocio redujeron la severidad e incidencia de la mancha de chocolate (expresada en el área bajo la curva de progreso de la enfermedad o AUDPC) entre un 32,4% y un 51% en comparación directa con los monocultivos de haba. De igual manera, este comportamiento se asemeja a lo obtenido de una diferencia entre los tratamientos con asocio y los monocultivos en especial al valor porcentual de 20.96% a favor del T1 con respecto al T4.

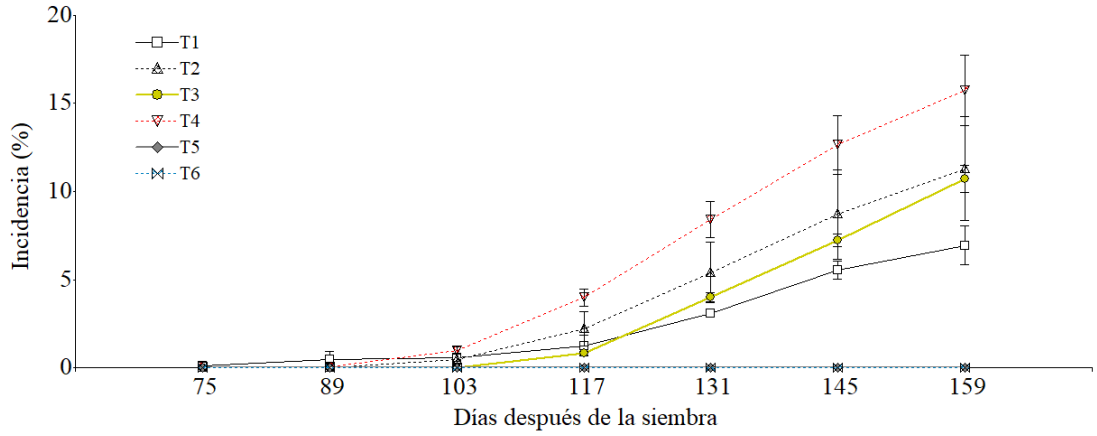
De este modo, la progresión temporal de la mancha de chocolate evidencio diferencias significativas, demostrando que los sistemas en asocio (T1 y T2) reducen de manera sustancial la incidencia de la enfermedad frente a los monocultivos de haba (T3 y T4). Esta contención patológica se explica porque la diversificación vegetal altera drásticamente el microclima del dosel, evitando la saturación de humedad relativa estática y frenando la dispersión física de conidios (Ding et al., 2024).

- **Roya**

El análisis de Friedman reporta un valor estadístico de P= 0.0001, lo que indica diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Además, nos demuestra que las evaluaciones iniciaron a las 75 DDS con una incidencia prácticamente nulas o mínimas (desde 0% hasta 0.12% en T1). Por otro lado, las pruebas muestran un incremento progresivo conforme avanzo el desarrollo del cultivo alcanzando los valores máximos hacia el final del ciclo a las 145 y 159 DDS con un 15.74% en el tratamiento T4 como se observa en la Figura 28.

**Figura 28**

*Efecto de la presencia de la roya durante el ciclo vegetativo del haba.*



La Figura 28 de muestra a los 159 DDS, el T2 (asocio sin empanizado) alcanzo un 11.31%, mientras que su equivalente directo en monocultivo, el T4 (monocultivo sin empanizado), se elevó hasta el 15.74%, dándonos una diferencia de 4.43%. Asimismo, el T1 (asocio con empanizado) contuvo la incidencia en un 6.93% demostrando una diferencia de 3.8% al monocultivo con empanizado (T3), que llego al 10.73%. Por otro lado, al contrastar el efecto del empanizado, se observa a los 159 DDS, los recubrimientos orgánicos en asocio (T1 con 6.93%) y monocultivo (T3 con 10.73%) presentaron una menor incidencia con respecto a los tratamientos sin empanizado (T2 y T4). Por ende, se demuestra que el sistema de asocio de cultivos ejerce un efecto amortiguador sobre la dispersión de esporas de la roya, ya que la presencia de especies alternas en el sistema genera una barrera física (Luo et al., 2022).

A su vez, estos resultados se asimilan a lo reportado por Shtaya et al., (2021), donde su estudio demuestra que el monocultivo genero un incremento progresivo con valores máximos de 37% y 47%, mientras que los tratamientos en asocio de haba contuvieron un margen de 30.2% y 37.7% con una diferencia de tratamientos de 6.8%, datos que se asemejan a la diferencia entre el T2 y T4.

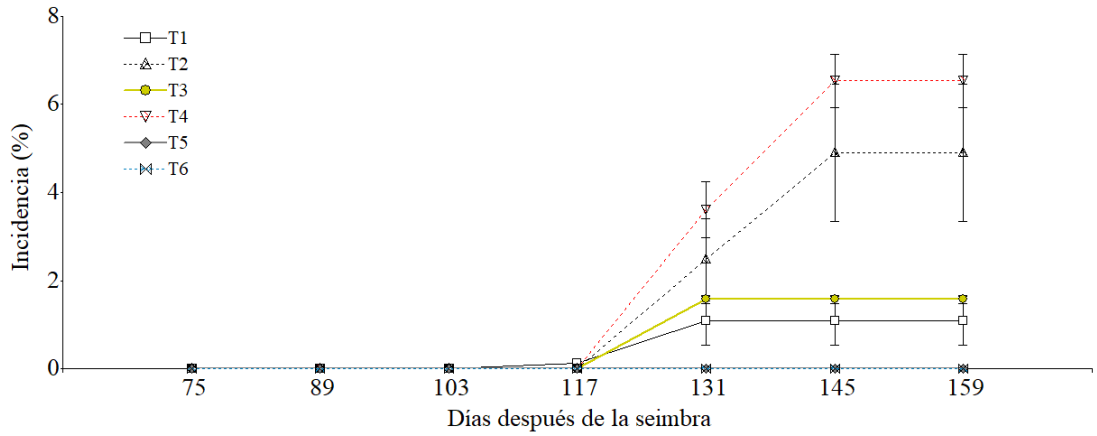
Así, el comportamiento epidemiológico de la roya (*Uromyces viciae-fabae*) en el cultivo de haba demuestra que la integración de sistemas en asocio y el manejo agroecológico de la semilla contribuyen al amortiguamiento del incremento de la enfermedad generando una interrupción física del desplazamiento de esporas (Mao et al., 2024).

- **Fumagina**

El análisis estadístico de las pruebas de Friedman demuestra valores de p= 0.0001, demostrando una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Asimismo, nos reporta que las evaluaciones iniciaron a los 75 DDS con una incidencia nula (0%) que se mantuvo hasta los 117 DDS donde se registraron indicios incipientes

**Figura 29**

*Impacto de la fumagina en las diferentes plantas con el tratamiento con haba.*




Como se puede observar en la Figura 29, hacia el final del ciclo (145 y 159 DDS), el tratamiento en monocultivo sin empanizado (T4) alcanzó la mayor incidencia con un 6.53%, mientras que su equivalente en asocio sin empanizado (T2) contuvo la enfermedad en un 4.9%. Del mismo modo, el asocio con empanizado (T1) mantuvo valores bajos de 1.08%, contrastando con T3 (monocultivo con empanizado) que llego a 1.57%. Por otro lado, se observa que el empanizado contribuyo a mantener reducida la incidencia de la fumagina, donde el T1 mostro una diferencia de 3.82% con respecto al 4.90% del T2. Asimismo, en los monocultivos, el monocultivo con empanizado (T3) disminuyo la incidencia con un 4.96% con respecto al monocultivo sin empanizado (T4). Así, se demuestra que el asocio interfiere en la movilidad o establecimientos de los insectos vectores que propician este hongo saprofito (Sammama et al., 2023).

De esta manera, estudios previos se asemejan a estos resultados como los de Boutagayout et al., (2024) quienes mencionan que el asocio frente al monocultivo genera reducciones significativas en los daños secundarios causados por plagas que va del 47.55% en monocultivo y 84.44% en asocio, lo cual demuestra la baja incidencia de esta enfermedad en los tratamientos en asocio y monocultivo.

Así pues, la incidencia de fumagina en el cultivo de haba evidencia que la interacción del asocio es una estrategia agroecológica altamente eficiente para limitar el desarrollo de patógenos secundarios asociados a insectos chupadores (Lamzira et al., 2025).

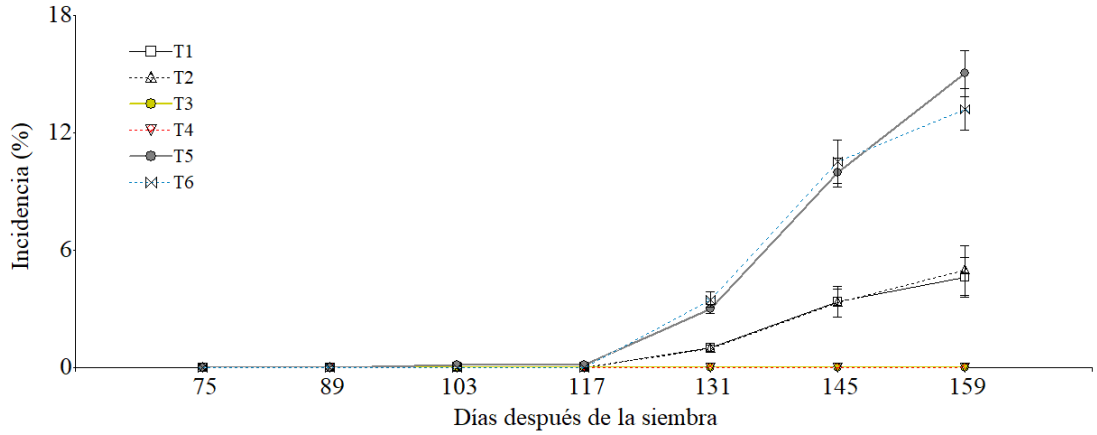
### 4.2.7.2 Papas.

- **Punta morada**

La prueba de Friedman demuestra un valor de p= 0.0001, lo que indica diferencia altamente significativa entre los tratamientos en estudio. Asimismo, las pruebas nos demuestran que la evaluación inicio a los 75 DDS con una incidencia nula hasta los 117 DDS y comenzando a manifestarse levemente a partir de los 131 DDS, donde al final experimenta un incremento exponencial de 15.03% en T5 como se observa en la Figura 30.

**Figura 30**

*Incidencia de punta morada en el ciclo vegetativo de la papa.*




La Figura 30 revela que el sistema en asocio de haba y papa con el empanizado (T1) contuvo de forma sobresaliente la incidencia de la enfermedad, registrando valores finales de apenas 4.60%, a diferencia del T5 (monocultivo de papa con empanizado) que sufrió una incidencia elevada a los 159 DDS con 15.03% y una diferencia de 10.43% a favor del T1. En marcado contraste, el monocultivo de papa sin empanizado (T6) sufrió la misma presión de la enfermedad, disparándose hasta alcanzar el 13.19% con una diferencia de 8.22% al obtener una incidencia de 4.97% por parte del asocio sin empanizado (T2). Por otro lado, al evaluar asocios con y sin empanizado (T1 y T2) se observa que mantuvieron una comportamiento muy similar y estable al final del ciclo, evidenciando que la protección sanitaria estuvo principalmente regida por la ventaja ecológica del asocio (Setiawan et al., 2024).

De esta manera, los resultados obtenidos guardan coherencia con la investigación de Homulle et. (2025), quienes demostraron que los sistemas de papa en franjas diversificadas logran una supresión efectiva de patógenos gracias a la combinación de la modificación microclimáticas (donde ligeras variaciones de apenas 1% a 3% en la humedad relativa del dosel altera las

condiciones propicias para el patógeno), sumado a la dilución del hospedero y el efecto de barreras ficas hasta un 20%. Así, esta dinámica explica el contraste numérico de este ensayo, donde los tratamientos en monocultivo sufrieron un incremento exponencial de 13.19% (T6) y 15.08% (T5), mientras que la ventaja estructural de los sistemas en asocio contuvo una incidencia menor de 4.60% (T1) y 4.97% (T2), evidenciando una reducción en más de un 8% a 10%.

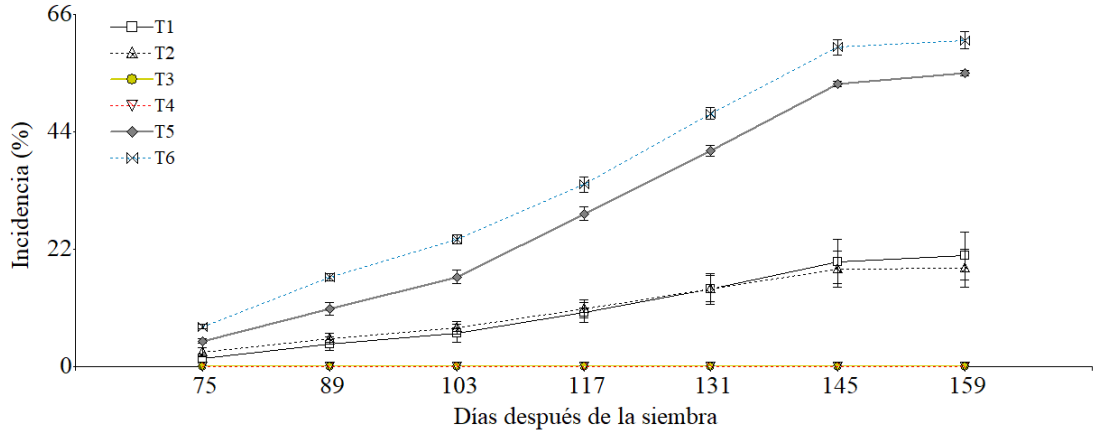
En definitiva, los resultados evidencian que la integración de sistemas en asocio en el cultivo de papa representa una estrategia agronómica altamente eficiente y sostenible para el manejo fitosanitario, ya que, al romper la homogeneidad del cultivo, no solo se genera condiciones microclimáticas restrictivas, sino que se logra una interrupción biológica directa sobre la propagación y la presión epidemiológica del patógeno (Juventia y Van Apeldoom, 2024).

- **Tizón tardío**

La prueba de Freidman Reporta un valor p= 0.0001, demostrando que existe una diferencia significativa entre los tratamientos. Asimismo, esta evaluación inicia a los 75 DDS registrando ya presencia de la enfermedad con medidas iniciales de 1.57% (T1) y 7.52%(T6) hasta el día 159 DDS que finalizo con incrementos exponenciales de T6 con 61.11% a diferencia de T2 con 18.41% como se observa en la Figura 31.

**Figura 31**

*Influencia del tizón tardío evaluadas en las diferentes plantas de los tratamientos con papa.*




En cuanto a la incidencia del *Tizon tardío*, la Figura 31 muestra que el sistema en asocio de haba y papa con empanizado (T1) contuvo de forma sobresaliente la incidencia, registrando un valor de 20.78% a los 159 DDS, mientras que su contraparte en monocultivo con empanizado (T5) sufrió una presión severa del patógeno, alcanzando el 55.03%, demostrando una diferencia sustancial y favorable de 34.25% a favor del asocio. Asimismo, el asocio sin empanizado limito

la incidencia final a 18.41%, en franco contraste con el monocultivo de papa sin empanizado (T6), el cual se disparó hasta alcanzar el 61.11%, evidenciando una amplia diferencia de 42.70% de protección lograda por el sistema diversificado.

Por otro lado, estos hallazgos guardan concordancia con lo demostrado por Bouws y Finckh (2008), quienes al evaluar la dinámica de la enfermedad en sistemas diversificados documentaron reducciones significativas en el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC), registrando valores relativos de control de 0.80 a 0.85 ( equivalentes a disminuciones del 15% al 20%) al utilizar cultivos acompañantes como cereales, y de 0.88 a 0.91 (disminuciones del 9% al 12%) con pasto-trébol en comparación con los testigos de papa. Asimismo, los resultados obtenidos en esta investigación demuestran una reducción de la incidencia del tizón tardío (*Phytophthora infestans*), evidenciando que los sistemas de asocio (T1 y T2) limitan de forma sustancial el avance exponencial de la enfermedad en comparación con los cultivos.

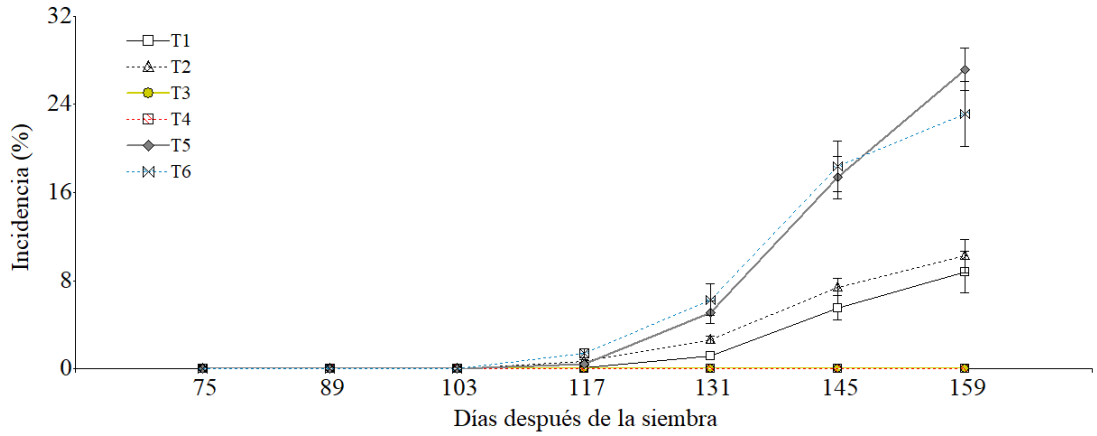
De esta manera, la drástica reducción de la incidencia observada al final del ciclo productivo se evidencia que la diversificación espacial funcional del agroecosistema altera de forma desfavorable la epidemiologia del patógeno alcanzado una diferencia protectora de hasta el 42.70%. al limitar la densidad de tejido susceptible y obstaculizar la dispersión eficiente del inoculo a través del dosel, este tipo de arreglos agroecológicos no solo mitiga el avance exponencial de enfermedades fúngicas bajo condiciones de alta presión ambiental, sino que revalidan el potencial de las practicas diversificadas (asocio) como pilares fundamentales para la sustentabilidad fitosanitaria en los sistemas de cultivos andinos (Brandon et al., 2026).

- **Pulguilla**

El análisis estadístico nos demuestra mediante la prueba de Friedman que existe diferencia significativa entre los tratamientos con p= 0.0001, confirmando que el manejo y los tratamientos influyeron en la incidencia de la pulguilla. En este sentido, se observó que a los 75 hasta 103 DDS la incidencia fue nula (0%), pero a partir de los 117 DDS hubo un crecimiento inicial por parte de los tratamientos de monocultivo y asocio sin empanizado como el T6 (1.39%) y T2 (0.68%) y posterior a eso, picos exponenciales de 23.15% en T6 y 10.22% en T2 a los 159 DDS como se observa en la Figura 32.

**Figura 32**

*Presencia de pulguillas en las plantas de los diferentes tratamientos con papa.*




Los tratamientos presentaron niveles de incidencia de pulguilla diferenciados de acuerdo con su configuración y mejo. Por ejemplo, a los 159 DDS, los tratamientos con mejor comportamiento registraron menores valores de incidencia de 8.80% en T1 (asocio con empanizado y 10.22% en T2 (asocio sin empanizado), mientras que los tratamientos más afectados (T5 y T6) treparon hasta el 27.18% y 23.15% de incidencia. De esta manera, se observa una diferencia en cada equivalente de 18.38% entre T1 y T5 y otra diferencia de 12.93% de T2 sobre T6.

Asimismo, los resultados obtenidos guardan concordancia con lo documentado por Setiawan et al., (2024) en sus evaluaciones de sistemas de cultivo intercalado de papa y haba, quienes demuestran que la diversificación redujo la incidencia de plagas defoliadoras a un rango de 4 a 13% a diferencia de la intensidad de ataque que sufrieron los monocultivos de un 42%. De esta manera, estos resultados se asemejan a este estudio en el cual se observa la diferencia de un 12 a 18% de reducción de la incidencia de la plaga defoliadora.

En consecuencia, se corrobora que la implantación de sistemas de cultivo intercalado modifica de manera efectiva el hábitat y reduce la presión de insectos fitófagos de hábitos masticables (Zheng et al., 2020). Asimismo, Altieri y Nicholls (2017) mantiene que en sistemas de policultivo (como el asocio Papa + Haba), la diversidad vegetal confunde visual y químicamente a los insectos herbívoros, reduciendo su capacidad de colonización.

- **Conclusión general integrando los resultados fitosanitarios del ciclo vegetativo**

Como se pudo observar, en el caso de las plagas y enfermedades del cultivo de haba, los sistemas en asocio contuvieron de manera notable los picos de infestación de áfidos

(reduciendo la incidencia hasta en un 53.24% en comparación con el monocultivo), obstaculizaron la dispersión de patógenos como *Botrytis fabae* (macha de chocolate) y *uromyces viciae-fabae* (roya) mediante la alteración microclimática del dosel, y limitaron la incidencia de fumagina asociada a insectos vectores. Del mismo modo, en el cultivo de papa, los tratamientos diversificados frenaron drásticamente el avance exponencial de patógenos y plagas, logrando reducciones protectoras de hasta el 42.70% frente el tizón tardío y conteniendo la incidencia de punta morada y pulguilla con diferencias favorables de hasta el 18.38%.

En conjunto, estos hallazgos revalidan que la integración de sistemas en asocio, respaldada por prácticas agroecológicas complementarias como el empanizado de semilla, rompen la homogeneidad del agroecosistema, genera barreras físicas y visuales que confunden a los insectos plaga y restringe las condiciones ambientales propicias para el desarrollo de enfermedades.

### *4.2.8 Dinámica poblacional de insectos en trampa*

El análisis estadístico de varianza presentó que no existe interacción entre días, tratamiento y orden ($F= 0.35$; $gl= 240. 2374$; $p= 0.9999$); de la misma manera no existe interacción entre tratamiento y orden ($F= 1.21$; $gl= 30. 2374$; $p= 0.2006$). sin embargo, existe una interacción altamente significativa entre los días después de la siembra y el orden taxonómico ($F=3.89$; $gl= 48. 2374$; $p < 0.0001$).

Por otro lado, no existe interacción entre días y tratamiento ($F=0.48$; $gl= 20. 2374$; $p= 0.9976$). Pero, al contrario, se detectó un efecto altamente significativo en el factor Tratamiento ($F=4.02$; $gl= 5. 2374$; $p = 0.0012$), independientemente de los días y del orden de los insectos, lo que indica que la presencia y distribución de las especies identificadas dentro de cada orden fluctuó notablemente a lo largo de las etapas de evaluación, sugiriendo una variación sujeta al avance fenológico como se observa en la Tabla 19.

**Tabla 19**

*Análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos para la variable número*

| Fuentes de variación | gl FV | glEex | Valor F | Valor P |
|---|---|---|---|---|
| Dds* | 8 | 2374 | 11.27 | <0.0001 |
| Tratamiento | 5 | 2374 | 4.02 | 0.0012 |
| Orden | 6 | 2374 | 124.03 | <0.0001 |
| Dds: Tratamiento | 40 | 2374 | 0.48 | 0.9976 |
| Dds: Orden | 48 | 2374 | 3.89 | <0.0001 |
| Tratamiento: Orden | 30 | 2374 | 1.21 | 0.2006 |
| Dds: Tratamiento: Orden | 240 | 2374 | 0.35 | >0.9999 |

De esta manera, la interacción días-orden detalla una marcada dinámica en la riqueza específica a lo largo del ciclo, iniciando a los 43 días con niveles bajos en ciertos órdenes (Hemiptera: 1.37; Hymenoptera: 1.33; Thysanoptera: 1.00 especies). A partir de los 58 días, Hymenoptera mostró estabilidad temporal, manteniendo promedios de entre 2.22 y 3.04 especies hasta el final. Por su parte, Thysanoptera creció aceleradamente hasta su pico a los 133 días con una población de 3.78 especies, para luego decaer drásticamente hacia los 163 días (1.39 especies). En contraposición, Hemiptera alcanzando su máximo absoluto a los 163 días con 4.46 especies, mientras que Coleoptera, Diptera, Dermaptera y Collembola permanecieron relegados con las menores cantidades de especies durante todo el ensayo (Figura 33).

Nuestros resultados guardan una estrecha relación con los patrones de sucesión reportados en agroecosistemas biodiversos. Por ejemplo, Altieri et al. (2024), evidenciaron que la riqueza entomológica no se distribuye de manera uniforme, sino que fluctúa en estrecha sincronía con las fases fenológicas clave de los componentes cultivados, registrando picos de colonización diferenciados según los hábitos tróficos de cada orden. Este fenómeno explica el comportamiento crítico superior de Thysanoptera hacia los 133 días, lo cual coincide con lo descrito por Aguirre et al. (2013), quienes confirman que este orden concentra su diversidad durante las fases de máxima actividad reproductiva y floral del cultivo, para luego migrar o reducir drásticamente su población.

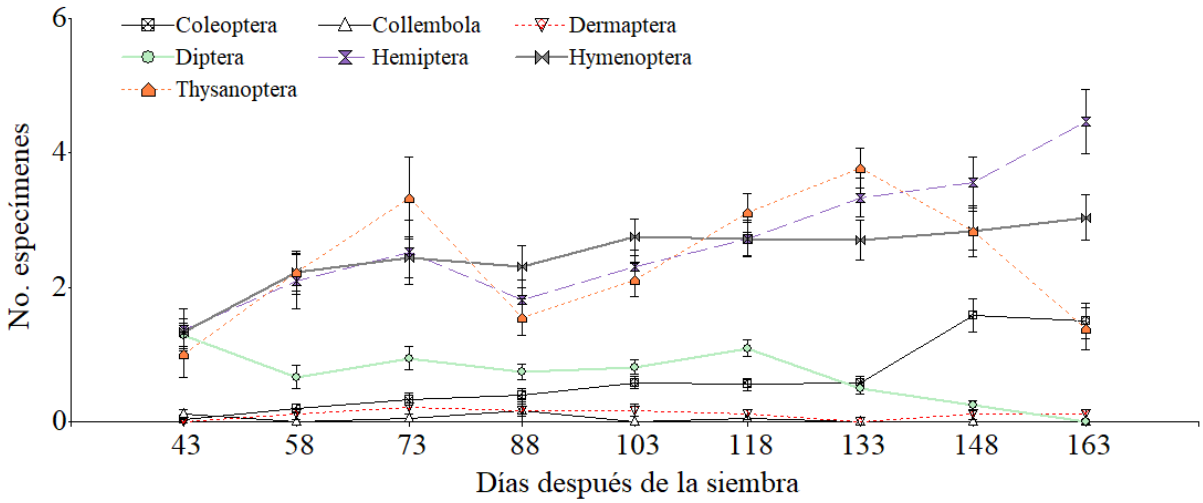
Asimismo, la estabilidad observada en Hymenoptera y el incremento tardío de Hemiptera son respaldados por Umair et al. (2022), quienes sostienen que la madurez del cultivo altera la calidad del recurso alimenticio disponible, gatillando respuestas asíncronas entre los insectos

fitófagos dominantes y sus controladores biológicos dentro del agroecosistema con resultados del orden Hemiptera con el 63 % del total capturado, mientras que Diptera y Coleoptera representaron el 19 % y el 12 %, respectivamente. Mientras que en este estudio se obtuvo un 51.71 % de Hymenoptera, 26.83% de Hemiptera, 8.06% de Thysanoptera, 7.16% de Diptera, 4.54 % de Coleopteras, 0.39% de Dermaptera y 0.19% de Collembola demostrando un crecimiento secuencial del orden Hemiptera al final del ensayo (Figura 33).

Este comportamiento demuestra que la inclusión del asocio y de la leguminosa (Vicia faba) en el agroecosistema constituye un elemento clave de la diversificación ecológica. La arquitectura foliar, la oferta continua de microclimas y la presencia de recursos tróficos alternativos propios del cultivo de haba incrementan sustancialmente la disponibilidad de nichos ecológicos en comparación con las parcelas compuestas únicamente por el monocultivo de papa (Setiawan et al., 2024).

**Figura 33**

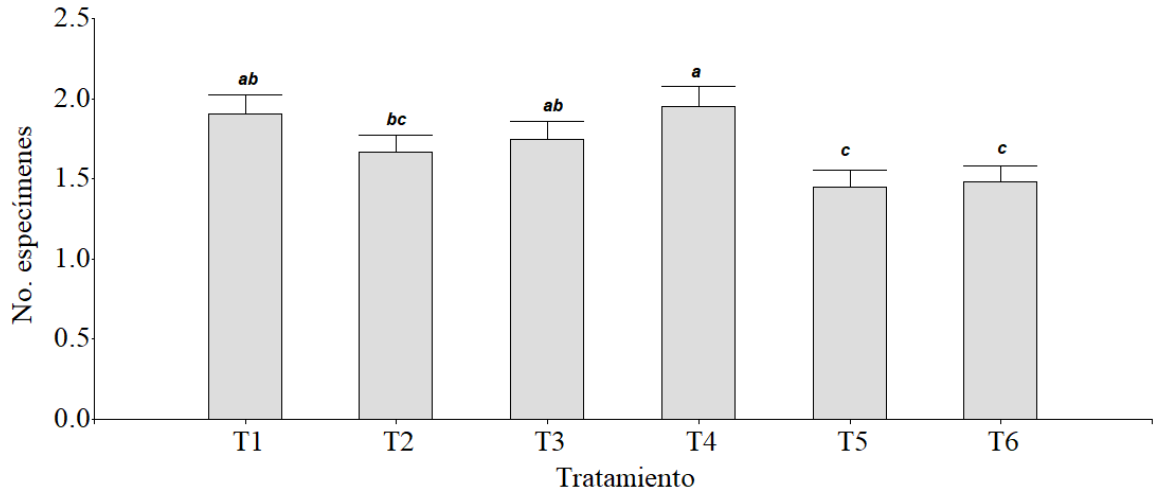
*Número de especímenes clasificados por órdenes con el transcurso del ciclo vegetativo*




**4.2.8.1 Por orden.** Con respecto al número de especímenes por tratamiento, el análisis demuestra una clara segregación biológica provocada por la composición vegetal y la diversificación de las parcelas experimentales, donde los resultados muestran que el tratamiento T4 (1.95 especies) y el asocio empanizado, T1 (1.91 especies), alcanzaron los valores numéricos más altos y el T3, mientras que el tratamiento T5 y T6 presentó el promedio más bajo, como se observa en la Figura 34.

**Figura 34**

*Efecto de los tratamientos sobre el número promedio de especímenes*




El mayor número de especies registrado en las parcelas que incluyeron haba (T4 y T1 y t3) confirma las ventajas ecológicas de la diversificación botánica y del dosel vegetal en la atracción de la entomofauna. Según Banjarnahor (2017) una mayor riqueza de especies entomológicas es indicador de un agroecosistema con alta disponibilidad de nichos tróficos y microclimas estables. De esta manera, al comparar el tratamiento T4 con respecto al T1, el análisis nos presenta una diferencia mínima de apenas 0,04 especies. De igual forma, el asocio empanizado (T1: 1.91 especies) superó al monocultivo de papa testigo (T6: 1.49 especies), con una ventaja de 0.42 especies. Estos valores confirman una brecha matemática persistente de entre 0.40 y 0.50 especies a favor de cualquier sistema que incluya *Vicia faba.*

De esta manera, los mayores valores de riqueza registrados en los tratamientos con presencia de haba (T4 = 1.95 y T1 = 1.91 especies) coinciden con la tendencia observada en numerosos estudios sobre la diversificación agrícola mediante leguminosas. Brandmeier et al. (2021), al evaluar un sistema de asociación trigo-haba (*Vicia faba*) durante tres años en Alemania, determinaron que los tratamientos diversificados incrementaron significativamente la diversidad y la abundancia de artrópodos respecto a los monocultivos, observándose valores de diversidad efectiva cercanos a 2–3 unidades en los sistemas asociados, mientras que los monocultivos presentaron los valores más bajos del experimento. Esta respuesta es comparable con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde los tratamientos con haba alcanzaron valores cercanos a 2 especies por evaluación.

Asimismo, una revisión global realizada por Anjaharinony et al. (2023), basada en 63 investigaciones desarrolladas en 18 países, encontró que los sistemas de cultivos asociados

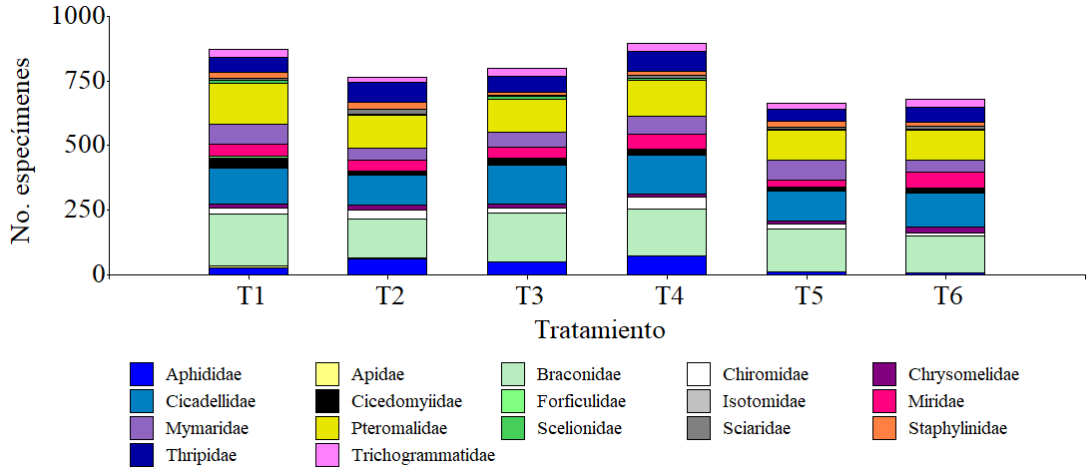
incrementaron la riqueza de artrópodos benéficos en un 27 %, la abundancia en un 36 % y la densidad en un 94 % respecto a los monocultivos. Estos incrementos son consistentes con la diferencia observada entre el tratamiento T1 (1.91 especies) y T6 (1.49 especies), que representa un aumento aproximado del 28 %, un valor prácticamente coincidente con el incremento promedio de riqueza reportado en la revisión internacional.

Finalmente, al evaluar los monocultivos de papa T5 y T6 que mostraron una diferencia marginal de 0.04 especies, se demuestra que el recubrimiento orgánico no ejerce un efecto residual al largo plazo en el follaje, fenómeno sustentado por Garrett et al. (2007), quienes afirman que la arquitectura aérea de la planta y su fenología dominan la colonización entomológica por sobre los tratamientos iniciales a la semilla. Asimismo, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 mantuvieron promedios intermedios, validando los principios de estabilidad biótica de Egbon et al. (2025), al amortiguar las fluctuaciones de insectos mediante el intercalado de cultivos.

**4.2.8.2 Por familia.** El análisis estadístico descriptivo para la variable número de especímenes por familia demostró una distribución heterogénea y altamente variable de las poblaciones entomológicas entre los diferentes sistemas de manejo evaluados. De esta manera, los resultados de la Figura 35 demuestran que las parcelas bajo el tratamiento T4, registraron mayor acumulación de insectos con un total de 894 especímenes, seguido por el tratamiento T1, con 864 especímenes, mientras que el tratamiento T5 presento la menor población de insectos del ensayo con un acumulado de 663 especímenes.

**Figura 35**

*Distribución de las familias entomológicas y número total de especímenes acumulados por tratamiento*



Al contrastar los monocultivos de la papa, la diferencia marginal de 13 especímenes entre T5 (663) y T6 (676) demuestra que el recubrimiento de la semilla no altera la colonización entomológica en el follaje. Por otro lado, al comparar el monocultivo de haba sin empanizado T4 (894) superó por 97 individuos al empanizado T3 (797) debido a una mayor presencia de Cicadellidae y Aphididae, lo que sugiere un efecto regulador inicial del tratamiento en la semilla. Asimismo, en los sistemas asociados, el empanizado T1 (864) superó por 104 individuos al asocio sin empanizado T2 (760 especímenes), incremento fuertemente ligado a la familia Braconidae (201 Frente a 153), lo que demuestra que combinar el intercalado de cultivos con el recubrimiento orgánico potencia la presencia de estos parasitoides biocontroladores en el campo.

Los valores de la dinámica total obtenidos en el presente estudio oscilaron entre 663 y 894 especímenes por tratamiento, observándose los mayores acumulados en los sistemas que incluyeron haba T4 =894 individuos y T1=864 individuos. Esta tendencia es consistente con lo reportado por Tamburini et al. (2020), quienes mediante un metaanálisis demostraron que el intercalado de cultivos incrementa significativamente la abundancia de enemigos naturales y parasitoides, registrándose aumentos promedios cercanos al 30%. De esta manera, en esta investigación se presenta la diferencia del T4(894) y T5 (663) con un incremento del 34.8% valor muy próximo al de los autores mencionados previamente.

De igual manera, Brandemeir et al. (2021), en un experimento cereal-haba, encontraron que la incorporación de haba incremento significativamente la abundancia de polinizadores y enemigos naturales en comparación con los monocultivos, atribuyendo este afecto a la mayor complejidad estructural del sistema. Este comportamiento coincide con la elevada participación de Braconidea observada en la T1 (201 individuos) y T4 (181 individuos), valores superiores a los registrados en T5 (169) y T6(142 individuos).

El incremento generalizado de especímenes en los sistemas que incorporan la leguminosa pura o asociada se fundamenta en la teoría de la heterogeneidad del hábitat, donde la complejidad botánica aérea actúa como un sumidero biótico que optimiza la partición de recursos tróficos y microclimas estables en el campo. De acuerdo con Kremen y Miles (2012), la disponibilidad de un dosel diversificado y denso multiplica las tasas de colonización y permanencia de las comunidades entomológicas al proveer refugio continuo frente a las fluctuaciones ambientales drásticas. En contraposición, el comportamiento plano observado entre los tratamientos de monocultivo de papa (T5 y T6) demuestra que la uniformidad estructural de un solo cultivo

limita severamente el desarrollo de microhábitats foliares, neutralizando cualquier estimulo o efecto residual derivado de los recubrimientos orgánicos iniciales aplicadas a los propágulos en el suelo.

### 4.3 Costos de producción

| Categoría / Actividad | Unidad | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
|---|---|---|---|---|
| **1. PREPARACIÓN DEL SUELO** | | | | |
| Recolección y preparación de MML | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| Trituración de rastrojos (maíz) | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| Incorporación de bagazos | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| Incorporación de MML (5 aplicaciones) | Jornal | 7 | 15 | 105 |
| Formación de unidades experimentales | Jornal | 2 | 15 | 30 |
| Limpieza de parcela (pre-siembra) | Jornal | 2 | 15 | 30 |
| Subtotal Preparación | | | | 210 |
| **2. SIEMBRA Y MANEJO DE SEMILLA** | | | | |
| Preparación de empanizados (1, 2 y 3) | Global | 1 | 16 | 16 |
| Siembra del sistema asociado | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| Trazado de unidades experimentales | Jornal | 1 | 15 | 15 |
| Subtotal Siembra | | | | 46 |
| **3. MANO DE OBRA (MANEJO)** | | | | |
| Limpieza y deshierbes | Jornal | 7 | 15 | 105 |
| Aplicaciones fitosanitarias | Jornal | 15 | 15 | 225 |
| Riegos | Jornal | 18 | 15 | 270 |
| Recolección de datos | Jornal | 6 | 15 | 90 |
| Subtotal Mano de Obra | | | | 690 |
| **4. INSUMOS AGRÍCOLAS** | | | | |
| Caldo sulfocálcico | Global | 1 | 25 | 25 |
| Caldo de ceniza + bordelés | Global | 1 | 20 | 20 |
| Higuerilla | Global | 1 | 28 | 28 |
| Bacillus | Global | 1 | 10 | 10 |
| Cribac | Global | 1 | 12 | 12 |
| Trampas amarillas | Global | 1 | 15 | 15 |
| Compost | Global | 1 | 20 | 20 |
| Biol | Global | 1 | 18 | 18 |
| Melaza | Global | 1 | 12 | 12 |
| Subtotal Insumos (4.1 + 4.2) | | | | 160 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | | 1106 |
| **5. COSTOS INDIRECTOS** | | | | |
| Depreciación de herramientas | Global | 1 | 20,25 | 20,25 |
| Imprevistos (5 %) | Global | 1 | 55,3 | 55,3 |
| Subtotal Costos Indirectos | | | | 75,55 |
| | | | | |
| TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN | | | | 1181,55 |
| Utilidad | | | | $812,59 |
| Relación Beneficio/Costo | | | | 1,69 |

Para determinar la viabilidad económica del sistema de asocio de papa (*Solanum tuberosum* L.) y haba (*Vicia faba* L.) bajo manejo agroecológico, se realizó un análisis detallado de la relación Beneficio/Costo (B/C). De este modo, el proceso inició con la deducción de los datos obtenidos en las unidades experimentales del tratamiento T5, por ser el de mayor productividad (24,88 t/ha), hacia una superficie estándar de una hectárea. Por lo cual, esta metodología de escalamiento es fundamental en la investigación agrícola, ya que permite estandarizar los resultados y proyectar la utilidad real que un productor de la zona de San Francisco de Cajas obtendría al implementar esta metodología a escala comercial.

El análisis económico determinó que el sistema bajo el tratamiento T5 presenta un costo total de producción de $1.181, 55 USD, frente a un ingreso bruto total de $1.994,14 USD. Al implementar la fórmula de relación Beneficio/Costo, se obtuvo un coeficiente de 1.69. Este indicador económico nos muestra una eficiencia de inversión altamente positiva para el agricultor, pues demuestra que, por cada dólar invertido en el ciclo productivo, el sistema no solo es capaz de retornar la inversión inicial completa, sino que genera una ganancia neta adicional de 0,69 USD. Este excedente confirma que la propuesta es financieramente atractiva y sostenible.

# CAPITULO V

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 1. Conclusiones

El monocultivo de papa con tratamiento del empanizado 1 alcanzó el mayor rendimiento (24,88 t/ha) y la mejor relación beneficio/costo (1,69 USD). El manejo agroecológico, fundamentado en el uso de bioinsumos y el sistema de asocio papa-haba, constituye una alternativa técnica y ambientalmente viable frente al modelo convencional.

Por otro lado, el sistema de asocio de papa y haba con el empanizado 1 demostró una superioridad estratégica en la regulación biológica. Donde, la diversificación de cultivos bajo este esquema redujo drásticamente la dinámica poblacional de insectos plaga como la reducción de la incidencia de pulgones en habas hasta en un 53.24% y en papas logrando reducciones protectoras de hasta el 42.70% en tizón tardío y 18.38% en punta morada y pulguilla. Por lo tanto, el uso de recubrimientos orgánicos en semillas (empanizados) y el intercalado de cultivos no solo optimiza la reducción de la población de insectos plaga, sino que garantizan la resiliencia productiva al disminuir la dependencia de agroquímicos.

Finalmente, el análisis de los resultados económicos de los tratamientos en estudio sugiere que el tratamiento T5 (monocultivo de papa con el empanizado 1) puede ser una opción rentable para los productores, debido a su mayor rendimiento de papa. De esta manera, el estudio nos demostró que, por cada dólar invertido, se recupera el dólar y se obtiene una ganancia adicional de 0,69 USD

## 2. Recomendación

Se recomienda promover el uso del recubrimiento de semilla (empanizado) en sistemas de asocio de cultivos de papa y haba, a causa de su efecto positivo sobre el comportamiento morfo-agronómico de los cultivos, especialmente en variables como número de brotes en papa y altura de planta en haba, contribuyendo a una mejora en la productividad del sistema.

Se propone fortalecer el manejo agroecológico mediante la implementación del asocio de cultivos, ya que demostró ser una estrategia competente para reducir la dinámica poblacional de insectos plaga, así como la incidencia y severidad de plagas y enfermedades, en comparación con los sistemas de monocultivo.

Se recomienda evaluar diferentes formulaciones, composiciones nutricionales y dosis de los empanizados, así como su interacción con distintas combinaciones de cultivos asociados, con el fin de optimizar su efecto sobre el desarrollo vegetativo y la tolerancia a plagas en sistemas de producción sostenibles.

# CAPITULO VI

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Aguilar, J., Díaz, B., Ocampo, R., Hernández, I., Escalante, C., Salvador, J., y Pérez-Ramírez, E. (2019). Características relacionadas con el consumo de haba consideradas por las amas de casa de la región productora de Puebla y Tlaxcala, México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, *29*(54), e19761.https://doi.org/10.24836/es.v29i54.761

Alarcón-Segura, V., Grass, I., Breustedt, G., Rohlfs, M., y Tscharntke, T. (2022b). Strip intercropping of wheat and oilseed rape enhances biodiversity and biological pest control in a conventionally managed farm scenario. *Journal Of Applied Ecology*, *59*(6), 1513-1523. https://doi.org/10.1111/1365-2664.14161

Alemán, R. (2013). Uso de las habas (Vicia faba L.) en asociación con papas: alternativa para el mejoramiento de los suelos en regiones de altura. *Centro internacional de información sobre cultivos de cobertura.* https://es.scribd.com/document/414876173/Uso-de-Las-Habas-Vicia-Faba-en-Asociacion-Con-Papas-CIDICCO

Algarin, C. a. V., González, A. C., Szostak, J. E., y Franco, M. F. S. (2024). Explorando el estado del arte de la labranza y su impacto en la calidad del suelo y la productividad agrícola: una revisión crítica de los últimos 20 años. *Investigación Agraria*, *26*(2), 111–124. https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2024.diciembre.2602806

Alhammad, BA, y Seleiman, MF (2023). Mejora del crecimiento vegetal, el rendimiento de semillas y la calidad de la haba mediante la integración de biofertilizantes con digestato de biogás. *Agronomy* , *13* (3), 744. https://doi.org/10.3390/agronomy13030744

Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Dinelli, G., and Negri, L. (2024). Towards an agroecological approach to crop health: reducing pest incidence through synergies between plant diversity and soil microbial ecology. *Npj Sustainable Agriculture*, *2*(1). https://doi.org/10.1038/s44264-024-00016-2

Altieri, M. A., Susanna Hecht, Matt Liebman, Fred Magdoff, Richard Norgaard, and Thomas O. Sikor. (1999). *AGROECOLOGIA.* Editorial Nordan–Comunidad. https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf?utm

Altieri, M., & Nicholls, C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación: . *Ecosistemas*, *16*(1). Recuperado a partir de https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133

Altieri, MA (1999) El papel ecológico de la biodiversidad en los agroecosistemas. Agricultura, ecosistemas y medio ambiente, 74, 19-31. http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6

Anjaharinony A.N.A. Rakotomalala, Anoush M. Ficiciyan, Teja Tscharntke (2023). Intercropping enhances beneficial arthropods and controls pests: A systematic review and meta-analysis, Agriculture, Ecosystems & Environment,Volume 356. https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108617

Araujo Díaz, Rogelio, García-Hernández, Gustavo, Estrada-Campuzano, Gaspar, Martínez-Rueda, Carlos Gustavo, y Domínguez-López, Aurelio. (2023). Caracteres ecofisiológicos y numéricos del rendimiento en haba afectados por el cultivar, densidad de población y sistema de siembra. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *14*(1), 51-62. Epub 19 de junio de 2023.https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.2992

Arcos, J. (2022). *Efecto de márgenes multifunciones en la producción de cultivos hortícolas en el sector de chaltura, Imbabura* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12051

Asamblea Nacional del Ecuador. (2012). Proyecto Código Orgánico de Soberanía Alimentaria. https://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/pacha/wpcontent/uploads/2011/04/LORSA.pdf

Bağriaçik, N. (2017). Pollinator Insects and Global Pollination Crisis. Darleme Makalesi, 7(4), 37-41. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/419634

Banjarnahor, DRV (2017). Haba: un cultivo prometedor para lograr un sistema de cultivo de papa más saludable en las tierras altas de Dieng. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati* , *1* (2). https://doi.org/10.24002/biota.v1i2.997

Bargaz, A., Lyamlouli, K., Chtouki, M., Zeroual, Y., and Dhiba, D. (2018). Soil microbial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. *Frontiers in Microbiology*, *9*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01606

Benincasa, P., Pace, R., Tosti, G., and Tei, F. (2012). Early Interspecific Interference in the Wheat/Faba Bean (Triticum Aestivum/ Vicia Faba ssp). Minor and Rapeseed/Squarrosum Clover (Brasslca Napus var. Oleifera/Trifolium Squarrosum) Intercrops. *Italian Journal of Agronomy*, *7*(2), e24. https://doi.org/10.4081/ija.2012.e24

Bian, L., Cai, X-M., Luo, Z-X., Li, Z-Q. and Chen, Z-M. (2021). Sticky card for Empoasca onukii with bicolor patterns captures less beneficial arthropods in tea gardens. Crop Protection, 149, 1-10. doi:https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.10576

Biswal, P., Faisal, A., Swain, D. K., and Mohan, G. (2025). Climate-resilient agricultural strategies for sustainable rice and potato production: a multi-scale review. *Discover Plants.*, *2*(1). https://doi.org/10.1007/s44372-025-00336-8

Blanco, Y., Leyva, Á., e Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. *Cultivos Tropicales*, 21–28. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217731003

Borba, N. (2008). *La papa un alimento básico, posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica.* [PDF]https://www.rapaluruguay.org/sitio_1/transgenicos/Papa/Papa.pdf

Bósquez, J. L., Ronquillo, W. P., Cunuhay, K. E., Jaramillo, W. J., Ibarra, Y. M., and Arauz, H. Y. (2023, May 30). *Fertilización orgánica y su efecto en el crecimiento y rendimiento de haba (Vicia Faba L.)*. https://investigacion.utc.edu.ec/index.php/dateh/article/view/823

Boudet Antomarchi, Ana, Boicet Fabré, Tony, Durán Ricardo, Santos, y Meriño Hernández, Yanitza. (2017). Efecto sobre el tomate (Solanum lycopersicum L.) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas. *Centro Agrícola*, *44*(4), 37-42. Recuperado en 18 de julio de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000400006&lng=es&tlng=es.

Boukhari, M. E. M. E., Barakate, M., Drissi, B., Bouhia, Y., and Lyamlouli, K. (2023). Seaweed Extract Biostimulants Differentially act in Mitigating Drought Stress on Faba Bean (Vicia faba L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, *42*(9), 5642–5652. https://doi.org/10.1007/s00344-023-10945-w

Boutagayout, A., outagayout, Belmalha, S., Adiba, A., El Oihabi, K., Elbaghazaoui, R., Rhioui, W., Nassiri, L. and Bouiamrine, E. H (2024). Faba bean and cereal crop diversification and aphid (Aphis fabae Scop.) management in the Meknes region, Morocco. In *Bulgarian Journal of Agricultural Science* (Vol. 30, Issue No 3, pp. 423–430). https://www.agrojournal.org/30/03-07.pdf

Bouws, H., and Finckh, M. R. (2008). Effects of strip intercropping of potatoes with non-hosts on late blight severity and tuber yield in organic production. *Plant Pathology*, *57*(5), 916–927. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2008.01860.x

Brandmeier, J., Reininghaus, H., Pappagallo, S., Karley A., Lars P. Kiær y Scherbe, C (2021).*El cultivo intercalado en la agricultura de alto insumo favorece la diversidad de artrópodos sin riesgo de pérdidas significativas en el rendimiento.*Ecología básica y*Ecología básica y aplicada* , 53, 26–38. https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.02.011

Brandon, M., Homulle, Z., and Douma, J. C. (2026). Quantifying the relative importance of disease-suppressive mechanisms in species mixtures: a case study of late blight in strip-intercropped potato. *Journal of Experimental Botany*, *77*(12), 3939–3954. https://doi.org/10.1093/jxb/erag097

Burgos, G., y Hann, S. (2019). *Potencial nutricional de la papa.*Centro internacional de la papa. Obtenida de Potencial nutricional de la papa (cipotato.org)

Caillagua Tayo, K. L. (2022). *Evaluación de beauveria bassiana a partir de un cultivo monoespórico para el control de gusano blanco de la papa (premnotrypes vorax) en condiciones de Laboratorio Campus Salache 2022*. [ Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Cotopaxi] https://repositorio.utc.edu.ec/items/71668ffc-da38-4529-a9f7-bf4b36228410

Calero-Hurtado, AlexanderPérez-Díaz, Yanery., Peña Calzada, Kolima, y Jiménez Medina, Alay. (2025). Utilización de densidades de plantas y un consorcio microbiano para la producción sostenible de girasol. *Agronomía Mesoamericana* , *36* (1), f9zbrr64. https://dx.doi.org/10.15517/f9zbrr64

Canfole, A. (2008). *Crecimiento y desarrollo del cultivo de haba (Vicia Faba L.). Parametrización de submodelo de fenología de cropgro-fababean* [Tesis de doctorado, Universidad de Santiago de Compostela Escola Politécnica Superior] https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/2512/9788498871739_content.pdf;sequence=1

Caracuta, V., Weinstein-Evron, M., Kaufman, D., Yeshurun, R., Silvent, J., and Boaretto, E. (2016). 14,000-year-old seeds indicate the Levantine origin of the lost progenitor of faba bean. *Scientific Reports*, *6*(1), 37399. https://doi.org/10.1038/srep37399

Cardoso, et al., (2020). *La advertencia de los científicos a la humanidad sobre la extinción de insectos.* Conservación biológica. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320719317823?via%3Dihub

Carrillo-Arámbula, L., Infante, F., Cavalleri, A., Gómez, J., Ortiz, J. A., Fanson, B. G., and González, F. J. (2022). *Colored sticky traps for monitoring phytophagous thrips (Thysanoptera) in mango agroecosystems, and their impact on beneficial insects. PloS one, 17(11), e0276865.* https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276865

Castillejos, I. (2019). Registros y consecuencias de deterioro de la semilla almacenada. Revista de riego. https://issuu.com/revistaderiego/docs/web-105/s/10662222

Chavez, J. y Burbano, R. (2021). *Cambio climático y sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo.* Revista latinoamericana de estudios socioambientales**.** https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/4751/3746

Chávez, R. (2019). Sobre el Origen, Evolución y Diversidad Genética de la Papa Cultivada y la Silvestre. *CIENCIA & DESARROLLO*, *12*, 129–139. https://doi.org/10.33326/26176033.2008.12.266

Chávez-Díaz, Ismael Fernando, Zelaya Molina, Lily X., Cruz Cárdenas, Carlos Iván, Rojas Anaya, Edith, Ruíz Ramírez, Santiago, y Santos Villalobos, Sergio de los. (2020). Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro-biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *11*(6), 1423-1436. Epub 11 de octubre de 2021.https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2492

Ciaccia, C., Ceglie, F., Tittarelli, F., Antichi, D., Carlesi, S., Testani, E. y Canali, S. (2017). Efectos del abono verde y el compost sobre la dinámica de NP en sistemas orgánicos sin ganado mediterráneos. *Revista de ciencia del suelo y nutrición vegetal* , *17* (3), 751-769. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162017000300015

Crespo López, G. J. e Instituto de Ciencia Animal. (2020). Factores que influyen en el manejo integrado de nutrientes para la producción agrícola. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 19. https://www.redalyc.org/journal/837/83765451004/83765451004.pdf

Danial, A. W., and Basset, R. A. (2024). Amelioration of NaCl stress on germination, growth, and nitrogen fixation of Vicia faba at isosmotic Na-Ca combinations and Rhizobium. *Planta*, *259*(3), 69. https://doi.org/10.1007/s00425-024-04343-z

De Didàctica Del Jardí Botànic, G. (2017, June 5). *Reforestación con bolas de arcilla y semillas - Revista Mètode*. Revista Mètode. https://metode.es/revistas-metode/secciones/jardin-animado/reforestacion-con-bolas-de-arcilla-y-semillas.html

Denoncourt, C., Chantigny, M. H., Angers, D. A., Maillard, É., and Halde, C. (2025). Animal manure application promotes nitrogen and organic carbon accumulation in soil organic matter fractions: A global meta-analysis. *The Science of the Total Environment, 996*, 180097. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180097

Díaz Berrocoso, Julio Francisco (2013). *Utilización de ingredientes tradicionales y nuevos productos derivados del haba de soja en piensos de lechones blancos e ibéricos: efectos sobre la fisiología digestiva y la productividad*. [Tesis Doctoral], E.T.S.I. Agrónomos (UPM) [antigua denominación]. https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.23175

Ding, H., Luo, C., Li, T., Guo, Z., and Dong, Y. (2024). Optimization of N fertilizer and synergistic intercropping to enhance the productivity advantage of FaBa bean and effective control of chocolate Spot epidemics. *Plant Disease*, *108*(10), 3010–3023. https://doi.org/10.1094/pdis-12-23-2615-re

Ebel, R., Pozas Cárdenas, J. G., Soria Miranda, F., y Cruz González, J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz. frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. Terra Latinoamericana, 35(2), 149- 160. https://doi.org/10.28940/terra.v35i2.166

Egbon, I. N., Dingha, B. N., Mukoko, G. N., and Jackai, L. E. (2025). Intercropping Enhances Arthropod Diversity and Ecological Balance in Cowpea, Hemp, and Watermelon Systems. *Insects*, *16*(7), 724. https://doi.org/10.3390/insects16070724

El-Abeid, S. E., Elshewy, E. S., and Ahmed, A. Y. (2025). Bio-stimulants for plant growth promotion and sustainable management of Rhizoctonia Solani causing black scurf of potato tubers. *BMC Plant Biology*, *25*(1), 1695. https://doi.org/10.1186/s12870-025-07689-y

El-Mehy, A. A., El-Gendy, H. M., Aioub, A. A., Mahmoud, S. F., Abdel-Gawad, S., Elesawy, A. E., and Elnahal, A. S. (2022). Response of faba bean to intercropping biological and chemical control against broomrape and root rot diseases. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *29*(5), 3482–3493. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.02.032

Fang, X., Xiang, Z., Ma, H., Wang, F., Wang, Q., Li, P., and Zheng, S. (2023). Effect of N fertilizer dosage and Base/Topdressing ratio on potato growth characteristics and yield. *Agronomy*, *13*(3), 909. https://doi.org/10.3390/agronomy13030909

FAO, (2018). *Es hora de apreciar la labor de los polinizadores*. Newsroom. https://www.fao.org/newsroom/story/Bee-ing-grateful-to-our-pollinators/es

FAO, (2024). Agroecología y Agricultura Familiar. Obtenido de: https://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/#:~:text=La%20Agroecolog%C3%ADa%20es%20una%20manera,la%20vez%20regionales%20y%20locales

Finch, S. y Collier, RH (2012), La influencia de las plantas hospedadoras y no hospedadoras en el comportamiento de los insectos plaga en cultivos de campo. Entomologia Experimentalis et Applicata, 142: 87-96. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2011.01191.x

Flores-López, R., Casimiro-Marín, M., Sotelo-Ruiz, E., Rubio-Covarrubias, O., y López-Delgado, H. (2020). Fertilización NPK, distribución de biomasa y número de minitubérculos de papa en invernadero. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, *11*(8), 1827–1838. https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2042

Germain, J. F., Chatot, C., Meusnier, I., Artige, E., Rasplus, J. Y., and Cruaud, A. (2013). Molecular identification of Epitrix potato flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in Europe and North America. *Bulletin of entomological research*, *103*(3), 354–362. https://doi.org/10.1017/S000748531200079X

Giraldo, O., y Rosset, P. (2016). Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM. *La agroecología en una encrucijada: Entre la institucionalidad y los movimientos sociales*. Radio Temblor. Recuperado de https://www.radiotemblor.org/wp-content/uploads/2016/11/La-agroecolog%C3%ADa-en-una-encrucijada.-Entre-la-institucionalidad-y-los-movimientos-sociales.pdf

Gliessman, SR (2014). Agroecología: la ecología de los sistemas alimentarios sostenibles, tercera edición (3.ª ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b17881

Gómez, L. Fernando, Ríos-Osorio, Leonardo, & Eschenhagen, M. Luisa. (2015). Las bases epistemológicas de la agroecología. *Agrociencia*, *49*(6), 679-688. Recuperado en 18 de julio de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000600007&lng=es&tlng=es.

Gomiero, T., Pimentel, D., and Paoletti, M. G. (2011). Is there a need for more sustainable agriculture? *Critical Reviews in Plant Sciences*, *30*(1), 6–23. http://dx.doi.org/10.1080/07352689.2011.553515

González de Molina, M. (2011). Algunas notas sobre agroecología y política. *Agroecología*, *6*, 9–21. Recuperado a partir de https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/160621

Guamba, A. (2021). *Evaluación de tres abonos orgánicos en la producción de dos variedades de haba (Vicia faba L) en el cantón Huaca.*[Tesis de pregrado, Universidad Politécnica

Estatal de Carchi]. http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1021/1/392-GUAMBA%20ROM%C3%81N%20ALEXANDRA%20ESTEFAN%C3%8DA.pdf

Gutaker, R. M., Weiß, C. L., Ellis, D., Anglin, N. L., Knapp, S., Luis Fernández-Alonso, J., Prat, S., and Burbano, H. A. (2019). The origins and adaptation of European potatoes reconstructed from historical genomes. *Nature ecology & evolution*, *3*(7), 1093–1101. https://doi.org/10.1038/s41559-019-0921-3

Hakbijl, T. (2002). El uso tradicional, histórico y prehistórico de las cenizas como insecticida, con un estudio experimental sobre la eficacia insecticida de la ceniza lavada. *Environmental Archaeology* , *7* (1), 13–22. https://doi.org/10.1179/env.2002.7.1.13

Harris-Valle, Citlalli, Mora-Guzmán, Ezequiel, Palafox-Rodríguez, Martín, Pérez-Pacheco, Cesar K., Mejía-Franco, Viridiana, y Vázquez-Flores, Yadira. (2019). CRECIMIENTO DE HABA EN SIMBIOSIS CON MICROORGANISMOS NATIVOS DE REGIONES PRODUCTORAS DEL NORTE DE PUEBLA, MÉXICO. *Revista fitotecnia mexicana*, *42*(3), 243-250. Epub 16 de octubre de 2020. Recuperado en 25 de noviembre de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000300243&lng=es&tlng=es.

He, Z., Guo, J. F., Reitz, S. R., Lei, Z. R., and Wu, S. Y. (2020). A global invasion by the thrip, Frankliniella occidentalis: Current virus vector status and its management. *Insect science*, *27*(4), 626–645. https://doi.org/10.1111/1744-7917.12721

Heinz, K., Parrella, M. and Newman, J. (1992). Time-Efficient Use of Yellow Sticky Traps in Monitoring Insect Populations. Journal of Economic Entomology, 85(6), 2263- 2269. https://doi.org/10.1093/jee/85.6.2263

Helios, W., Jama-Rodzeńska, A., Serafin-Andrzejewska, M., Kotecki, A., Kozak, M., Zarzycki, P. y Kuchar, L. (2021). Profundidad y tasa de siembra como factores que afectan el desarrollo, la densidad de siembra, la altura y el rendimiento de dos cultivares de haba ( *Vicia faba* L. Var. *Minor* ). *Agriculture* , *11* (9), 820. https://doi.org/10.3390/agriculture11090820

Holt-Giménez E., y Altieri, M. A. (2013). Agroecología, soberanía alimentaria y la nueva revolución verde. *Agroecología*, *8*(2), 65–72. Recuperado a partir de https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/212201

Homulle, Z., Cassiano, P., Shevchuk, S., Anten, N. P. R., Stomph, T. J., Van Der Werf, W., and Douma, J. C. (2025). Disease-suppressive mechanisms in contrasting potato-based strip-cropping systems. *European Journal of Plant Pathology*, *173*(2), 469–489. https://doi.org/10.1007/s10658-025-03073-6

https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8973/1/UTC-PIM-000520.pdf

Hu J, Xiang C, Lu Y, Jia M, Feng Z and Zhang S (2026) Seed coating with plant growth-promoting rhizobacteria enhances potato (Solanum tuberosum L.) growth and yield. Front. Microbiol. 16:1738090. doi: 10.3389/fmicb.2025.1738090

Inclán, D., Dainese, M., Cerretti, P., Paniccia, D. y Marini, L. (2016). Desbordamiento de taquínidos y sírfidos de diferentes márgenes de campo. *Ecología básica y aplicada*, 17(1), 33-42. https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.08.005

Jankielsohn, A. (2018). The importance of insects in agricultural ecosystems. *Advances in Entomology*, *06*(02), 62–73. https://doi.org/10.4236/ae.2018.62006

Jerez Mompie, EI, Martín, R., Morales Guevara, D., y Díaz Hernández, Y. (2016). ANÁLISIS CLÁSICO DEL CRECIMIENTO EN TRES VARIEDADES DE PAPA (Solanum tuberosum L.). Cultivos Tropicales , 37 (2), 79-87. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4860.0568

Jordán-Aguilar, Bladimir, Díaz-Ruiz, Ramón, Ocampo-Fletes, Ignacio, Jacinto-Hernández, Carmen, Escalante-Estrada, José Alberto Salvador, y Pérez-Ramírez, Efraín. (2019). Características relacionadas con el consumo de haba consideradas por las amas de casa de la región productora de Puebla y Tlaxcala, México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, *29*(54), e19761.

Juventia, S. D., and Van Apeldoorn, D. F. (2024). Strip cropping increases yield and revenue: multi-year analysis of an organic system in the Netherlands. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *8*. https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1452779

K. A. Garrett, R. J. Nelson, C. C. Mundt, G. Chacón, R. E. Jaramillo and G. A. Forbes (2007). The Effects of Host Diversity and Other Management Components on Epidemics of Potato Late Blight in the Humid Highland Tropics. https://doi.org/10.1094/PHYTO.2001.91.10.993

Kremen, C., and Miles, A. (2012). Ecosystem Services in Biologically Diversified versus Conventional Farming Systems: Benefits, Externalities, and Trade-Offs. *Ecology and Society*, *17*(4).https://doi.org/10.24836/es.v29i54.761

Kremen, C., y A. Miles. 2012. Servicios ecosistémicos en sistemas agrícolas biológicamente diversificados versus convencionales: beneficios, externalidades y compensaciones. *Ecology and Society* **17** (4): 40. http://dx.doi.org/10.5751/ES-05035-170440

Kurasiak-Popowska, D., Szukala, J. y Gulewicz, K. (2009). Efecto del riego, el sistema de cultivo del suelo y la fertilización nitrogenada en la vitalidad y el contenido de azúcares seleccionados en semillas de Vicia faba. *Revista Española de Investigación Agraria* , *7* (4), 730-736. https://doi.org/10.5424/sjar/2009074-1087

Lamzira R, El Fakhouri K, Boulamtat R, Kemal SA, Oubayoucef A, Ramdani C, Meftah Kadmiri I and El Bouhssini M (2025) Multifunctional roles of intercropping in the management of insect pests affecting pulse crops: a comprehensive bibliometric analysis. Front. Sustain. Food Syst. 9:1599254. doi: 10.3389/fsufs.2025.1599254

Laya, S. J., Pérez, S., y Ríos, L. A. (2016). Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 355-366. http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5752

Lizárraga P., E. G., I. Torres P., E. Moreno M., y S. P. Miranda C. (2011). Protección contra estrés biótico inducida por quitosán en plántulas de maíz (Zea mays L). Rev. Mex. Ciencias Agríc. 2: 813-827. https://www.redalyc.org/pdf/2631/263121473002.pdf

Luo, C., Lv, J., Guo, Z., and Dong, Y. (2022). Intercropping of Faba Bean with Wheat Under Different Nitrogen Levels Reduces Faba Bean Rust and Consequent Yield Loss. *Plant Disease*, *106*(9), 2370–2379. https://doi.org/10.1094/pdis-11-21-2451-re

Luo, C., Xiao, J., Guo, Z., and Dong, Y. (2024). The severity and yield effects of the chocolate spot disease in faba bean affected by intercropping and nitrogen input. *Journal of the science of food and agriculture*, *104*(2), 829–840. https://doi.org/10.1002/jsfa.12973

MacDonald, MT y Mohan, VR (2025). Cebado químico de semillas: Moléculas y mecanismos para mejorar la germinación, el crecimiento y la tolerancia al estrés de las plantas. *Temas actuales en biología molecular* , *47* (3), 177. https://doi.org/10.3390/cimb47030177

Machado, Daniel, y Sarmiento, Lina. (2012). Respuesta del cultivo de papa a la combinación de diferentes fuentes de fertilización nitrogenada: Evaluando la hipótesis de la sincronización. *Bioagro*, *24*(2), 83-92. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612012000200002&lng=es&tlng=es.

Mao, L., Mhaske, P., Xiao, J., Tang, L., Qian, L., and Zheng, Y. (2024). Phyllosphere bacterial communities in wheat and faba bean intercropping: structural and functional mechanisms in response to stripe rust infection. *Phytobiomes Journal*, *9*(2), 203–218. https://doi.org/10.1094/pbiomes-05-24-0046-r

Marshall, E. J. P. and Moonen, A. C. (2002). Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. In *Agriculture, Ecosystems and Environment* (Vol. 89, pp. 5–21). 10.1016/S0167-8809(01)00315-2

Martin, R. y Jerez, e. (2015). Evaluación del rendimiento en papa (*Solanum tuberosa, L.*) apartir del comportamiento de las temperaturas. *INCA, volumen* (36). https://www.redalyc.org/pdf/1932/193237111012.pdf

Martinez, Y. y Yepez, H. (2022). *Comportamiento agronómico del cultivo de haba (Vicia faba L.)con diferentes dosis de abonos orgánicos más ácidos húmicos en el sector chipe hamburg, cantón la mana* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]

Méndez, V. E., Caswell, M., Gliessman, S. R., and Cohen, R. (2017). Integrating Agroecology and Participatory Action Research (PAR): Lessons from Central America. *Sustainability*, *9*, 705. **https://doi.org/10.3390/su9050705**

Meng, Z., Liu, Q., Zhang, Y., Chen, J., Sun, Z., Ren, Zhang, Z., Cheng, X., and Huang, Y. (2021). Nutritive value of faba bean (*Vicia faba* L.) as a feedstuff resource in livestock nutrition: A review. *Food science & nutrition*, *9*(9), 5244–5262. https://doi.org/10.1002/fsn3.2342

Meradsi, F., and Laamari, M. (2016). Genetic Resource of the Resistance of Vicia faba L. against the Black Bean Aphid, Aphis fabae Scopoli. *Journal of Agricultural Studies*, *4*(2), 107. https://doi.org/10.5296/jas.v4i2.9333

Ministerio de Agricultura y Riego, [MAR], (2019). Técnica de papas https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/314/1/ficha%20tecnica%20papa.pdf

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2022). *Ecuador se proyecta a ser exportador de papa.* https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-proyecta-a-ser-exportador-de-papa/

Montoya, P, Cosiansi, J, Grasso, F, y Melchiorre., M. (2021). Formulación y propiedades de biopolímero de recubrimiento para semillas de maní (Arachis hypogaea L.). *Agriscientia*, *38*(1), 21-40. https://dx.doi.org/10.31047/1668.298x.v38.n1.30254

Montoya, P, Cosiansi, J, Grasso, F, y Melchiorre., M. (2021). Formulación y propiedades de biopolímero de recubrimiento para semillas de maní (Arachis hypogaea L.). *Agriscientia*, *38*(1), 21-40. https://dx.doi.org/10.31047/1668.298x.v38.n1.30254

Mora, F. C., Moran, E. H., Litardo, R. M., y Hidalgo, E. O. (2022). El cultivo de papa, recursos genéticos y retos para el futuro. *Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research)*. https://doi.org/10.5281/zenodo.7724758

Morales Samayoa, A. A., Suchini Sagastume, D. E. y Oliva Vargas, J. C. (2021). Evaluación de cuatro extractos vegetales para el manejo de áfidos en el cultivo de loroco en los departamentos de Zacapa y Chiquimula, Guatemala. Revista Académica CUNZAC. 4(1) 9-16. DOI: https://doi.org/10.46780/cunzac.v4i1.26

Morales-Alonso, S. I., y Zamora-Avilés, N. (2023). Importancia de los insectos entomófagos y microorganismos entomopatógenos para el manejo agroecológico de plagas y enfermedades agrícolas. *Revista Ciencia UANL*, *26*(120), 31–39. https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.120-4

Moreno, R. (1979). Revisión de las técnicas de muestreo en entomología aplicada. Bol. Serv. Plagas, 3, 207-217.

Muentes-Rodríguez, R. B., Montilla-Pacheco, A. de J., y Pacheco-Gil, H. A. (2023). Importancia de la agroecología en la mitigación de impactos ambientales derivados del uso de agroquímicos en Ecuador. *Revista De Ciencias Agropecuarias ALLPA. ISSN: 2600-5883.*, *6*(12), 25–39. https://doi.org/10.56124/allpa.v6i12.0062

Mushagalusa, G. N., Ledent, J., and Draye, X. (2008). Shoot and root competition in potato/maize intercropping: Effects on growth and yield. *Environmental and Experimental Botany*, *64*(2), 180–188. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.05.008

Najera, M. (2010). *Insectos benéficos* [PDF] https://www.ciaorganico.net/documypublic/551_INSECTOS_BENEFICOS_Guia_(2).pdf

Naqqash, T., Hameed, S., Imran, A., Hanif, M. K., Majeed, A., and van Elsas, J. D. (2016). Differential Response of Potato Toward Inoculation with Taxonomically Diverse Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Frontiers in plant science*, *7*, 144. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00144

Narváez Franco, J. A. (2020). *Efecto de la asociación con cultivos alternativos en la producción, eficiencia de la fertilización y calidad de fritura de papa (solanum*

*tuberosum l.), var. súper chola, en El Ángel, Carchi, Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9792

Navas-Castillo, J., Fiallo-Olivé, E., and Sánchez-Campos, S, (2011). Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 219–248. https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-072910-095235

Nicholls, C. I., Altieri, M. A., y Vázquez, L. L. (2017). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, *10*(1), 61–72. Recuperado a partir de https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741

Nyawade, S. O., Karanja, N. N., Gachene, C. K. K., Gitari, H. I., Schulte-Geldermann, E., and Parker, M. L. (2019). Intercropping optimizes soil temperature and increases crop water productivity and radiation use efficiency of rainfed potato. *American Journal of Potato Research*, *96*(5), 457–471. https://doi.org/10.1007/s12230-019-09737-4

Ocampo, Olga. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de Ingeniería*, (33), 115-123. Retrieved May 21, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932011000100012&lng=en&tlng=es.

Oliveros-González, María Teresa, Pérez-López, Delfina de Jesús, González-Huerta, Andrés, Ramírez-Dávila, José Francisco, y Flores-Carrera, Laura Stephanie. (2025). Variabilidad genética y heredabilidad en colectas de habas del centro mexiquense. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *16*(6), e3856. Epub 05 de octubre de 2025.https://doi.org/10.29312/remexca.v16i6.3856

Onofre, C y Rojas, M. (2024). Eficiencia de uso del suelo en la asociación de cultivos de aguaymanto (physalis peruviana l.) y tarwi (lupinus mutabilis sweet) en la provincia de acobamba huancavelica. https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bcfddfc5-74c3-4823-aeb0-af99fb86fe10/content

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). Es hora de aprender la labor de los polinizadores. http://www.fao.org/faostories/article/es/c/1129811/?fbclid=IwAR3Q4Lmz8kp6ejCk3VyzDrF2fuYz_lEsDmTkj1BdK7cNWSZ-DUb3zpg9X0

Ortiz, C. V. T., y Orihuela, J. C. A. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra*, *9*(1), e3287. https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3287

Oviedo, M. (2020). *Progresos de la investigación del uso de alelopáticos en la agricultura* [Tesis de pregrado Universidad de Jaén]. Recuperado de https://crea.ujaen.es/jspui/handle/10953.1/12255?locale=es

Oyarzún, P., Gallegos, P., Asaquibay, C., Forbes, G., Ochoa, J., Paucar, B., Prado, M., Revelo, J., Sherwood, S. y Yumisaca, F. (2002). El cultivo de la papa en Ecuador (pp. 85-169). Centro Internacional de la Papa. https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-proyecta-a-ser-exportador-de-papa/

Paiz-Moscoso, K. E., Cisneros-Vázquez, L. A., Danís-Lozano, R., Rodríguez-Rojas, J. J., Rebollar-Téllez, E. A., Sánchez-Casas, R. M., and Fernández-Salas, I. (2023). Design and Evaluation of a Sticky Attractant Trap for Intra-Domiciliary Surveillance of Aedes aegypti Populations in Mexico. *Insects*, *14*(12), 940. https://doi.org/10.3390/insects14120940

Palacios-López, L. A. (2023). El uso de biofertilizantes en la agricultura moderna sus avances, desafíos y perspectivas. Multidisciplinary Collaborative Journal, 1(2), 52-64. https://doi.org/10.70881/mcj/v1/n2/16

Palomo-Campesino, S., García-Llorente, M., Hevia, V., Boeraeve, F., Dendoncker, N., and González, J. A. (2022). Do agroecological practices enhance the supply of ecosystem services? A comparison between agroecological and conventional horticultural farms. *Ecosystem Services*, *57*, 101474. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101474

Paravar, A., Piri, R., Balouchi, H., & Ma, Y. (2023). Microbial seed coating: An attractive tool for sustainable agriculture. *Biotechnology Reports*, *37*, e00781. https://doi.org/10.1016/j.btre.2023.e00781

Pedraza, R., Teixeira, K., Scavino, A. F., De Salamone, I. G., Baca, B., Azcón, R., Baldani, V., y Bonilla, R. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión. *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, *11*(2), 155–164. https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num2_art:206

Peña-Datoli, Miguel, Hidalgo-Moreno, C. M. Isabel, González-Hernández, V. Arturo, Alcántar-González, E. Gabriel, y Etchevers-Barra, J. Dionisio. (2016). Recubrimiento de semillas de maíz (Zea mays L.) con quitosano y alginato de sodio y su efecto en el desarrollo radical. *Agrociencia*, *50*(8), 1091-1106. Recuperado en 17 de mayo de 2024,

de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000801091&lng=es&tlng=es.

Pérez, W. y Forbes, G. (2011). Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina. Centro Internacional de la Papa. https://cipotato.org/publications/guia-deidentificacion-de-plagas-que-afectan-a-la-papa-en-la-zona-andina/

Pérez-Hernández, Hermes, López-Valdez, Fernando, Juárez-Maldonado, Antonio, Méndez-López, Alonso, Sarabia-Castillo, César Roberto, García-Mayagoitia, Selvia, Torres-Gómez, Andrés Patricio, Valle-García, Jessica Denisse, y Pérez-Moreno, Andrea Yakelín. (2024). Implicaciones de los nanomateriales utilizados en la agricultura: una revisión de literatura de los beneficios y riesgos para la sustentabilidad. *Mundo nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, *17*(32), e00091. Epub 01 de abril de 2024.https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2024.32.69720

Pinheiro, P. V., Ghanim, M., Alexander, M., Rebelo, A. R., Santos, R. S., Orsburn, B. C., Gray, S., and Cilia, M. (2017). Host Plants Indirectly Influence Plant Virus Transmission by Altering Gut Cysteine Protease Activity of Aphid Vectors. *Molecular & cellular proteomics : MCP*, *16*(4 suppl 1), S230–S243. https://doi.org/10.1074/mcp.M116.063495

Plataforma por la Agricultura Ecológica y Social, y Vía Campesina. (2017). *Agroecología: Principios y prácticas para una agricultura sostenible*. Recuperado de https://www.pp-al.org/es/content/download/4655/34590/version/1/file/PP_Agroecologia_VF-17-05-2017.pdf

Quiroz et al., (2007). *Biomasa, proteína, taninos y rendimiento en haba en función del nitrógeno*. Tierra latinoamericana. [Archivo PDF], https://www.redalyc.org/pdf/573/57325209.pdf

Raman, J., Kim, J. S., Choi, K. R., Eun, H., Yang, D., Ko, Y. J., and Kim, S. J. (2022). Application of Lactic Acid Bacteria (LAB) in Sustainable Agriculture: Advantages and Limitations. *International journal of molecular sciences*, *23*(14), 7784. https://doi.org/10.3390/ijms23147784

Redin, M., Canepelle, E., Writzl, TC, Silva, DM da, Guerra, D., y Drescher, MS (2021). Monocultivo versus cultivo intercalado de batata y maíz palomero: Beneficios sobre la fauna edáfica en un sistema ecológico. Revista Ceres, 68(5). https://doi.org/10.1590/0034-737x202168050013

Reed, RC, Bradford, KJ y Khanday, I. Germinación y vigor de las semillas: cómo garantizar la sostenibilidad de los cultivos en un clima cambiante. *Heredity* **128** , 450–459 (2022). https://doi.org/10.1038/s41437-022-00497-2

Restrepo Rivera, J. (2007). Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca (Erasmo Correa Riascos, Ed.; Primera, Vols. 2–2) [Manual; Print]. Feriva S.A. https://www.feriva.com (Original work published 2007)

Restrepo, J. (2007). Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. https://drive.google.com/file/d/1ZpbYCzybKfGM8EoeR-I2m7dFP1E1r-Ve/view

Rivera, J. E., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Tafur, O., Hurtado, E. A., Arenas, F. A., Chará, J., y Murgueitio, E. (2015). *Efecto de la oferta y el consumo de Tithonia diversifolia en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano*. Livestock Research for Rural Development, 27(10), 189. http://www.lrrd.org/lrrd27/10/rive27189.html

Rocha, I., Ma, Y., Souza-Alonso, P., Vosátka, M., Freitas, H., and Oliveira, R. S. (2019). Seed coating: a tool for delivering beneficial microbes to agricultural crops. *Frontiers in Plant Science*, *10*, 1357. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01357

Rocha, I., Ma, Y., Souza-Alonso, P., Vosátka, M., Freitas, H., Oliveira, R. S., 1, (2019). Seed coating: a tool for delivering beneficial microbes to agricultural crops. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 10, p. 1357) [Journal-article]. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01357

Rodríguez, Luis Ernesto y Moreno, Liz Patricia. (2010). Factores y mecanismos relacionados con la dormancia en tubérculos de papa. Una revisión. *Agronomía Colombiana* , *28* (2), 189-197. Recuperado el 23 de febrero de 2026 de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652010000200008&lng=en&tlng=es.

Romo-Campos, R. de L., y Guzmán Valle, J. F. (2019). Recubrimiento de semillas como técnica para la restauración de suelos degradados. *E-CUCBA*, (11), 46–53. https://doi.org/10.32870/e-cucba.v0i11.128

Rossini, L., Bruzzone, O. A., Speranza, S., & Delfino, I. (2023). Estimation and analysis of insect population dynamics parameters via physiologically based models and hybrid genetic algorithm MCMC methods. *Ecological Informatics*, *77*, 102232. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102232

Rugheim, A. M. E and Abdelgani, M. E. (2012). Effects of microbial and chemical fertilization on yield and seed quality of faba bean (Vicia faba). In *International Food Research Journal* (Vol. 19, Issue 2, pp. 417–422). http://www.ifrj.upm.edu.my/19%20(02)%202012/(5)IFRJ-2012%20Abdelgani.pdf

Ruiz-Rosado, Octavio. (2006). Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina. *Interciencia*, *31*(2), 140-145. Recuperado en 18 de julio de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000200011&lng=es&tlng=es.

Salliou, N., Muradian, R., and Barnaud, C. (2019).Governance of Ecosystem Services in Agroecology: When Coordination is Needed but Difficult to Achieve. Sustainability, 11(4), 1158. https://doi.org/10.3390/su11041158

Salvador et al., (2007). *De cultivo ancestral a super alimento moderno: exploración de la historia, diversidad, características, aplicaciones tecnológicas y usos culinarios de las habas peruanas.* ScienceDirect. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996923009390?casa_token=hW4TpFJU4P4AAAAA:Q8IvaChoOL8tZTohMKgrrXeVWYNyWAYXYJfw4H7ZB_unSwhhjvIJCIqThdIP-cVYPpsaOiDm5_U2

Sammama, H., Alfeddy, MN, Hsissou, D., y EL KAOUA, M. (2023). Efecto potencial del cultivo intercalado en el control de malezas, enfermedades y plagas en un sistema trigo-haba. *Acta Agriculturae Slovenica* , *119* (1), 1–11. https://doi.org/10.14720/aas.2023.119.1.2564

Sanchéz-Bernal, E., y Ortega-Escobar, M. (2011). EMERGENCIA DE BROTES DE TUBÉRCULOS DE PAPA EN CONDICIONES SALINAS. *Terra Latinoamericana*, *29*(2), 153-160. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792011000200153&lng=es&tlng=es.

Santa, F., Aguado, L. O., Falcó-Garí, J. V., Jiménez-Peydró, R., Schade, M., Vasileiadis, V., Miranda-Barroso, L., and Peris-Felipo, F. J. (2021). Effectiveness of multifunctional margins in insect biodiversity enhancement and RTE species conservation in intensive agricultural landscapes. *Agronomy*, *11*(11), 2093. https://doi.org/10.3390/agronomy11112093

Setiawan, AW, Simanjuntak, BH y Andhika, GFP (2024). Intensidad de las plagas en el cultivo intercalado de patata (solanum tuberosum) y haba (vicia faba) en salaran, distrito de

getasan, regencia de semarang. *Agricultura* , *36* (1), 113-130. https://doi.org/10.24246/agric.2024.v36.i1.p113-130

Shtaya, M., Emeran, A. A., Fernández-Aparicio, M., Qaoud, H. A., Abdallah, J., and Rubiales, D. (2021). Effects of crop mixtures on rust development on faba bean grown in Mediterranean climates. *Crop Protection*, *146*, 105686. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105686

Silva-Laya, S. J., Pérez-Martínez, S., y Ríos-Osorio, L. A. (2016). Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 355-366. http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5752

Silvestre, R., Dandurand, L. M., Zasada, I. A., Franco, J., and Kuhl, J. C. (2021). *An assessment of potato cyst nematode (globodera spp.) research from the andean region of south america. Part 1: occurrence and impact*. https://journals.flvc.org/nematropica/article/view/130407?utm_source

Tamburini, G., Bommarco, R., Wanger, T. C., Kremen, C., van der Heijden, M. G. A., Liebman, M., and Hallin, S. (2020). Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Science advances*, *6*(45), eaba1715. https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1715

Tanya Morocho, Mariuxi, y Leiva-Mora, Michel. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, *46*(2), 93-103. Recuperado de : http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es.

Telleria, J. (2013). Perdidad de biodiversidad. Causas y consecuiencias de la desaparición de las especies. *Departamento de zoología y antropología física*. *https://www.researchgate.net/profile/Jose-Telleria/publication/257238754_Perdida_de_biodiversidad_Causas_y_consecuencias_de_la_desaparicion_de_las_especies_Loss_of_biodiversity_causes_and_consequences_of_the_species_loss/links/00463524b249e10eab000000/Perdida-de-biodiversidad-Causas-y-consecuencias-de-la-desaparicion-de-las-especies-Loss-of-biodiversity-causes-and-consequences-of-the-species-loss.pdf*

Ticona Mendoza, G. E., y Vicente Rojas, J. J. (2021). Evaluación de tres tipos de abono y tres variedades de cultivo de haba (Vicia faba L.) en la localización de Copacabana (Isla del sol). In *Isla Del Sol* (p. 1) [Journal-article]. Isla del sol. https://www.scribd.com/document/597352434/Produccion-de-Haba

Toledo, V. M. (2011). La agroecología en Latinoamérica: Tres revoluciones, una misma transformación. *Agroecología*, *6*, 37–46. Recuperado a partir de https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/160651

Tsialtas, I. T., and Irakli, M. (2024). Bruchid infestation was associated with agronomic traits in field-grown faba bean genotypes. *Journal of Crop Health*, *76*(2), 461–470. https://doi.org/10.1007/s10343-024-00972-2

Tueros Munive, M. L., Vilcapoma Paliza, M. L., Pillaca Chillcce, G. B., Velásquez Mantari, J., Campos Villar, H., Paitamala Campos, O., y Matsusaka Quiliano, D. (2025). Sinergias entre microorganismos y fertilización mineral en la calidad de semilla de papa (Solanum tuberosum L.) . Revista De Investigación De Agroproducción Sustentable, 7(1), 15–26. https://doi.org/10.25127/agrops.20251.1122

Umaña, S., Rodríguez, K., y Rojas, C. (2017). ¿Funcionan realmente los microorganismos de montaña (MM) como estrategia de biofertilización? Un enfoque de ingeniería de biosistemas. *Revista De Ciencias Ambientales*, *51*(2), 133-144. https://doi.org/10.15359/rca.51-2.7

UNEP, (2019). *La desaparición de los insectos es una dura advertencia para la humanidad.*https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/la-desaparicion-de-los-insectos-es-una-dura-advertencia-para-la

Vélez Ortiz, J.C. (2015) *Análisis de sustentabilidad de unidades productivas de animales menores en tres comunidades de la parroquia el valle cantón cuenca* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica Salesiana]. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7903/1/UPS-CT004746.pdf

Vickery, J. A., Feber, R. E. and Fuller, R. J. (2009). Arable field margins managed for biodiversity conservation: A review of food resource provision for farmland birds. Agriculture, ecosystems and environment, 133(1-2), 1-13. doi: https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.05.012

Villegas-Fernández, Á. M., Amarna, A. A., Moral, J., and Rubiales, D. (2023). Crop Diversification to Control Rust in Faba Bean Caused by *Uromyces viciae-fabae*. *Journal of fungi (Basel, Switzerland)*, *9*(3), 344. https://doi.org/10.3390/jof9030344

Wang, C., Yi, Z., Chen, S., Peng, F., Zhao, Q., Tang, Z., Shao, M. y Lv, D. (2024). El cultivo intercalado de papa y soja aumentó el rendimiento equivalente de tubérculos al mejorar

la calidad del suelo rizosfera, el crecimiento radicular y la fisiología vegetal de la papa. *Agronomía* , *14* (10), 2362. https://doi.org/10.3390/agronomy14102362

Wang, W., and McHughen, A. (2014). "Plant Embryo Protection from Desiccation, Cold and Chilling Damage by Plant-Derived Biomolecules: Implications for Tissue

Weintraub, P. G., Scheffer, S. J., Visser, D., Valladares, G., Correa, A. S., Shepard, B. M., Rauf, A., Murphy, S. T., Mujica, N., MacVean, C., Kroschel, J. R., Kishinevsky, M., Joshi, R. C., Johansen, N. S., Hallett, R. H., Civelek, H. S., Chen, B., and Helga Blanco Metzler. (2017). The Invasive Liriomyza huidobrensis (Diptera: Agromyzidae): Understanding Its Pest Status and Management Globally. *Journal of Insect Science*, 1–27. https://doi.org/10.1093/jisesa/iew121

Williams, D.R., Clark, M., Buchanan, G.M. (2021). Proactive conservation to prevent habitat losses to agricultural expansion. Nature Sustainability, 4, 314–322. https://doi.org/10.1038/s41893-020-00656-5

Yin, J., Wang, J., Zhao, L., Cui, Z., Yao, S., Li, G., and Yuan, J. (2025). Compost tea: Preparation, utilization mechanisms, and agricultural applications potential – A comprehensive review. *Environmental Technology & Innovation*, *38*, 104137. https://doi.org/10.1016/j.eti.2025.104137

Zamora, M., Barbera, A., Carrasco, N., y Malaspina, M. (2018) Sociedad de Ciencias de la Salud. *Productividad y costos*. Recuperado de https://www.agribio.com.ar/uploads/Noticias/Extensivos/Productividad%20y%20costos%20Completo%20Socla.pdf

Zeleke, T., Mulatu, B., Negeri, M. (2015). Potato Tuber Moth, Phthorimaea Operculella (Zeller) Management using Entomopathogenic Fungi on Seed Potato Tuber in West Showa, Ethiopia. *Journal of Plant Sciences*, 207–211. https://doi.org/10.11648/j.jps.20150304.16

Zhang, H., Li, J., Zhang, Y., and Huang, K. (2020). Quality of Vermicompost and Microbial Community Diversity Affected by the Contrasting Temperature during Vermicomposting of Dewatered Sludge. *International journal of environmental research and public health*, *17*(5), 1748. https://doi.org/10.3390/ijerph17051748

Zheng, Y., Zhang, L., Chen, B., Yan, N., Gui, F., Zan, Q., Du, G., He, S., Li, Z., Gao, Y., and Xiao, G. (2020). Potato/Maize intercropping reduces infestation of potato tuber moth, Phthorimaea operculella (Zeller) by the enhancement of natural enemies. *Journal of Integrative Agriculture*, *19*(2), 394–405. https://doi.org/10.1016/s2095-3119(19)62699-7

# CAPITULO VII

# ANEXO