

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) CON TRES
DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE ACOLCHADO PLÁSTICO, EN
CHALTURA-IMBABURA.

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTORA:

Jeniffer Elizabeth Vinocunga Valencia

DIRECTOR:

Ing. Juan Pablo Aragón Suárez. MSc

Ibarra, 2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

**EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) CON TRES
DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE ACOLCHADO PLÁSTICO,
EN CHALTURA- IMBABURA.**

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

INGENIERA GROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Juan Pablo Aragón Suárez. MSc.

DIRECTOR


FIRMA

Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas

MSc.

ASESOR TRIBUNAL


FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
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	
Cédula de identidad:	1754369997
Apellidos y nombres:	Vinocunga Valencia Jeniffer Elizabeth
Dirección:	Pichincha-Cayambe-Juan Montalvo
Email:	jevinocungav@utn.edu.ec
Teléfono fijo:	0987898093

DATOS DE LA OBRA	
Título:	EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE ARVEJA (<i>Pisum sativum</i> L.) CON TRES DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE ACOLCHADO PLÁSTICO, EN CHALTURA- IMBABURA.
Autor:	Vinocunga Valencia Jeniffer Elizabeth
Fecha de aprobación:	19 de noviembre del 2024
Programa:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
Título por el que opta:	Ingeniería Agropecuaria
Director:	Ing. Juan Pablo Aragón Suárez. 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 19 días del mes de noviembre del 2024

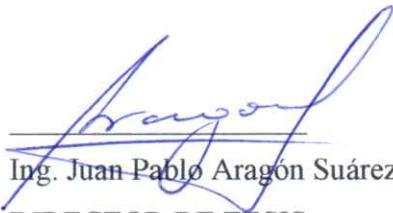
AUTORA:

.....
Jeniffer Elizabeth Vinocunga Valencia

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Srta. Vinocunga Valencia Jeniffer Elizabeth, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 19 días del mes de noviembre del 2024



Ing. Juan Pablo Aragón Suárez, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

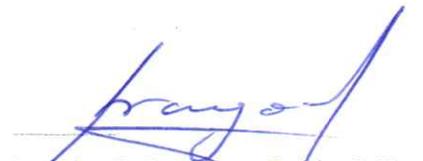
Ibarra, a los 19 días del mes de noviembre del 2024

Aragón Suárez Juan Pablo, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de integración curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



Aragón Suárez Juan Pablo, MSc.
C.C: 1002639803

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 19 días del mes de noviembre del 2024

Jeniffer Elizabeth Vinocunga Valencia: Evaluación de dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) con tres densidades de siembra bajo un sistema de acolchado plástico, en Chaltura-Imbabura. Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

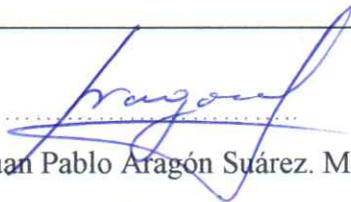
Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 19 días del mes de noviembre del 2024, con 72 páginas.

DIRECTOR (A): Ing. Juan Pablo Aragón Suárez. Msc

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) con tres densidades de siembra bajo un sistema de acolchado plástico, en Chaltura-Imbabura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

1. Comparar el rendimiento de dos variedades de arveja bajo tres densidades de siembra y uso de cobertura plástica.
2. Determinar las características morfoagronómicas de dos variedades de arveja bajo tres densidades de siembra y uso de cobertura plástica.
3. Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio para la producción de arveja en el sector de Chaltura.



Ing. Juan Pablo Aragón Suárez. MSc

Directora de Trabajo de Grado



Vinocunga Valencia Jeniffer Elizabeth

Autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mis padres María Valencia y Juan Vinocunga; A mis hermanos Marcelo, Gabriela, Sandra, Luis y Nataly que siempre me brindaron su apoyo incondicional durante todo mi proceso de formación. Quienes con sus palabras y consejos me motivaron día a día para continuar y no rendirme, para alcanzar mis metas y objetivos personales y académicos.

Agradezco al programa Korea Partnership for Innovation of Agriculture (KOPIA) y al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Programa de maíz de la Estación Experimental Santa Catalina. Por darme la oportunidad de realizar el estudio y guiarme durante el desarrollo de la tesis.

Especiales agradecimientos a mi director de tesis el Ing. Juan Pablo Aragón Suárez. MSc, por compartir sus conocimientos, brindar su paciencia y ofrecer sus valiosos consejos que me guiaron a lo largo de mi formación académica, permitiéndome alcanzar importantes logros durante mi tiempo en la universidad.

También agradezco a la Ing. Magali Cañarejo, PhD, cuya orientación fue clave para mi crecimiento tanto académico como personal, así como al cuerpo docente en su totalidad, a quienes recordaré siempre con gratitud.

Agradezco a mis amigos que hicieron que esta etapa de mi vida fuera una de las mejores, espero siempre conservemos los buenos recuerdos Norma, Valeria, Rous, Camila y Andrea gracias por todas sus palabras de apoyo a lo largo de toda la carrera.

DEDICATORIA

*A mi grupo favorito de música **EXO**, cuya música ha sido mi fiel compañera en cada paso de este camino. Gracias por llenar mis días de energía, inspiración y fuerza. Sus voces, talento y dedicación han sido el motor que me ha impulsado a no rendirme, incluso en los momentos más difíciles. Esta tesis es un reflejo del esfuerzo y la pasión que ustedes transmiten en cada canción.*

¡We are one!

“El poder de la música nos une. No importa a dónde vayamos, siempre estamos conectados.”

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS	12
ÍNDICE DE ANEXOS	13
RESUMEN	14
CAPITULO I.....	16
INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Antecedentes	16
1.2 Problema de la investigación.....	17
1.3 Justificación.....	18
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivo general	19
1.4.2 Objetivos específicos	19
1.5 Hipótesis.....	19
1.5.1 Hipótesis Nula	19
1.5.2 Hipótesis Alternativa	19
CAPITULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Importancia de la arveja en el Ecuador (<i>Pisum sativum</i> L.)	20
2.2. Descripción taxonómica.....	20
2.3. Descripción botánica.....	21
2.4.Hábitos de crecimiento	22
2.5.Ciclos del cultivo de la arveja	22
2.6. Etapas de desarrollo del cultivo.....	22
2.7. Importancia de la distancia de siembra	24
2.8. Variedad INIAP- 432 Lojanita	24

2.8.1 Origen de la variedad Lojanita	24
2.8.2 Características agronómicas y morfológicas	24
2.9. Variedad INIAP-436 Liliana	25
2.9.1 Origen.....	25
2.9.2 Características agronómicas y morfológicas	25
2.10. Plagas	26
2.11. Enfermedades	27
2.12. Acolchado plástico.....	27
2.12.1 Colores de cobertura plástica 	27
2.13. Costos de producción del cultivo de arveja.....	28
2.14. Indicadores Financieros	28
2.15. Marco legal.....	29
CAPITULO III	31
MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Descripción del área de estudio.....	31
3.1.1 Características de la ubicación de la investigación.....	32
3.2 Materiales, Equipos Herramienta	32
3.3 Métodos.....	33
3.3.1 Factores en estudio.....	33
3.3.2 Tratamientos.....	33
3.3.3 Diseño experimental	33
3.3.4 Características del experimento.....	34
3.3.5 Análisis estadístico	35
3.4 Variables evaluadas	36
3.4.1 Días a la emergencia	36
3.4.2 Porcentaje de emergencia.....	36
3.4.3 Número de días a la floración.....	37
3.4.4 Días a la formación de vainas.....	37
3.4.5 Días a la cosecha.....	38
3.4.6 Longitud de vainas.....	39
3.4.7 Ancho de vaina	39
3.4.8 Incidencia plagas y enfermedades	39

3.4.9 Rendimiento por unidad experimental.....	40
3.5 Manejo del experimento	41
3.5.1 Preparación del suelo	41
3.5.2 Siembra	41
3.5.3 Rascadillo y raleo	42
3.5.4 Control de plagas.....	42
3.5.5 Cosecha en fresco.....	43
CAPÍTULO IV	44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. Días a la emergencia	44
4.2. Porcentaje de emergencia.....	45
4.3. Días a la floración.....	46
4.4. Días a la formación de vainas.....	47
4.5. Días a la cosecha.....	49
4.6. Longitud de vaina	50
4.7. Ancho de vaina	51
4.8. Incidencia Plagas	52
4.9. Incidencia de Enfermedades.....	54
4.11. Costo beneficio	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 Conclusiones	60
5.2 Recomendaciones	60
REFERENCIAS	61
ANEXOS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación de la investigación en la Granja “La Pradera”</i>	31
Figura 2 <i>Croquis del ensayo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)</i>	34
Figura 3 <i>Emergencia de plántulas en las unidades experimentales</i>	36
Figura 4 <i>Emergencia de plántulas a los 14 días desde la siembra</i>	37
Figura 5 <i>Apertura botón floral en el cultivo de arveja</i>	37
Figura 6 <i>Formación de vainas en las unidades experimentales</i>	38
Figura 7 <i>Cosecha en tierno de la parcela</i>	38
Figura 8 <i>Longitud de la vaina medida en cm</i>	39
Figura 9 <i>Monitoreo plagas y enfermedades en la unidad experimental</i>	40
Figura 10 <i>Peso en vaina de uno de los tratamientos en kg</i>	40
Figura 11 <i>Limpieza de la parcela para la siembra</i>	41
Figura 12 <i>Siembra del cultivo de arveja en la unidad experimental</i>	42
Figura 13 <i>Limpieza de toda la parcela</i>	42
Figura 14 <i>Cosecha de parcelas</i>	43
Figura 15 <i>Porcentaje de emergencia del cultivo de arveja</i>	45
Figura 16 <i>Días a la floración en arveja de cada unidad experimental</i>	47
Figura 17 <i>Días a la formación de vainas cultivo de arveja</i>	48
Figura 18 <i>Días a la cosecha cultivo de arveja</i>	49
Figura 19 <i>Longitud de vaina(cm)</i>	51
Figura 20 <i>Ancho de vaina medido cm</i>	52
Figura 21 <i>Rendimiento en tierno de cada tratamiento expresado en t ha⁻¹</i>	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Taxonomía de la arveja</i>	20
Tabla 2 <i>Fases fenológicas de la arveja</i>	23
Tabla 3 <i>Características importantes de la variedad INIAP- 432 Lojanita</i>	25
Tabla 4 <i>Características importantes de la variedad INIAP- 436 Liliana</i>	26
Tabla 5 <i>Principales plagas del cultivo de arveja de la sierra</i>	26
Tabla 6 <i>Principales enfermedades del cultivo de arveja</i>	27
Tabla 7 <i>Descripción indicadores financieros</i>	29
Tabla 8 <i>Ubicación geográfica del área de estudio</i>	32
Tabla 9 <i>Implementación de materiales y equipos para la investigación</i>	32
Tabla 10 <i>Descripción de los tratamientos implementados en el proyecto</i>	33
Tabla 11 <i>Características del experimento</i>	34
Tabla 12 <i>Características de la unidad experimental</i>	35
Tabla 13 <i>Análisis de varianza (ADEVA) del Diseño Completamente al Azar</i>	35
Tabla 14 <i>Análisis de la variable días a la emergencia</i>	44
Tabla 15 <i>ADEVA variable días a la floración</i>	46
Tabla 16 <i>ADEVA variable días a la formación de vainas</i>	47
Tabla 17 <i>Análisis de variación para la variable longitud de vaina</i>	50
Tabla 18 <i>ADEVA de la evaluación de la variable ancho de vaina</i>	51
Tabla 19 <i>Incidencia de daño causado por barrenador de la vaina y minador</i>	53
Tabla 20 <i>Incidencia de las enfermedades Fusarium, Oídio y Antracnosis</i>	54
Tabla 21 <i>ADEVA de la Incidencia de Fusarium</i>	54
Tabla 22 <i>ADEVA de la Incidencia de Oídio</i>	55
Tabla 23 <i>ADEVA variable rendimiento en tierno</i>	57
Tabla 24 <i>Rentabilidad de los tratamientos evaluados en el cultivo de arveja</i>	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 *Proyección de los costos de producción para una hectárea de arveja por tratamiento.*68

EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) CON TRES DENSIDADES DE SIEMBRA BAJO UN SISTEMA DE ACOLCHADO PLÁSTICO, EN CHALTURA- IMBABURA.

Autor: Vinocunga Valencia Jeniffer Elizabeth

*Universidad Técnica del Norte

Correo: jevinocungav@utn.edu.ec

RESUMEN

La arveja (*Pisum sativum* L.), una leguminosa ampliamente consumida en Latinoamérica, desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria de Ecuador. Las pérdidas de superficie cultivada son en un 30% por plagas y enfermedades, 55% sequías y heladas. En respuesta, el Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, en asociación con KOPIA y la Universidad Técnica del Norte, evaluaron dos variedades de arveja, INIAP 436 e INIAP 432 bajo tres densidades de siembra (25-30-50 cm), utilizando un sistema de acolchado plástico. El ensayo se realizó en la Granja Experimental La Pradera, donde se evaluaron las características morfoagronómicas de dos variedades de arveja mediante 11 descriptores. Estas variables abarcaban aspectos agronómicos, postcosecha y sanidad del cultivo de arveja. Los resultados obtenidos revelaron que el tratamiento T3: D3V1(Liliana 50cm) alcanzó el mejor desempeño, con una producción de 3.90 t ha⁻¹. Le siguieron los tratamientos T4: D1V2 (Lojanita,25cm) y T2: D2V1 (Liliana,33cm), con rendimientos de 3.79 y 3.70 t ha⁻¹. En términos de sanidad, se observó que los tratamientos con acolchado presentan una baja incidencia de enfermedades y plagas en comparación con el tratamiento sin acolchado. De igual manera para la variable costo beneficio los tratamientos con acolchado obtuvieron un valor mayor a 1 de beneficio costo, sugiriendo una mejor adaptación a las condiciones de siembra y cobertura plástica utilizadas.

Palabras clave: arveja, sanidad, mulch plástico, densidad de siembra, variedad Liliana

EVALUATION OF TWO VARIETIES OF VEGETABLES OF VEGETABLES (*Pisum sativum* L.) WITH THREE SEEDING DENSITIES UNDER A PLASTIC CUSHIONING SYSTEM, IN CHALTURA- IMBABURA.

Author: Vinocunga Valencia Jeniffer Elizabeth

*Universidad Técnica del Norte

Mail: jevinocungav@utn.edu.ec

ABSTRACT

Peas (*Pisum sativum* L.), a legume widely consumed in Latin America, play a crucial role in Ecuador's food security. The losses of cultivated area are 30% due to pests and diseases, 55% to drought and frost. In response, the maize program of the Santa Catalina Experimental Station of the National Institute of Agricultural Research, in partnership with KOPIA and the Technical University of the North, evaluated two pea varieties, INIAP 436 and INIAP 432 under three planting densities (25-30 50 cm), using a plastic mulch system. The trial was conducted at La Pradera Experimental Farm, where the morphoagronomic characteristics of two pea varieties were evaluated using 11 descriptors. These variables covered agronomic, postharvest and health aspects of the pea crop. The results obtained revealed that treatment T3: D3V1(Liliana 50cm) achieved the best performance, with a yield of 3.90 t ha⁻¹. It was followed by treatments T4: D1V2 (Lojanita,25cm) and T2: D2V1 (Liliana,33cm), with yields of 3.79 and 3.70 t ha⁻¹. In terms of health, it was observed that the treatments with mulch showed a low incidence of diseases and pests compared to the treatment without mulch. Similarly, for the cost-benefit variable, the mulched treatments obtained a value greater than 1 for cost-benefit, suggesting a better adaptation to the planting conditions and plastic mulch used.

Key words: peas, health, plastic mulch, planting density, Liliana variety.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) es uno de los más importantes por su gran demanda en el mercado nacional e internacional, debido al considerable número de familias que dependen de este cultivo, especialmente en el centro y sierra norte del Ecuador (Bolívar & Mena, 2013). En nuestro país, la producción de arveja se ocupa el tercer lugar en superficie sembrada, después del haba (*Vicia faba*) y el fréjol (*Phaseolus vulgaris*). Se siembra principalmente en las provincias de Tungurahua, Bolívar, Imbabura, Chimborazo, Carchi, Loja y Cotopaxi. Solo en el año 2023 se cosecharon 1 241 ha de grano seco con 551 t en producción. Con respecto a superficie cosechada de arveja tierna en vaina, fue de 2 485 ha y con una producción de 5 560 t (SIPA, 2023).

En un ensayo realizado por Calero et al. (2018), en el que estudiaron 4 densidades de siembra de 16 0000, 18 0000, 20 0000 y 22 0000 plantas de fréjol. El cual presentó diferencias numéricas con respecto a la variable densidad de siembra, número de vainas por planta y rendimiento del cultivo. La densidad de 20 0000 plantas por hectáreas e incrementó la productividad en 1.29 t ha⁻¹.

El uso de una cobertura plástica es una técnica utilizada para diferentes cultivos como: melón (*Cucumis melo* L.), sandía (*Citrullus lanatus*), fresa (*Fragaria vesca*) y hortalizas con la finalidad de proteger el sistema radicular de las plantas del frío, la sequía, exceso de humedad, malezas y plagas, que hacen cada vez más vulnerables a los cultivos. El color negro de la cobertura plástica influye en el crecimiento de la maleza por la opacidad con respecto a las radiaciones visibles (entre los 300 y 800 nanómetros), lo que impide una competencia con la planta por luz, agua y nutrimentos esta cobertura causa en el suelo que durante el día se calienta y por la noche le aporta a la planta calor acumulado disminuyendo la exposición a los efectos de las heladas. Entre las propiedades espectrales con que cuenta son: 3.5% de reflexión, 0.7% de transmisión y un 95.8% de absorción de la radiación solar (Molas, 2014).

En México en una investigación de cultivo de ají con el uso del acolchado plástico como objeto de estudio, para determinar los beneficios del mismo. Se realizó en una zona con disponibilidad de agua y nutrientes limitada. La investigación tuvo como resultado que los tratamientos con acolchado plástico presentaron temperaturas diarias máximas y en promedio más altas en

comparación con los tratamientos sin acolchado, la temperatura disminuyó gradualmente a diferencia del tratamiento con acolchado donde la temperatura máxima fue de 26,3°C y disminuyó a partir de la medianoche, lo que probablemente influyó en el rendimiento con un incremento de 13% en comparación a la siembra tradicional.

En campos de China, se realizó un estudio agronómico y económico sobre el cultivo de espinaca, donde se demostró que la aplicación de cobertura plástica reportó beneficios económicos de entre 51 y 230 dólares más por hectárea en comparación con el método convencional. En conclusión, esta técnica resultó en un mayor rendimiento tanto económico como productivo, especialmente en zonas con precipitaciones irregulares y limitadas (Zhang et al., 2017).

Es importante tomar en cuenta que la investigación actual se está realizando en un suelo previamente utilizado para un estudio sobre el cultivo de maíz, en el cual se reutilizó el acolchado plástico. De esta manera, en la investigación actual, que se centra en el cultivo de arveja, se podrá determinar el periodo de durabilidad del acolchado, así como los beneficios de realizar una rotación de cultivos.

1.2 Problema de la investigación

La producción de arveja se ha visto afectada principalmente por la utilización de material genético inadecuado, ya que el 95% de la semilla utilizada es común, el 4% es semilla mejorada y solo el 1% corresponde a semilla certificada e híbrida nacional. Además, otras causas importantes de las pérdidas en la superficie de cultivo incluyen un 29% atribuido a plagas y enfermedades, un 56% a sequías y heladas, y un 16% a inundaciones y factores económicos, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2022).

El cultivo de arveja bajo condiciones controladas es una práctica poco común en el país. La falta de rotación de cultivos ha llevado a poblaciones bajas y poco uniformes en el campo, además de que el movimiento continuo del suelo para las labores de siembra y control de malezas afecta su calidad. Por ello, es crucial mejorar el manejo del suelo y del cultivo, con el objetivo de incrementar la rentabilidad y fortalecer la economía de la agricultura familiar (Villalta et al., 2015).

La densidad de siembra es uno de los factores más controlables para mejorar los rendimientos en el cultivo, pero solo puede ajustarse hasta cierto punto. Los agricultores suelen modificarla para aumentar la producción, aunque no siempre lo hacen de manera adecuada. Si es demasiado alta, aumenta la competencia por nutrientes, agua y luz, lo que afecta el desarrollo de las raíces, la

calidad del grano y el número de vainas. En cambio, si es demasiado baja, surgen problemas con malezas y se desperdicia el potencial del suelo según lo establece la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2016).

El desconocimiento de técnicas modernas de producción, así como una inadecuada distribución de las plantas en el cultivo de arveja, afecta a los pequeños y medianos agricultores. A esto se suman las condiciones climáticas actuales, como sequías y temperaturas extremas, que generan estrés en las plantas y dificultan su desarrollo, provocando pérdidas significativas para los productores (Prieto, 2018).

1.3 Justificación

La investigación se realizó con el objetivo de abordar la problemática en el rendimiento del cultivo de arveja, ya que Ecuador apenas producía 1.56 toneladas por hectárea, en contraste con países vecinos como Perú y Bolivia, que superaban las cuatro toneladas por hectárea. Por esta razón, se evaluó la utilización de cobertura plástica y tres distancias de siembra, con el fin de generar datos que puedan ser replicados en futuros estudios a diferentes escalas de cultivo, beneficiando a pequeños y medianos productores de la sierra SIPA (2021).

La elección de la densidad es un factor importante de producción del cultivo de arveja al alcance del agricultor. Por tal motivo, resulta deseable, por parte de los agrónomos, definir las relaciones entre la cantidad de plantas logradas por unidad de superficie en el cultivo de arveja y su rendimiento, para optimizar recursos como el fertilizante que es un rubro más alto para la producción de arveja (Hernández, 2021).

La agricultura ha tenido muchos efectos negativos derivados de por los elementos de origen biótico y/o abiótico por lo que el agricultor tiene que buscar nuevas estrategias de control, para lo cual el acolchado plástico o mulching es una buena opción para el cultivo de arveja. Su importancia consiste en incrementar el rendimiento de la producción entre el 35 a 200% esto dependiendo de las condiciones del suelo, el clima y manejo del cultivo, además un menor costo de mano de obra en el control de arvenses. El empleo eficiente del acolchado también es una técnica mantener la temperatura en el cultivo creando un microclima que protege al sistema radicular de la planta de las heladas (Davies, 2021).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar dos variedades de arveja (*Pisum Sativum* L.) con tres densidades de siembra bajo un sistema de acolchado plástico, en Chaltura- Imbabura.

1.4.2 Objetivos específicos

-Comparar el rendimiento de dos variedades de arveja bajo tres densidades de siembra y uso de cobertura plástica.

-Determinar las características morfoagronómicas de dos variedades de arveja bajo tres densidades de siembra y uso de cobertura plástica.

-Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio para la producción de arveja en el sector de Chaltura.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis Nula

El aumento de la densidad de siembra con el uso de una cobertura plástica en el suelo no mejora la producción en el rendimiento del grano en el cultivo de arveja

1.5.2 Hipótesis Alternativa

El aumento de la densidad de siembra con el uso de una cobertura plástica en el suelo mejora la producción en el rendimiento del grano en el cultivo de arveja.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia de la arveja en el Ecuador (*Pisum sativum* L.)

El cultivo de arveja tiene gran importancia en cuanto a la superficie sembrada en el país, ya que es uno de los cultivos más relevantes en los sistemas de producción de las provincias de la sierra ecuatoriana. Su demanda se centra en el estado tierno, debido a su precocidad. El ciclo de la arveja varía entre 80 y 120 días, dependiendo del área y la altitud en la que se cultiva. Es común intercalar o rotar este cultivo con otros, ya que se siembra entre los 2 400 y 3 200 metros sobre el nivel del mar, en diversos agroecosistemas (Delgado, 2016). Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC (2022), en el Ecuador el área total cosechada de arveja en grano seco y vaina verde, sola y asociada es de 10 010 hectáreas sembradas.

2.2. Descripción taxonómica

Según Galindo (2020), la clasificación taxonómica de la arveja es:

Tabla 1

Taxonomía de la arveja

Taxonomía de la arveja	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	<u>Magnoliopsida</u>
Orden	<u>Fabales</u>
Familia	<u>Fabaceae</u>
Genero	<u><i>Pisum</i></u>
Especie	<i>Pisum sativum</i>

2.3. Descripción botánica

a) Raíz

La raíz de la arveja puede alcanzar profundidades moderadas en el suelo y tiene la capacidad de captar el nitrógeno gaseoso del aire gracias a una simbiosis con bacterias que se alojan en sus raíces y realizan este proceso. A su vez, estas bacterias encuentran un lugar donde vivir en los nódulos que se forman en las raíces, mientras que la planta se beneficia al almacenar algunos nutrientes en estos nódulos (Cabezas, 2018).

b) Tallo

Según Bernardi (2017), el tallo presenta un crecimiento erecto hasta alcanzar entre 12 y 16 nudos en plantas de crecimiento indeterminado o en aquellas de medio enrame, manteniéndose así hasta la floración. Con el tiempo, el tallo aumenta su grosor, los nudos se alargan, las hojas presentan más folíolos y las vainas se vuelven más pesadas. Como resultado, las plantas tienden a inclinarse y, eventualmente, a tocar el suelo.

c) Hojas

Las hojas aparecen en los primeros dos nudos, y en forma alterna, se desarrolla una hoja rudimentaria de tipo escamoso, denominada bráctea trífida. Estas hojas son pequeñas, se hallan reducidas a un pecíolo rudimentario y a dos estípulas; estas se presentan unidas, en el caso del primer nudo, y libres entre sí en el segundo. Las brácteas se desintegran, hasta que surge la primera flor en el tallo principal (Molina, 2024).

d) Inflorescencia

En la flor se encuentran los órganos sexuales masculino y femenino. Es además una flor completa, constituida por corola y cáliz. En un racimo se encuentra de 1 a 3 flores que nacen en las axilas de las hojas. la arveja es considerada como una planta autógama o con capacidad de auto polinizarse, debido a que su estructura floral no permite una polinización cruzada. La fecundación dura de dos a tres días, verificándose únicamente en horas de máxima intensidad solar, la dehiscencia de las anteras se realiza antes de la apertura de la flor, agrupándose el polen en los extremos de las quillas (Zumir, 2014).

e) Vaina y Semillas

Checa et al. (2022), indican que las vainas tienen 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas. El anterior autor menciona que las semillas de arveja tienen una ligera latencia; el peso

medio es de 0.20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra las semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección, en las variedades de grano arrugado el tiempo es aún menor

2.4. Hábitos de crecimiento

La planta se comporta muy bien en clima templado y templado-frío, con buena adaptación a períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta. Esto favorece su enraizamiento y macollaje. Tiene un periodo crítico que se presenta cuando baja la temperatura, se da a partir de la floración de las vainas. Se dan daños por heladas de cierta intensidad. Por lo general, las variedades de grano liso presentan mayor resistencia al frío que las rugosas. De igual forma, las de hojas verde oscuro tienen mayor tolerancia que las claras (DANE, 2016).

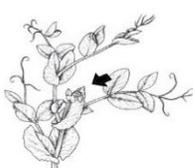
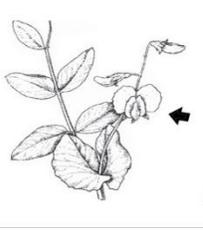
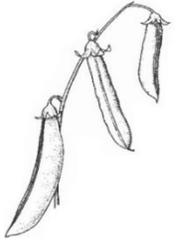
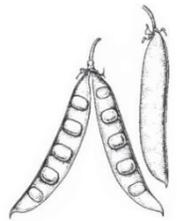
2.5. Ciclos del cultivo de la arveja

Esta leguminosa de grano en el país tiene un ciclo vegetativo corto entre la siembra y la cosecha de alrededor de 4 meses para tierno y de 5 meses para seco. Se usada en la alimentación humana y animal, también en la agroindustria. Se puede incluirá en la rotación de cultivos ya que es una gran fijadora del nitrógeno atmosférico y lo incorpora al suelo, sirve de sustento nutricional para otras plantas (Pineda, 2020).

2.6. Etapas de desarrollo del cultivo

Según López (2019), la arveja presenta diversas fases fenológicas, las cuales corresponden a etapas visibles y diferenciadas del desarrollo de la planta. Estas fases son el resultado directo de las condiciones ambientales a las que se expone la semilla de arveja, tales como la temperatura, la luz, la humedad y el tipo de suelo. A medida que la planta avanza en su crecimiento, experimenta cambios morfológicos que permiten observar su progreso y adaptación a estas condiciones. Las fases fenológicas son cruciales para determinar momentos óptimos de manejo agronómico, como la siembra, riego, fertilización y cosecha, ya que cada etapa demanda cuidados específicos. Estos cambios en el desarrollo son esenciales para maximizar el rendimiento y la calidad del cultivo, esto se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2*Fases fenológicas de la arveja*

Fases fenológicas de la arveja			
Fases	Descripción	Ilustración	Duración (días)
Emergencia	Aparecen las primeras hojas cotiledonares en la superficie del suelo. Después de la fase de emergencia la planta se mantiene en etapa de crecimiento vegetativo hasta el inicio de la fase floral		Su duración es de 4-15 días finalizando con hojas verdaderas
Botón floral	Se puede observar los primeros botones florales en la parte superior del tallo de la planta		Se desarrolla entre los 25-30 días.
Floración	Se abren las primeras flores. El proceso descrito se va produciendo secuencialmente desde el primer hasta el último nudo reproductivo que expresa la planta en su tallo principal.		Se desarrolla de los 40-45 días, con los tallos cubiertos de flores.
Fructificación	Las vainas alcanzan alrededor de 1cm de largo, los pétalos se marchitan y caen, dejando en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice		Ocurre entre los 60 - 125 días, empieza con la marchitez de la flor y termina con la vaina formada
Maduración	Las vainas se llenan y las semillas toman el color típico de la variedad, las partes inferiores de la planta comienzan a marchitarse y cambian de color amarillo.		Se desarrolla entre los 140 -150 días, dependiendo la cosecha deseada (seco o verde)

2.7. Importancia de la distancia de siembra

La densidad de siembra es un factor importante que puesto que afecta de manera significativa al rendimiento, sanidad y calidad de los cultivos. Hace referencia al número de plantas por unidad de área, suele ser medido en plantas por hectárea. Para tener la densidad óptima de siembra se tiene que considerar algunos factores, como son hábito de crecimiento, tamaño de la planta, la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua y nutrientes, y condiciones ambientales y climáticas de la zona. Si las plantas tienen demasiada distancia de siembra, pueden competir por recursos como la luz solar, el agua y los nutrientes. Esto puede generar un crecimiento reducido, rendimientos más bajos y un índice más alto de plagas y enfermedades (Almeida et al., 2015).

Además, que es de gran importancia para los agricultores porque implica calcular la cantidad de semilla que se va a comprar para la siembra en la parcela. Por esta razón, es necesario identificar la densidad óptima cuando la cantidad de plantas permite su pleno desarrollo y, consecuentemente, un alto rendimiento para la cosecha.

2.8. Variedad INIAP- 432 Lojanita

Esta variedad ha sido desarrollada con la participación de los agricultores. Se destaca en la superficie en estado tierno por su precocidad, con un ciclo que varía entre 80 y 120 días según el área y la altitud, y se adapta bien al intercalar o rotar con otros cultivos. Se desarrolla entre 2 400 y 3 200 m s.n.m. en diversos agroecosistemas. Por lo general, se encuentra en áreas de bajo riego y temporal o secano. Resulta rentable al comercializarse en estado tierno. (Peralta et al., 1997).

2.8.1 Origen de la variedad Lojanita

Se origina en la línea E-150, colectada en la provincia de Imbabura (Pimampiro), en 1989, conservada y registrada en el banco activo del Programa de Leguminosas con el tratamiento PIS-E-150 y en el Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF), con el tratamiento ECU - 6417. Se evaluó desde 1990 a nivel local y desde 1994 a nivel Sierra. El mejoramiento se realizó a través de selección intravarietal simple.

2.8.2 Características agronómicas y morfológicas

Según Peralta et al. (1997), las características de la variedad son:

Tabla 3*Características importantes de la variedad INIAP- 432 Lojanita*

Agronómicas y morfológicas	Promedio
Días a la floración femenina	68
Días a la cosecha en verde	85 a 95
Días a la cosecha en seco	115 a 120
Altura de la planta	51 cm
Largo de la vaina	7cm
Numero de vainas/planta	10
Numero de granos/vaina	5
Rendimiento promedio en grano tierno	2496 kg/ha
Rendimiento promedio en vaina verde	5038 kg/ha
Porcentaje de desgrane en tierno	49%
Textura del grano	Suave

2.9. Variedad INIAP-436 Liliana

La línea ECU-436 Liliana sobresale por su adaptabilidad, rendimiento, tolerancia a enfermedades foliares, calidad del grano: tamaño grande y color crema en seco, ciclo medianamente precoz y buena aceptación en el mercado como grano y seco (Murillo et al., 2010).

2.9.1 Origen

La línea E-060 que dio origen a la variedad INIAP 436 Liliana, proviene del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Ingreso al Ecuador en 1978 como línea L3661-M (3) MB.MA. En el país se codificó como línea E.060 (Ecuador-060). Esta línea se encuentra registrada en el DENAREF) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) con el tratamiento ECUA-64 (Murillo et al.,2010).

2.9.2 Características agronómicas y morfológicas

Según Murillo et al. (2010) las características de la variedad son:

Tabla 4*Características importantes de la variedad INIAP- 436 Liliana*

Agronómicas y morfológicas	Promedio
Días a la floración femenina	68
Días a la cosecha en verde	92
Días a la cosecha en seco	121
Altura de la planta	113 cm
Largo de la vaina	7.6cm
Numero de vainas/planta	16
Numero de granos/vaina	5
Rendimiento promedio en tierno	6.673 kg/ha
Rendimiento promedio en seco	1.688 kg/ha
Adaptación	2000-3300(m.s.n.m)

2.10. Plagas

Según Nicolas (2013), las principales plagas presentes en el cultivo son:

Tabla 5*Principales plagas del cultivo de arveja de la sierra*

Nombre común	Nombre científico	Descripción	Ilustración
Barrenador de la vaina	<i>(Melanogromyza sp)</i>	Ataca en la etapa de desarrollo, afectando directamente a las vainas, produciendo agujeros en la vaina y la semilla lo cual afecta directamente al rendimiento.	
Minador	<i>(Liriomyza sp.)</i>	Son larvas de aproximadamente 2 mm de largo, éstas que se nutren y sustentan del parénquima de la planta. Colocan sus huevos en el envés de la hoja. El monitoreo de esta plaga se realiza con lámparas de color azul o amarillo que tienen pegante (Castro, 2015).	

2.11. Enfermedades

Según Pérez (2020), las principales enfermedades presentes en el cultivo son:

Tabla 6

Principales enfermedades del cultivo de arveja

Nombre común	Nombre científico	Descripción	Ilustración
Fusarium	<i>(Fusarium oxysporum)</i>	Se caracteriza por la presencia de parches amarillos en las plantas durante las primeras fases de su desarrollo, puede llegar a causar la muerte de las plantas (Pabón & Castaño, 2012).	 A photograph showing a pea plant affected by Fusarium wilt. The lower part of the plant, including the roots and stems, is brown and wilted, while the upper leaves are still green.
Oídio	<i>(Erysiphe polygoni)</i>	Las hojas presentan manchas muy pequeñas de color amarillo, conforme se desarrolla, las manchas se cubren de un polvo de color blanquecino. La transmisión se realiza por semilla y se produce entre 45 a 48 horas si se presenta una temperatura entre 13 a 25° C (Amanta, 2018).	 A close-up photograph of pea leaves showing white, powdery spots characteristic of powdery mildew (oídio).
Antracnosis	<i>(Ascochyta pisi)</i>	Se localizan en las hojas, producen arrugamiento del limbo y destrucción de la hoja. Como método de lucha está el empleo de la técnica de rotación de cultivos y la siembra de variedades resistentes (Escobal, 2018).	 A photograph of pea pods showing dark, sunken lesions characteristic of anthracnose (antracnosis).

2.12. Acolchado plástico

El uso del acolchado plástico en la agricultura actual, se debe a su procesado fácil, resistencia química, flexibilidad, alta durabilidad y la ausencia de olor en comparación con otros polímeros, son utilizados principalmente en coberturas con baja.

2.12.1 Colores de cobertura plástica /

Según Monroy (2015), los colores de coberturas plástica son:

- Negro: posee aditivos y filtro solar especial para los efectos de los rayos solares y de biofumigantes. Es perfecto para controlar malezas mientras que la reflexión del plástico, repele los insectos protegiendo el cultivo, ayuda a disminuir la temperatura de suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta.
- Rojo: se asocia al color de la fruta, no agrícola (tela de lluvia), tiene pigmentos especiales que le dejan reflejar las longitudes de luz y cambiar la transmitancia de energía a los suelos y sembríos.
- Blanco: la coloración blanca refleja parte de la radiación, además al refleja los rayos solares disminuyendo la temperatura del suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta. Presenta un efecto de disminución de insectos en el envés de las hojas

En un estudio realizado por Albán et al. (2021), con respecto al "Uso de acolchado plástico en la producción de maíz (*Zea mays* L.)", se evidenció la eficacia de esta técnica en el cultivo, particularmente en la retención de humedad en el suelo. Durante la época de mayor sequía, se midió un 25 % y 26 % de retención de humedad a 30 cm de profundidad en los tratamientos con cobertura plástica, en comparación con el 14 % a 18 % alcanzado en los demás tratamientos. Además, el uso de esta técnica resultó beneficioso en términos de costos, ya que la inversión en el material plástico (0.32 USD por metro cuadrado) fue compensada por el ahorro en mano de obra para el control de malezas y el aumento del rendimiento del cultivo.

2.13. Costos de producción del cultivo de arveja

En el Ecuador los costos de producción de arveja tierna con siembra convencional según Moreno (2021), para una hectárea están en los \$ 1 900 a 2 000 dólares americanos en la provincia de Imbabura y con respecto al costo del saco de 50 kg es de USD 45. Por otra parte, Zurita (2022), menciona que el precio puede variar al tomar en cuenta los precios del mercado que son muy variables dependiendo de la temporada, el costo puede llegar a los \$2 500 dólares por hectárea.

2.14. Indicadores Financieros

Para analizar el beneficio/ costo se tomaron como referencia los siguientes indicadores financieros que permiten determinar un estimado de las ganancias obtenidas al producir de manera tradicional y con cobertura plástica.

Tabla 7*Descripción indicadores financieros*

Indicador financiero	Descripción
Ingreso bruto (\$/ha)	Es el resultado de la suma de los valores de los productos y subproductos, que se multiplican por su precio unitario que se establecen según la localidad.
Ingreso neto (\$/ha)	Es la diferencia de la resta del ingreso bruto menos el costo total
Rentabilidad simple (%)	Es el resultante entre el ingreso neto dividido para el costo total y su multiplicación por cien
Beneficio/costo	Resultante de la división del ingreso bruto dividiendo para el costo total, si es mayor a uno, este indica que hay ganancia, si es menor hay perdida y si es igual a uno indica que no hay ganancia (Castro, 2015).

2.15. Marco legal

Para desarrollar la presente investigación es importante resaltar la normativa vigente en la Constitución Política del Ecuador del 2008.

Donde el Art. 13 menciona que “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.” Por eso es importante generar estudios que mejoren el rendimiento de los cultivos para asegurar que más personas o colectivos se beneficien de esta producción y además adquieran nuevos conocimientos para que los apliquen en sus cultivos.

De igual forma, en el capítulo III, artículo 281 se establece que “*La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente*”. En el Ecuador se debe promover la producción de aquellos cultivos que tienen incidencia en la seguridad y soberanía alimentaria del país a través de la investigación científica e innovación tecnológica.

Por otra parte, el Art. 320 hace referencia a *“En las diversas formas de organización de los procesos de producción se estimulará una gestión participativa, transparente y eficiente. La producción, en cualquiera de sus formas, se sujetará a principios y normas de calidad, sostenibilidad, productividad sistémica, valoración del trabajo y eficiencia económica y social.”*

Este artículo hace énfasis a que todo lo que produzca debe cumplir condiciones necesarias para que se ha un producto de calidad y buen valor nutritivo que se vaya a consumir.

Según los objetivos de desarrollo sostenible del programa de las naciones su segundo objetivo plantea con proyección a 2030 garantizar sistemas de producción de alimentos sostenibles e implementar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, que ayuden a mantener los ecosistemas, que fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, condiciones climáticas extremas, sequías, inundaciones y otros desastres y que mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo.

CAPITULO III

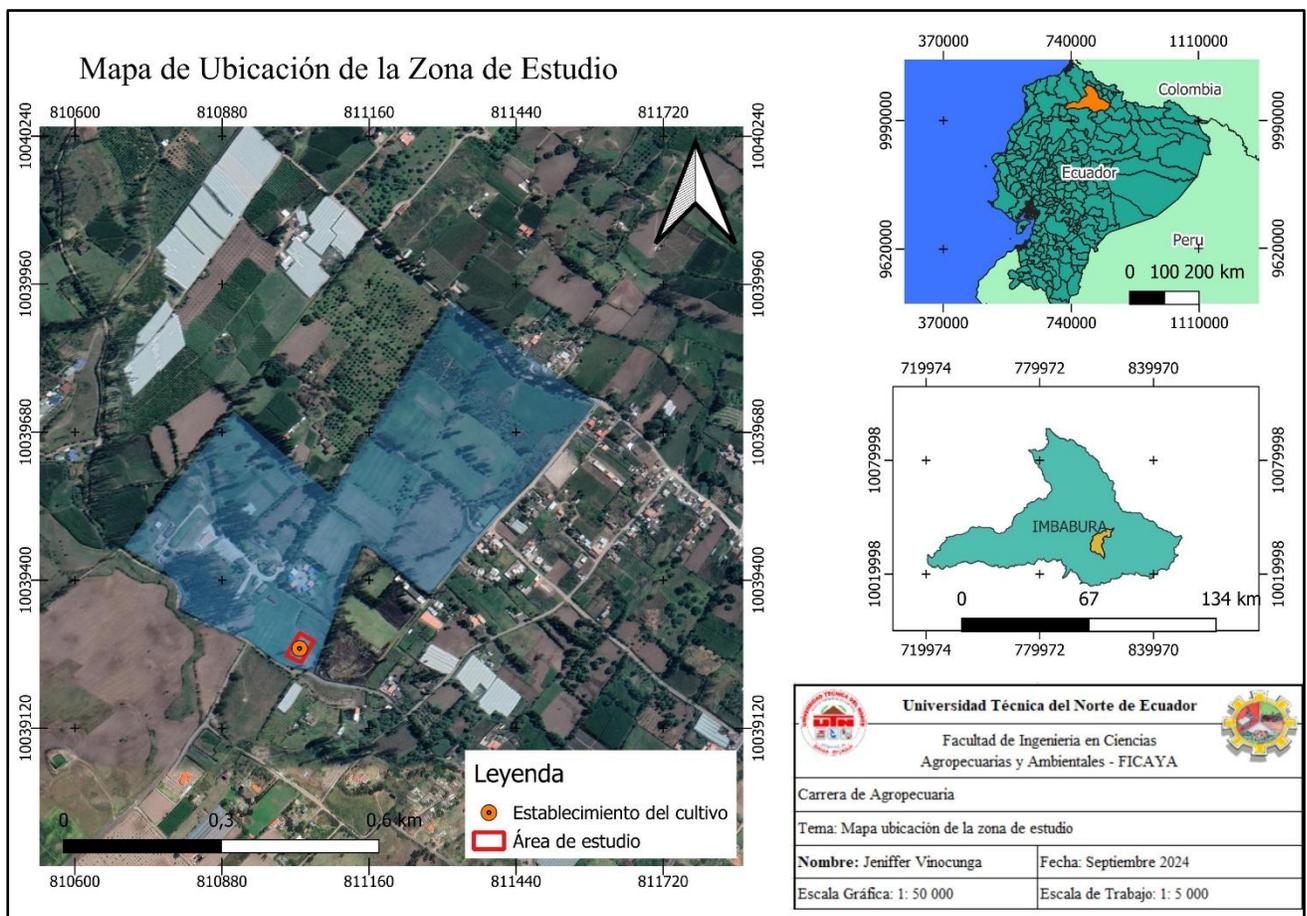
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

El lugar en el que se realizó la investigación fue la Granja Experimental "La Pradera", perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante, parroquia San José de Chaltura. En la Figura 1 se muestra el mapa de ubicación correspondiente.

Figura 1

Ubicación de la investigación en la Granja "La Pradera"



3.1.1 Características de la ubicación de la investigación

La Granja Experimental “La Pradera” presenta las siguientes condiciones climáticas y geofísicas.

Tabla 8

Ubicación geográfica del área de estudio

Ubicación/Característica	Descripción
Provincia:	Imbabura
Cantón:	Antonio Ante
Parroquia:	San José de Chaltura
Lugar:	Granja Experimental “La Pradera”
Latitud:	0.356154
Longitud:	-78.204756
Altitud	2267 m.s.n.m
Precipitación	500 a 700 mm
Humedad relativa	10 a 40%
Temperatura	14 a 16 °C

3.2 Materiales, Equipos Herramienta

Para la investigación se utilizaron diversos materiales, equipos, insumos y herramientas que aseguraron el cumplimiento de los objetivos propuestos. En la Tabla 9 se detallaron los elementos empleados, los cuales fueron esenciales para llevar a cabo el estudio de manera eficaz y precisa.

Tabla 9

Implementación de materiales y equipos para la investigación

Materiales de oficina	Materiales de campo	Insumos
Computadora	Cámara de crecimiento	Semillas:
Cámara fotográfica	Cinta métrica	INIAP- 436 Liliana
Libro de campo	Cobertura plástica	INIAP- 432 Lojanita
Material bibliográfico	Azadón	
Registros	Pala	
	Rastrillo	

3.3 Métodos

3.3.1 Factores en estudio

Dentro de la presente investigación se evaluaron los siguientes factores:

Factor 1: Distancia de siembra

D1: Distancia de siembra 25 cm

D2: Distancia de siembra 33 cm

D3: Distancia de siembra 50 cm

Factor 2: Número de variedades

V1: variedad (Lilianita)

V2: variedad (Lojanita)

3.3.2 Tratamientos

En la tabla 10 se describen cada uno de los tratamientos del ensayo

Tabla 10

Descripción de los tratamientos implementados en el proyecto

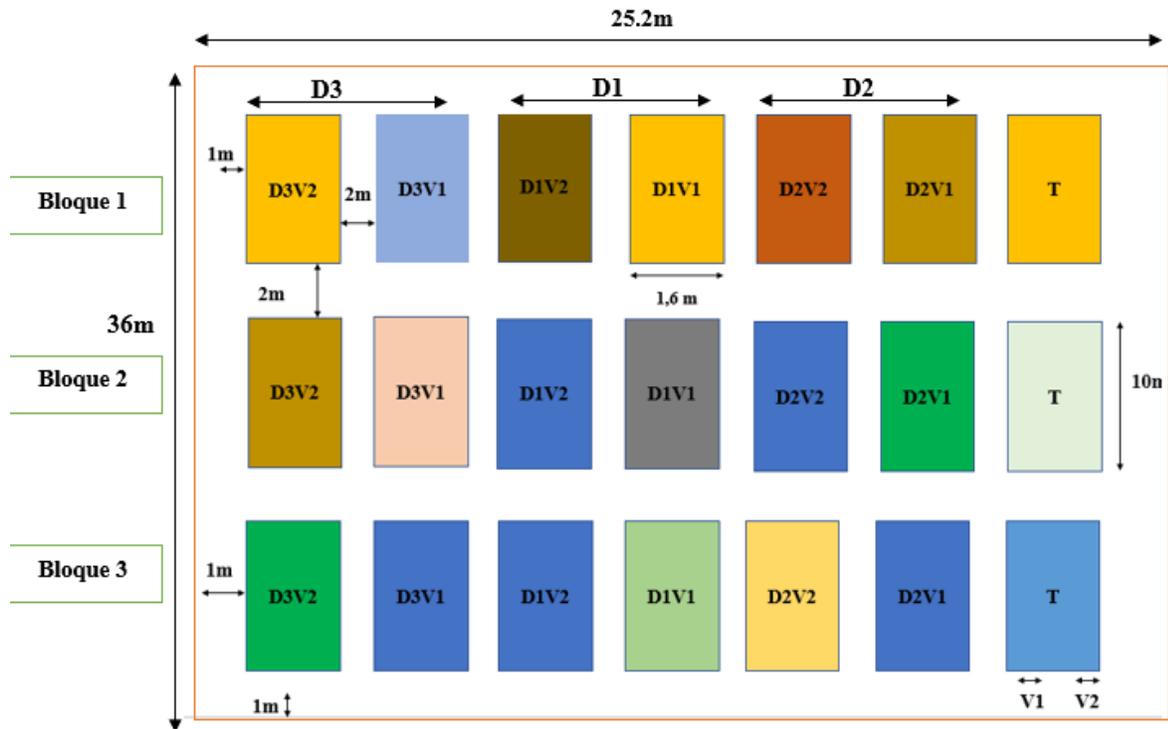
Tratamientos	Interacción	Descripción	Código
T1	D1+V1	Variedad 1cada 25 cm (50 000 plantas/ha)	D1V1
T2	D2+V1	Variedad 1cada 33 cm (33 000 plantas/ha)	D2V1
T3	D3+V1	Variedad 1cada 50 cm (25 000 plantas/ha)	D3V1
T4	D1+V2	Variedad 2cada 25 cm (100 000 plantas/ha)	D1V2
T5	D2+V2	Variedad 2cada 33 cm (66 000 plantas/ha)	D2V2
T6	D3+V2	Variedad 2cada 50 cm (50 000 plantas/ha)	D3V2
T7		Variedad 1cada 25 cm (50 000 plantas/ha) densidad recomendada por el INIAP	Testigo

3.3.3 Diseño experimental

Para la evaluación de las distintas densidades de siembra en la producción de arveja con una cobertura plástica (mulching plástico) se utilizó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA).

Figura 2

Croquis del ensayo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)



3.3.4 Características del experimento

En la tabla 11 se describen las características del experimento:

Tabla 11

Características del experimento

Características	Unidades
Números de tratamientos	7
Número de unidades experimentales	21
Área total del ensayo	489.72 m ² (31.8m x 15.4m)

A continuación, se presenta las características de la unidad experimental Tabla 12 por tratamiento.

Tabla 12

Características de la unidad experimental

Característica	Unidad (m)
Largo de la unidad experimental (m)	10
Ancho de la unidad experimental (m)	2.2
Área de la unidad experimental (m ²)	23.32
Número de hileras	2
Distancia entre unidades experimentales (m)	0.6
Separación (mulching plástico) o entre surco (sin cobertura plástica) (m)	0.8

3.3.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos recolectados se utilizó el programa INFOSTAT versión 2020 para cada una de las variables. Se realizaron análisis de varianza con pruebas de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$), cumpliendo los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

Tabla 13

Análisis de varianza (ADEVA) del Diseño Completamente al Azar

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Bloque	2
Densidades de siembra	3
Variedad	1
Bloque (Densidad)	6
Bloque (Variedad)	2
Densidad (Variedad)	3
Error	6
Total	23

3.4 Variables evaluadas

En la presente investigación se evaluaron un total de 11 variables, propuestas por PRONALEG (2019), de las cuales una correspondió al monitoreo de incidencia de plagas y enfermedades a lo largo de toda la etapa fenológica de la planta. Las variables evaluadas se detallan a continuación:

3.4.1 Días a la emergencia

Hace referencia al tiempo transcurrido desde la siembra hasta la aparición de las primeras plántulas en campo. Esta variable determina la rapidez con la que las semillas germinaban y emergían del suelo bajo las condiciones del experimento. La medición se realizó observando diariamente el desarrollo de las plántulas hasta que al menos el 50% de las semillas sembradas mostraron signos de emergencia (Figura 3).

Figura 3

Emergencia de plántulas en las unidades experimentales



3.4.2 Porcentaje de emergencia

Se realizaron tres tomas de datos específicas: una a los 7 días, otra a los 14 días y una última a los 21 días. En cada tratamiento se registró el número de plantas emergidas en cada unidad experimental, y estos datos se expresaron en porcentaje.

Figura 4

Emergencia de plántulas a los 14 días desde la siembra



3.4.3 Número de días a la floración

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando en el 50% de las plantas se presencié la apertura del primer botón floral como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Apertura botón floral en el cultivo de arveja



3.4.4 Días a la formación de vainas

Este dato se registró desde el día de la siembra hasta que el 50 % de las plantas de cada unidad experimental presentaron la primera vaina formada.

Figura 6

Formación de vainas en las unidades experimentales



3.4.5 Días a la cosecha

Este descriptor se registró en días transcurridos desde el momento de la siembra en suelo húmedo hasta el momento en que las vainas alcanzaron la madurez de campo para su cosecha en tierno. La madurez de campo se definió como el estado en el que las vainas alcanzaron tamaño completo, pero aun suaves al tacto, indicando que las semillas en su interior estaban completamente desarrolladas y listas para la cosecha como se observa en la Figura 7.

Figura 7

Cosecha en tierno de la parcela



3.4.6 Longitud de vainas

Cuando las vainas alcanzaron la madurez de campo se tomaron 15 vainas por accesión y con un calibrador se midió desde la inserción en el pedicelo hasta el extremo libre del ápice, los datos se registraron en centímetros.

Figura 8

Longitud de la vaina medida en cm



3.4.7 Ancho de vaina

En las mismas vainas evaluadas en el apartado anterior, se midió con un calibrador en la parte más amplia de la vaina entre la sutura dorsal y ventral. Los datos se registraron en centímetros.

3.4.8 Incidencia plagas y enfermedades

Se efectuó un monitoreo visual quincenal en el que se examinaron aleatoriamente 10 plantas por unidad experimental. La presencia o ausencia de plagas y enfermedades se evaluó en tres hojas trifoliadas seleccionadas al azar de cada planta, totalizando así 90 hojas por unidad experimental. Se observó un nivel de daño por enfermedades bajo, detectado durante la etapa reproductiva del cultivo, siendo las enfermedades identificadas: Fusarium (*Fusarium oxysporum*), Antracnosis (*Ascochyta pisi*), Oídio (*Erysiphe polygoni*). Además, se constataron niveles bajos de daño causado por plagas como el Barrenador e (*Melanogromyza* sp) y Minador (*Liriomyza* sp.) durante la etapa vegetativa.

Figura 9

Monitoreo plagas y enfermedades en la unidad experimental



3.4.9 Rendimiento por unidad experimental

Para evaluar esta variable se utilizó una balanza para pesar el grano tierno cosechado de cada una de las unidades experimentales, los datos obtenidos se expresan en kg/ha.

Figura 10

Peso en vaina de uno de los tratamientos en kg



3.4.10 Costo -Beneficio

Para calcular el costo-beneficio del cultivo de arveja, se realizó un análisis económico detallado que comparó los costos totales de producción con los ingresos generados por la venta de la cosecha. Tomando en cuenta el precio en el mercado del kg de arveja en vaina.

3.5 Manejo del experimento

A continuación, se detalla la implementación del experimento para lograr el desarrollo de esta investigación:

3.5.1 Preparación del suelo

En la Granja Experimental La Pradera se preparó la zona del acolchado para un nuevo cultivo, que era arveja. Para esto, se eliminaron los restos del cultivo de maíz del ensayo anterior. Esta limpieza fue realizada manualmente para evitar daños en el plástico.

Figura 11

Limpieza de la parcela para la siembra



3.5.2 Siembra

En las parcelas de acolchado y convencional INIAP, la siembra se realizó manualmente. En las camas cubiertas con plástico, se llevó a cabo la siembra a doble hilera, separadas a 80 cm, y la disposición de la semilla se ajustó según el diseño experimental, ya que las densidades de siembra fueron diferentes (25-33-50 cm entre plantas). Se utilizó la variedad INIAP-436 Liliana y INIAP-432 Lojanita. La época de siembra fue en el mes de mayo, coincidiendo con el inicio de la temporada de lluvias, de acuerdo con las recomendaciones para las zonas donde se realizaron los ensayos. Además, la semilla se trató con insecticida para prevenir el daño causado por plagas y vectores de enfermedades (Cornejo, 2019).

Figura 12

Siembra del cultivo de arveja en la unidad experimental



3.5.3 *Rascadillo y raleo*

Esta labor se llevó a cabo en las parcelas sembradas a surco abierto y consistió en realizar una limpieza de las malezas cuando estas se presentaban, especialmente en la época crítica de competencia, que abarcaba los primeros 45 días después de la siembra.

Figura 13

Limpieza de toda la parcela



3.5.4 *Control de plagas*

Se realizó el control del Minador de la arveja (*Liriomyza* sp.), Barrenador de la vaina (*Melanogromyza* sp) , mediante aplicaciones de aceite o insecticidas, según la incidencia de los mismos, de acuerdo a lo establecido en la guía de cultivo de arveja para la sierra del Ecuador (Nicolas, 2013).

3.5.5 Cosecha en fresco

La cosecha del cultivo se realizó en estado tierno, pesando el número de vainas cosechadas en cada una de las unidades experimentales.

Figura 14

Cosecha de parcelas



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del estudio evaluar distintas densidades de siembra con uso de acochado plástico en dos variedades de semilla de arveja el cual fue realizada en La Granja Experimental la Pradera.

4.1. Días a la emergencia

Para la variable días a la emergencia, las combinaciones emergieron en diferentes fechas, teniendo así un promedio general de 8 días, el tener un valor p que no es extremadamente bajo, pueden existir diferencias entre las combinaciones de condiciones experimentales en términos de días de emergencia, pero la significancia no es tan alta ($F=2.75$; $GL=6, 12$; $p=0.0641$).

El análisis de la duración promedio de la emergencia de la arveja reveló variaciones entre los diferentes tratamientos. Según la Tabla 14, el tratamiento D3V1 (Liliana: 50cm) demostró la emergencia más rápida, con un promedio de 7,00 días, mientras que el tratamiento T (Testigo) presentó la emergencia más lenta, con un promedio de 8,33 días. Los tratamientos D1V1(Liliana:25cm), D2V1(Liliana:33cm) y D3V2(Lojanita:50cm) mostraron una duración de emergencia promedio de 7,67 días, mientras que los tratamientos D1V2(Lojanita:25cm) y D2V2 (Lojanita:33cm) tuvieron una duración promedio de 8,00 días.

Tabla 14

Análisis de la variable días a la emergencia

Tratamiento	Variable	Número de Días
D1V1	días	7.67 ± 0.33
D1V2	días	8.00 ± 0.00
D2V1	días	7.67 ± 0.33
D2V2	días	8.00 ± 0.00
D3V1	días	7.00 ± 0.00
D3V2	días	7.67 ± 0.33
T	días	8.33 ± 0.33

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2018) de Perú, el rango de días óptimo de germinación de arveja va de 10 a 15 días, lo que indica que el ensayo presentó las condiciones adecuadas para que ocurra la germinación, permitiendo que las semillas se adapten al suelo y clima. Por su parte, la capacidad de germinación y el vigor son los atributos principales en la calidad fisiológica de la semilla, que tienen relación directa con la formación de la planta.

Galindo (2020), investigó el tiempo requerido desde la siembra hasta la emergencia de arvejas en dos sistemas de siembra: uno a campo abierto y otro bajo cubierta plástica. Se encontró que el uso de cubierta plástica aceleró significativamente el proceso de emergencia de las plantas en aproximadamente 10 días en comparación con el sistema a campo abierto. Contrariamente, en la presente investigación, se observó que la combinación D3V1 (Liliana: 50cm) mostró un tiempo de emergencia de 7 días, siendo 2 a 3 días más corto que el estudio mencionado anteriormente.

4.2. Porcentaje de emergencia

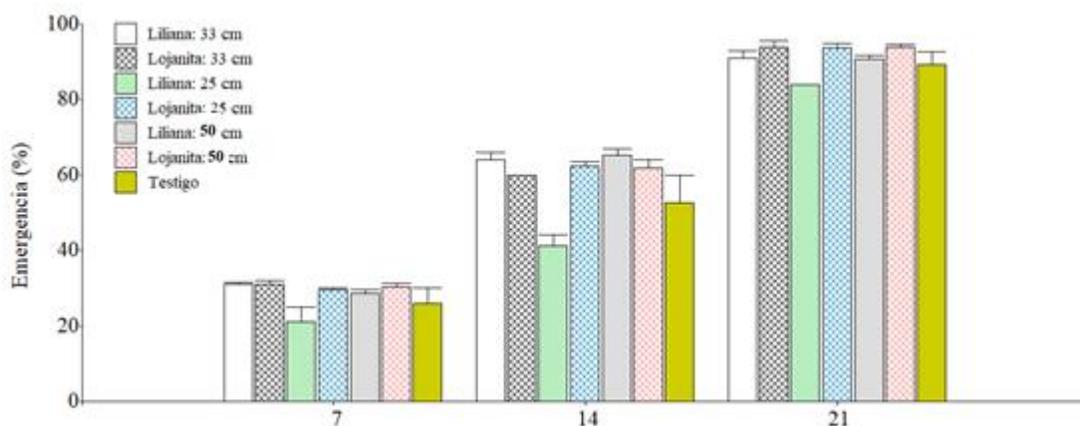
El resultado de los análisis estadísticos para la variable porcentaje de emergencia indican que si existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos que fueron evaluados (GL:12.40; F: 2.65; $p < 0.0103$).

En la Figura 15 se muestra la diferencia de porcentaje de emergencia que se obtuvo al tomar datos cada siete días desde la siembra, siendo la combinación D2V1 (Liliana:33cm) la que muestra mayor consistencia, se obtuvieron los siguientes porcentajes (7: 21% día 14: 41.33%, y el día 21: 84%.) a lo largo de los diferentes días.

Según el Sistema de Semillas de Calidad Declarada de la (FAO, 2016)) el porcentaje mínimo de germinación aceptable para las semillas de arveja es del 60%. Por consiguiente, se puede inferir que las semillas empleadas en el presente estudio exhibieron un excelente porcentaje de germinación, dado que, al transcurrir 21 días desde la siembra, alcanzaron un índice del 84%. Este fenómeno posiblemente pueda atribuirse como una característica derivada del uso de acolchado.

Figura 15

Porcentaje de emergencia del cultivo de arveja



Guerrero (2021) en su evaluación del crecimiento de arveja, se menciona que el porcentaje de germinación de las semillas es elevado, aunque suele ser poco uniforme debido a los diferentes grados de latencia que presentan las leguminosas. Esto provoca desfases en las etapas fenológicas de las plantas. Sin embargo, en este estudio, las combinaciones evaluadas mostraron una mayor consistencia en su desarrollo fenológico, lo que contribuyó a un crecimiento más uniforme.

4.3. Días a la floración

Los resultados del análisis de varianza para la variable días a la floración, indica que existen diferencias estadísticas significativas entre las combinaciones evaluadas del cultivo de arveja ($F=26.75$; $GL=6, 12$; $p<0.0001$) como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15

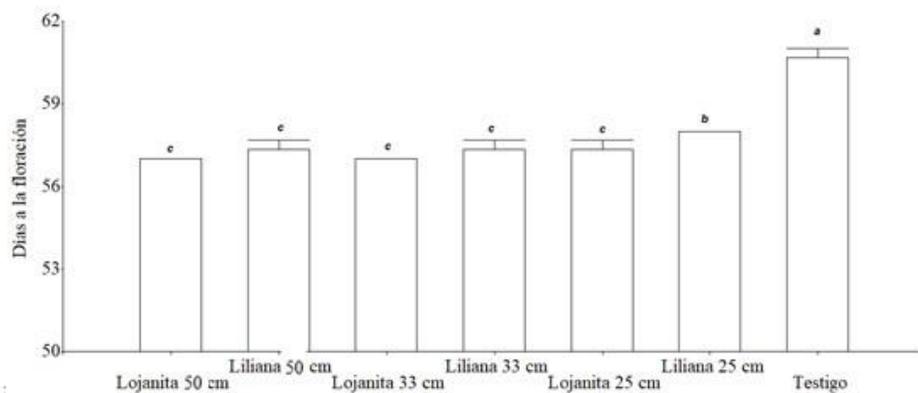
ADEVA variable días a la floración

Fuente de variación	Gl Fv	Gl Exp	F-value	p-value
Tratamiento	6	12	26.75	<0.0001

A través del análisis de Fisher al 5% se identificó que los días necesarios para la floración del cultivo de arveja, oscilan entre 57 y 60.67 días. Se observa una consistencia general en los tiempos de floración, con desviaciones mínimas entre los diferentes tratamientos. Sin embargo, se destaca que los tratamientos D2V1 (Liliana:33cm) y D2V2 (Lojanita:25cm) podrían estar ligeramente asociados con una floración tardía, con medias de 58 días. Estos resultados proporcionan una visión detallada de la dinámica temporal de la floración en el cultivo de arveja.

Figura 16

Días a la floración en arveja de cada unidad experimental



Según Sánchez et al. (2018), dentro de los factores climáticos que influyen en la floración destacan los considerados secundarios (menos predecibles que los primarios), como la temperatura ambiental, la luz integral (irradiancia de la longitud del día) y la disponibilidad de agua. En relación con este último aspecto, el estudio de Daza (2017), enfocado en determinar la densidad de siembra óptima para la producción de arveja, arrojó valores de floración en el rango de 61 a 63 días. Sin embargo, los resultados obtenidos en la presente investigación exhiben un rango menor, posiblemente debido a las variaciones en las variedades de semillas utilizadas y al uso del acolchado plástico como factor adicional.

4.4. Días a la formación de vainas

Los resultados de análisis de varianza para la variable días a la formación de vainas, indica que si existen diferencias estadísticas significativas entre las combinaciones evaluadas del cultivo de arveja ($F=20$; $GL=6, 12$; $p=0.0001$) como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16

ADEVA variable días a la formación de vainas

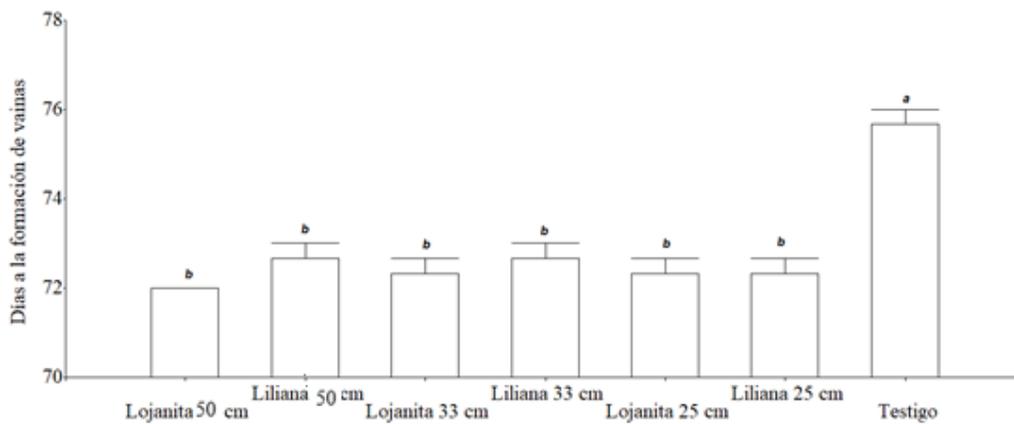
Fuente de variación	Gl Fv	Gl Exp	F-value	p-value
Tratamiento	6	12	20.00	<0.0001

En la figura se observa los días para la formación de vainas, entre las diferentes combinaciones de variables evaluadas, la media de los días varía ligeramente. Las combinaciones D1V1(Liliana:25cm), D1V2(Lojanita:25cm), D2V1(Liliana:33cm), D2V2(Lojanita:33cm) y D3V1(Liliana:50cm) exhiben tiempos medios de formación de vainas cercanos, con valores que

oscilan entre 72.33 y 72.67 días, con un error estándar de 0.33 días. Por otro lado, la combinación D3V2 (Lojanita: 50cm) se destaca con una media de 72.00 días, evidenciando el menor tiempo medio registrado. En contraste, el Testigo (T) muestra el mayor tiempo medio de formación de vainas, con 75. Estas variaciones en los tiempos medios sugieren que las diferentes combinaciones de variables experimentales pueden influir en el ritmo de desarrollo de las vainas en arvejas.

Figura 17

Días a la formación de vainas cultivo de arveja



González-Pedraza et al. (2023), señalan que los días a la formación de vainas en arveja generalmente ocurren entre 10 y 15 días después de la floración, lo que establece un rango de tiempo de 74 a 76 días para este proceso. Sin embargo, los resultados del presente estudio revelan que las combinaciones experimentales lograron reducir este período, obteniendo valores de alrededor de 72 días. Esta disminución de 2 a 4 días respecto al rango mencionado previamente podría atribuirse a la influencia del acolchado.

Suárez et al. (2019), evaluaron los efectos de los colores del acolchado en tres variedades de fréjol sobre las variables ambientales, fenológicas y agronómicas, donde el uso de acolchado plástico aceleró los procesos fenológicos del cultivo. Lo que se puede evidenciar en la presente investigación es que, al igual que en el estudio antes mencionado, el proceso fenológico del cultivo de arveja mostró mayor precocidad en la variable "días a la formación de vainas", como lo demuestra la combinación D3V2 (Lojanita: 50 cm).

4.5. Días a la cosecha

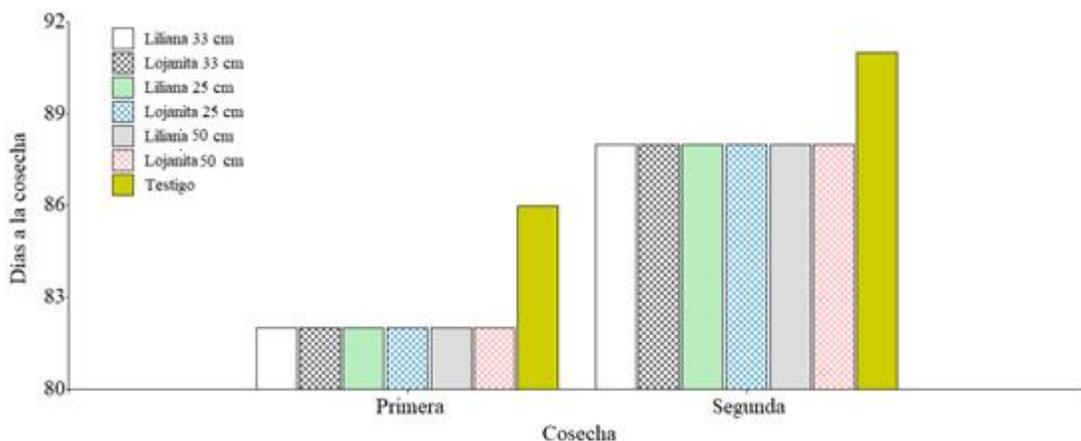
Para este descriptor, se llevaron a cabo dos cosechas en estado tierno debido a que, a los 82 días, ya se observaba la presencia de vainas maduras en algunas de las unidades experimentales. La segunda cosecha se efectuó cuando todas las unidades experimentales tenían vainas maduras, lo cual ocurrió a los 88 días en todos los tratamientos influenciados por la distancia de siembra y el uso de acolchado plástico, a excepción del Testigo. Este último grupo experimentó un retraso de 3 días en comparación con el resto de los tratamientos hasta su cosecha.

Las semillas de arveja de las variedades INIAP- 436 Liliana, e INIAP- 432 Lojanita usadas en este estudio poseen buenas características agronómicas, tales como: precocidad intermedia, buen vigor de crecimiento, presentan un rango en días a la cosecha de grano verde de 95 a 92 días INIAP (2010), posiblemente este desarrollo este ligado al rango de temperatura del ambiente.

Según el estudio realizado por DANE (2016), con otra variedad de arveja (Obonuco), se encontró un valor promedio de 110 días hasta la cosecha, siendo esta la muestra más tardía. Se sugiere que esta tardanza posiblemente esté relacionada con el rango de temperatura del entorno en el que se desarrollan las plantas, lo que puede influir en la duración de los días hasta la cosecha, acortándolos o haciéndolos más precoces. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta investigación mostraron menor número de días a la cosecha, con respecto a los rangos establecidos.

Figura 18

Días a la cosecha cultivo de arveja



4.6. Longitud de vaina

De los datos obtenidos en el análisis de varianza se deduce que para la variable longitud de la vaina si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados de arveja bajo cubierta plástica y distintas densidades de siembra ($F=13.57$; $gl=6. 306$; $p=<0.0001$) como indica la Tabla 17.

Tabla 17

Análisis de variación para la variable longitud de vaina

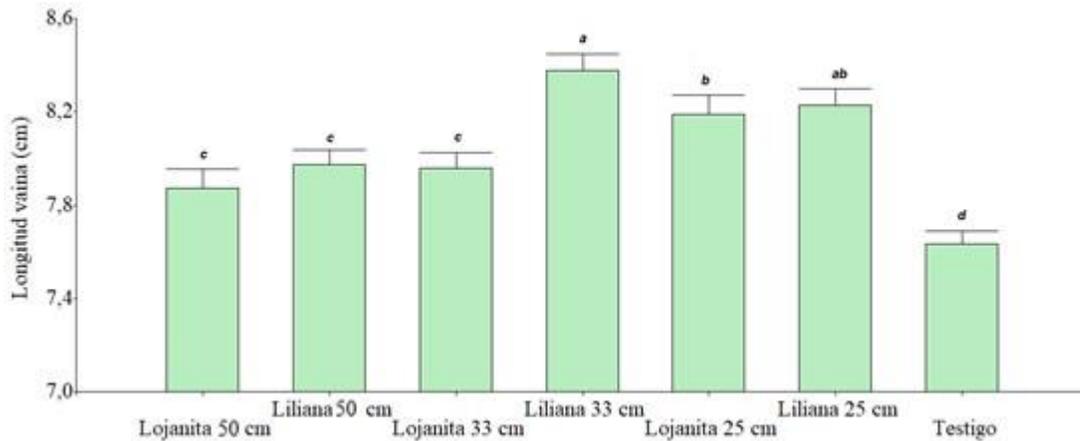
Fuente de variación	GIFV	GIExp	F-value	p-value
Tratamiento	6	306	13.57	<0.0001

A través del análisis de Fisher al 5% se identificó que los tratamientos D1V1(Liliana:25cm), D2V1(Liliana:33cm) y D2V2(Lojanita:33cm) con el valor más alto en longitud registrando un valor promedio de 8.38 a 8.19 cm, los tratamientos D3V1(Liliana:50cm), D1V2(Lojanita:25cm) y D3V2(Lojanita:50cm) obtuvieron un valor promedio de 7.98;7.87 cm, mientras que T obtuvo la menor longitud registrando un valor de 7.64 cm como muestra la Figura 19.

Lo cual indica que existe una variabilidad baja entre muestras. Los resultados de este estudio tienen similitud con los presentados por Jácome (2015), quien realizó su investigación con las mismas variedades de arveja y obtuvo un promedio general de 7.8 y 8 cm demostrando así que el tamaño de las vainas es variable y está ligado a la reacción del genotipo de cada variedad a las condiciones ambientales. Aun así, los resultados obtenidos tienen cierta relación con los presentados por Delgado (2016), quien obtuvo un valor promedio de 8.48 cm. Con respecto a este carácter como menciona Bernadi (2016), las vainas pueden tener 5-10 cm de longitud dimensiones bastante variables independientemente del hábito de crecimiento.

Figura 19

Longitud de vaina(cm)



4.7. Ancho de vaina

Para la variable ancho de la vaina el análisis de varianza indica que si existen diferencias estadísticas significativas para los tratamientos evaluados de arveja bajo cubierta plástica y distintas densidades de siembra ($F=33.65$; $gl= 6. 306$; $p= <0.0001$).

Tabla 18

ADEVA de la evaluación de la variable ancho de vaina

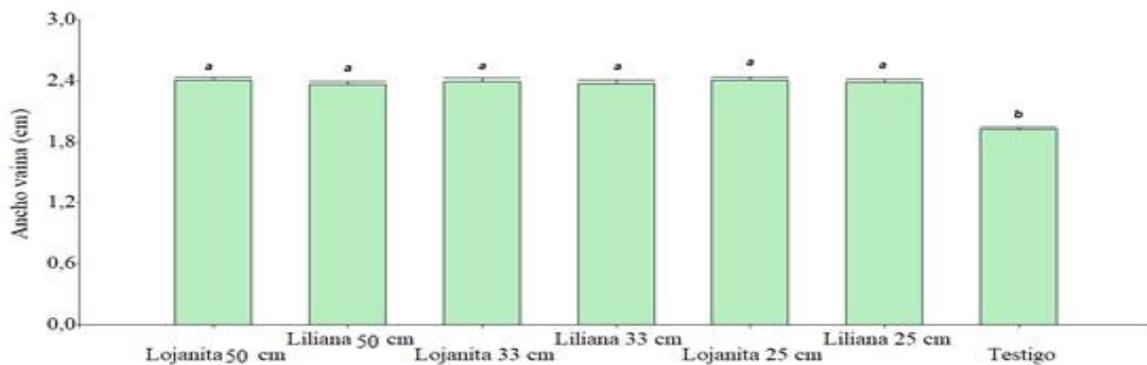
Fuente de Variación	GIFV	Gl Exp	F-value	p-value
Tratamiento	6	306	33.65	<0.0001

A través del análisis de Fisher al 5% se identificó que los tratamientos D2V2(Lojanita:33cm) y D3V2(Lojanita:50cm) muestran el mayor ancho promedio de la vaina en el cultivo de arvejas. Con 2.40 cm cada uno, indicando que son los más favorables para el crecimiento en términos de ancho de vaina. D1V2(Lojanita:25cm) sigue de cerca con 2.39 cm, también siendo una condición favorable. Los tratamientos D2V1(Liliana:33cm), D1V1(Liliana:25cm) y D3V1(Liliana:50cm) tienen anchos promedio muy similares, con 2.38 cm, 2.37 cm y 2.36 cm respectivamente, mostrando resultados ligeramente inferiores. El tratamiento T presenta el menor ancho promedio de 1.92 cm. Entre los tratamientos D2V2(Lojanita:33cm), D3V2(Lojanita:50cm) y T hay una diferencia de 0.48 cm, lo que implica la variabilidad que existe entre muestras.

Según Innovando para Usar Leguminosas Españolas en alimentación animal (INPULSE, 2023) la longitud y ancho de las vainas varían de acuerdo con la variedad que se utilice. Usualmente este no es un factor relevante, las vainas más largas son representantes de rendimientos mayores, pero cabe recalcar que vainas con mayor diámetro son propensas a romperse o formar curvaturas que pueden afectar al momento de cosechar.

Figura 20

Ancho de vaina medido cm



4.8. Incidencia Plagas

El monitoreo de la incidencia y dinámica poblacional en cada unidad experimental fue cada 15 días, de 10 plantas por unidad experimental durante todo el ciclo biológico del cultivo. Las plagas que se presentaron durante la investigación fueron de baja infestación y no influyó notoriamente en la sanidad de la arveja, las especies de plagas observadas en el monitoreo fueron las siguientes: barrenador de la vaina, minador de la arveja y pulgones de la arveja. Los resultados se expresan en los siguientes apartados:

Tabla 19*Incidencia de daño causado por barrenador de la vaina y minador*

Tratamientos	Barrenador de la vaina (<i>Melanogromyza</i> sp) %	Minador de la arveja (<i>Liriomyza</i> sp) %
D1V1	1.91 ± 0.95	0.00 ± 0.00
D1V2	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
D2V1	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
D2V2	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
D3V1	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
D3V2	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
T	6.59 ± 1.93	3.33 ± 1.92

a) Barrenador de la vaina (*Melanogromyza* sp)

En cuanto a la incidencia del barrenador de la vaina, se presentó en la etapa de formación de vainas a los 75 días, en un porcentaje inferior al 20%, al tener un porcentaje bajo no se requirió de ningún control en la parcela. En particular, el tratamiento testigo (T) presentó una alta incidencia con una media de 6.59 y un error estándar de 1.93. Otro de los tratamientos con una incidencia significativa fue el D1V1(Liliana:25cm) presenta una media de 1.91 con un error estándar de 0.95, mientras que el resto de tratamiento no registraron incidencia alguna, con medias de 0.00. Lo que sugiere que el uso de acolchado plástico es eficaz en lo que respecta al control de la plaga.

Lo expuesto concuerda con Hernández (2014), que indican que la relación con el entorno de la parcela, sus componentes y las prácticas que se desarrollan como el uso del acolchado plástico marcan en gran medida la respuesta de la unidad productiva ante los fitófagos. Y pueden proporcionar microelementos óptimos que provee un balance de nutrientes lo que puede estimular la resistencia al ataque de insectos reduciendo la posibilidad de que se conviertan en plagas. Además, Cadena et al. (2021), mencionan que el daño de este gusano en la etapa de maduración se reduce ya que solo alcanza a consumir una o dos semillas y las pudriciones disminuyen debido a la reducción de humedad dentro de la vaina por lo que resulta importante realizar los monitoreos y controles preventivos.

b) Minador (*Liriomyza* sp)

Se realizó la prueba de Friedman, la cual tuvo como resultado que existe interacción ($T_2 = 4.00$; $p = < 0.0197$). Los tratamientos con acolchado, mostraron una incidencia de minador de 0,00%, sin variabilidad independientemente de la distancia de siembra utilizada. Por el contrario, el tratamiento testigo sin acolchado (T) presentó una incidencia media de minador del 3.33% con un error estándar de 1.92.

Salas (2016), en su estudio sobre el control del minador de la hoja, probó distintos tratamientos, de los cuales el control químico mostró la mejor respuesta, con un 25% de hojas infestadas durante el período de evaluación. Sin embargo, en este estudio se puede observar que el uso del acolchado plástico es un control más eficaz, puesto que presenta una incidencia del 0.00% de la plaga en el cultivo de arveja.

4.9. Incidencia de Enfermedades

Para las enfermedades en el cultivo se presenta una incidencia baja como se observa en la Tabla 20.

Tabla 20

Incidencia de las enfermedades Fusarium, Oídio y Antracnosis

Tratamientos	Fusarium (<i>Fusarium oxysporum</i>) %	Oídio (<i>Erysiphe polygoni</i>) %	Antracnosis (<i>Ascochyta pisi</i>) %
D1V1	8.66 ± 0.16	7.73 ± 1.09	0.98 ± 0.00
D1V2	11.76 ± 1.70	7.84 ± 1.96	2.94 ± 0.00
D2V1	9.27 ± 0.64	4.65 ± 1.35	0.00 ± 0.00
D2V2	10.42 ± 1.20	6.25 ± 1.20	0.69 ± 0.00
D3V1	14.44 ± 2.22	11.11 ± 1.11	1.11 ± 0.00
D3V2	12.25 ± 1.82	9.19 ± 1.81	2.08 ± 0.00
T	20.90 ± 1.23	17.56 ± 0.90	7.74 ± 2.97

a) Fusarium (*Fusarium oxysporum*)

El análisis de varianza para la variable porcentaje de Fusarium indica que si existe interacción entre los días de siembra y los tratamientos evaluados de arveja bajo cubierta plástica y distintas densidades de siembra ($F = 8.38$; $gl = 6.12$; $p = 0.0010$).

Tabla 21

ADEVA de la Incidencia de Fusarium

Fuente de Variación	Gl Fv	Gl Exp	F-value	p-value
Tratamiento	6	12	8.38	0.0010

A través del análisis de Fisher al 5% se identificó que el tratamiento D1V1 (25cm, Liliana) es el más efectivo para reducir la incidencia con un porcentaje 8.66% y un erro estándar de 0.16. Le siguen los tratamientos D2V1(Liliana:33cm) y D2V2(Lojanita:33cm), con valores de (9.27;10.42%) que también muestran bajas tasas de incidencia. Por otra parte, el tratamiento testigo sin acolchado (T) tiene un porcentaje más alto en incidencia de Fusarium con 20.90% y un error estándar de 1.23. Se observa que no existe una diferencia significativa entre los factores de densidad de siembra y variedad de semilla. Sin embargo, la diferencia notable radica en el uso de acolchado plástico con el cual se logró controlar la enfermedad de forma efectiva.

Castellanos Gonzalez et al. (2020), estudiaron el uso de biopreparados para el control de Fusarium en el cultivo de arveja, con los cuales lograron reducir la incidencia de la enfermedad. No obstante, este método también resultó en una disminución del rendimiento del cultivo, con reducciones que oscilan entre el 10% y el 20%. Por el contrario, el presente estudia la influencia de la distancia de siembra, la variedad de semillas y el uso de acolchado plástico. Este enfoque no solo controló eficazmente la enfermedad, sino que también mantuvo el rendimiento del cultivo sin reducciones significativas.

b) Oídio (*Erysiphe polygoni*)

El análisis de varianza para la variable porcentaje de Oídio indica que si existe interacción entre los días de siembra y los tratamientos evaluados de arveja bajo cubierta plástica y distintas densidades de siembra (F= 8.38; gl= 6.12; p= 0.0010) como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22

ADEVA de la Incidencia de Oídio

Fuente de Variación	Gl Fv	Gl Exp	F-value	p-value
Tratamiento	6	12	9.16	0.0007

A través del análisis de Fisher al 5% se identificó que el tratamiento D2V1(Liliana:33cm) obtuvo el porcentaje más bajo con 4.65% y un erro estándar de 1.35, seguido por D2V2(Lojanita:33cm) con 6.25%, cabe mencionar que los dos tratamientos tienen la misma distancia de siembra de (33cm). Luego tenemos D1V1(Liliana:25cm) y D1V2(Lojanita:25cm) con porcentajes de

(7.73;7,84%), que también son efectivos, pero con una incidencia ligeramente mayor. Finalmente, el tratamiento testigo T presenta el porcentaje más alto de incidencia con 17.56%.

En su estudio de identificación de principales plagas y enfermedades en el cultivo de arveja, Pérez (2019) identificó que el oídio es el principal problema que enfrentan los agricultores para el manejo del cultivo, ya que puede causar pérdidas económicas significativas, afectando hasta el 90% del cultivo. En respuesta a esta problemática, el presente estudio demuestra la efectividad del acolchado plástico para el control del oídio.

c) Antracnosis (*Ascochyta pisi*)

Se realizó la prueba de Friedman, la cual tuvo como resultado que existe interacción ($T^2= 3.75$; $p=<0.0246$). La incidencia de antracnosis varió según las condiciones de los tratamientos donde D2V1(Liliana:33cm) presentó la menor incidencia con 0.00%, seguido por D2V2(Lojanita:33cm), D1V1(Liliana:25cm) con (0.69; 0.98%), a estos le siguen los tratamientos, D3V1(Liliana:50cm), D3V2(Lojanita:50cm) y D1V2(Lojanita:25cm) con (1.11%, 2.94%). El testigo T mostró la mayor incidencia con (7.74%). Las condiciones de distancia de siembra y variedad de semilla no presentan cambios significativos de la incidencia de antracnosis a diferencia del uso de acolchado plástico que redujo la incidencia de la enfermedad.

Con respecto a lo antes mencionado Zavaleta-Mejía, (2017), en su estudio de alternativas para el manejo de enfermedades de las plantas encontraron que el tratamiento con acolchado obtuvo un incremento de 87 % en la producción de bulbos sano. A diferencia del testigo sin acolchar que presento un valor del 62%. Por otra parte, Aguilar et al. (2021), menciona que la mayor frecuencia de variedades con resistencia a antracnosis se da en los genotipos con grano de color amarillos esto independientemente de la etapa de desarrollo, esto significa que la variación de la resistencia durante el desarrollo de la planta, adulta o joven está ligada a la variedad

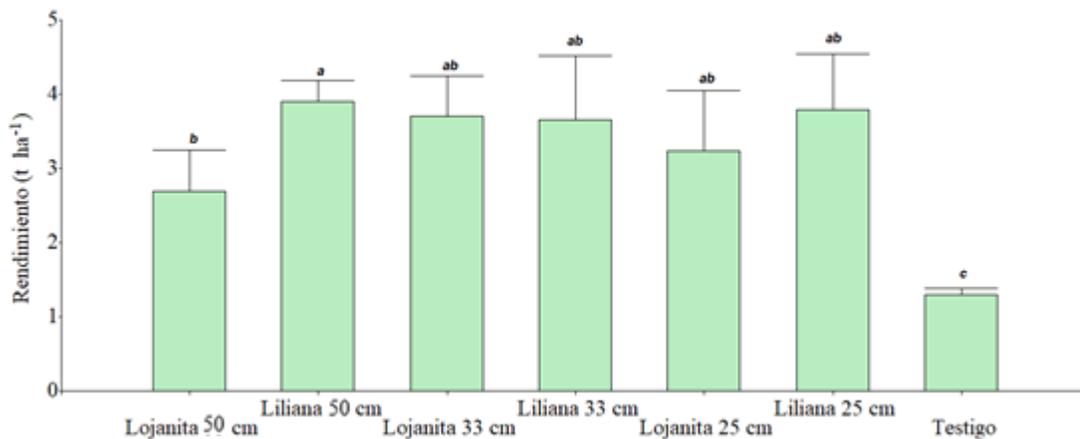
4.10. Rendimiento por tratamiento

A través de la comparación del rendimiento entre tratamiento se identificó que existe diferencias estadísticas significativas entre las densidades evaluada ($F=21,92$ $GL=6, 12$; $p=<0.0001$).

Tabla 23*ADEVA variable rendimiento en tierno*

Fuente de variación	GIFV	Gl Exp	F-value	p-value
Tratamiento	6	12	21.92	<0.0001

El rendimiento de cada tratamiento en estudio se presenta en la figura 21, destacando que el tratamiento D3V1 (Liliana, 50cm) exhibió el rendimiento más alto, alcanzando un valor de 3.90 t ha⁻¹. Le siguen los tratamientos D1V2 (Lojanita, 25cm) y D2V1 (Liliana, 33cm), con rendimientos entre 3.79 y 3.70 t ha⁻¹, respectivamente. Asimismo, se observa que el tratamiento D1V1 (Liliana, 25cm) también presenta un rendimiento considerable de 3.65 t ha⁻¹. Por otro lado, los tratamientos D2V2 (Lojanita, 33cm) y D3V2 (Lojanita, 50cm) muestran rendimientos inferiores, con valores de 3.23 y 2.69 t ha⁻¹, respectivamente. Finalmente, el tratamiento T (testigo) se caracteriza por el rendimiento más bajo, obteniendo solo 1.29 t ha⁻¹.

Figura21*Rendimiento en tierno de cada tratamiento expresado en t ha⁻¹*

En el estudio llevado a cabo por Jhomayra et al. (2022), se investigaron seis accesiones de arveja en tres sistemas de labranza, donde se registró un rendimiento promedio de 2.95 t ha⁻¹, el cual fue superior al del testigo, que alcanzó 1.79 t ha⁻¹. Al contrastar estos hallazgos con los resultados de la presente investigación, se observa que los valores más altos se lograron en los tratamientos D3V1 (Liliana, 50 cm), D1V2 (Lojanita, 25 cm) y D2V1 (Liliana, 33 cm), con cifras que oscilaron

entre 3.90 y 3.70 t ha⁻¹. Por el contrario, el valor más bajo fue registrado por el testigo, con 1.29 t ha⁻¹.

Almachi (2023), investigó el impacto del uso de acolchado plástico en el cultivo de fréjol. Se encontró que el empleo de este método incrementó significativamente el rendimiento del cultivo en un 42% equivalente 3.02 t ha⁻¹ en comparación con el tratamiento de suelo desnudo.

4.11. Costo beneficio

Los costos de producción se calcularon después de finalizar el ciclo de cultivo de arveja. El área de estudio fue de 489.72 m² de terreno total. Para realizar el análisis económico se tomaron en cuenta los rendimientos de los tratamientos evaluados, los cuales fueron proyectados a Kilogramos por hectárea, los ingresos y egresos fueron expresados en dólares/hectárea (USD/ha). Para los ingresos se tomó en cuenta los kg/ha de arveja tierna cosechada en cada tratamiento y el precio de venta fijado por el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA, 2024), un saco de vainas tiernas de 50 kg tiene un precio de \$45 y el kilogramo \$090 los egresos fueron: el plástico, las labores de preparación de suelo, la siembra y fertilización, las labores culturales, los gastos de cosecha y transporte, además se tomó en cuenta los costos fijos (administración, uso de suelo, costo de oportunidad del capital e imprevistos) que se detallan en el Anexo 1.

Tabla 24

Rentabilidad de los tratamientos evaluados en el cultivo de arveja

Indicadores	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Costos de producción USD	1950,41	1952,61	1976,81	1954,81	1930,61	1906,41	1619,31
Ingresos por ventas USD	3285	3330	3411	2907	3510	2421	1161
Rendimiento Kg ha ⁻¹	3650	3700	3790	3230	3900	2690	1290
Utilidad bruta	1334,59	1377,39	1434,19	952,19	1579,39	514,59	-458,31
B/C	1,7	1,7	1,7	1,5	1,8	1,3	0,7

En la Tabla 24, se observa el análisis de los datos de costo-beneficio (B/C) en donde se muestra que los mejores indicadores son los del tratamiento con acolchado plástico ya que todos presentan un índice B/C mayor que 1, es decir que, por cada dólar invertido, se obtiene un beneficio superior, además la utilidad bruta es positiva en todos estos tratamientos, lo cual muestra mejor rendimiento,

mayores ingresos y una mejor rentabilidad en comparación con el tratamiento testigo sin acolchado plástico que presenta una utilidad bruta negativa (-458.31USD), lo que implica que no cubre los costos de producción, resultando en pérdidas. Por lo tanto, no es rentable.

López y Zambrano (2022), indican que el uso de acolchado plástico tiene mayor beneficio económico, a pesar que la inversión del plástico represente un incremento del 16 % de los costos de producción, los mismos se compensan con el ahorro de mano de obra para la deshierba, aporque y el incremento en el rendimiento, lo que permite tener una ganancia de hasta el 45 %. El costo del plástico se considera a dos años, debido a que es el tiempo mínimo de vida útil.

En el estudio realizado por Pardo (2019), acerca de la rentabilidad del acolchado plástico para la agricultura, observo un incremento en la rentabilidad que oscilaron entre el 6.7% y el 26.9%. Estos resultados reflejan el impacto positivo del acolchado plástico en el rendimiento de las cosechas. Este aumento en la producción agrícola demuestra que el acolchado plástico puede ser una herramienta efectiva para optimizar los cultivos y maximizar los beneficios económicos en la actividad agrícola.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El tratamiento T3: D3V1(50cm, Liliana) alcanzó el mejor rendimiento, con una producción de 3.90 t ha⁻¹. En términos generales, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con acolchado, lo que sugiere que, los demás tratamientos también son viables y productivas bajo el sistema de cobertura plástica.
- Los tratamientos con acolchado plástico tienen un impacto significativamente positivo ya que muestran una baja incidencia de plagas y enfermedades. Esto les proporciona un mayor crecimiento y productividad, sugiriendo una mejor adaptación a las condiciones de siembra y cobertura plástica utilizadas.
- Los tratamientos con acolchado plástico muestran un mejor rendimiento económico con un índice de costo-beneficio (B/C) superior a 1 y utilidad bruta positiva, lo que indica que son rentables.

5.2 Recomendaciones

- Considerar el uso de acolchado plástico en la producción de arveja, ya que todos los tratamientos evaluados demostraron tener un incremento en su rendimiento.
- Emplear semillas certificadas para obtener mejores resultados con respecto a la sanidad del cultivo.
- Con base en los resultados económicos obtenidos, se recomienda implementar los tratamientos con acolchado plástico para la producción de arveja en el sector de Chaltura puesto que los tratamientos han demostrado un beneficio-costos mayor a 1, lo que garantiza una mayor rentabilidad.

REFERENCIAS

- Aguilar, R., Rafael, R. & Martínez, H. (2021). Agente causal de la antracnosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el norte de Perú: Sintomatología, aislamiento e identificación, patogenicidad y control. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 7–14.
<https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2021.001>
- Albán, M., Zambrano, J., Cartagena, Y., & Cruz, C. (2021). Memorias del I Simposio Ecuatoriano del Maíz. *Publicación de La Universidad San Francisco de Quito*, 38, 1–14.
<https://www.usfq.edu.ec/es/revistas/archivos-academicos>
- Almachi, A. (2023). Evaluación de tres distintos métodos de producción con tres variedades de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L) iniap-420, iniap-425 y iniap-484 [Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.]. Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.utc.edu.ec/home>
- Almeida, F., Angola, J., & Santos, E. (2015). Efectos de diferentes distancias de plantación y calibres de tubérculos-semilla sobre algunas características morfo-productivas de la papa. Instituto Nacional de Agricultura.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1452.1842>
- Amanta, C. (2018). *Los hongos oídio ataca a los cultivos*. Selección de Ciclámenes Híbridos F1.
<https://www.cyclamen.com/es/profesional/enfermedades/8/26>
- Arévalo, T. & Yallico, E. (2022). Respuesta morfológica y agronómica de seis accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres sistemas de labranza en la localidad de Laguacoto, cantón Guaranda, Provincia Bolívar. [Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Estatal de Bolívar.
- Bernadi, L. (2016). Arvejas, con las nuevas oportunidades de negocio y cultivares se impulsa la extensión de los mercados. Argentina. Subsecretaria de Mercados Agropecuarios, 14.
- Bernardi, L. (2017). Perfil de las arvejas (*Pisum sativum* L). Argentina. Dirección Nacional de Estudios de Mercados (Informe Técnico, Ciani y Otros), 13.

- Cabezas, J. (2018). Características de la arveja. Ecuador. Artículos. Mundo Huerto Agrícola. <https://www.mundohuerto.com/cultivos/guisante-arveja/caracteristicas>
- Cadena, M., Yepes, B., & Romero, J. (2021). Producción de semilla de calidad de las variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), Obonuco Andina y Obonuco San Isidro. Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Centro de Investigación Obonuco, 8.
- Castellanos Gonzalez, L., Torrado Martínez J. M., & Céspedes Novoa, N. (2020). Alternativas biológicas para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja en Pamplona, Norte de Santander. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 12(1), 13–28. <https://doi.org/10.22490/21456453.3650>
- Collazos Silva, R., Neri Chávez, J. C., & Huamán Huamán, E. (2017). Rendimiento de tres cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) con aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos en el anexo de Taquia, Chachapoyas. *Revista de Investigación de Agro producción Sustentable*, 2(2), 26. <https://doi.org/10.25127/aps.20182.390>
- Coral, E., Eraso, D., Figueroa, M., & Eduardo, J. (2022). La Arveja - Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia. *Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia*. Editorial Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/7303/>
- DANE. (2016). El cultivo de la arveja en Colombia. *Boletín Mensual Insumos y Factores Asociados a La Producción Agropecuaria*, 33. <http://media.eldiario.com.ar>
- Davies, N. (2021). Crecimiento y desarrollo de la planta de arveja. Blog Fases Fenológicas de Las Leguminosas. <https://www.timetoast.com/timelines/etapas-de-crecimiento-y-desarrollo-de-la-planta-de-arveja>
- Daza, N. (2017). Cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) como alternativa de diversificación de cultivos y aporte a la seguridad alimentaria del municipio de Gigante Huila. Colombia [Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero Agrónomo] Universidad de la Salle Facultad de Ciencias Agropecuarias. <https://core.ac.uk/download/pdf/234192034.pdf>
- Delgado, C. (2016). “Efecto del ácido acetilsalicílico para activación de defensas en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en el sector de Chapués, cantón Tulcán, Carchi-Ecuador”. [Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario]. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Escobal, F. (2018). Prevención y control de antracnosis en arveja. Perú. Estación Experimental Agraria Baños Del Inca, 2.

<https://factsheetadmin.plantwise.org/Uploads/PDFs/20197800039.pdf>

FAO. (2016). Semillas nutritivas para un futuro sostenible. *Departamento de Comunicación Corporativa de La FAO*, 196.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c0125315-854e-40f5-8a25-8c52af036a13/content>

Jácome, F. (2015). Evaluación de la adaptabilidad de seis variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) mediante el apoyo de investigación participativa en la parroquia Eloy Alfaro (chan y san juan) Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi [Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Técnica de Cotopaxi.

Galindo, J. (2020). Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca. Colombia-Bogotá. Corredor Tecnológico Agroindustrial Cta-2, 1–90.https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36823/Ver_documento_36823.pdf?sequence=1&isAllowed=y

González, A., Ortega, J., Vergara, V & Quesada, R. (2023). Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación de abonos orgánicos en el municipio Pamplona, norte de Santander. *La Granja: Revista de Ciencias de La Vida*, 37(1), 85–99.

<https://doi.org/10.17163/lgr.n37.2023.07>

Guerrero, M. (2021). Estabilidad fenotípica de arveja (*Pisum sativum* L.) en la zona productora de Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 841–853.

<https://doi.org/10.15517/AM.V32I3.41408>

Hernández, F. (2021). La Densidad de Siembra de los Cultivos. Información Generada Para Los Agricultores Por Agro Tecnología Tropical. https://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad_de_siembra.html

Hernández, E. (2014). Manuales acolchados vegetales y películas plástica. *Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji*, 8, 1–52.

<https://www.uttt.edu.mx/extensionismo/Informacion/Publicaciones/Serie.%20Agricultura%20Regenerativa/4.-Acolchados%20vegetales.pdf>

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2022). Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, ESPAC 2022. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua., 15. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria [INIA]. (2018). Arveja verde (*Pisum sativum* L.). *Ministerio de Agricultura*. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/ce9665c6-c4a5-406c-a819-cb4eac975d29/content>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2010). Nueva variedad de arveja para la provincia de Bolívar. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/INIAP_e495e0a73fa8edac6bfee3dd663fea49
- Innovando para Usar Leguminosas Españolas en alimentación animal [IMPULSE]. (2023). Protocolo de Evaluación de leguminosas para grano. España. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Ambiente, 20–29.
- López, V., & Zambrano, J. (2022). Evaluación participativa del uso de acolchado plástico para la producción de maíz suave (*Zea mays* L. var. *amylacea*) con agricultores de la Provincia de Cotopaxi en Ecuador. *Memorias de La XXIV Reunión Latinoamericana Del Maíz 2022*, 60–72.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAGAP]. (2022). Estadísticas reales en producción en densidades de arveja por año. *Acuerdo Ministerial*. <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2022/01/ACUERDO-095-2021-1.pdf>
- Molas, E. (2014). Efecto del Fertirriego y Cobertura plástica (Mulching Plástico). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina. https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpinta_h_d__40__efecto_del_fertirriego_y_cobertura_pla.pdf
- Monroy, O. (2015). Efecto de colores de cobertura plástica al suelo y del manejo de poda en chile pimiento variedad nathalie, bajo casa malla; La fragua, Zacapa [Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero Agrónomo]. Universidad Rafael Landívar.

- Murillo, E., Peralta, A. & Manzon, J. (2010). Nueva variedad de arveja para la provincia de Bolívar INIAP 436 Liliana. *Alianza de Servicios de Información Agropecuaria*.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/328/4/iniapscbd381.pdf>
- Nicolas, L. (2013). Monitorear la presencia de Barrenador del Tallo y característica Morfológicas. Ecuador. Blog. Sistemas de Producción Sustentables.
<https://www.aapresid.org.ar/blog/monitorear-la-presencia-de-barrenador-del-tallo/>
- Pabón, J. & Castaño, J. (2012). Manejo de la pudrición radical de la arveja (*Pisum sativum* L.) causada por fusarium oxysporum. Programa de Maestría En Fitopatología. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Colombia., 20(2), 37–44.
- Peralta, E., Murillo, A., Pizón, J., & Minchala, L. (1997). INIAP-431 Andina e INIAP-432 Lojanita: Variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) erecta-enana para la Sierra Ecuatoriana. En Programa Nacional de Leguminosas (Boletín Divulgado No 161). INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, 1–8.
- Pérez, A. (2019). “Identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), parroquia Bolívar, cantón Bolívar, Provincia del Carchi”. [Documento final del proyecto de investigación como requisito para obtener el grado de ingeniero agrónomo.]. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Pineda, J. (2020). *Cultivo de Arveja: guía sobre cómo sembrar y cultivar cosecha*. Colombia. Evaluación Ambiental. Ambientalista y Redactor de Temas Sobre Medio Ambiente, Ecología y Toda La Sabiduría Ancestral de La Naturaleza.
<https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/cultivo-de-arveja/>
- Prieto, G. (2018). Pautas para el manejo del cultivo de Arveja. Revista de Investigaciones Agropecuarias Buenos Aires. Argentina, 50, 15–20.
<https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja-final.pdf>
- Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos [PRONALEG]. (2019). Informe Anual 2019 Investigación Colaborativa de Granos Andinos en Ecuador. Programa de Leguminosas y Granos (Informe 2019) INIAP Estación Experimental Santa Catalina.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5520>

- Salas, H. (2016). Control del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella Stainton*) en plantas de limonero en vivero con insecticidas sistémicos. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, Argentina, 83, 1–2.
- Selva, J. (2014). Herencia del número de vainas por nudo y su relación con características afines en arveja (*Pisum sativum* L.). Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani, Casilla 128, Cochabamba, Bolivia., 2.
- Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador [SIPA]. (2023). Información productiva territorial. Superficie y Producción Agropecuaria Continua. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Sistema de Información Pública Agropecuaria del Ecuador [SIPA]. SIPA. (2024). Cifras Agro productivas. Superficie y Producción Agropecuaria. http://sinagap.mag.gob.ec/sina/PaginasCGSIN/Rep_Pre_Prod_X_MercCGSIN.aspx
- Suárez, J., Medina, P. & Villa, R. (2019). Efectos del color del acolchado sobre el desarrollo y producción en tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) [Proyecto de Investigación presentado para obtener el grado de maestro en ciencias en Biosistemática y manejo de recursos naturales y agrícolas]. Universidad de Guadalajara.
- Torres, A., Morales, A. & Nuñez, F. (2017). Vista de Utilización de acolchado plástico y aplicación de hierro foliar en chile habanero (*Capsicum chinense jacq.*) cultivado en malla sombra infectado con virus. Instituto de Ciencias Agrícolas de La Universidad Autónoma de Baja California., 27. <https://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/1333/pdf>
- Villalta, V., Pantoja, J., Basantes, E. & Montalvo, A. (2015). La aplicación de urea en secano resulta en menor producción de arveja (*Pisum sativum* L.), Var. INIAP 436 Liliana, en Ambuela, Perucho, Pichincha, Ecuador. Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE, 10(1), 47–52. <https://doi.org/10.24133/CCTESPE.V10I1.27>
- Zavaleta-Mejía, E. (2017). Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. Sistema de Información Científica. Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal, 17, 201–207.

Zhang, P., Wei, T., Cai, T., & Ali, S. (2017). Plastic-film mulching for enhanced water-use efficiency and economic returns from maize fields in semiarid China. *Frontiers in Plant Science*, 8, 247092. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2017.00512/BIBTEX>

ANEXOS

Anexo 1

Proyección de los costos de producción para una hectárea de arveja por tratamiento

Rubros	Unidad	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2		
		Cantidad	Valor	Valor	Cantidad	Valor	Valor
			Unitario	total		Unitario	total
Costos variables							
Preparación del suelo							
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60	1	60	60
Arado	Tractor	1	60	60	1	60	60
Surcado	Tractor	1	60	60	1	60	60
Plástico	Metros	5000	0,3	375	5000	0,3	375
Alquiler maquinaria				20			20
Siembra y Fertilización							
Siembra	Jornal	12	10	120	12	10	120
Semillas arveja	Kg	40	1,1	44	60	1,1	66
10-30-10	Quintal	3	26,7	80,1	3	26,7	80,1
Urea	Kg	150	0,66	99	150	0,66	99
Mano de Obra	Jornal	14	10	140	14	10	140
Manejo del cultivo							
Deshierve	Jornal	4	10	40	4	10	40
Riego	Jornal	4	10	40	4	10	40
Fertilizante foliar	ml	2500	0,03	75	2500	0,03	75
Insecticida	ml	4200	0,02	84	4200	0,02	84
Fungicida (Folpet)	Gramos	8400	0,02	168	8400	0,02	168
Cosecha, pos cosecha y ventas							
Cosecha	Jornal	14	10	140	12	10	120
Sacos	Unidad	200	0,2	40	200	0,2	40
Hilos Plásticos	Unidad	1	3	3	1	3	3
Flete	Unidad	1	125	125	1	125	125
			Subtotal	1773,1		Subtotal	1775,1
			Imprevisto 10%	177,31		Imprevisto 10%	177,51
			Total	1950,41		Total	1952,61

Rubros	Unidad	TRATAMIENTO 3			TRATAMIENTO 4		
		Cantidad	Valor	Valor	Cantidad	Valor	Valor
			Unitario	total		Unitario	total
Costos variables							
Preparación del suelo							
Analisis de suelo	Unidad	1	60	60	1	60	60
Arado	Tractor	1	60	60	1	60	60
Surcado	Tractor	1	60	60	1	60	60
Plástico	Metros	5000	0,3	375	5000	0,3	375
Alquiler maquinaria				20			
Siembra y Fertilización							
Siembra	Jornal	12	10	120	12	10	120
Semillas arveja	Kg	80	1,1	88	80	1,1	88
10-30-10	Quintal	3	26,7	80,1	3	26,7	80,1
Urea	Kg	150	0,66	99	150	0,66	99
Mano de Obra	Jornal	14	10	140	14	10	140
Manejo del cultivo							
Deshierve	Jornal	4	10	40	4	10	40
Riego	Jornal	4	10	40	4	10	40
Fertilizante foliar	ml	2500	0,03	75	2500	0,03	75
Insecticida	ml	4200	0,02	84	4200	0,02	84
Fungicida (Folpet)	Gramos	8400	0,02	168	8400	0,02	168
Cosecha, poscosecha y ventas							
Cosecha	Jornal	12	10	120	12	10	120
Sacos	Unidad	200	0,2	40	200	0,2	40
Hilos Plasticos	Unidad	1	3	3	1	3	3
Flete	Unidad	1	125	125	1	125	125
			Subtotal	1797,1		Subtotal	1777,1
			Imprevisto 10%	179,71		Imprevisto 10%	177,71
			Total	1976,81		Total	1954,81

Rubros	Unidad	TRATAMIENTO 5			TRATAMIENTO 6		
		Cantidad	Valor	Valor	Cantidad	Valor	Valor
			Unitario	total		Unitario	total
Costos variables							
Preparación del suelo							
Análisis de suelo	Unidad	1	60	60	1	60	60
Arado	Tractor	1	60	60	1	60	60
Surcado	Tractor	1	60	60	1	60	60
Plástico	Metros	5000	0,3	375	5000	0,3	375
Alquiler maquinaria							
Siembra y Fertilización							
Siembra	Jornal	12	10	120	12	10	120
Semillas arveja	Kg	60	1,1	66	40	1,1	44
10-30-10	Quintal	3	26,7	80,1	3	26,7	80,1
Urea	Kg	150	0,66	99	150	0,66	99
Mano de Obra	Jornal	14	10	140	14	10	140
Manejo del cultivo							
Deshierve	Jornal	4	10	40	4	10	40
Riego	Jornal	4	10	40	4	10	40
Fertilizante foliar	ml	2500	0,03	75	2500	0,03	75
Insecticida	ml	4200	0,02	84	4200	0,02	84
Fungicida (Folpet)	Gramos	8400	0,02	168	8400	0,02	168
Cosecha, poscosecha y ventas							
Cosecha	Jornal	12	10	120	12	10	120
Sacos	Unidad	200	0,2	40	200	0,2	40
Hilos Plásticos	Unidad	1	3	3	1	3	3
Flete	Unidad	1	125	125	1	125	125
			Subtotal	1755,1		Subtotal	1733,1
			Imprevisto 10%	175,51		Imprevisto 10%	173,31
			Total	1930,61		Total	1906,41

		TRATAMIENTO 7		
Rubros	Unidad	Cantidad	Valor	Valor
			Unitario	total
Costos variables				
Preparación del suelo				
Análisis de suelo	Unidad	2	60	120
Arado	Tractor	1	40	40
Surcado	Tractor	1	60	60
Plástico	Metros			
Alquiler maquinaria				
Siembra y Fertilización				
Siembra	Jornal	12	10	120
Semillas arveja	Kg	80	1,1	88
10-30-10	Quintal	3	26,7	80,1
Urea	Kg	150	0,66	99
Mano de Obra	Jornal	14	10	140
Manejo del cultivo				
Deshierve	Jornal	6	10	60
Riego	Jornal	5	10	50
Fertilizante foliar	ml	2500	0,03	75
Insecticida	ml	4200	0,02	84
Fungicida (Folpet)	Gramos	8400	0,02	168
Cosecha, poscosecha y ventas				
Cosecha	Jornal	12	10	120
Sacos	Unidad	200	0,2	40
Hilos Plásticos	Unidad	1	3	3
Flete	Unidad	1	125	125
			Subtotal	1472,1
			Imprevisto 10%	147,21
			Total	1619,31