



Pontificia Universidad Católica Del Ecuador
Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE ARVEJA DE AMARRE
A TRES DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGROPECUARIO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales

SUBLINEA:

Seguridad y soberanía alimentaria

AUTOR:

CISNEROS CHICAIZA YESSENIA ELIZABETH

ASESOR:

Ing. Maritza Mier

FECHA:

13 DE OCTUBRE 2023

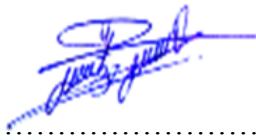
Ibarra, octubre de 2023

Ing. Maritza De Los Ángeles Mier Quiroz

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f).....

Ing. Maritza De Los Ángeles Mier Quiroz

C.C.: 1002878286

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f).....

Ing. Maritza De Los Ángeles Mier Quiroz

C.C.: 1002878286



(f).....

PhD. José Valdemar Andrade Cadena

C.C.:



(f).....

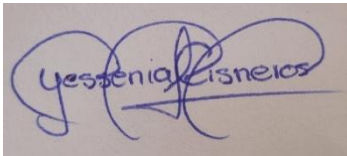
MSc. Edwin Fernando del Pozo Villacis

C.C.:

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Yessenia Elizabeth Cisneros Chicaiza, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, octubre del 2023



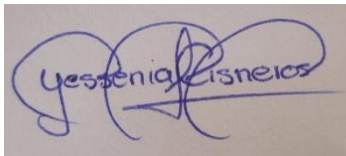
f):

Yessenia Elizabeth Cisneros Chicaiza

C.C.: 0401789029

AUTORÍA

Yo, Yessenia Elizabeth Cisneros Chicaiza, portadora de la cédula de ciudadanía N° 0401789029, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



f):

Yessenia Elizabeth Cisneros Chicaiza

C.C.: 0401789029

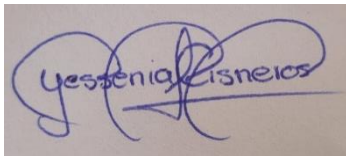
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Yessenia Elizabeth Cisneros Chicaiza, con C.C.:0401789029, autor del trabajo de grado titulado **Evaluación agronómica de tres variedades de arveja de amarre a tres diferentes pisos altitudinales** previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ibarra, octubre del 2023



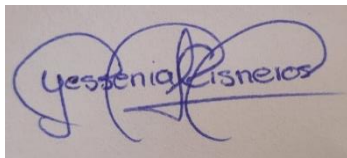
f):
Yessenia Elizabeth Cisneros Chicaiza
C.C.: 0401789029

DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: **Evaluación agronómica de tres variedades de arveja de amarre a tres diferentes pisos altitudinales**, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 04 de agosto del 2022

Para constancia firma:

f):



Yessenia Elizabeth Cisneros Chicaiza

Estudiante que ejecuta el trabajo de Titulación

C.C/ Pasaporte: 0401789029

Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, octubre del 2023

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mis padres quienes nunca me soltaron la mano, siempre estuvieron a mi lado desde que inicié mis estudios y lo continúan haciendo ahora que mi sueño de ser profesional está por cumplirse. A la vez también este trabajo va dedicado a todos y cada una de las personas quienes siempre supieron brindarme su apoyo incondicional y sincero.

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por darme la fortaleza necesaria para hoy ver casi vuelto realizada mi formación como profesional, sin ti no hubiese dado el paso para hoy llegar donde estoy.

Mi agradecimiento más grande después de dios va dirigido a mis padres Edipzon y Yolanda quienes han sabido darme su apoyo incondicional y a la vez guíame con mano dura por el buen camino para no desistir hasta ver mi sueño hecho realidad. Así también como no agradecer infinitamente a mi asesor de tesis la Ing. Maritza Mier quien supo impartirme sus conocimientos sin egoísmo alguno para poder realizar este trabajo de manera exitosa. Agradezco a todos mis maestros por compartir conmigo no solo sus saberes sino también su amistad sincera. Finalmente, pero no menos importante les doy las gracias a todos mis compañeros de curso quienes me supieron acompañar hasta este punto del camino que es ya la meta.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT..... | 2 |
| CAPÍTULO I | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| CAPÍTULO II | 5 |
| OBJETIVOS | 5 |
| 2.1. Objetivo general..... | 5 |
| 2.2. Objetivos específicos | 5 |
| 2.3. Hipótesis | 5 |
| CAPÍTULO III..... | 6 |
| ESTADO DEL ARTE | 6 |
| 3.1. Consideraciones generales del cultivo de arveja | 6 |
| 3.1.1. La arveja en el Ecuador | 6 |
| 3.2. Manejo agronómico del cultivo de la arveja..... | 10 |
| 3.3. Preparación del suelo | 11 |
| 3.3.1. Siembra..... | 11 |
| 3.3.2. Fertilización | 11 |
| 3.3.3. Tutorio de la Arveja..... | 12 |
| 3.3.4. Riego..... | 13 |
| 3.3.5. Cosecha y postcosecha | 14 |
| 3.3.6. Rendimiento en vaina y en grano | 15 |
| 3.4. Variedades de Arveja..... | 15 |
| 3.5. Comportamiento agronómico de la arveja en distintas zonas..... | 18 |
| 3.6. Escala BBCH en el cultivo de arveja..... | 18 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO IV | 20 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 20 |
| 4.1. Materiales..... | 20 |
| 4.1.1. Material Vegetal Variedad San Isidro | 20 |
| 4.1.2. Material utilizado en el área experimental | 20 |
| 4.1.3. Materiales y equipos de oficina..... | 21 |
| 4.2. Método 1 | 21 |
| 4.2.1. Localización del proyecto..... | 21 |
| 4.2.2. Diseño Experimental | 23 |
| 4.2.3. Procesamiento de datos..... | 23 |
| 4.2.4. Factores en estudio | 24 |
| 4.2.5. Unidad Experimental | 25 |
| 4.2.5.1. Parcela absoluta | 25 |
| 4.2.5.2. Distribución aleatorizada para cada piso altitudinal..... | 26 |
| 4.2.6. Variables en estudio..... | 28 |
| 4.2.6.1. Variables Independientes | 28 |
| 4.2.6.2 Variables Dependientes | 28 |
| 4.3. Método 2 (Manejo del cultivo) | 29 |
| 4.3.1. Adquisición de la semilla | 29 |
| 4.3.2. Muestreo de suelo de los tres pisos altitudinales y envió análisis de suelo..... | 29 |
| 4.3.3. Metodología de siembra | 29 |
| 4.3.4. Riego y tutoreo | 29 |
| 4.3.5. Cosecha..... | 30 |
| CAPÍTULO V | 31 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 31 |
| 5.1. Análisis estadístico | 31 |
| 5.2. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianza | 31 |
| 5.3. Variables en estudio..... | 32 |
| 5.3.1. Altura..... | 32 |

| | |
|---|----|
| 5.3.1.1. Altura a los 30 días en los tres pisos altitudinales | 32 |
| 5.3.1.2. Altura a los 60 días en los tres pisos altitudinales | 34 |
| 5.3.1.3. Altura a los 90 días en los tres pisos altitudinales | 36 |
| 5.3.2. Producción en vaina..... | 39 |
| 5.3.2.1. Cosecha en vaina para el piso altitudinal 1 | 39 |
| 5.3.2.2. Cosecha en vaina para el piso altitudinal 2..... | 40 |
| 5.3.2.3. Cosecha en vaina para el piso altitudinal 3..... | 41 |
| 5.3.2.4. Análisis general de la cosecha en vaina..... | 43 |
| 5.3.3. Producción en grano | 46 |
| 5.3.3.1. Cosecha en grano para el piso altitudinal 1 | 46 |
| 5.3.3.2. Cosecha en grano para el piso altitudinal 2 | 47 |
| 5.3.3.3. Cosecha en grano para el piso altitudinal 3 | 48 |
| 5.3.3.4. Análisis general de la cosecha en grano | 50 |
| 5.3.4. Escala BBCH..... | 52 |
| CAPÍTULO VI | 54 |
| CONCLUSIONES | 54 |
| CAPÍTULO VII | 56 |
| RECOMENDACIONES..... | 56 |
| CAPÍTULO VIII..... | 57 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 57 |
| ANEXOS | 63 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica del cultivo de la arveja | 7 |
| Tabla 2. Requerimiento hídrico del cultivo de arveja en 4 etapas del desarrollo del cultivo | 10 |
| Tabla 3. Requerimientos nutricionales de <i>Pisum sativum L.</i> | 11 |
| Tabla 4. Esquema de la escala BBCH con las etapas fenológicas más importantes a medir dentro del ensayo en desarrollo. | 19 |
| Tabla 5. Esquema de análisis de varianza para la evaluación de tres variedades de arveja a tres diferentes pisos altitudinales. | 24 |
| Tabla 6. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianza..... | 32 |
| Tabla 7. Análisis de la varianza para la altura a los 30 días | 33 |
| Tabla 8. Análisis de la varianza para la altura de planta a los 60 días..... | 34 |
| Tabla 9. Análisis de la varianza de las alturas de la planta a los 90 días..... | 36 |
| Tabla 10. Análisis de la varianza para la cosecha en verde en el piso altitudinal 1 | 39 |
| Tabla 11. Análisis de la varianza para la cosecha en verde en el piso altitudinal 2 | 40 |
| Tabla 12. Análisis de la varianza para la cosecha en verde en el piso altitudinal 3 | 42 |
| Tabla 13. Análisis de la varianza para la cosecha en verde en general | 43 |
| Tabla 14. Análisis de la varianza de la cosecha en grano en el piso altitudinal 1 | 46 |
| Tabla 15. Análisis de la varianza para la cosecha en grano en el piso altitudinal 2 | 47 |
| Tabla 16. Análisis de la varianza para la cosecha en grano en el piso altitudinal 3 | 49 |
| Tabla 17. Análisis de la varianza para la cosecha en grano..... | 50 |
| Tabla 18. Resultados de las etapas fenológicas utilizadas de la escala BBCH | 52 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Piso altitudinal 1 Comunidad El Colorado a una altura de 2840 m s.n.m..... | 21 |
| Figura 2. Piso altitudinal 2 Comunidad Cuesaca con una altura de 2663 m s.n.m..... | 22 |
| Figura 3. Piso altitudinal 3 Comunidad Cunquer con una altitud de 2272 m s.n.m. | 23 |
| Figura 4. Diseño de las unidades experimentales para cada piso altitudinal..... | 26 |
| Figura 5. Distribución de los tratamientos de las unidades experimentales en el piso altitudinal 1 (El Colorado)..... | 26 |
| Figura 6. Distribución de los tratamientos de las unidades experimentales en el piso altitudinal 2 Cuesaca..... | 27 |
| Figura 7. Distribución de los tratamientos de las unidades experimentales en el piso altitudinal 3 (Cunquer)..... | 27 |
| Figura 8. Prueba de significancia Tukey al 5% para la variable altura de planta los 30 días..... | 33 |
| Figura 9. Prueba de significancia Tukey al 5% para la variable altura a los 60 días..... | 35 |
| Figura 10. Prueba Tukey al 5% para la variable altura de planta a los 90 días..... | 38 |
| Figura 11. Promedios (t.ha ⁻¹) para la producción en verde en el piso altitudinal 1..... | 40 |
| Figura 12. Promedios (t.ha ⁻¹) para la producción en verde en el piso altitudinal 2..... | 41 |
| Figura 13. Promedios t.ha ⁻¹ para la producción en verde en el piso altitudinal 3..... | 43 |
| Figura 14. Prueba Tukey al 5% para la producción en verde (t.ha ⁻¹)..... | 44 |
| Figura 15. Promedios (t.ha ⁻¹) para la producción en grano en el piso altitudinal 1..... | 47 |
| Figura 16. Promedios (t.ha ⁻¹) para la producción en grano en el piso altitudinal 2..... | 48 |
| Figura 17. Promedios para la producción en grano en el piso altitudinal 3..... | 49 |
| Figura 18. Promedios para la producción en grano..... | 51 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1.- Limpieza y delimitación del terreno | 63 |
| Anexo 2.- Siembra | 64 |
| Anexo 3.- Evaluación del desarrollo fenológico de la planta, días a su emergencia..... | 66 |
| Anexo 4.- Tutorio de planta y toma de datos de altura | 67 |
| Anexo 5.- Evaluación fenológica de la altura de planta | 70 |
| Anexo 6.- Recolección, cosecha y pesaje | 70 |
| Anexo 7.- Desgranado y pesaje | 73 |
| Anexo 8.- Análisis de suelo | 75 |
| Anexo 9.- base de datos obtenidos durante y al final de la investigación | 76 |

RESUMEN

La provincia del Carchi es considerada como una de las provincias agropecuarias más importantes de la zona norte del país, donde la principal fuente de ingresos de sus habitantes se enfoca en la ganadería de leche y el cultivo de papa. El Carchi presenta varios microclimas los cuales favorecen la producción de variedad de cultivos, uno de estos es el cultivo de arveja de amarre, considerada como el segundo en importancia luego del cultivo de papa, sobre todo en la zona norte de la provincia. El cultivo de arveja es muy versátil, el cual mantiene su productividad en varias zonas de la provincia del Carchi, incluso donde el clima es cálido, sin embargo, no existen estudios que avalen la eficiencia y adaptación de este cultivo, por tanto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar 3 variedades de arveja de amarre San Isidro, Andina y Churosa, teniendo como variables de estudio: comportamiento agronómico por medio de 4 etapas dentro de la escala BBCH y rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$), a diferentes pisos altitudinales, siendo estos El Colorado 2840 m s.n.m.; Cuesaca 2663 m s.n.m. y Cunquer 2272 m s.n.m. Los resultados obtenidos demuestran que en todos los pisos altitudinales las variedades se adaptaron, sin embargo, fue en Cunquer donde se tuvo una mejor producción de este cultivo con $16,91 t \cdot ha^{-1}$, seguido por Cuesaca con una producción de $11,92 t \cdot ha^{-1}$ y El Colorado con $1,88 t \cdot ha^{-1}$. Así también el estudio fenológico en donde se evaluó la emergencia, comienzo del alargamiento del tallo, plena floración y formación de fruto, se obtuvo mejores resultados en Cunquer, el cual se destaca por presentar un ambiente cálido con una temperatura media de $20,54 ^\circ C$, lo cual está directamente relacionado con el rendimiento, tanto en vaina como en grano.

Palabras clave: Arveja, Piso altitudinal, Altura de planta, Comportamiento Agronómico, Rendimiento, Evaluación.

ABSTRACT

The province of Carchi is considered one of the most important agricultural provinces in the north of the country, where the main source of income for its inhabitants is focused on dairy farming and potato cultivation. El Carchi presents several microclimates which favor the production of a variety of crops, one of these is the cultivation of mooring peas, considered the second in importance after potato cultivation, especially in the northern part of the province.

The pea crop is very versatile, which maintains its productivity in various areas of the Carchi province, even where the climate is warm, however, there are no studies that support the efficiency and adaptation of this crop, therefore, the present The objective of the research was to evaluate 3 varieties of mooring peas San Isidro, Andina and Churosa, having as study variables: agronomic behavior through 4 stages within the BBCH scale and yield ($t\cdot ha^{-1}$), at different altitudinal floors, being these El Colorado 2840 m a.s.l.; Cuesaca 2663 m.a.s.l. and Cunquer 2272 m a.s.l. The results obtained show that in all altitudinal floors the varieties were adapted, however, it was in Cunquer where there was a better production of this crop with $16.91 t\cdot ha^{-1}$, followed by Cuesaca with a production of $11.92 t\cdot ha^{-1}$ and El Colorado with $1.88 t\cdot ha^{-1}$. Likewise, the phenological study where the emergence, beginning of the elongation of the stem, full flowering and fruit formation was evaluated, the best results were obtained in Cunquer, which stands out for presenting a warm environment with an average temperature of $20.54^{\circ} C$, which is directly related to yield, both in pod and grain.

Keywords: Peas, Altitudinal floor, Plant height, Agronomic Behavior, Yield, Evaluation.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La arveja *Pisum sativum L.* es la tercera legumbre más consumida a nivel mundial después de la lenteja y el garbanzo, por lo cual es un cultivo que cada vez va en aumento debido a que la demanda del mismo incrementa día con día, según la Bolsa de Comercio el Rosario para el año 2022, mencionan que obtuvieron una producción de alrededor de 15 millones de toneladas con lo cual se busca cubrir las demandas del mundo cosa que no se ha logrado, este producto que destaca por su alto contenido proteico y bondades minerales como el calcio y fósforo; debido a que presenta diversas variedades, permite cosechar el grano tanto en estado tierno para su consumo en fresco como en estado seco para consumo, producción industrial como conservas y harinas, lo que lo constituye así en un producto de alta demandado (Arévalo, 2019).

En el Ecuador este cultivo representa un pilar fundamental dentro de la sociedad, ya que un considerable número de familias dependen del mismo, especialmente en el centro y sierra norte del Ecuador (Cuasapaz, 2015). Dicho producto mediante las labores de encanastillado y cosecha han dado trabajo a un sin número de mujeres que son cabezas de hogar. En este país el consumo de la arveja es a gran escala tal como lo menciona Bermejo et al. (2020), ya que en la costa un 96%, en la sierra un 82% y en la amazonia un 94% de la población lo consumen. Las centrales de acopio de donde se proveen las tres regiones son los mercados mayoristas de Quito, Ambato y Cuenca, mismos que como fuente de abastecimiento encuentran a la provincia del Carchi conocido como la zona norte del país.

Es en el mercado mayorista de Bolívar, donde se concentran la mayor cantidad de arveja en verde para su venta, aproximadamente 70 t según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria (ESPAC, 2018), la cual proviene de la provincia del Carchi, sin embargo, no se logra suplir la demanda de arveja puesto que la misma solo la siembran en los lugares considerados como zonas frías, es decir en el cantón Huaca y Tulcán, ya que para Paspuel (2013) esta legumbre se cultiva de manera recomendada a 2700 y 2800 m s.n.m.

Es por esto que según la ESPAC (2018), la importancia y la demanda a nivel nacional que presenta este cultivo, en tal virtud se instala la presente investigación la cual busca conocer la adaptabilidad de tres variedades de arveja de amarre a tres diferentes pisos altitudinales localizados en las zonas conocidas como cálidas de la provincia del Carchi, con lo cual se busca evaluar la eficiencia y rentabilidad de este cultivo en los lugares donde no se cuenta con reportes de su siembra.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la producción agronómica de 3 variedades de arveja de amarre a diferentes pisos altitudinales, en la provincia del Carchi, para la determinación del comportamiento agronómico y rendimiento.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento ($t.ha^{-1}$), de las 3 variedades puestas a consideración en base a la obtención en vaina, como en grano.
- Evaluar el comportamiento fenológico y tiempo de cosecha de las 3 variedades de arveja en los distintos pisos altitudinales de la provincia del Carchi.

2.3. Hipótesis

Ha: La producción ($t.ha^{-1}$), de 3 variedades de arveja de amarre es diferente en cada piso altitudinal.

Ho: La producción ($t.ha^{-1}$), de 3 variedades de arveja de amarre no es diferente en cada piso altitudinal.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. Consideraciones generales del cultivo de arveja

3.1.1. La arveja en el Ecuador

La arveja *Pisum sativum L.*, en el Ecuador es un cultivo que brinda trabajo a las poblaciones campesinas de la sierra ecuatoriana, el producto final es consumido en grandes cantidades por las familias a nivel nacional, en la costa un 96% , en la sierra un 82% y en la amazonia un 94% incluyen este producto en las canastas alimenticias ya que este representa una gran fuente de alimento debido a su alto contenido de proteína entre 19 - 30%, además de que su valor nutricional yace en ser una fuente de compuestos fenólicos los cuales poseen capacidades antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades. Y uno de los puntos más importantes es que esta fuente proteica tiene un valor más barato en el mercado en comparación con otras fuentes proteicas como son carne, pescado, leche, etc. (Bermejo et al., 2020).

En Ecuador y de acuerdo a datos brindados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2011), el cultivo de arveja ocupa el tercer lugar en cuanto a mayor cantidad de superficies sembradas, siendo Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Azuay y Loja las principales provincias quienes se encargan de abastecer los mercados de este producto, aunque destaca la provincia del Carchi ya que en esta zona se cultivan alrededor de 9,462 hectáreas cada año, con un rendimiento en verde promedio de 8 t.ha⁻¹, lo cual llega a representar el 47,46 % total de la producción a nivel nacional (Caparaz y Nancy, 2012).

Debido a que la demanda de este producto cada vez va en aumento, la inflación del mismo este año ha subido en un 3,74% quedando inalcanzable adquirirlo para algunas familias del país, así lo corrobora el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2023), es por esto que es necesario explorar nuevas variedades del cultivo de arveja las cuales sean capaces de

cubrir las grandes demandas de los mercados, a la vez para poder llegar a dicho objetivo es necesario saber cómo realizar un manejo agronómico.

3.1.2. Taxonomía

La clasificación taxonómica de la arveja de acuerdo con el Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT] (1987, como se citó en Noboa, 2010), presenta la siguiente descripción:

Tabla 1

Clasificación taxonómica del cultivo de la arveja

| Reino | Vegetal |
|--------------|----------------|
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Fabales |
| Familia | Fabaceae |
| Género | Pisum |
| Especie | <i>Sativum</i> |

Nota: Adaptado de la clasificación taxonómica de la arveja (p.56), por Noboa, 2010.

3.1.3. Morfología

Galindo (2020), en su Manual de recomendaciones técnicas para el cultivo de arveja, destaca las siguientes características en su morfología como son:

a) Semilla

Tiene dos cotiledones con un eje embrionario, el último formado por el hipocótilo y epicótilo. El grano es redondo con un diámetro que va de 3 a 5 mm, la superficie de la misma varía de acuerdo a su variedad la cual puede ser lisa o rugosa.

a) Raíces

Esta planta posee una raíz pivotante, donde su raíz principal alcanza hasta 50 cm de profundidad, sus raíces secundarias y terciarias le ayudan en el anclaje al suelo y en la absorción de nutrientes. Estas raíces también presentan nódulos debido a la asociación simbiótica natural con la bacteria *Rhizobium*, lo que le va a permitir la fijación de nitrógeno atmosférico el cual será aprovechado por la misma planta

a) Tallo

Esta posee un tallo principal hueco con una gran cantidad de entrenudos lo cual le hacen formar un patrón de zigzag. Al inicio del desarrollo de la planta el tallo es erecto pero posterior a la floración este se postra debido al aumento de masa fresca en la planta.

b) Hojas

Estas se encuentran constituidas por dos estípulas que abrazan el tallo en la parte basal, además de que presentan de cuatro a seis folíolos opuestos alternos y en la parte terminal presentan de 3 a 5 zarcillos los cuales sirven para que la planta se trepe o se enrede en el tutoreo.

c) Flores

Aparecen de manera solitaria, en pares o en racimos axilares, son de color blanco, púrpura o violáceo, esto dependerá de la variedad. Existen los denominados nodos reproductivos los cuales no son más que cada punto donde aparece una inflorescencia, la presencia de estas va a depender mucho de las condiciones ambientales y el manejo del cultivo que se lleve a cabo.

Denominado vaina o legumbre de ápice agudo. De acuerdo con el manejo que se lleve este puede contener de 3 a 10 semillas por vaina, la longitud varía entre 4 a 12 cm de largo y de 1 hasta 2 cm de ancho. El desarrollo de estas vainas lo manifiestan a lo largo y ancho de la vaina, para luego incrementar el volumen con el llenado de los granos (Galindo, 2020).

3.1.4. Condiciones edafoclimáticas

Altitud

Para Cuasapaz (2015), la altura recomendada para la arveja va desde los 2000 hasta los 3000 m s.n.m.

Temperatura

Las temperaturas óptimas para el desarrollo de este cultivo van entre los 15°C y los 18°C. Hay que mencionar que cuando este tipo de cultivo sufre daño por heladas y es sometido a temperaturas menores de -3°C, las plantas van a detener su crecimiento, al igual que cuando alcanza temperaturas superiores o iguales a los 35 °C. Además, que, si las temperaturas son superiores a 24°C en la etapa vegetativa, las plantas empiezan a florecer de manera prematura sin haber alcanzado todas las etapas de su crecimiento (Cuasapaz, 2015).

Tipo de suelo

Este cultivo se adapta a una gran variedad de tipos de suelos los cuales pueden ir desde los francos arenosos a los francos arcillosos siempre y cuando tengan una buena estructura, tengan buen drenaje, sean profundos y fértiles. Además, que posean un pH óptimo que vaya entre los 5,5 y los 6,5.

Estos suelos deben tener una adecuada capacidad de captación y almacenamiento de agua lo cual le permita a la planta absorber la cantidad de agua necesaria en las etapas más cruciales del cultivo como son la floración y el llenado de vainas. Es una buena recomendación que para este cultivo los suelos tengan una adecuada pendiente lo cual permita drenar exceso de agua (Pinto, 2013).

Precipitación

La arveja es una especie que requiere suelos de buena estructura, profundos, bien drenados, ricos en nutrientes asimilables y de reacción levemente ácida neutra. En cuanto a lo que es la precipitación, es necesario que se pueda garantizar la disponibilidad continua del agua para evitar que la planta se estresa por el exceso o escasez del mismo, debido a que si hay un déficit hídrico bastante severo la planta no va a crecer y si logra sobrevivir la producción será netamente baja presentando una o dos vainas por planta, del mismo modo si hay demasiada presencia de agua o encharcamiento de la misma, las plantas van a presentar amarillamiento

y posteriormente pueden llegar a morir. Este cultivo requiere alrededor de 150 a 380 mm de agua por ciclo de acuerdo al material genético que se esté utilizando. Las etapas más críticas del cultivo donde la exigencia del material hídrico es necesario son las fases de crecimiento vegetativo y el inicio de la floración. A continuación, se presenta una tabla con los requerimientos hídricos del cultivo (Galindo, 2020).

Tabla 2

Requerimiento hídrico del cultivo de arveja en 4 etapas del desarrollo del cultivo

| Duración del ciclo (días) | Inicial (días/mm) | Desarrollo (días/mm) | Media (días/mm) | Final (días/mm) | Total requerimiento hídrico (días/mm) |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|--|
| 102 días | 0-21 días | 21-51 días | 51-87 días | 87-102 días | |
| | 30 mm | 75-80 mm | 110-115 mm | 75-85 mm | 295 - 305 mm |
| 140 días | 0-28 días | 28-70 días | 70-120 días | 120-140 días | |
| | 30-40 mm | 80-105 mm | 115-145 mm | 85-90 mm | 310-380 mm |

Nota. Adaptado de *requerimiento hídrico del cultivo de la arveja en 4 etapas del desarrollo del cultivo* (p. 27), por J. Galindo, 2020, Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca.

3.2. Manejo agronómico del cultivo de la arveja

Dentro de este punto se habla acerca de la mayoría de labores que hay que desarrollar en el cultivo como son la labranza y adecuación del área, tareas que se debe realizar en beneficio del cultivo. Para los terrenos que por lo general han sido previamente un sitio de pastoreo es recomendable realizar una labranza mecánica solo si el terreno se encuentra dentro de una topografía plana, a poca profundidad con arado de cincel para generar un menor impacto en el suelo. Y en suelos que presentan pendientes bien pronunciadas es de gran ayuda aplicar la labranza cero para de este modo evitar la pérdida del suelo.

Posterior a esta actividad es necesario aplicar una labranza secundaria con otro implemento denominado rastra, el cual se encargará de suavizar más a cabalidad la tierra y dejarla lista para las siguientes actividades dentro del cultivo (Galindo, 2020).

3.3. Preparación del suelo

3.3.1. Siembra

De acuerdo con Paspuel (2013), menciona que el cultivo se puede realizar en cualquier época del año si se tiene una fuente adecuada de riego y en las épocas de lluvia si no se dispone del mismo. La mejor manera para sembrar este cultivo es hacerlo en surcos en la cual la distancia de siembra es de 10 cm colocando a unos 5 cm de profundidad dos y hasta tres semillas en cada hoyo, por lo que aproximadamente se hace el uso de 34 kg de semilla por hectárea.

3.3.2. Fertilización

Para realizar esta labor es muy necesario conocer los requerimientos nutricionales que tiene el cultivo, según Galindo (2020), para producir una tonelada de arveja se requiere las siguientes cantidades de macro y micronutrientes:

Tabla 3

Requerimientos nutricionales de Pisum sativum L.

| Elemento | Cantidad kg.t ⁻¹ |
|----------------|--------------------------------|
| Nitrógeno (N) | 6,92 |
| Fosforo (P) | 0,38 |
| Potasio (K) | 2,86 |
| Calcio (Ca) | 1,15 |
| Magnesio (Mg) | 1,58 |
| | Cantidad g.t ⁻¹ |
| Hierro (Fe) | 11,56 |
| Manganeso (Mn) | 6,1 |
| Zinc (Zn) | 8,23 |

Boro (B)

3,39

Nota: Adaptado de los *requerimientos nutricionales de las cuatro variedades de arvejas en el municipio de Nemocón*, (p. 30) J. Galindo, 2020.

Hay que tener en cuenta que la fertilización es una labor fundamental en el desarrollo de un cultivo ya que por medio de este se puede ayudar a la planta a prevenir enfermedades y desarrollarse más vigorosamente. Para elaborar un plan de manejo nutricional del cultivo de arveja es necesario como primer punto realizar un análisis químico del suelo en donde se va a desarrollar el cultivo ya que de esta manera se permitirá saber la cantidad disponible de los macro y micro elementos que se encuentran en el suelo, además de brindar la información sobre la absorción de nutrientes de la especie vegetal y la cantidad de nutrientes que la falta al mismo para que se pueda desarrollar el cultivo de manera adecuada cubriendo todas los requerimientos necesarios (Galindo, 2020).

A partir de haber realizado el análisis de los suelos se procede aplicar el fertilizante de acuerdo a la extracción de nutrientes de los materiales vegetales, es preferentemente realizarlo en dos dosis la primera cuando se realiza la siembra y la segunda entre los días 45 y 60 después de su emergencia.

Existen varias técnicas de realizar la fertilización, la una es al voleo y otra siendo esa una de las técnicas más utilizadas es la fertilización foliar la cual se realiza a través de las hojas, esta es de gran demanda, puesto que ayuda a suplementar y mantener el equilibrio nutricional de la planta. Específicamente para el cultivo de la arveja se recomienda aplicar con esta técnica Nitrógeno (N), Magnesio (Mg), Boro (B) antes de la floración, además de Zinc (Zn) y Calcio (Ca), con lo cual se busca evitar el aborto floral y generar un mayor cuajado de vainas, también es recomendable aplica al iniciar la floración fosforo (P) y potasio (K) (Galindo, 2020).

3.3.3. Tutoreo de la arveja

El comportamiento voluble de la arveja requiere que se aplique un sistema denominado tutorado el cual le permitirá la aireación de las plantas y el adecuado manejo, de tal modo que se faciliten las labores como aspersión de químicos, control de plagas y cosecha. Esta

actividad denominada tutorado tiene como fin cambiar el crecimiento de la planta, optimizar la distribución de la luz para aumentar la tasa fotosintética y mejorar la calidad del producto final (Forero y Ligarreto, 2011).

Tutoreo Vertical

Como ya se mencionó este tutoreo se utiliza para guiar el crecimiento, para lo cual se usan varas de 2,5 m de alto y se las colocadas a una distancia de 4 metros, posterior cuando la planta ha cumplido los 21 días posteriores a su emergencia se amarra el ápice de la planta con hilaza agrícola hasta un alambre que se encuentra a una altura de 1 metro. Esta actividad es de vital importancia ya que si no se la realiza en el tiempo adecuado se produce una malformación en el tallo de la planta dado que el mismo se guía hacia el piso, por ende, es más difícil de corregir dicho problema. Pero el mismo es únicamente utilizado hasta las primeras semanas porque resulta difícil guiar de esta manera hasta que la planta termine su ciclo vital (Forero y Ligarreto, 2011).

Tutoreo horizontal

Dentro de las labores campesinas el 90% de los agricultores utilizan en el cultivo de arveja el tutoreo horizontal, por la facilidad al momento de realizar la labor, además de la estabilidad y resistencia. Con esta forma de encanaste se evita el volcamiento del cultivo causado por el peso del follaje del mismo. Es importante que esta labor se la empiece a realizar desde que la planta se encuentre en los 20 cm de altura para que su manejo sea mucho más fácil. Para este tipo de tutorado es recomendable utilizar varas de madera de 2 a 2,5 m de alto y colocarlas cada 4 o 5 metros, posterior a esto cada 20 cm de alto se amarran hiladas horizontales con hilaza agrícola de manera que se vaya encanastando alternativamente una por cada lado para que de este modo el cultivo se vaya desarrollando adecuadamente (Forero y Ligarreto, 2011).

3.3.4. Riego

Por tratarse de cultivos que se encuentran al aire libre en condiciones no controladas, el aporte que cae del agua lluvia debe descontarse de las necesidades del riego. Es necesario que el agua de riego sea de buena calidad, ya que se debe evitar posibles riesgos de contaminación.

Por ende, es necesario que quienes brindan el servicio de agua realizan un análisis de calidad de agua físico, químico y microbiológico.

De acuerdo con información este cultivo requiere de 250 a 80 mm de agua durante todo el ciclo del cultivo siendo las etapas con mayor requerimiento el crecimiento y la floración, sin embargo, ciertos autores manifiestan los requerimientos en las distintas etapas de la siguiente manera

- En la etapa inicial a los 19 días requiere de 17,3 mm
- En la etapa de desarrollo a los 48 días su requerimiento es de 41,93 mm
- Durante la etapa de floración requiere de 73,03 mm

Pese a que las referencias lanzan los datos más precisos dichos requerimientos van a depender de las condiciones en las que se desarrolle el cultivo (Galindo, 2020).

3.3.5. Cosecha y postcosecha

La cosecha de arveja en verde se la realiza cuando los granos han llenado por completo las vainas, a pesar de que las mismas aún se encuentren tiernas de color verde y no tengan rugosidad de madurez extrema. Las primeras vainas que se forman son las del tallo principal de la planta, y las siguientes corresponden a las ramas de la planta que se forman después, aunque estas presentan longitudes más pequeñas debido al efecto de sombra de la misma planta (Galindo, 2020).

Para el mismo autor, el cultivo de este producto se puede realizar en varios pases o ciclos que pueden ser de dos a cuatro, aunque generalmente son 3, la cosecha de cada uno de estos varía con un intervalo de entre 8 y 10 días. La selección de la misma en vaina verde debe garantizar que la planta se encuentre libre de enfermedades. Este producto para que sea comercializado debe tener una consistencia firme y coloración verde brillante además de que el cáliz y el pedúnculo deben ser verdes con aspecto fresco, sin humedad alguna y libre de algún material ajeno como pueden ser tallos, pedúnculos u hojas (Galindo, 2020).

3.3.6. Rendimiento en vaina y en grano

Dado que el consumo de la arveja en el Ecuador es alto con un 96% en la Sierra, 82% en la Costa y 94% en el Oriente la demanda del mismo en los mercados del norte se ha hecho a gran escala es por esto que los agricultores de la zona se han visto en la obligación de experimentar nuevas variedades. Es por eso que las variedades puestas a consideración para la siguiente investigación buscan cubrir estas demandas con altos porcentajes de rendimiento. El obtener buenos rendimientos es el resultado de un buen manejo agronómico. La base según los estudios obtenidos de cada una de las variedades menciona que la Variedad San Isidro con un buen manejo agronómico tiene un rendimiento superior a las 9 t.ha⁻¹, de la variedad Andina se obtiene alrededor de 10 t.ha⁻¹ en verde y al menos el 52% del total en grano. De la variedad Churosa se obtiene al menos 11,9 t.ha⁻¹ de producción en vaina verde (Galindo, 2022).

3.4. Variedades de Arveja

3.4.1. San Isidro

Esta variedad se obtuvo como parte del mejoramiento genético del año 1992, como parte del bloque de cruzamiento que incluyó diferentes genotipos con características deseables como alta capacidad de carga, sanidad, buen tamaño y calidad de vaina grano. De acuerdo con ensayos que se ha realizado en el país se determina que esta es una variedad mejorada de la arveja de amarre con un crecimiento voluble y especialmente adaptada para la zona fría, aunque esta se desarrolla con total normalidad en las alturas comprendidas entre los 2600 y 2800 m s.n.m, en las cuales se presenten precipitaciones de 700 y 1000 mm.año⁻¹. Esta presenta características significativas tales como:

- Grano de forma redonda, lisa y verde
- Días a la floración 58-61
- Días a la cosecha en grano verde 112- 118 días
- Alto rendimiento en grano verde: 3,5 t.ha⁻¹
- Buen rendimiento en grano seco: 1,2 t.ha⁻¹

- Mayor tiempo de permanencia del grado verde sin oxidarse (Paspuel, 2013).

Dentro de los beneficios que más destaca se tiene:

- Es una alternativa rentable desde el año 2005, desplazando a la papa.
- El tiempo que dura el grano verde sin oxidarse y posterior la germinación, figura menores pérdidas en postcosecha, por lo cual representa un producto rentable y sostenible en el mercado.
- Debido a la facilidad de su producción de manera escalonada, esta ofrece una permanencia en la oferta de arveja en estado verde (Agrosavia, 2021).

Pese a que las características generales mencionan que tienen una adaptación en los pisos de 2400 a 2800 m s.n.m de acuerdo con las investigaciones realizadas por la Universidad de Nariño se obtuvo que esta variedad se desarrolla de mejor maneja en lugares que comprenden una altura de 2600 a 2800 m s.n.m.

3.4.2. Andina

Esta variedad también formó parte del bloque de mejoramiento al igual que la variedad anterior, por lo que tienen una relación familiar, según Paspuel (2013), esta variedad presenta un crecimiento voluble y adaptada para la zona fría que se comprenden en las alturas de 2600 a 2900 msnm, y que presenten unas precipitaciones al año de 700 y 1000 mm, esta variedad se caracteriza por:

- Buen rendimiento en estado de grano verde siendo de 3,2 t.ha⁻¹
- Mayor tiempo de permanencia en estado verde del grano sin oxidarse ni germinar, lo cual asegura su buen valor comercial en el mercado.

Dentro de los beneficios que se tiene al cosechar esta variedad se encuentra:

- Presenta una opción de reconversión productiva debido a su buen rendimiento y rentabilidad.
- Por su gran tiempo de permanencia sin oxidarse representa una disminución en las pérdidas de postcosecha.
- Por su producción escalonada con facilidad esta variedad se la produce durante todo el año (Agrosavia, 2021).

Esta variedad se recomienda sembrarlo como un cultivo independiente, utilizar un sistema de manejo el cual involucre surcos, debido a que puede presentar dificultades de emergencia debido al difícil rompimiento de la capa del suelo, por lo cual no se recomienda hacerlo de manera directa. Para el control de las malezas es importante hacerlo a partir de cuándo la planta presenta 10 cm de altura. El control de enfermedades se lo realizara siempre y cuando se tenga conocimiento de la incidencia y severidad de la plaga en la planta. La cosecha de esta variedad para consumo fresco se la realiza cuando las vainas presentan un color blanquecino Federación Nacional de Cultivadores de Cereales (FENALCE, 2022).

3.2.3. Churosa (Udenar Rizada)

Esta variedad nace en respuesta a problemas manifestados por los productores debido al alto costo que representa el tutorado de este producto, dado que se han visto en la necesidad de entablar un encanastillado a partir de los 40 cm de altura de la planta, volviendo a realizar esta actividad cada 25 cm por consiguiente al no poner en práctica estas actividades se corre el peligro de que el cultivo se postre en el suelo debido al aumento de peso a partir de la etapa de llenado de vainas. Es por esta razón que los genotipos denominados como gen Afila, al momento de su expresión fenotípica realizan el cambio de las hojas laterales por zarcillos con lo cual las mismas plantas ayudan al proceso de tutorado ya que la presencia de estos en gran cantidad hace que se agarren mejor a los hilos y a plantas vecinas haciendo que se reduzca el doble tutorado.

Esta variedad tiene como hábito un buen crecimiento voluble, la presencia del gen Afila va a reemplazar las hojas por zarcillos, lo cual le va a permitir un mejor agarre de las plantas sobre los hilos de propileno. La adaptación de esta se da entre los 2600 y 2900 m s.n.m. Pese que se menciona que tiene un ambiente de larga adaptación varios estudios realizados por la Universidad de Nariño en el 2019 dieron a conocer que esta variedad tiene una mejor respuesta en los municipios de Gualmatan que se encuentra a 2830 m s.n.m y el municipio de Pupiales que se encuentra a 3014 m s.n.m, Galindo (2022). La producción puede alcanzar 14,7 t.ha⁻¹, con un ciclo de vida de 117 días a la cosecha en verde (Checa et al., 2021).

3.5. Comportamiento agronómico de la arveja en distintas zonas

Como ya se ha mencionado el cultivo de este producto es de vital importancia dentro del país puesto que se lo consume a gran escala, es por esta razón que se busca contrarrestar esta demanda por medio de la evaluación agronómica, dado que de este modo se puede obtener la valoración del efecto del ambiente en el desarrollo del cultivo para así poder determinar las zonas aptas y realizar una buena planificación de la producción (Galindo y Clavijo, 2009). Se ha realizado estudios donde se toman en cuenta el efecto ambiente, como es el caso Galindo y Clavijo (2009), donde evaluaron el desarrollo de plantas de arveja en condiciones de la Sabana de Bogotá, Colombia que se encuentra a 2640 m s.n.m. con 14°C, en la investigación se midieron las diferencias que existen al someter el cultivo a campo abierto con 13,9 °C e invernadero con 21°C. Así también García (2017), ha sometido a evaluación agronómica tres variedades de arveja en la región de Chia – Cundinamarca que presenta un piso altitudinal de 2600 m s.n.m. Paspuel (2013) en su investigación Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de arveja de tutoreo *Pisum sativum L.* Carchi – Ecuador” tomo en cuenta el lugar de la zona norte en donde se tiene las condiciones de 2700 m s.n.m. además la Universidad de Nariño en su libro Arveja Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia, menciona que ellos han sido quienes se han encargado de buscar por medio de pruebas los mejores ambientes en los que se pueda desarrollar las variedades San Isidro, Andina y Churosa (Udenar rizada).

3.6. Escala BBCH en el cultivo de arveja

Como lo menciona Checa et al., (2022) en su libro Arveja Ciencia y Tecnología al Sur de Colombia, el uso de esta escala es de suma importancia cuando se busca caracterizar una o más variedades de arveja de forma detallada ya que las diferentes etapas fenológicas se representan por medio de un código que corresponde a cada estado de desarrollo de las plantas. Para Rodríguez (2017), las etapas fenológicas más importantes dentro del cultivo de arveja de tutoreo se las describe a continuación.

Tabla 4

Esquema de la escala BBCH con las etapas fenológicas más importantes a medir dentro del ensayo en desarrollo.

| Estadio | Código | Descripción | Días | | |
|------------------------------------|--------|--|---------|---------|---------|
| | | | Lote 1 | Lote 2 | lote 3 |
| Estado 0 | 0 | 01.- Emergencia: Brote sale de manera superficial del suelo, | | | |
| Estadio 3 | 30 | 30.- Comienzo del alargamiento del tallo | | | |
| Estadio 6 (Floración) | 61 | 65.- Plena floración: 50% de las flores abiertas. | Primera | Primera | Primera |
| | | | Segunda | Segunda | Segunda |
| Estadio 7 (Formación del fruto) | 79 | 79.- Las vainas alcanzan el tamaño típico (madurez verde); las arvejas se encuentran completamente formadas. | Primera | Primera | Primera |
| | | | Segunda | Segunda | Segunda |

Nota: Adaptado de la *Codificación BBCH de los estadios fenológicos del desarrollo del guisante o arveja (Pisum sativum L.)*, (p. 45), Rodríguez, 2017.

La importancia de que se utilice esta escala es debido a que conocer cada una de las etapas fenológicas del cultivo ayuda y permite planificar a futuro labores culturales como fertilización, control de maleza, control de plagas y enfermedades, además de establecer la época de cosecha.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material Vegetal

Variedad San Isidro

- Grano de forma redonda, lisa y verde
- Días a la floración 58-61
- Días a la cosecha en grano verde 112- 118 días
- Alto rendimiento en grano verde: 3,5 t.ha⁻¹
- Buen rendimiento en grano seco: 1,2 t.ha⁻¹
- Mayor tiempo de permanencia del grado verde sin oxidarse (Paspuel, 2013).

Variedad Andina

- Presenta una opción de reconversión productiva debido a su buen rendimiento y rentabilidad.
- Por su gran tiempo de permanencia sin oxidarse representa una disminución en las pérdidas de postcosecha.
- Por su producción escalonada con facilidad esta variedad se la produce durante todo el año (Agrosavia, 2021).

Variedad Churosa

- Se da entre los 2600 y 2900 m s.n.m.
- La producción puede alcanzar 14,7 t.ha⁻¹
- Un ciclo de vida de 117 días a la cosecha en verde. (Paspuel, 2013).

4.1.2. Material utilizado en el área experimental

- Palos de madera
- Cinta métrica
- Piola

- Estacas
- Machetes
- Azadillas
- Baldes
- Hilaza

4.1.3. Materiales y equipos de oficina

- Computador
- Cuaderno de campo

4.2. Método 1

4.2.1. Localización del proyecto

La presente investigación se estableció en la Provincia del Carchi en los cantones Bolívar y Montufar, parroquias La Paz y Bolívar, donde se realizó la siembra de 3 variedades de arveja de amarre a 3 diferentes pisos altitudinales, la evaluación se determinó a través de la medición de temperatura y humedad relativa con un termómetro ambiental, el cual permaneció en campo desde el establecimiento del ensayo hasta la cosecha en grano verde, en cada uno de los pisos altitudinales.

Figura 1

Piso altitudinal 1 Comunidad El Colorado a una altura de 2840 m s.n.m.



Nota. El recuadro azul del fondo es el lugar de ensayo. Google Earth, 2023.

En la figura 1 se encuentra la comunidad de “El Colorado” ubicado en la parroquia la paz, cantón Montúfar a una altura de 2840 m s.n.m. Con una latitud de $0^{\circ}32'33''$ N y una longitud de $-77^{\circ}52'29''$ O.

Figura 2

Piso altitudinal 2 Comunidad Cuesaca con una altura de 2663 m s.n.m.



Nota. El recuadro azul del fondo es el lugar de ensayo. Google Earth, 2023.

En la figura 2 se encuentra la comunidad de “Cuesaca” en la parroquia Bolívar, cantón Bolívar a una altura de 2663 m s.n.m. Con una latitud de $0^{\circ}29'21''$ N y una longitud de $-77^{\circ}52'59.28''$ O.

Figura 3

Piso altitudinal 3 Comunidad Cunquer con una altitud de 2272 m s.n.m.



Nota. Google Earth, 2023.

En la figura 3 se encuentra la comunidad de “Cunquer” en la parroquia Los Andes, cantón Bolívar a una altura de 2272 m s.n.m. Con una latitud de $0^{\circ}27'40.8''$ N y una longitud de $-77^{\circ}56'24.11''$ O

4.2.2. Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó en el estudio fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial AxB, en donde se evaluó un total de 27 unidades experimentales, el cual será resultado del uso de 3 variedades de arveja (*San Isidro, Andina, Churosa*), en 3 pisos altitudinales, con tres repeticiones por tratamiento.

4.2.3. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos en la investigación fueron ordenados en el software Microsoft Excel 2016 (16.0) y procesados en el programa estadístico R-Studio versión (2022.02.3+492), para el análisis estadístico de cada una de las variables se inició con la determinación de la

normalidad con la prueba Shapiro-Wilk, posterior con la prueba de homogeneidad Barlett y una vez que las variables cumplieron con las pruebas mencionadas se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA), con una prueba de significancia de TUKEY al 5%.

Tabla 5

Esquema de análisis de varianza para la evaluación de tres variedades de arveja a tres diferentes pisos altitudinales.

| Fuentes de Variación (FV) | Grados de libertad (GL) |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Total | 26 |
| Tratamientos | 8 |
| Factor A (Variedades) | 2 |
| Factor B (Pisos altitudinales) | 2 |
| Interacción AxB | 4 |
| Error experimental | 18 |

4.2.4. Factores en estudio

Factor A: Variedades

Las variedades utilizadas han sido puestas a investigación por diferentes estudiantes dado que las mismas representan una fuente de trabajo de pequeños y grandes agricultores. Las variedades utilizadas son:

- V1: San Isidro
- V2: Andina
- V3: Churosa

Factor B: Pisos altitudinales

Se establecieron diferentes pisos altitudinales, evaluar las diferencias fenológicas y los resultados productivos existentes de las variedades a diferentes alturas. Los pisos altitudinales se presentan de la siguiente manera:

- Piso 1: Comunidad “El Colorado” a 2840 m s.n.m.
- Piso 2: Comunidad “Cuesaca” a 2663 m s.n.m.
- Piso 3: Comunidad “Cunquer” a 2272 m s.n.m

4.2.5. Unidad Experimental

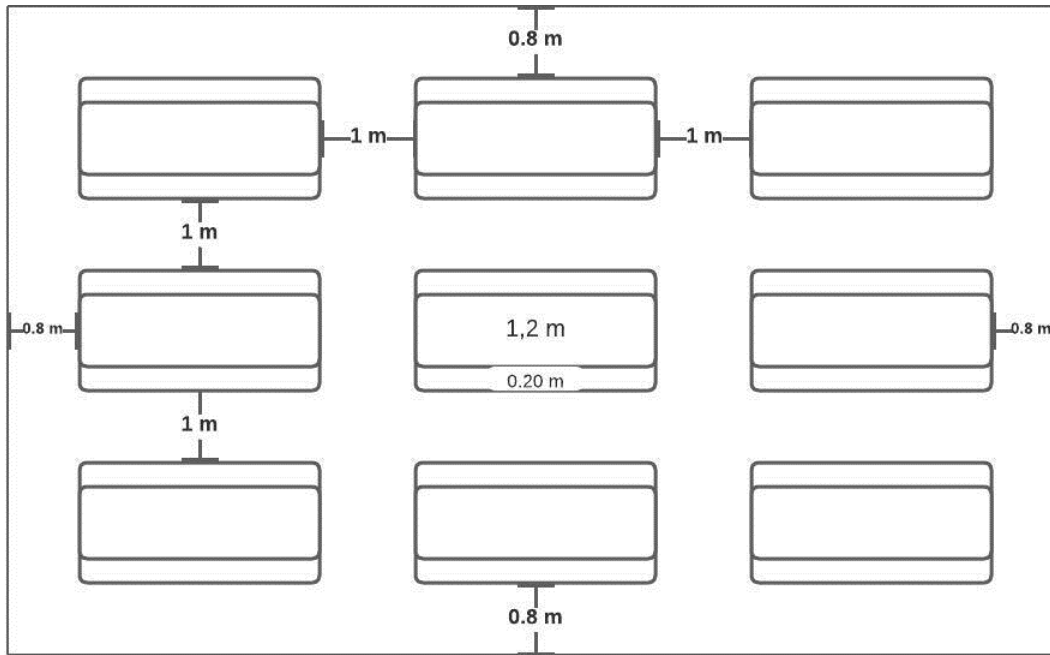
4.2.5.1. Parcela absoluta

Se diseñó la siguiente estructura para la implementación del experimento con los datos tomados del libro La arveja Investigación y Tecnología elaborado por Checa et al. (2022) en donde nos da las pautas para establecer este cultivo.

En cada piso altitudinal se estableció el ensayo de la siguiente manera:

Figura 4

Diseño de las unidades experimentales para cada piso altitudinal

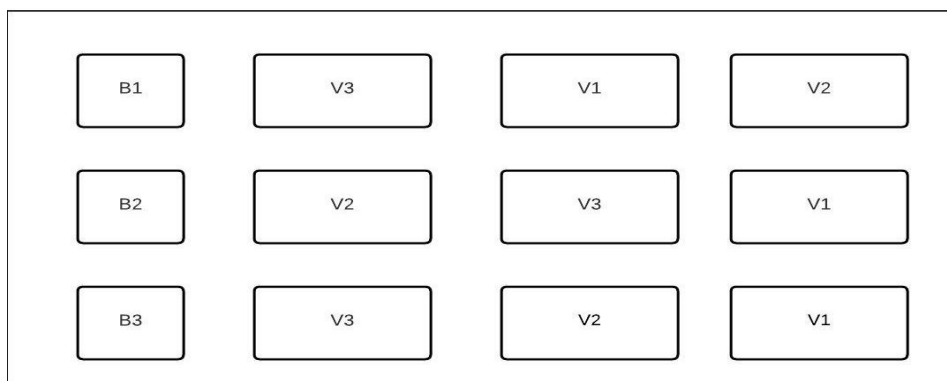


4.2.5.2. Distribución aleatorizada para cada piso altitudinal

Se realizó un diseño completamente al azar con interacción A×B para cada uno de los pisos altitudinales con la ayuda del programa R- Studio obteniendo los siguientes datos:

Figura 5

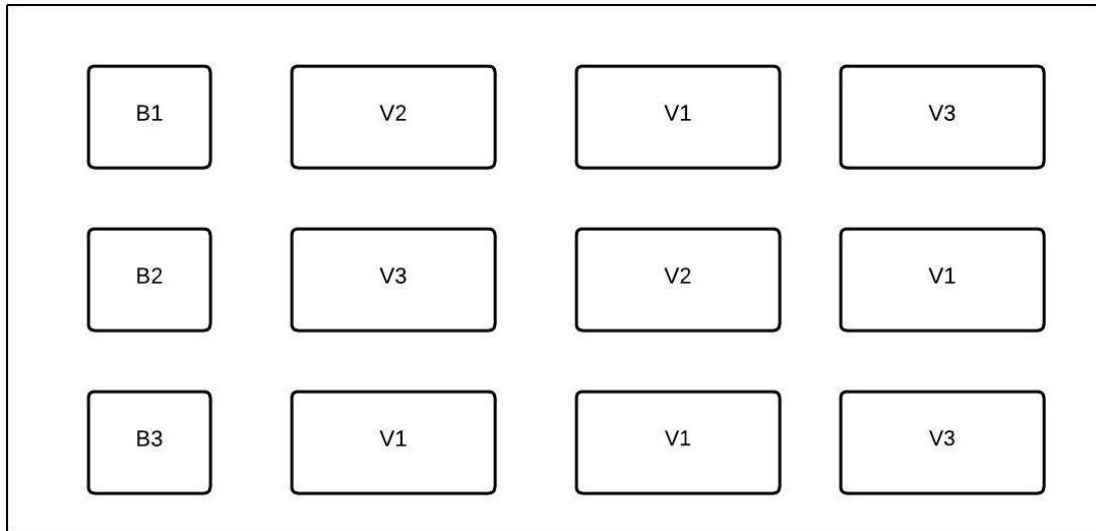
Distribución de los tratamientos de las unidades experimentales en el piso altitudinal 1 (El Colorado)



Nota: B: Bloque; V: Variedad

Figura 6

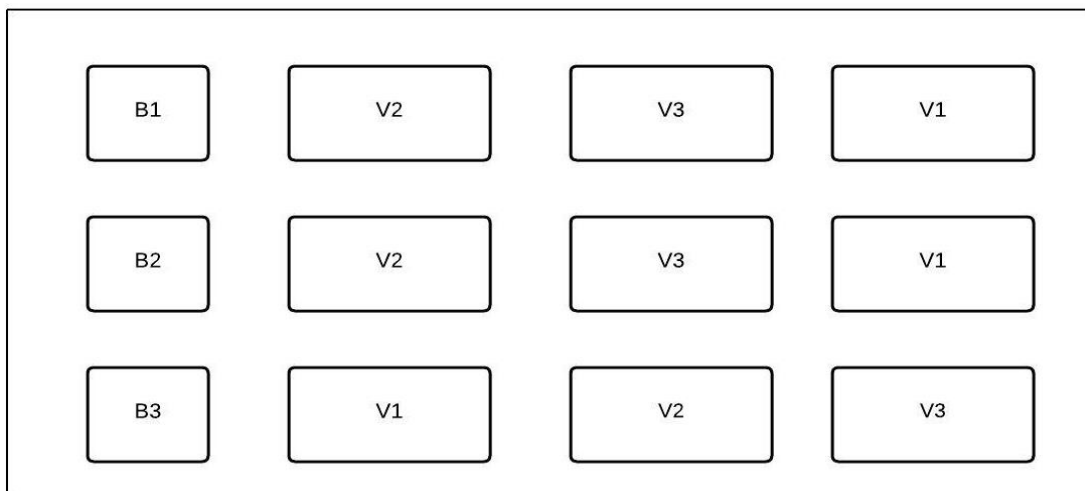
Distribución de los tratamientos de las unidades experimentales en el piso altitudinal 2 Cuesaca



Nota: B: Bloque; V: Variedad

Figura 7

Distribución de los tratamientos de las unidades experimentales en el piso altitudinal 3 (Cunquer)



Nota: B: Bloque; V: Variedad

4.2.6. Variables en estudio

4.2.6.1. Variables Independientes

Variedad de la semilla

- V1; San Isidro
- V2: Andina
- V3: Churosa

Pisos altitudinales

- Piso 1: Comunidad “El Colorado” a 2840 m s.n.m.
- Piso 2: Comunidad “Cuesaca” a 2663 m s.n.m.
- Piso 3: Comunidad “Cunquer” a 2272 m s.n.m

4.2.6.2 Variables Dependientes

- Medición del estado fenológico en la escala BBCH. (Estadio 0= Germinación, Estadio 5= floración, Estadio 7= Formación del fruto.) De acuerdo con lo mencionado por Checa et al. (2022), esta fase se la toma en cuenta por días, además que por medio de esto busca identificar las etapas del desarrollo del cultivo.
- Número de cosechas en el cultivo de este producto de acuerdo con Galindo (2020), se puede realizar en varios pases o ciclos que pueden ser de dos a cuatro, aunque generalmente son 3, la cosecha de cada uno de estos varía con un intervalo de entre 8 y quince días. Dentro de esta investigación para el piso altitudinal 1 se realizó una cosecha debido a la presencia de altas precipitaciones, y para el piso 2 y 3 se obtuvo dos cosechas.
- Producción $t.h^{-1}$ en vaina y grano. Una vez que se obtuvo las cosechas se procedió al debido pesaje y posterior al desgrane de las mismas tal como lo menciona Checa et al. (2022).

4.3. Método 2 (Manejo del cultivo)

4.3.1. Adquisición de la semilla

Las semillas fueron adquiridas en la ciudad de San Gabriel en el Almacén La Granja dedicado a la venta de semillas de todas las variedades de granos, aquí se manifestó que cada una de las variedades tienen los permisos que avalan su certificación.

4.3.2. Muestreo de suelo de los tres pisos altitudinales y envió análisis de suelo

Para cada uno de los pisos altitudinales ya mencionados se aplicó el muestreo de tipo zigzag la cual se presenta como una técnica descrita por Mendoza y Espinosa (2017), en la cual hacen el uso de una pala para tomar muestras de tierra que se encuentren a una profundidad alrededor de los 20 cm, lo mismo se realiza en 10 puntos de la parcela puesta a estudio, posterior se colocó en un balde en donde se mezcló y se obtuvo una muestra homogénea que se la colocó 500 g en una bolsa plástica y se etiquetó para su análisis.

4.3.3. Metodología de siembra

La forma en que se sembró fue de manera directa, por medio de la elaboración de camas, las cuales tienen una dimensión de 1,50 m de ancho por 3 m de largo. En las mismas camas se elaboraron dos surcos los cuales tienen una distancia de 1,20 m de distancia entre sí, posterior la distancia que se estableció entre plantas al momento de colocar las semillas fue de 0,10 m (Galindo, 2020).

4.3.4. Riego y tutoreo

Riego

De acuerdo con la tabla de requerimiento hídrico establecida por Galindo (2020), se observó que para las camas del piso altitudinal 3 se podía utilizar un riego por inundación hasta la capacidad de campo en la etapa de germinación, para los otros pisos altitudinales no fue necesario realizar este proceso debido a que se encontraban en una etapa de fuertes precipitaciones.

Tutoreo

El tipo de tutoreo que se brindó al cultivo fue el de tipo vertical en la primera etapa del cultivo, siendo posteriormente necesario realizar el tutoreo horizontal debido a la elongación de la planta, para que el manejo sea más fácil y eficiente (Checa, et al., 2022).

4.3.5. Cosecha

Esta fase se realizó en distintas etapas dependiendo del piso altitudinal, para el piso 1 se obtuvo una sola cosecha debido a la presencia de constantes precipitaciones, mientras que para el piso altitudinal 2 y 3 se realizó dos cosechas. Cuando ya se observó el absoluto llenado de las vainas se las recogió en baldes por separado y posteriormente se las almacenó en bolsas plásticas las cuales ya se encontraban con las respectivas etiquetas. Una vez que se realizó el pesaje de cada una de ellas, las mismas fueron llevadas al desgrane de manera manual y posterior a su respectivo pesaje. En esta fase se siguieron las normas de cosecha establecidas en el manual de Cultivo de arveja 2020.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en la investigación de campo se tabularon y proceso en el programa R-Studio, luego se utilizó el software Microsoft Excel 365. Los mismos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), con una prueba de significancia de TUKEY al 5%.

5.2. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianza

Se realizó esta prueba con el fin de examinar la distribución normal que existe entre los datos, para cada una de las variables puestas a consideración se aplicó la prueba Shapiro-Wilk. Adicional se realizó la prueba de homogeneidad de la varianza mediante la prueba Barlett con la cual se ve que los valores de F calculado son mayores a 0.05 con lo cual se concluye que son homogéneos.

Tabla 6*Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianza*

| VARIABLES A EVALUAR | N | \bar{X} | Desviación estándar | W° | p-value | Homogeneidad de varianza |
|---------------------------|----|-----------------------|---------------------|------|---------|--------------------------|
| | | U.M. | | | | |
| Altura | | (cm) | | | | |
| Altura 30 días | 27 | 24,34 | 1,22 | 0,91 | 0,38 | 0,66 |
| Altura 60 días | 27 | 74,86 | 5,32 | 0,98 | 0,95 | 0,52 |
| Altura 90 días | 27 | 108,28 | 4,64 | 0,84 | 0,66 | 0,73 |
| | | U.M. | | | | |
| Producción en vaina | | (t.ha ⁻¹) | | | | |
| Piso altitudinal 1 | 12 | 1,87 | 0,28 | 0,94 | 0,6 | 0,44 |
| Piso altitudinal 2 | 12 | 11,92 | 1,43 | 0,92 | 0,45 | 0,75 |
| Piso altitudinal 3 | 12 | 16,91 | 1,53 | 0,97 | 0,9 | 0,9 |
| Análisis general | 27 | 10,23 | 1,08 | 0,95 | 0,22 | 0,53 |
| Producción en grano verde | | | | | | |
| Piso altitudinal 1 | 12 | 0,8 | 0,1 | 0,94 | 0,61 | 0,59 |
| Piso altitudinal 2 | 12 | 5,21 | 0,63 | 0,97 | 0,93 | 0,93 |
| Piso altitudinal 3 | 12 | 8,75 | 0,73 | 0,92 | 0,42 | 0,86 |
| Análisis general | 27 | 4,92 | 0,48 | 0,89 | 0,48 | 0,90 |

N=Número de muestras; \bar{X} = Media; *p-value* = p-valor; U.M= Unidad de medida**5.3. Variables en estudio****5.3.1. Altura****5.3.1.1. Altura a los 30 días en los tres pisos altitudinales**

En la tabla 6, se muestra el ANOVA para la variable altura de planta a los 30 días en los tres pisos altitudinales, donde se muestra que existió diferencia significativa al 5% entre

tratamientos como también en bloques por ende la diferencia en su interacción. Se obtuvo un promedio de 24,34 cm, presentando un coeficiente de variación de 6,52%, lo cual nos indica que hay una baja variabilidad entre los datos y por ende una confiabilidad en los resultados.

Tabla 7

Análisis de la varianza para la altura (cm) a los 30 días

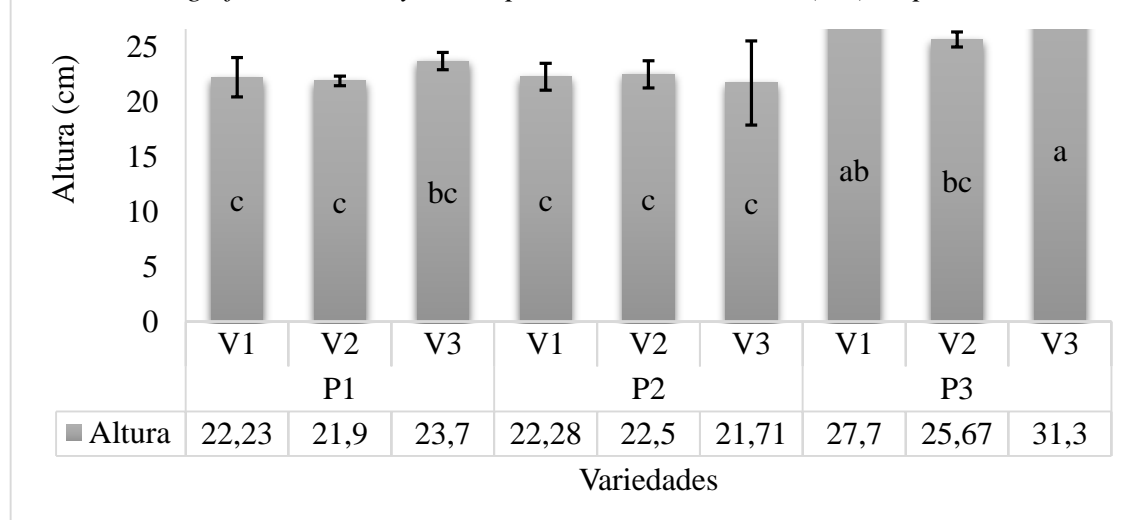
| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|-------|--------|--------|-------|--------------------|---------------|
| Variedad (A) | 2 | 205,31 | 102,66 | 40,75 | 2.10 ⁻⁷ | ** |
| Piso (B) | 2 | 23,05 | 11,52 | 4,57 | 0,02 | * |
| A×B | 4 | 32,97 | 8,24 | 3,27 | 0,03 | * |
| Error | 18 | 45,34 | 2,52 | | | |
| C.V (%) | 6,52 | | | | | |
| Promedio | 24,34 | | | | | |

Nota: **F.V:** Fuentes de variación, **G.L:** Grados de libertad, **S.C:** Suma de cuadrado, **C.M:** Cuadrados medios, **Fo:** valor de F calculado, **F 0.05:** valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, **ns:** No existen diferencias significativas.

En la figura 8, se observa la prueba Tukey al 5% para altura de planta en los tres pisos altitudinales a los 30 días, en el cual se obtuvo cuatro rangos de significancia (A), (AB),

Figura 8

Prueba de significancia Tukey al 5% para la variable altura (cm) de planta los 30 días



(BC), (C). En el rango A se encuentra el piso altitudinal 3 con la variedad Churosa (V3). En el rango AB al piso altitudinal 3 con la variedad San Isidro (V1), en el rango BC se tiene al piso altitudinal 3 con la variedad Andina (V2) y al piso altitudinal 1 con la variedad Churosa (V3) y en el rango C se tiene el piso altitudinal 2 con la variedad San Isidro (V1), Andina (V2) y Churosa (V3), además del piso altitudinal 1 con la variedad San Isidro (V1) y Andina (V2).

Al evaluar la variable altura de planta a los 30 días, se tomó en cuenta los valores obtenidos por Checa et al. (2017), en su investigación Evaluación económica y agronómica de arveja arbustiva *Pisum sativum L.* en diferentes épocas de siembra y sistemas de tutorado quienes obtuvieron una media de 22,86 cm, lo cual al estimar cada una de las variedades en los diferentes pisos altitudinales nos da a conocer que el desarrollo del cultivo se muestra de manera productiva en cada uno de los pisos altitudinales en estudio. Sin embargo, se observó las diferencias estadísticas que existen entre los pisos altitudinales, por tanto, muestra que el mejor ambiente de interacción con el cultivo fue el piso altitudinal 3, dado que las alturas de la planta en este piso superan a las de la investigación puesta a consideración lo mismo que se debe a que la elongación de la planta está influenciada por el ambiente pues según Galindo y Clavijo (2009), el desarrollo acelerado de las plantas se encuentra asociado a días largos y calurosos.

5.3.1.2. Altura a los 60 días en los tres pisos altitudinales

En la tabla 3 se puede observar el ANOVA referente a la variable altura de la planta a los 60 días de los diferentes pisos altitudinales, el cual muestra diferencia altamente significativa al 5% entre tratamientos, bloques (piso altitudinal) y su interacción, con un promedio de 74,86 cm y un coeficiente de varianza de 8%.

Tabla 8

Análisis de la varianza para la altura (cm) de planta a los 60 días

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|----------------------|----------------------|
| Variedad (A) | 2 | 3418 | 1708,8 | 47,57 | 6,5x10 ⁻⁸ | ** |
| Piso (B) | 2 | 721 | 360,5 | 10,03 | 0,001 | * |

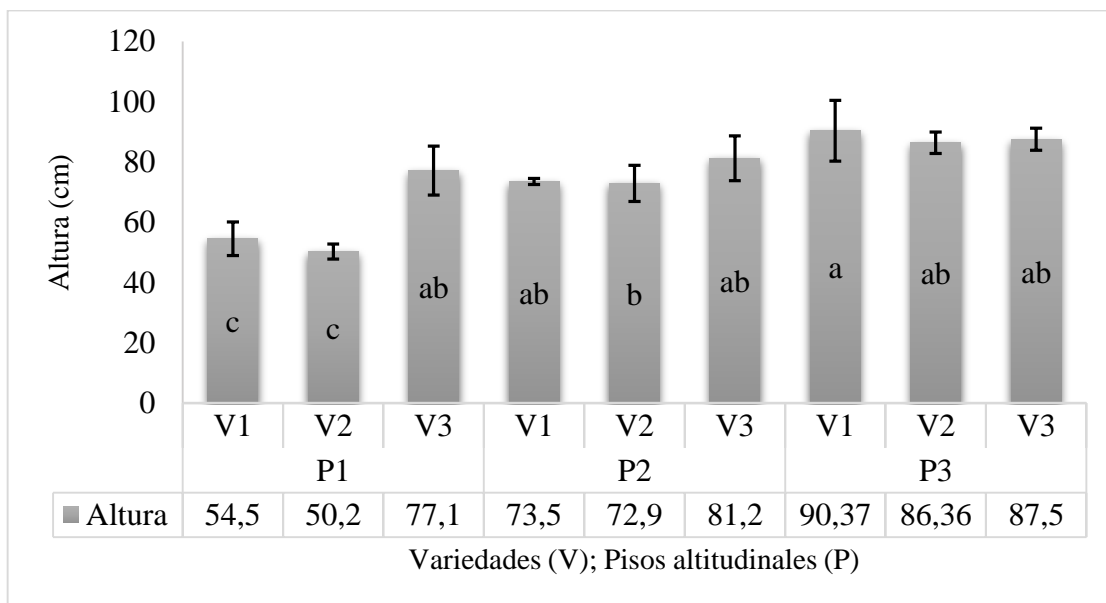
| | | | | | | |
|-----------------|-------|-----|-------|------|-------|---|
| A×B | 4 | 686 | 171,6 | 4,77 | 0,008 | * |
| Error | 18 | 647 | 35,9 | | | |
| C.V (%) | 8 | | | | | |
| Promedio | 74,86 | | | | | |

Nota: **F.V:** Fuentes de variación, **G.L:** Grados de libertad, **S.C:** Suma de cuadrado, **C.M:** Cuadrados medios, **Fo:** valor de F calculado, **F 0.05:** valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, **ns:** No existen diferencias significativas.

En la figura 5, se observa la prueba Tukey al 5% para altura de planta en los tres pisos altitudinales a los 60 días, en el cual se obtuvo cuatro rangos de significancia. (A); (AB); (B); (C). En el rango A se encuentra el piso altitudinal 3 con la variedad San Isidro (V1). En el rango AB se tiene al piso altitudinal 3 con la variedad Churosa (V3) y variedad Andina (V2) además se encuentra el piso altitudinal 2 con la variedad Churosa (V3) y la variedad San Isidro (V1). En el rango B se tiene al piso altitudinal 2 con la variedad Andina (V2) y en el rango C, se tiene al piso altitudinal 1 con la variedad San Isidro (V1) y la variedad Andina (V2).

Figura 9

Prueba de significancia Tukey al 5% para la variable altura (cm) a los 60 días



Al evaluar la altura de las plantas a los 60 días se tiene un promedio de 74,86 cm valor por debajo de la media obtenida en el estudio hecho por Paspuel (2013), que llega a un valor 76,62 cm como también en el obtenido por Checa et al. (2017), en su investigación Evaluación agronómica y económica de arveja arbustiva *Pisum Sativum L.* en diferentes épocas de siembra y sistemas de tutorado, obtuvieron una media de 77,25 cm. Sin embargo, si se analiza por piso altitudinal, se tiene que el piso altitudinal 3, todas las variedades presentan alturas por encima de las medias puestas a consideración esto se debe a la influencia de las condiciones del ambiente, dado que en ese sitio se tiene una temperatura media de 20,54 °C, así también para el piso altitudinal 2 que presenta una temperatura media de 16,79 °C la elongación de la planta se encuentra dentro de los valores considerados. No obstante en el piso altitudinal 1 con una temperatura de 14,27 °C se tiene dos variedades San Isidro (V1) y Andina (V2) con alturas que se encuentran muy por debajo de los promedios analizados, esta falta de desarrollo se debe a la influencia del que en este piso las fuertes precipitaciones y las bajas temperaturas se hicieron presentes. Y es que bajo inundación la capacidad de la planta para eliminar especies reactivas de oxígeno disminuye y hay acumulación de H₂O₂ lo que causa la peroxidación lipídica e incrementos de la permeabilidad de la membrana lo que conduce a una senescencia foliar y alteración en la elongación de la planta (Jiménez, et al., 2012).

5.3.1.3 Altura a los 90 días en los tres pisos altitudinales

En la tabla 3 se puede observar el ANOVA referente a la variable altura de la planta a los 60 días de los diferentes pisos altitudinales, el cual muestra diferencia altamente significativa al 5% entre tratamientos, bloques (piso altitudinal) y su interacción, con un promedio de 74,86 cm y un coeficiente de varianza de 8%.

Tabla 9

Análisis de la varianza para la altura (cm) de la planta a los 90 días.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|------|-------|-------|--------|----------------------|---------------|
| Variedad (A) | 2 | 45608 | 22804 | 785,42 | <2.10 ⁻¹⁶ | ** |

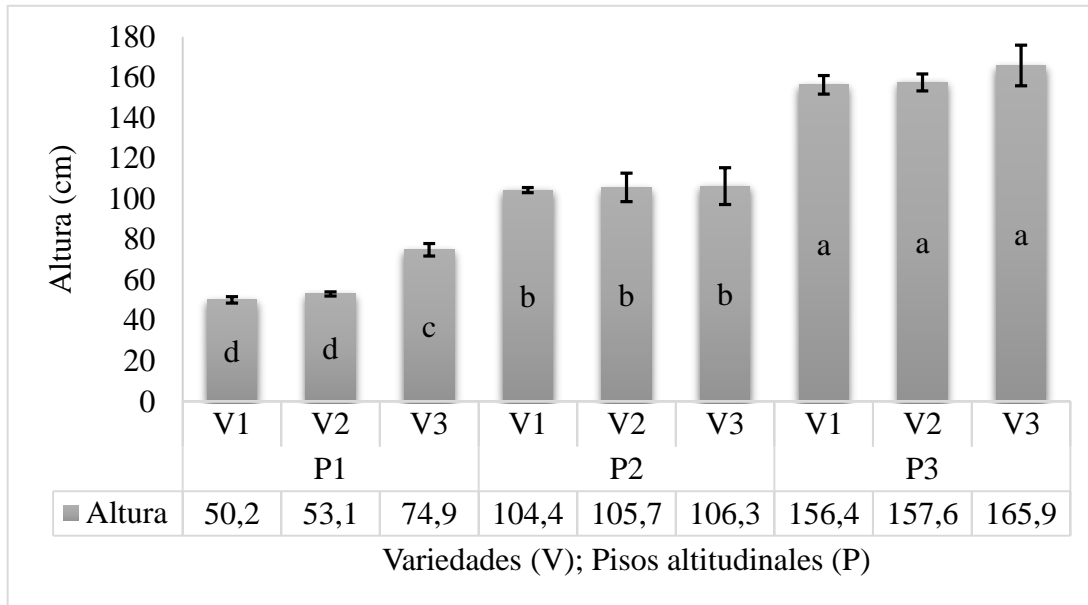
| | | | | | | |
|------------------|--------|-----|-----|-------|--------|----|
| Piso (B) | 2 | 636 | 318 | 10,95 | 0,0007 | ** |
| A×B | 4 | 626 | 157 | 5,394 | 0.0049 | ** |
| Error | 18 | 523 | 29 | | | |
| C.V (%) | 4,97 | | | | | |
| Promedio | 108,28 | | | | | |

Nota: **F.V:** Fuentes de variación, **G.L:** Grados de libertad, **S.C:** Suma de cuadrado, **C.M:** Cuadrados medios, **Fo:** valor de F calculado, **F 0.05:** valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, **ns:** No existen diferencias significativas.

En la figura 6, se observa la prueba Tukey al 5% para altura de planta en los tres pisos altitudinales a los 90 días, en el cual se obtuvo cuatro rangos de significancia. En el rango A se encuentran las tres variedades Churosa (V3), Andina (V2) y San Isidro (V1) en el piso altitudinal 3 (Cunquer). En el rango B se presentan las variedades Churosa (V3), Andina (V2) y San Isidro (V1) en el piso altitudinal 2 (Cuesaca). En el rango C la variedad Churosa (V3) en el piso altitudinal 1 y en el rango D, la variedad Andina (V2) y San Isidro (V1) del piso altitudinal 1 (El Colorado).

Figura 10

Prueba Tukey al 5% para la variable altura (cm) de planta a los 90 días



Al evaluar altura de planta en los tres pisos altitudinales se obtuvo que en el piso altitudinal 3 la planta llegó a los 90 días al llenado de vaina, debido a que la siembra tardía de arveja se encuentran asociado a los días largos con temperaturas elevadas, condiciones del piso mencionado, lo que permitió que la maduración de las plantas sea acelerada y la cosecha sea más temprana Pacheco y Clavijo (2009), mientras que en el piso altitudinal 2 se estableció el llenado a los 106 días, y en el piso altitudinal 1 a pesar de no llegar al llenado de la vaina se evaluó a los 90 días debido a las condiciones ambientales del sector (lluvias extremas), que no permitieron tomar datos.

La altura promedio en el piso altitudinal 3 fue de 159,9 cm, para el piso altitudinal 2 fue de 105,4 cm y para el piso altitudinal 1 fue de 59,4 cm. La altura de planta en el piso altitudinal 3 presenta valores superiores a los reportados por Paspuel (2013), quien al evaluar el cultivo de arveja en Bolívar provincia del Carchi que se encuentra a 2700 m s.n.m reporta valores de una media de 124,48 cm, como también a los que obtuvo Chicaiza (2017), que logró una media de 137,0 cm. Por otro lado el piso altitudinal 2 presenta su altura con un valor de una

media de 105,4 cm, promedios superiores a los presentados por Vaca (2011), en su investigación que evalúa el cultivo de arveja en la provincia del Carchi, parroquia Santa Martha de Cuba habiendo llegado a obtener un valor de 98,65 cm promedio. Para el piso altitudinal 1 (El Colorado) se observa alturas muy por debajo de los promedios puestos a consideración, y por lo antes mencionado esto es resultado de la presencia de fuertes precipitaciones y bajas temperaturas lo cual hace que la planta entre en un estado de estrés hídrico secundario conocido como hipoxia, mismo estado que conduce a la planta tener problemas en los procesos fisiológicos y metabólicos, y por ende reducción en las tasas fotosintéticas, disminución de las síntesis de proteínas totales como también y más importante de las tasas de crecimiento (Bastidas, 2017).

5.3.2. Producción en vaina

5.3.2.1. Cosecha en vaina para el piso altitudinal 1

En la tabla 9, se puede observar el análisis ANOVA de la variable cosecha para el piso altitudinal 1 (El Colorado), como se puede evidenciar tanto en los tratamientos como en los bloques existe diferencia altamente significativa al 5%. Se obtiene que el promedio de esta primera producción en verde es de 1,87 t.ha⁻¹, así también este análisis arroja que el coeficiente de variación de 5,15% lo que indica alta confiabilidad en los resultados.

Tabla 10

Análisis de la varianza para la cosecha en verde (t.ha⁻¹) en el piso altitudinal 1

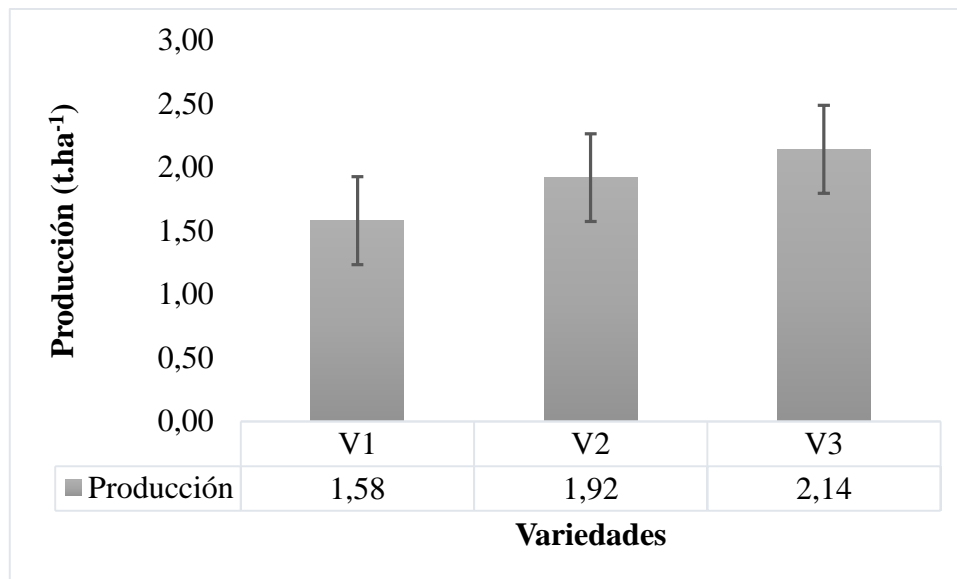
| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|----------------------|
| Variedad (A) | 2 | 0,48 | 0,24 | 25,79 | 0,005 | ** |
| Piso (B) | 2 | 0,44 | 0,22 | 23,69 | 0,006 | ** |
| Error | 4 | 0,03 | 0,009 | | | |
| C.V (%) | 5,15 | | | | | |
| Promedio | 1,87 | | | | | |

Nota: **F.V:** Fuentes de variación, **G.L:** Grados de libertad, **S.C:** Suma de cuadrado, **C.M:** Cuadrados medios, **Fo:** valor de F calculado, **F 0.05:** valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, **ns:** No existen diferencias significativas.

En la figura 7, se puede visualizar los promedios ($t.ha^{-1}$) de la primera cosecha que se realizó en el piso altitudinal 1 (El Colorado). Así se obtuvo que la variedad que presentó mayor producción fue la Churosa (V3) con $2,14 t.ha^{-1}$ y la variedad que presentó menor producción fue la variedad San Isidro (V1) con una producción que alcanza los $1,58 t.ha^{-1}$

Figura 11

Promedios ($t.ha^{-1}$) para la producción en verde en el piso altitudinal 1



5.3.2.2. Cosecha en vaina para el piso altitudinal 2

En la tabla 10, se tiene el análisis ANOVA de la cosecha del piso altitudinal 2 (Cuesaca). Como resultado se tiene que no existe diferencia significativa para los tratamientos. El promedio de la cosecha en verde es de $11,92 t.ha^{-1}$, además presenta un coeficiente de $11,35\%$.

Tabla 11

Análisis de la varianza para la cosecha en verde ($t.ha^{-1}$) en el piso altitudinal 2

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|--------------|------|------|------|------|--------|---------------|
| Variedad (A) | 2 | 9,20 | 4,60 | 2,51 | 0,19 | Ns |

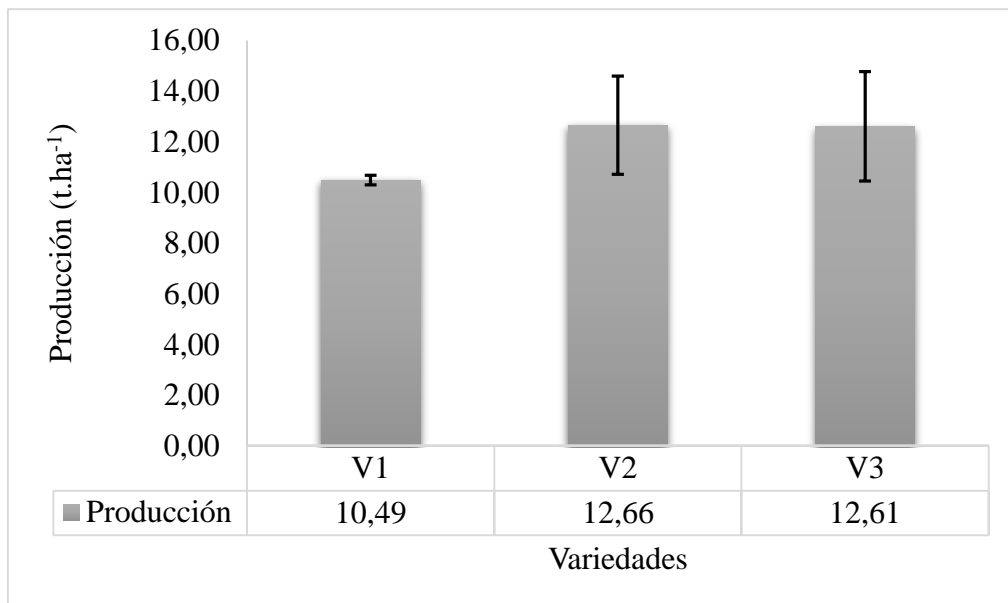
| | | | | | | |
|-----------------|-------|------|------|------|------|----|
| Piso (B) | 2 | 9,55 | 4,77 | 2,60 | 0,18 | Ns |
| Error | 4 | 7,32 | 1,83 | | | |
| C.V (%) | 11,35 | | | | | |
| Promedio | 11,92 | | | | | |

Nota: **F.V:** Fuentes de variación, **G.L:** Grados de libertad, **S.C:** Suma de cuadrado, **C.M:** Cuadrados medios, **Fo:** valor de F calculado, **F 0.05:** valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, **ns:** No existen diferencias significativas.

En la figura 12, se puede visualizar los promedios de la cosecha que se realizó en el piso altitudinal 2 (Cuesaca). Así se obtuvo que la variedad que presentó mayor producción fue la Andina (V2) con 12,66 t.ha⁻¹ y la variedad que presentó menor producción fue la variedad San Isidro (V1) con una producción que alcanza los 10,49 t.ha⁻¹.

Figura 12

Promedios (t.ha⁻¹) para la producción en verde en el piso altitudinal 2



5.3.2.3. Cosecha en vaina para el piso altitudinal 3

En la tabla 11, se tiene el análisis ANOVA de la cosecha del piso altitudinal 3 (Cunquer). Como resultado se tiene que si existe diferencia significativa al 5% para los tratamientos. El promedio de la primera cosecha en verde es de 16,91 t.ha⁻¹, además presenta un coeficiente

de variación de 6,49 % lo cual arroja una confiabilidad en los resultados debido a la baja variabilidad entre los mismos.

Tabla 12

Análisis de la varianza para la cosecha en verde en el piso altitudinal 3

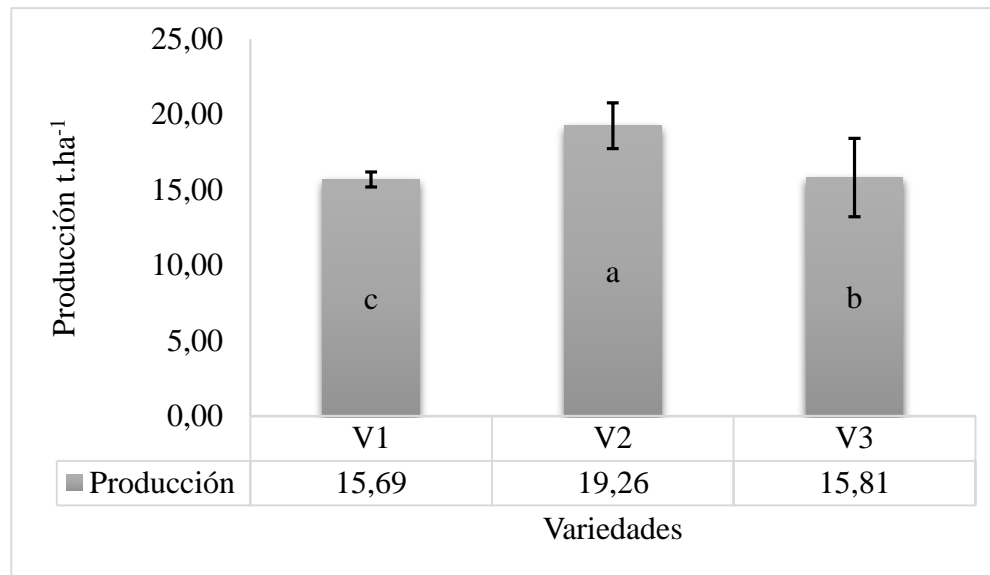
| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|----------------------|
| Variedad (A) | 2 | 24,64 | 12,32 | 10,21 | 0,026 | * |
| Piso (B) | 2 | 13,76 | 6,88 | 5,70 | 0,067 | ns |
| Error | 4 | 4,82 | 1,20 | | | |
| C.V (%) | 6,49 | | | | | |
| Promedio | 16,91 | | | | | |

Nota: **F.V:** Fuentes de variación, **G.L:** Grados de libertad, **S.C:** Suma de cuadrado, **C.M:** Cuadrados medios, **Fo:** valor de F calculado, **F 0.05:** valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, **ns:** No existen diferencias significativas.

En la figura 13, se observa la prueba Tukey al 5% para la producción en el piso altitudinal 3 que pertenece a Cunquer. Dentro del análisis se obtiene dos rangos de significancia. En el rango A se encuentra la variedad Andina (V2). En el rango B se tiene a la variedad Churosa (V3) y a la variedad San Isidro (V1) respectivamente.

Figura 13

Promedios (t.ha⁻¹) para la producción en verde en el piso altitudinal 3



5.3.2.4. Análisis general de la cosecha en vaina

En la tabla 8, se tiene el análisis ANOVA de las cosechas y su interacción en los diferentes pisos altitudinales. Como resultado se tiene que existe diferencia altamente significativa al 5% para los tratamientos. El promedio de la cosecha en verde de manera general en los tres pisos altitudinales es de 10,23 t. ha⁻¹, además presenta un coeficiente de variación de 14,08 % lo cual arroja confiabilidad en los resultados.

Tabla 13

Análisis de la varianza para la cosecha en verde (t.ha⁻¹) en general

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|-------|--------|------|-------|-----------------------|---------------|
| Variedad (A) | 2 | 1056,1 | 528 | 264,4 | 4,5.10 ⁻¹⁴ | ** |
| Piso (B) | 2 | 18,5 | 9,3 | 4,63 | 0,023 | * |
| A×B | 4 | 15,8 | 4 | 1,98 | 0.14 | ** |
| Error | 18 | 35,9 | 2 | | | |
| C.V (%) | 13,80 | | | | | |

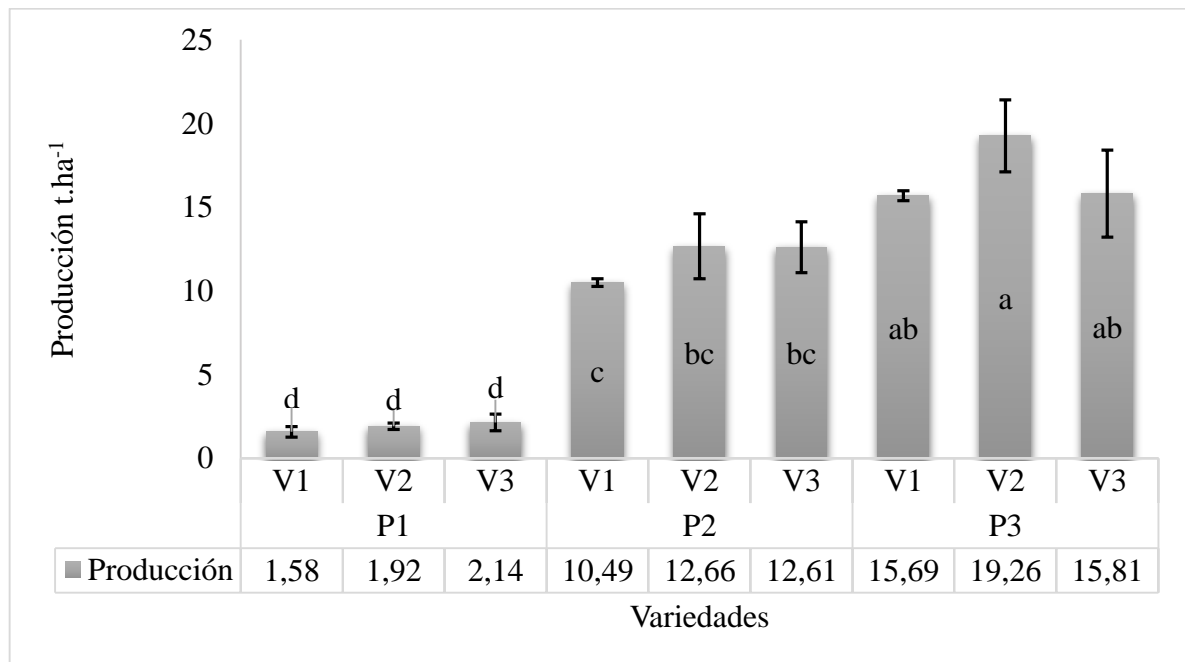
Promedio 10,23

Nota: **F.V:** Fuentes de variación, **G.L:** Grados de libertad, **S.C:** Suma de cuadrado, **C.M:** Cuadrados medios, **Fo:** valor de F calculado, **F 0.05:** valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, **ns:** No existen diferencias significativas.

En la figura 14, se observa la prueba Tukey al 5% para promedios (t.ha⁻¹) de la producción en verde de las diferentes variedades en los distintos pisos altitudinales, se obtienen cinco rangos de diferencia (A); (AB); (BC); (C); (D). En el rango A se tiene a la variedad Andina (V2) en el piso altitudinal 1, en el rango AB se encuentran las variedades Churosa (V3) y variedad San Isidro (V1) del piso altitudinal 3. En el rango BC se encuentran las variedades Andina (V2) y Churosa (V3) del piso altitudinal 2. En el rango C se tiene a la variedad San Isidro (V1) del piso altitudinal 2. En el rango D se tiene a la variedad Churosa (V3), Andina (V2) y San Isidro (V1) que pertenecen al piso altitudinal 1.

Figura 14

Prueba Tukey al 5% para la producción en verde (t.ha⁻¹)



Medir la producción muestra el final del ciclo del cultivo, como se puede observar en la figura 9 se presentan los valores obtenidos en las producciones para cada una de las variedades en

los diferentes pisos altitudinales. La producción en el piso altitudinal 3 que se encuentra a 2272 m s.n.m, tiene una media de producción de 16,91 t.ha⁻¹ estos valores son superiores a los obtenidos por Cruz et al. (2021), quien en su investigación Densidad estomática de arveja *Pisum sativum* L. por microscopía electrónica de barrido en relación al rendimiento obtuvieron un valor de producción de 13,25 t.ha⁻¹. Dentro de las razones por la cual en este sitio se ve que se ha maximizado la producción es debido a que en este sitio la altura de las plantas tuvo una media de 159.9 cm lo cual induce a lo mencionado por Sablowski (2020), que la altura de planta influye considerablemente en el rendimiento de un cultivo. En este piso altitudinal la variedad que más destaca es la variedad Andina (V2) teniendo una producción de 19,26 t.ha⁻¹ un valor realmente por encima de las producciones que se ha tomado como referencia, sin embargo, en el estudio realizado por Checa et al. (2017), cuando se ha realizado un buen manejo agronómico se llega a tener una producción de 16,67 t.ha⁻¹ valor semejante al obtenido en la investigación. Pese a esto las otras dos variedades San Isidro (V1) y Churosa (V3) con unas producciones de 15,69 t. ha⁻¹ y 15,81 t.ha⁻¹ respectivamente, presentan una producción muy prolifera.

La producción en el piso altitudinal 2 (Cuesaca) que se encuentra a 2663 m s.n.m tiene una media de 11,92 t.ha⁻¹ lo cual muestra una producción mucho más alta en comparación a los resultados obtenidos por Paspuel (2013), quien evaluó este cultivo en Bolívar a 2700 m.s.n.m. obteniendo una media de producción de 7,35 t.ha⁻¹. En la investigación realizada por Checa et al. (2017), quienes evaluaron el mismo cultivo a una altura de 2612 m.s.n.m. obtuvieron una media de producción de 12,96 t.ha⁻¹, valor por encima del que se obtuvo en este piso altitudinal. Sin embargo, si analizamos de manera independiente cada una de las variedades, se tiene que la variedad Andina (V2) y la variedad Churosa (V3) están dentro de la producción de más de las 12 t. ha⁻¹. Como se puede observar en las investigaciones que se ha citado se tiene como resultado que ha medida que la altura va disminuyendo la producción se va maximizando.

Para el piso altitudinal 1 (El Colorado) la producción de la variedad San Isidro (V1) fue de 1,58 t.ha⁻¹, para la variedad Andina (V2) de 1,92 t.ha⁻¹ y para la variedad Churosa (V3) con 2,14 t.ha⁻¹; con una media de 1,87 t.ha⁻¹ lo cual representa una valor muy por debajo de los estándares que ofrece las variedades que ya han sido puestas a prueba por Checa et al. (2021),

es así que en la investigación muestran que de la variedad San Isidro (V1) se obtienen al menos 9 t. ha⁻¹, de la variedad Andina (V2) 10 t. ha⁻¹ y de la variedad Churosa (V3) 11,95 t.ha⁻¹. Ahora dentro del análisis de este piso altitudinal que se encuentra a 2840 m s.n.m, una de las razones por la cual se presenta la baja producción es debido a que en este piso se presentaron fuertes precipitaciones impidiendo así que el cultivo desarrolle la segunda cosecha, puesto que esto tendió a ser un factor que alteró el metabolismo de la planta y redujo las tasas de crecimiento, mismo que conllevó a no poder llegar a la producción más allá de los 90 días. (Jimenez et al., 2012).

5.3.3. Producción en grano

5.3.3.1. Cosecha en grano para el piso altitudinal 1

En la tabla 13, se tiene el análisis ANOVA de la cosecha en grano del piso altitudinal 1 (El Colorado). Como resultado se tiene que existe diferencia significativa para los tratamientos. El promedio de la primera cosecha en grano es de 0,8 t.ha⁻¹ además presenta un coeficiente de variación de 13,88 %.

Tabla 14

Análisis de la varianza de la cosecha en grano (t.ha⁻¹) en el piso altitudinal 1

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|----------------------|
| Variedad (A) | 2 | 0,330 | 0,165 | 13,397 | 0,016 | * |
| Piso (B) | 2 | 0,062 | 0,008 | 0,657 | 0,566 | ns |
| Error | 4 | 0,049 | 0,012 | | | |
| C.V (%) | 13,88 | | | | | |
| Promedio | 0,8 | | | | | |

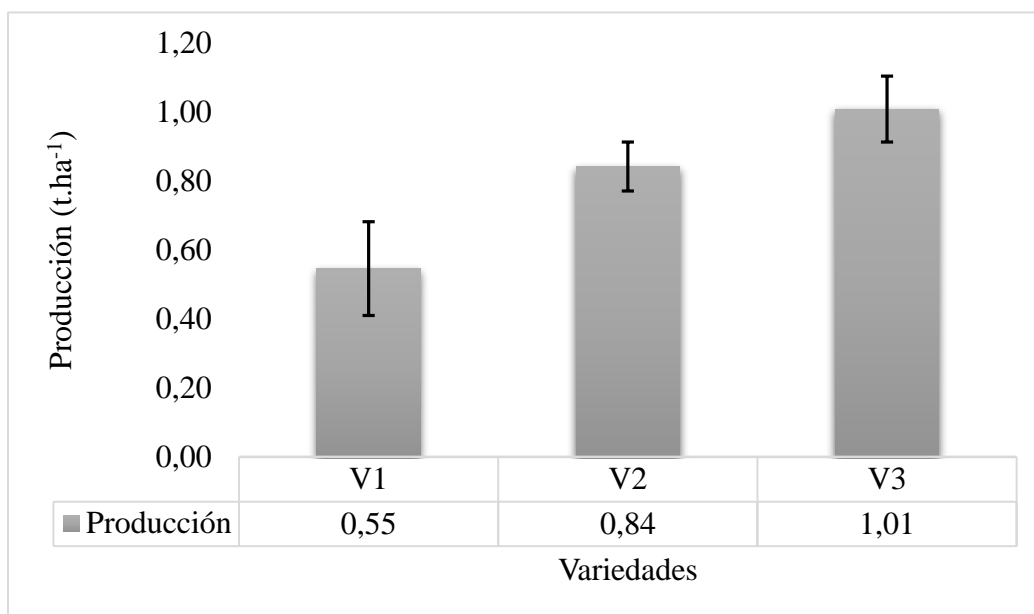
Nota: **F.V:** Fuentes de variación, **G.L:** Grados de libertad, **S.C:** Suma de cuadrado, **C.M:** Cuadrados medios, **Fo:** valor de F calculado, **F 0.05:** valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, **ns:** No existen diferencias significativas.

En la figura 15, se puede visualizar los promedios de la producción en grano. La variedad Churosa (V3) fue la que presentó mayor producción alcanzando 1,01 t.ha⁻¹. La variedad que

presento menor producción en este piso es la variedad San Isidro (V1) alcanzando 0,55 t.ha⁻¹.

Figura 15

Promedios (t.ha⁻¹) para la producción en grano en el piso altitudinal 1



5.3.3.2. Cosecha en grano para el piso altitudinal 2

En la tabla 14, se tiene el análisis ANOVA de la cosecha en grano del piso altitudinal 2 que pertenece al lote de Cuesaca. Como resultado se tiene que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, como tampoco presenta una diferencia significativa entre los bloques. El promedio de la primera cosecha en grano para este piso es de 5,21 t.ha⁻¹, además presenta un coeficiente de variación de 12,74 %.

Tabla 15

Análisis de la varianza para la cosecha en grano (t.ha⁻¹) en el piso altitudinal 2

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|------|-------|-------|-------|--------|---------------|
| Variedad (A) | 2 | 1,790 | 0,894 | 2,029 | 0,246 | ns |
| Piso (B) | 2 | 1,625 | 0,812 | 1,842 | 0,271 | ns |
| Error | 4 | 0,764 | 0,441 | | | |

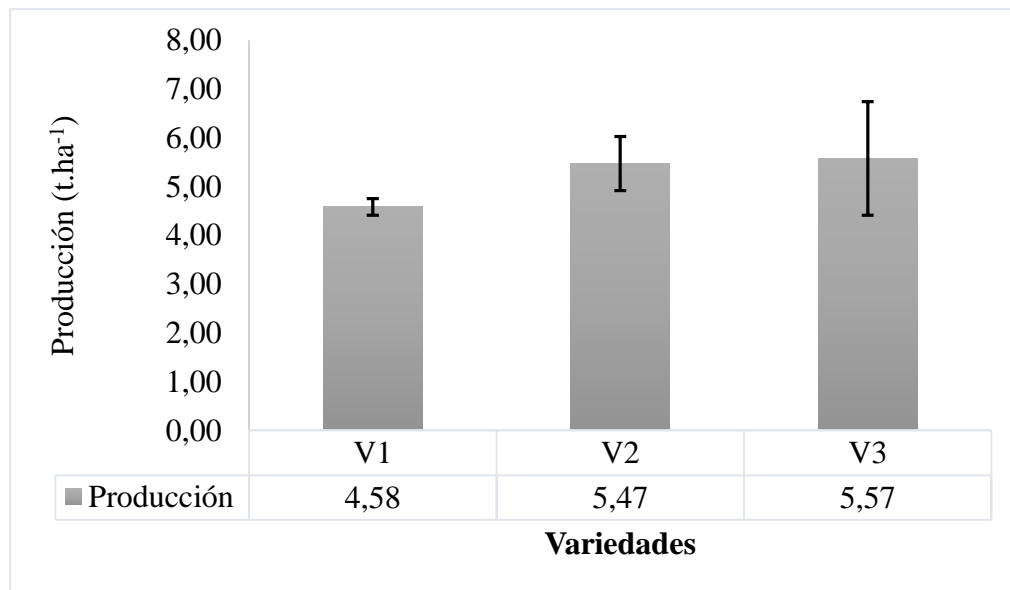
| | |
|-----------------|-------|
| C.V (%) | 12,74 |
| Promedio | 5,21 |

Nota: **F.V:** Fuentes de variación, **G.L:** Grados de libertad, **S.C:** Suma de cuadrado, **C.M:** Cuadrados medios, **Fo:** valor de F calculado, **F 0.05:** valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, **ns:** No existen diferencias significativas.

En la figura 16, se puede visualizar los promedios de la producción en grano en el piso altitudinal 2 que pertenece al lote de Cuesaca. La Churosa (V3) fue la que presentó mayor producción alcanzando 5,57 t.ha⁻¹. La variedad que presentó menor producción en este piso es la V1 (San Isidro) alcanzando 4,58 t.ha⁻¹.

Figura 16

Promedios (t.ha⁻¹) para la producción en grano en el piso altitudinal 2



5.3.3.3. Cosecha en grano para el piso altitudinal 3

En la tabla 15, se tiene el análisis ANOVA de la cosecha en grano del piso altitudinal 3 que pertenece al lote de Cunquer. Como resultado se tiene que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. El promedio de la primera cosecha en grano para este piso es de 8,75 t.ha⁻¹, además presenta un coeficiente de variación de 7,77%.

Tabla 16

Análisis de la varianza para la cosecha en grano (t.ha⁻¹) en el piso altitudinal 3

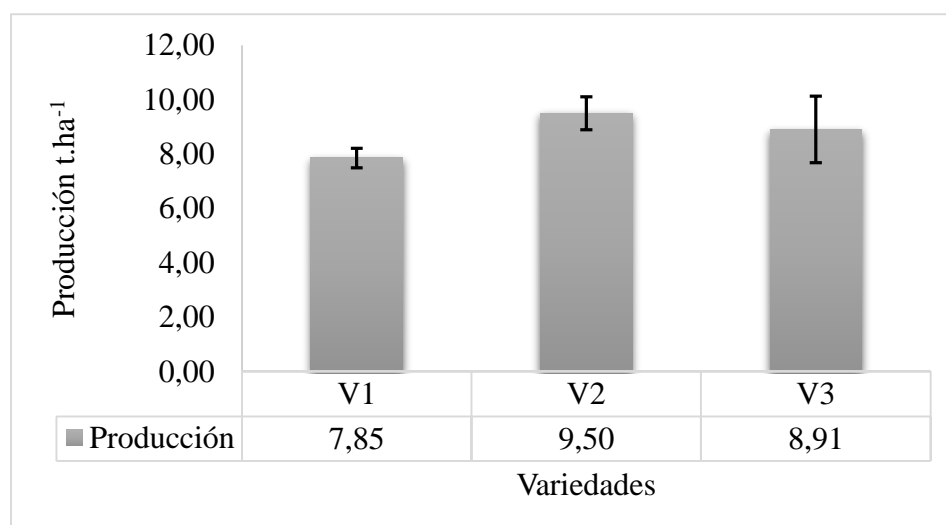
| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|---------------|----------------------|
| Variedad (A) | 2 | 4,191 | 2,095 | 4,531 | 0,093 | ns |
| Piso (B) | 2 | 2,149 | 1,074 | 2,324 | 0,214 | ns |
| Error | 4 | 1,850 | 0,462 | | | |
| C.V (%) | 7,77 | | | | | |
| Promedio | 8,75 | | | | | |

Nota: F.V: Fuentes de variación, *G.L:* Grados de libertad, *S.C:* Suma de cuadrado, *C.M:* Cuadrados medios, *Fo:* valor de F calculado, *F 0.05:* valor de F tabulado al 5%. *: Diferencias significativas, **: Diferencias altamente significativas, *ns:* No existen diferencias significativas.

En la figura 17, se puede visualizar los promedios de la producción en grano en el piso altitudinal 2 que pertenece al lote de Cunquer. La variedad Andina (V2) fue la que presentó mayor producción alcanzando 9,50 t.ha⁻¹. La variedad que presentó menor producción en este piso es la variedad San Isidro (V1) alcanzando 7,85 t.ha⁻¹.

Figura 17

Promedios para la producción (t.ha⁻¹) en grano en el piso altitudinal 3



5.3.3.4. Análisis general de la cosecha en grano

En la tabla 12, se tiene el análisis ANOVA de las cosechas y su interacción en los diferentes pisos altitudinales. Como resultado se tiene que existe diferencia altamente significativa al 5% para los tratamientos. El promedio de la cosecha en vaina de manera general en los tres pisos altitudinales es de 4,92 t.ha⁻¹, además presenta un coeficiente de variación de 13,07 % lo cual arroja confiabilidad en los resultados.

Tabla 17

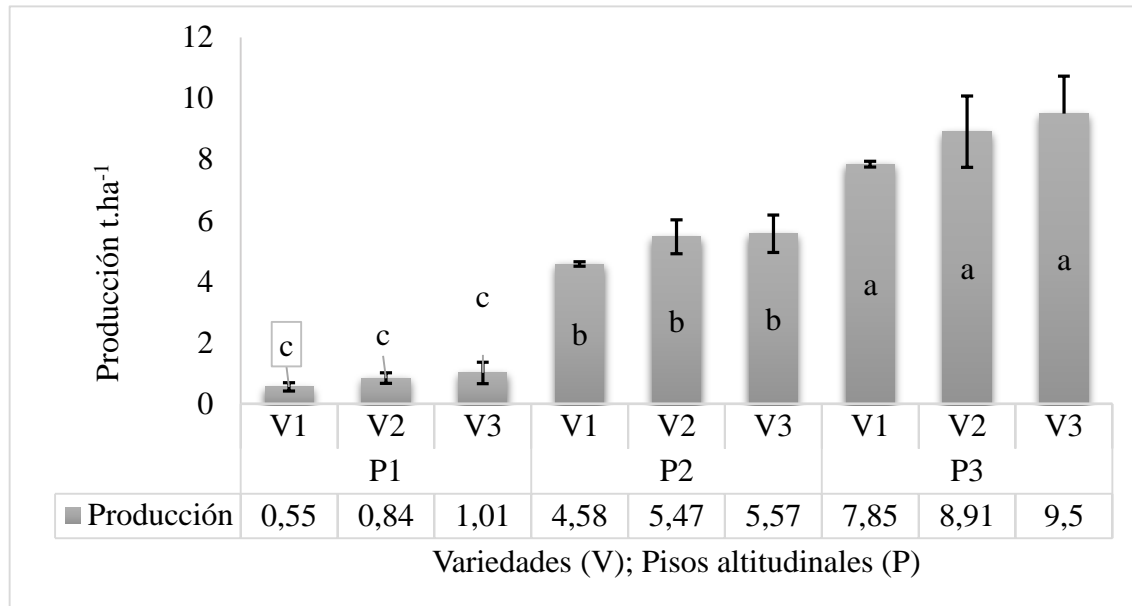
Análisis de la varianza (t.ha⁻¹) para la cosecha en grano

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Fo | F 0.05 | Significancia |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------------------|----------------------|
| Variedad (A) | 2 | 285,71 | 142,85 | 344,95 | 4,44.10 ⁻¹⁵ | ** |
| Piso (B) | 2 | 4,82 | 2,41 | 5,823 | 0,011 | * |
| A×B | 4 | 1,49 | 0,37 | 0,899 | 0,485 | ** |
| Error | 18 | 7,45 | 0,41 | | | |
| | | 13,0 | | | | |
| C.V (%) | 7 | | | | | |
| Promedio | 4,92 | | | | | |

En la figura 18, se observa la prueba Tukey al 5% para promedios (t.ha⁻¹) de la producción en grano verde de las diferentes variedades en los distintos pisos altitudinales, se obtienen cinco rangos de diferencia (A); (B); (C). En el rango A se tiene a la variedad San Isidro (V1), Andina (V2) y Churosa (V3) del piso altitudinal 3, en el rango B se encuentran las variedades San Isidro (V1), Andina (V2) y Churosa (V3) del piso altitudinal 2. En el rango C se encuentran las variedades San Isidro (V1), Andina (V2) y Churosa (V3) del piso altitudinal 1.

Figura 18

Promedios para la producción general (t.ha⁻¹) en grano



Dado que la arveja en grano es de alto consumo en todo el Ecuador, con un 96% en la Sierra, 82% en la Costa y 94% en el Oriente es necesario también analizar la producción en grano y no solo en vaina. De acuerdo con los datos arrojados se tiene una media de 4,92 t. ha⁻¹ en los 3 pisos altitudinales valores superiores a los que menciona Checa et al. (2022), quienes mencionan que de producción en grano se llega a obtener 3,44 t.ha⁻¹. Como se evidencia en la figura 14 se obtiene el mejor rendimiento en grano en el piso altitudinal 3, una de las razones por lo cual se obtuvo una gran producción en grano y que se pudo evidenciar al momento del desgrane, es que debido a las condiciones de clima cálido que presenta el piso altitudinal puesto que esto permitió que la cáscara de la vaina sea más delgada y a la vez lo que se obtuvo fueron granos gruesos y de gran tamaño aproximadamente de entre 7 y 8 mm con una cantidad de ente 7 y 10 granos por vaina. En el piso altitudinal 2 se vio que la formación de la vaina llegó hasta la obtención de 7 y 8 granos por vaina, pese a que las condiciones son favorables para la producción de este producto no se pudo maximizar la producción en este lugar. En el piso altitudinal 1 puesto que la producción fue baja en vaina, también lo fue en producción en grano dado que al momento del desgrane se evidencio que la cascara tenía un mayor grosor, además que la cantidad de granos por vaina alcanzaba de

entre 5 y 7 granos, además que el tamaño del grano lograba alcanzar como máximo los 5 mm. Así también esto se pudo evidenciar al momento de pesar puesto que para el piso altitudinal 3 se obtuvo 8,75 t.ha⁻¹ de arveja en grano, de 16,91 t.ha⁻¹ lo que indica que 8,16 t eran de cascara es decir la mitad del peso total. Para el piso altitudinal 2 se obtuvo en grano 5,2 t.ha⁻¹ de 11,92 t.ha⁻¹ lo cual indica que 6,72 más de la mitad era cascara. Y por último para el piso altitudinal 1 donde se obtuvo apenas 1,87 t.ha⁻¹ se obtuvo de ella 0,8 t.ha⁻¹ en grano es decir 1,07 t son solo cascara.

5.3.4. Escala BBCH

Una vez que se ha concluido con el cultivo se ha tomado en cuenta las fases del cultivo más importantes, con lo cual se ha desarrollado la siguiente tabla en base a lo que describe Rodríguez (2017), en la cual se ha considerado los días en los cuales se ha cumplido la etapa.

Tabla 18

Resultados de las etapas fenológicas utilizadas de la escala BBCH

| Estadio | Código | Descripción | Días | | |
|------------------------------------|--------|--|---------|---------|---------|
| | | | Piso 1 | Piso 2 | Piso 3 |
| Estadio 0 | 0 | 01.- Emergencia: Brote sale de manera superficial del suelo, | 12 | 12 | 9 |
| Estadio 3 | 30 | 30.- Comienzo del alargamiento del tallo | 21 | 20 | 17 |
| Estadio 6 (Floración) | 65 | 65.- Plena floración: 50% de las flores abiertas. | Primera | Primera | Primera |
| | | | 70 | 63 | 60 |
| Estadio 7 (Formación del fruto) | 79 | 79.- Las vainas alcanzan el tamaño típico (madurez verde); las arvejas se encuentran completamente formadas. | Segunda | Segunda | Segunda |
| | | | | 86 | 75 |
| | | | Primera | Primera | Primera |
| | | | 90 | 88 | 78 |
| | | | Segunda | Segunda | Segunda |
| | | | - | 106 | 90 |

La primera etapa que se ha considerado en el cultivo es el estadio 0 con el código 01, la que habla sobre la emergencia, como se puede observar en el piso altitudinal 3 la emergencia se dio de una manera más acelerada a comparación de los otros dos pisos. Como lo menciona Galindo y Clavijo (2009), la aceleración de esta etapa se debe a las condiciones ambientales de altas temperaturas. Así también se tomó en cuenta el estadio 3 con el código 30 en el cual se describe la fase de alargamiento del tallo, como se puede analizar en los resultados obtenidos una vez más el piso altitudinal 3 ha empezado dicha etapa a los 17 días mientras que los otros dos pisos han demorado, y han realizado este proceso a partir de los 20 días, como menciona Jarma et al. (2012), las temperaturas del aire cercanas al óptimo favorecen el crecimiento de la plantas, mientras que las bajas limitan de manera importante el crecimiento. El desarrollo del estadio 6 con el código 65 en el cual describe que las flores deben estar abiertas más del 50%, se logra evidenciar en los tres pisos altitudinales la diferencia puesto que para el piso 3 tanto en la primera como la segunda fase de floración esta se dio con bastante rapidez, seguida de las plantas que se encontraban en el piso 2, en el piso 1 el cual tuvo una sola floración que se dio con bastante lentitud debido a que en este lugar se presentaron fuertes precipitaciones y por ende la presencia de bajas temperaturas las cuales condujo según Jarma et al. (2012), menciona que a menor temperatura se encontró una tasa menor de abscisión de las cápsulas florales. Por último, la fase 7 de formación de frutos en el piso altitudinal 3 se vio un buen llenado y cuajado de frutos, lo que condujo a una producción bastante ardua en las dos cosechas, así también en el piso altitudinal 2 se vio una buena producción para cada una de las cosechas que se obtuvo, pero para el piso altitudinal 1 se obtuvo una sola cosecha debido a las fuertes precipitaciones presentadas no se permitió la toma de datos más allá de los 90 días.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Una vez realizado la evaluación agronómica y rendimiento de las 3 variedades de arveja de amarre en los 3 pisos altitudinales se llega a determinar lo siguiente:

- Todas las variedades del piso altitudinal 2 y 3 se adaptaron tanto así que sobrepasan la media de la zona norte de producción que se encuentra en $6,2 \text{ t.ha}^{-1}$.
- La variedad Churosa (V3) tuvo mejor adaptación a los tres pisos altitudinales donde en base a la escala BBCH su comportamiento fue mejor en el piso altitudinal 3 dado que consiguió una altura de 165,9 cm con lo cual se obtuvo una producción de $15,81 \text{ t/ha}^{-1}$ en vaina y $9,5 \text{ t.ha}^{-1}$ en grano. En el piso 2 la altura llegó a 106,3 cm dando una producción de $12,61 \text{ t.ha}^{-1}$ en verde y $5,57 \text{ t.ha}^{-1}$ en grano, mientras que en el piso altitudinal 1 su altura llegó a los 74,9 cm obteniendo una producción de $2,14 \text{ t.ha}^{-1}$ en verde y 1,01 en grano con lo cual desde el punto de vista fenológico se pudo observar que la elongación de las plantas se encuentra ligado netamente a la producción final. Además, que esta fue la variedad que mejor logro desarrollarse en el ambiente con presencia de fuertes precipitaciones.
- La variedad Andina (V2) se desarrolló en todos pisos altitudinales, pero destaco en el piso altitudinal 3, dado que al evaluar fenológicamente y por el rendimiento en este piso se obtuvieron mejores resultados, la altura a la que llegó esta variedad fue de 157,6 con un rendimiento de $19,26 \text{ t.ha}^{-1}$ en vaina y $8,91 \text{ t.ha}^{-1}$ en grano. En el piso altitudinal 2 llegó a una altura de 105,7 cm dando como resultado un rendimiento de $12,66 \text{ t.ha}^{-1}$ en verde y $5,47 \text{ t.ha}^{-1}$ en grano y en el piso altitudinal 1 se tuvo una altura de 53,1 cm con una producción de $1,92 \text{ t.ha}^{-1}$ en verde y $0,84 \text{ t.ha}^{-1}$ en grano.
- La variedad San Isidro (V1) se acondicionó a todos los pisos altitudinales, pese a que esta es la variedad que presenta menor desarrollo y producción en todos los ambientes se desarrolló de mejor manera en el piso altitudinal 3, ya que la altura de planta fue de 156,4 cm teniendo un rendimiento de $15,69 \text{ t.ha}^{-1}$ en vaina y 7,85 en grano. Para el piso altitudinal 2 la altura de la planta fue de 104,4 cm con un rendimiento de 10,49

t.ha⁻¹ en vaina y 4,58 t.ha⁻¹ en grano. En el piso altitudinal 1 la altura fue de 50,2 cm con un rendimiento de 1,58 t.ha⁻¹ en vaina y 0,55 t.ha⁻¹ en grano.

El desarrollo fenológico de la planta se pudo evidenciar por medio de la escala BBCH al evaluar el rendimiento, como también en cada una de las etapas consideradas como fueron emergencia, alargamiento del tallo, floración y rendimiento. Puesto que en cada una de ellas se vio la diferencia de tiempo que tardaron en presentarse, lo cual condujo a que el fin del ciclo sea distinto en cada piso altitudinal. En el piso altitudinal 3 se tuvo la primera cosecha a los 78 días y el fin del ciclo a los 90 días, en el piso altitudinal 2 se dio la primera cosecha a los 88 días y el fin del ciclo a los 106 días, en el piso altitudinal 1 la primera y única cosecha debido a la presencia de las fuertes precipitaciones se dio a los 90 días.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Realizar el tutoreo horizontal en la arveja desde temprana edad para evitar problemas de geotropismo negativo en los cultivos, lo cual aporta al mejor manejo de la planta además garantiza que en temporadas de constantes precipitaciones evita el contacto de la planta con el suelo, evitando el despliegue de enfermedades a causa de hongos.
- En climas cálidos como el piso altitudinal 3 (Cunquer), es recomendable tener muy en cuenta el tema del requerimiento hídrico, puesto que si este recurso llega a faltar afecta directamente al desarrollo y llenado de vaina de la planta, además que en este piso hacer el uso de la variedad Andina.
- En climas fríos como el piso 1 (El colorado) y el piso 2 (Cuesaca) es necesario tomar en cuenta la época de siembra, ya que la presencia de precipitaciones superiores a 380 mm, pueden evitar el buen desarrollo del cultivo evitando que planta llegue a finalizar el ciclo, en estas zonas con épocas de fuertes lluvias se recomienda hacer el uso de la variedad Churosa, ya que presenta una fuerte resistencia a dichas condiciones del ambiente.
- Es necesario realizar un análisis de textura de suelo ya que para que este cultivo sea más rentable se debe utilizar suelos sueltos y profundos. Como también llevar un control fitosanitario en los distintos pisos altitudinales para ver cuáles son las que afectan en cada uno y por ende llevar un mejor manejo del cultivo.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROSAVIA. (2021). *Material productivo/ Variedad de Arveja*. Obtenido de <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnologica/134nea-agricola/hortalizas-y-plantas-aromaticas/material-reproductivo/403-variedad-de-arveja-obonuco-san-isidro>
- Amaya, D. (2017). *Establecimiento de un proyecto productivo de arveja (Pisum sativum L.) en un área de 5.000 m² como alternativa económica ante la deforestación en el municipio de Ragonvalia, Norte de Santander*. Título de grado. Universidad de La Salle. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1070&context=ingenieria_agronomica
- Arevalo, A. (2019). *Evaluación de un Biofertilizante liquido a base de excretas de cerdo en la producción de arveja (Pisum Sativum) Var. Quantum*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos.
- Arévalo, H. (2013). *“Evaluación de cinco variedades de arveja (Pisum sativum) bajo condiciones de invernadero en Tumbaco-Pichincha”*. Tesis de Grado. Universidad San Francisco de Quito, Quito. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2419/1/106773.pdf>
- Bastidas, J. (2017). *Evalluación Agronómica de cinco lineas de arveja arbustiva en tres epocas de siembra y tres sistemas de tutorado*. Tesis de grado. Universidad de Nariño, Pasto.
- Bermejo, C., Guindon, F., Palacios, L., Cazzola, F., & Gatti, I. (2020). Incrementando el valor nutricional de la arveja (Pisum sativum L.). *Agromensajes*, 14-16.

- Casanova, L., Solarte, J., & Checa, O. (2012). Evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva (*Pisum Sativum*). *Revista de ciencias Hortícolas*, 129-140.
- Castanier, J. (2020). *Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro variedades de Arveja (*Pisum sativum* L.) bajo condiciones de invernadero en Puellaro, Pichincha*. Tesis de grado. Universidad San Francisco de Quito USFQ. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9626>
- Checa, O., Bastidas, J., & Narvaez, O. (2017). Evaluación Agronómica y Económica de arveja arbustiva (*Pisum Sativum* L.) en diferentes épocas de siembra y sistemas de tutorado. *revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 279-288.
- Checa, O., Bastidas, J., & Narvaez, O. (2017). Evaluación Agronómica y Económica de Arveja Arbustiva (*Pisum Sativum* L.) en diferentes épocas de siembra. *UDCA Actualidad y divulgación científica*, 279-288.
- Checa, O., Rodríguez, D., Rodríguez, M., y Muriel, J. (2022). *La Arveja Ciencia y Tecnología al Sur de Colombia*. Pasto: Universidad de Nariño.
- Checa, O., Rodríguez, D., Ruíz, M., y Muriel, J. (2021). *LA ARVEJA Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia*. Pasto: Editorial Universidad de Nariño.
- Chicaiza, J. (2017). *Evaluación de un biocatalizador con tres niveles de fertilización, en la producción de arveja (*Pisum sativum*) de crecimiento indeterminado var. San Isidro, en la Granja Experimental Docente Querochaca*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos.
- Cruz, D., Cherrepano, R., & Velez, Y. (2021). Densidad estomática de arveja (*Pisum sativum*) por microscopía electrónica de barrido en relación al rendimiento. *Revista de investigación en ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 497-508.

- Cuasapaz, E. (2015). Evaluación de tres dosis de brasinosteroides en dos variedades del cultivo de arveja (*Pisum sativum* Linneo), en el cantón San Pedro de Huaca provincia del Carchi. *Tesis de grado*. Universidad Técnica de Babahoyo, Huaca.
- Delgado, C. (2014). *“Efecto del ácido acetilsalicílico para activación de defensas en el cultivo de arveja (Pisum sativum), en el sector de Chapués, cantón Tulcán, Carchi – Ecuador*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán.
- Delgado, C. (2014). “Efecto del ácido acetilsalicílico para activación de defensas en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*), en el sector de Chapués, cantón Tulcán, Carchi – Ecuador”. *Universidad Politécnica Estatal Carchi*. Tesis de grado. Obtenido de Tesis de Grado: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/240/1/199%20EFECTO%20DE%20L%20C3%81CIDO%20ACETILSALIC%3%8DLICO%20PARA%20ACTIVACI%3%93N%20DE%20DEFENSAS%20EN%20EL%20CULTIVO%20DE%20ARVEJA%20%28PISUM%20SATIVUM%29%2C%20EN%20EL%20SECTOR%20DE%20CHAPU%3%89S%2>
- Forero, A., & Ligarreto, F. (2009). Evaluación de dos sistemas de tutorado para el cultivo de la arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en condiciones de la Sabana de Bogotá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 81-94.
- Galindo, J. (2020). *Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Cundinamarca: Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2.
- Galindo, J., & Clavijo, J. (2009). Fenología del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L. var. Santa Isabel) en la sabana de Bogotá en campo abierto y bajo cubierta plástica. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5-15.
- García, F. (2017). Evaluación de dos variedades de arveja (*Pisum Sativum*) de pore bajo paa uso agroindustrial en la región de Chia <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1016>,

- Cundinamarca. *Tesis de grado*. Universidad de Cundinamarca, Cundimarca. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/1016>
- Gomez, A., & Martinez, B. (2020). Evaluación de Costos de Producción para la Implementación de una Hectárea de Arveja (*Pisum sativum* L) en la Vereda Arauca Numero 1, Municipio de San Agustín- Huila. *Tesis de grado*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38981>
- INIAP. (2004). *El cultivo de la arveja en la sierra sur*. Azgues: INIAP - Chuquipata.
- INIAP. (2007). *Variedades de arveja mejoradas (Pisum Sativum) de tipo decumbente para la sierra Ecuatoriana*. Quito: INIAP-Santa Catalina.
- INIAP. (2011). “*Inducción de mutaciones utilizando rayos gamma en la variedad mejorada de arveja (Pisum sativum L.) INIAP 436 Liliana, para identificar genotipos resistentes a Ascochyta spp.*”. Quito: INIAP-Santa Catalina.
- Jarma, A., Cardona, C., y Aramendi, H. (2012). Efecto del cambio climatico sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 63-76.
- Jimenez, J., Moreno, L., y Magnitskiy, S. (2012). Respuesta de las plantas a estrés por inundación. . *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 96-109.
- Merino, S. (2015). *Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicales en cultivo de arveja*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Nancy, C., y Nancy, R. (2012). *Respuesta de 3 variedades de arveja (Pisum Sativum L) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes Rhizobium y Micorrizas en Bolivar - Provincia del Carchi*. Tesis de grado. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Pacheco, J., y Clavijo, J. (2009). Fenología del Cultivo de arveja (*Pisum sativum* L. var. Santa Isabel) en la sabana de Bogotá en campo abierto y bajo cubierta plástica. *Revista corpoica*, 5-15.

- Paspuel, O. (2013). *“Evaluación de la adaptabilidad de cuatro variedades de arveja de tutorío (Pisum sativum L.) Carchi – Ecuador”*. Tesis de Grano. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcan.
- Patiño, W., Valderrama, J., y Ñustez, C. (2017). *Evaluación de nueve variedades de arveja (Pisum Sativum) para el uso industrial en la región de Suba, Santa fe de Bogotá*. *Agronomía Colombiana*, 108-118.
- Pinto, M. (2013). *El cultivo de la arveja y el clima en el Ecuador*. Quito: Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI - Ecuador.
- Quispe, H. (2018). *Evaluación productiva de dos variedades de arveja (Pisum Sativum L.) con sistema de tutorado en la localidad de Monyabaya - Provincia La Recaja*. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Mendoza, R., y Espinosa A. (s.f.). *Guía para muestreo de suelos*. Universidad Nacional Agraria y Católica Relief Services (CRS), Nicaragua.
- Rodríguez, D. (2020). *Implementación de 1.300 m² de arveja (Pisum sativum L.), como alternativa productiva para el municipio de Guavatá Santander*. Tesis de grado. Universidad de La Salle, Yopal, Casanare, Cundinamarca.
- Rodríguez, L. G. (2017). *Caracterización de cuatro variedades de arveja usando la escala fenológica BBCH en Nemocón, Cundinamarca*. Trabajo de Pasantía para optar por el título de Ingeniera Agrónoma. Universidad de Cundinamarca, Cundinamarca.
- Roman, N., y Carapaz, N. (2012). *Respuesta de tres variedades de arveja (Pisum Sativum L.) a cuatro aplicaciones de biofertilizantes, rhizobium y micorrizas en Bolívar- Provincia del Carchi*. *Tesis de grado*. Universidad Técnica del Norte.
- Ruiz, L. K. (2017). *Caracterización del crecimiento de cuatro variedades de arveja usando la escala fenológica BBCH en Nemocón, Cundinamarca*. Título de grado. Universidad de Cundinamarca, Cundinamarca.
- Sablowski, R. (2020). *La altura y forma de las plantas, ¿son genéticas?* Obtenido de <https://cordis.europa.eu/article/id/435325-are-plant-height-and-shape-genetic/es#:~:text=La%20altura%20de%20una%20planta%20influye%20considera>

blemente%20en%20el%20rendimiento,el%20rendimiento%20de%20la%20cosecha

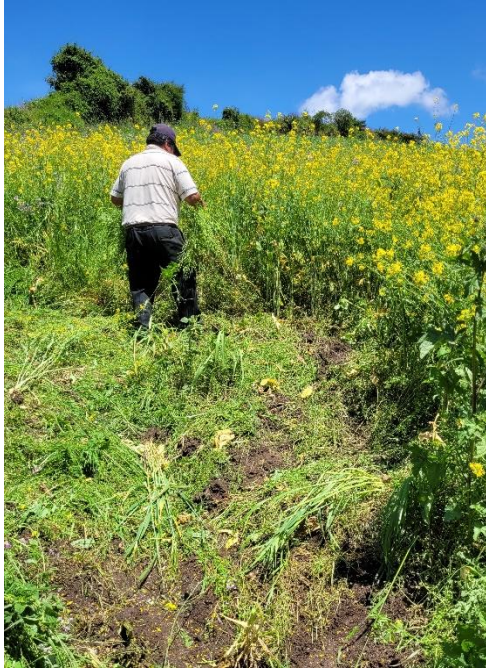
.

Universidad de Nariño. (2022). *La Arveja; Investigación y tecnología en el sur de Colombia*. Pasto: ©Editorial Universidad de Nariño.

Vaca, R. (2011). *Evaluación de tres bioestimulantes con tres dosis en el cultivo de arveja (Pisum Sativum l.). En Santa Martha de Cuba - Carchi*. Tesis de Grado. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

ANEXOS

Anexo 1.- Limpieza y delimitación del terreno



Anexo 2.- Siembra





Anexo 3.- Evaluación del desarrollo fenológico de la planta, días a su emergencia



Anexo 4.- Tutorio de planta y toma de datos de altura





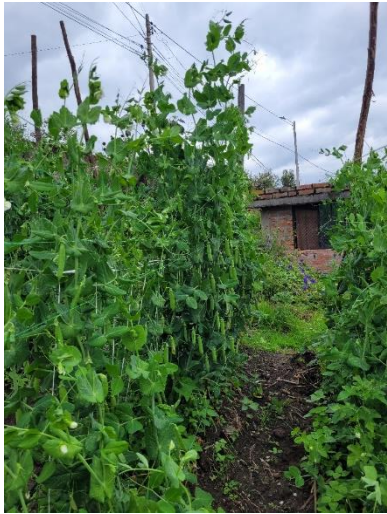


Anexo 5.- Evaluación fenológica de la altura de planta



Anexo 6.- Recolección, cosecha y pesaje



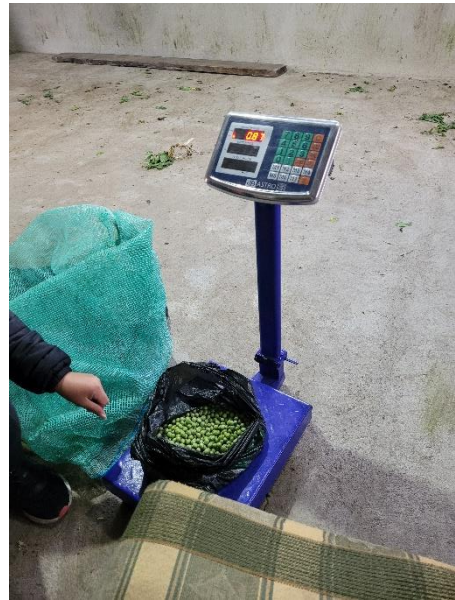






Anexo 7.- Desgranado y pesaje





Anexo 8.- Análisis de suelo



Trabajamos bajo la Norma ISO 17025

Agrarprojekt S.A.
 Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quito
 Tel: 02-2490575/02-2492148/0984-034148
 info@agrarprojekt.com
 www.agrarprojekt.com

RESULTADOS

Código Agrarprojekt: YCI-190422

Pág 2/2

| INFORMACIÓN DE LA MUESTRA | | | |
|---|-----------------|---------------------|-----------------|
| Tipo de Muestra: | Suelo | | |
| Cultivo: | Arveja | | |
| Número de Muestra: | # 1 | # 2 | # 3 |
| Información Proporcionada por el Cliente: | Lote 2, Cuesaca | Lote 3, El Colorado | Lote 3, Cunquer |

Contenido de macro- y microelementos en mg / kg de suelo seco

| Análisis | Unidad | *Método de Extracción | *Niveles Óptimos para Arveja - Cultivo Intensivo | Resultado | Resultado | Resultado | |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------|--|-------------|-----------|-----------|------|
| Características del Suelo | Materia Orgánica | % | - | 3 - 15 | 8,6 | 4,0 | 4,8 |
| | Conductividad (CE) | mS/cm | Vol. 1:2 | 0,2 - 0,4 | 0,33 | 0,07 | 0,39 |
| | pH (en H ₂ O) | - | Vol 1:2 | - | 7,2 | 8,0 | 8,3 |
| | pH (en KCl) | - | Vol 1:2 | 5,6 - 7,0 | 6,1 | 6,5 | 7,0 |
| Macronutrientes | Nitrato (NO ₃ -N) | mg/kg | Extracto Agua | | 37,3 | 4,8 | 21,1 |
| | Amonio (NH ₄ -N) | mg/kg | NaCl 0.05 M | | 3,6 | 0,8 | 1,0 |
| | (NO ₃ +NH ₄)-N | mg/kg | - | **10 - 20 | 40,9 | 5,6 | 22,1 |
| | Fósforo (P) | mg/kg | NaHCO ₃ 0.5M | 25 - 40 | 48,1 | 11,5 | 26,4 |
| | Potasio (K) | mg/kg | NaCl 0.05 M | 130 - 200 | 320 | 81,5 | 240 |
| | Magnesio (Mg) | mg/kg | NaCl 0.05 M | 60 - 120 | 196 | 200 | 169 |
| | Calcio (Ca) | mg/kg | NaCl 0.05 M | 400 - 1000 | 660 | 436 | 387 |
| Micronutrientes | Azufre (SO ₄ -S) | mg/kg | Extracto Agua | 10 - 15 | 7,1 | 2,0 | 7,8 |
| | Hierro (Fe) | mg/kg | DTPA/CaCl ₂ | 20 - 50 | 86,0 | 9,7 | 23,8 |
| | Manganeso (Mn) | mg/kg | DTPA/CaCl ₂ | 6 - 30 | 48,0 | 11,0 | 12,0 |
| | Cobre (Cu) | mg/kg | DTPA/CaCl ₂ | 1,0 - 4,0 | 4,5 | 2,3 | 3,0 |
| | Zinc (Zn) | mg/kg | DTPA/CaCl ₂ | 1,2 - 6,0 | 4,9 | 0,42 | 2,1 |
| Peligro de Salinidad | Boro (B) | mg/kg | Extracto Agua | 0,15 - 0,60 | 0,35 | 0,26 | 0,36 |
| | Sodio (Na) | mg/kg | Extracto Agua | < 140 | 13,5 | 8,3 | 66,8 |
| | Cloruro (Cl ⁻) | mg/kg | Extracto Agua | < 210 | 17,0 | 6,6 | 46,8 |
| | Sales Totales | mg/kg | Extracto Agua | < 2000 | 273 | 55,8 | 327 |

* Fuente: Soil Science Society of America Inc. (Ed.). 2001. Methods of Soil Analysis. 1390 pp.

** Nivel Óptimo de N: con presencia de nódulos fijadores de nitrógeno (Rhizobium spp.)

- = No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.

- La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
- El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
- Prohibida la reproducción total o parcial de Los resultados. No procede copia.

Karl Wilhelm Sponagel

Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel
 Director del Laboratorio

Anexo 9.- base de datos obtenidos durante y al final de la investigación

| Altura a los 30 días (cm) | | | | |
|----------------------------------|--------------|------|-------|-------|
| Variedades | Piso/Bloques | I | II | III |
| V1 | P1 | 24,3 | 21,4 | 21 |
| | P2 | 22,3 | 22,72 | 21,83 |
| | P3 | 28,2 | 28,1 | 26,8 |
| V2 | P1 | 22,5 | 22,7 | 20,5 |
| | P2 | 22,2 | 23,92 | 21,5 |
| | P3 | 29 | 26,5 | 21,5 |
| V3 | P1 | 23,3 | 23,9 | 23,9 |
| | P2 | 21,3 | 21,35 | 22,5 |
| | P3 | 30,7 | 32 | 31,3 |

| Altura a los 60 días (cm) | | | | |
|----------------------------------|--------------|-------|-------|-------|
| Variedades | Piso/Bloques | I | II | III |
| V1 | P1 | 50,4 | 60,9 | 52,2 |
| | P2 | 73,75 | 70,92 | 75,92 |
| | P3 | 97 | 92,8 | 81,3 |
| V2 | P1 | 51,2 | 49,2 | 50,2 |
| | P2 | 66,87 | 78,87 | 73,03 |
| | P3 | 90,8 | 77,8 | 90,5 |
| V3 | P1 | 88,7 | 72,1 | 70,5 |
| | P2 | 77,47 | 81,77 | 84,5 |
| | P3 | 88,7 | 83,5 | 90,5 |

| Altura a los 90 días (cm) | | | | |
|----------------------------------|--------------|--------|--------|-------|
| Variedades | Piso/Bloques | I | II | III |
| V1 | P1 | 52 | 49,1 | 49,5 |
| | P2 | 107,83 | 106,83 | 108,5 |
| | P3 | 157,5 | 153 | 158,7 |
| V2 | P1 | 53,2 | 51,8 | 54,3 |
| | P2 | 96,3 | 108,5 | 108,5 |
| | P3 | 158 | 166,5 | 148,3 |
| V3 | P1 | 80,2 | 72,3 | 72,3 |
| | P2 | 100,83 | 103,5 | 109 |
| | P3 | 175,2 | 167,2 | 155,3 |

| Producción final en vaina (t.ha⁻¹) | | | | |
|--|--------------|-------|-------|-------|
| Variedades | Piso/Bloques | I | II | III |
| V1 | P1 | 1,47 | 1,33 | 1,93 |
| | P2 | 10,47 | 10,69 | 10,31 |
| | P3 | 15,58 | 16,22 | 15,25 |
| V2 | P1 | 1,72 | 1,86 | 2,17 |
| | P2 | 11,22 | 11,89 | 14,86 |
| | P3 | 18,19 | 21 | 18,58 |
| V3 | P1 | 1,89 | 2,06 | 2,47 |
| | P2 | 10,17 | 13,42 | 14,25 |
| | P3 | 14,86 | 18,75 | 13,83 |

| Producción final en grano (t.ha⁻¹) | | | | |
|--|--------------|------|-------|------|
| Variedades | Piso/Bloques | I | II | III |
| V1 | P1 | 0,61 | 0,39 | 0,64 |
| | P2 | 4,5 | 4,47 | 4,78 |
| | P3 | 8,03 | 8,08 | 7,44 |
| V2 | P1 | 0,78 | 0,92 | 0,83 |
| | P2 | 4,92 | 5,47 | 6,03 |
| | P3 | 9,5 | 10,11 | 8,89 |
| V3 | P1 | 0,92 | 1 | 1,11 |
| | P2 | 4,42 | 6,75 | 5,56 |
| | P3 | 7,69 | 10,14 | 8,89 |

Temperatura y humedad relativa

| Datos semanales de T° y Humedad del piso altitudinal 1 (El Colorado) | | | |
|---|---------------|----------------|-----------|
| Semana | Fecha | Temperatura °C | Humedad % |
| 1 | 21/04 - 24/04 | 17,20 | 71,8 |
| 2 | 25/04 - 01/05 | 15,78 | 74 |
| 3 | 02/05 - 08/05 | 14,23 | 77,85 |
| 4 | 09/05 - 15/05 | 14,76 | 77,45 |
| 5 | 16/05 - 22/05 | 14,22 | 77,58 |
| 6 | 23/05 - 29/06 | 13,97 | 81,3 |
| 7 | 30/05 - 05/06 | 14,13 | 77,98 |
| 8 | 06/06 - 12/06 | 17,9 | 63,95 |
| 9 | 13/06 - 19/06 | 12,7 | 87,65 |

| | | | |
|-------|---------------|-------|-------|
| 10 | 20/06 – 26/06 | 13,4 | 82,14 |
| 11 | 27/06 – 03/07 | 15,4 | 76,21 |
| 12 | 04/07 – 10/07 | 14,36 | 78,16 |
| Media | | 15,27 | 75,24 |

| Datos semanales de T° y humedad relativa del piso altitudinal 2 (Cuesaca) | | | |
|--|---------------|----------------|-----------|
| Semana | Fecha | Temperatura °C | Humedad % |
| 1 | 21/04 - 24/04 | 17,40 | 71,46 |
| 2 | 25/04 - 01/05 | 17,38 | 66,09 |
| 3 | 02/05 - 08/05 | 17,95 | 65,49 |
| 4 | 09/05 - 15/05 | 18,29 | 65,80 |
| 5 | 16/05 - 22/05 | 17,65 | 69,15 |
| 6 | 23/05 - 29/05 | 16,35 | 68,08 |
| 7 | 30/05 - 05/06 | 14,91 | 76,85 |
| 8 | 06/06 - 07/06 | 14,43 | 76,8 |
| 9 | 13/06 – 19/06 | 16,25 | 65,39 |
| 10 | 20/06 – 26/06 | 17,36 | 65,40 |
| 11 | 27/06 – 03/07 | 15,92 | 69,25 |
| 12 | 04/07 – 10/07 | 17,36 | 68,08 |
| Media | | 16,79 | 69,69 |

| Datos semanales de T° y Humedad del piso altitudinal 3 (Cunquer) | | | |
|---|---------------|----------------|-----------|
| Semana | Fecha | Temperatura °C | Humedad % |
| 1 | 21/04 - 24/04 | 18,60 | 65,55 |
| 2 | 25/04 - 01/05 | 17,30 | 65,78 |
| 3 | 02/05 - 08/05 | 21,90 | 56,58 |
| 4 | 09/05 - 15/05 | 22,75 | 53,67 |
| 5 | 16/05 - 22/05 | 23,30 | 51,68 |
| 6 | 23/05 - 29/06 | 22,60 | 54,02 |
| 7 | 30/05 - 05/06 | 19,90 | 63,88 |
| 8 | 06/06 - 08/06 | 17,95 | 71,01 |
| 9 | 13/06 – 19/06 | 17,60 | 66,38 |
| 10 | 20/06 – 26/06 | 21,70 | 57,18 |
| 11 | 27/06 – 03/07 | 22,45 | 55,97 |
| 12 | 04/07 – 10/07 | 23,15 | 52,68 |
| Media | | 20,54 | 60,27 |