

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en
vaina verde con tutor y sin tutor. Pucará 3,140 msnm,
Chiara - Ayacucho**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Antonio NUÑEZ BELLIDO

ASESOR:
Ing. Eduardo ROBLES GARCÍA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

Con infinita gratitud al eterno Dios, que guía y dirige mi camino, con infinito amor.

A José y Victoria mis padres con todo amor, sé que su siempre me acompañan, me guían, me iluminan hoy y para siempre.

A mis hermanos María, Edilberto, Kassely y Rodolfo, por brindarme su apoyo, motivación y buenos consejos.

A mi esposa e hijos: Mariana del Pilar, Sofia Belén, Marco Antonio y Camila Kristel por su comprensión y su constante apoyo en todo momento, acompañándome en el logro de mi presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

Con orgullo y gratitud a mi alma mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga gracias por la excelencia académica, que me brindaron en el proceso de mi formación profesional.

Mi eterno reconocimiento a la Facultad de Ciencias Agrarias y a los grandes maestros de la Gloriosa Escuela Profesional de Agronomía, por su invaluable transmisión de conocimientos en mi formación profesional.

Expreso mi profunda gratitud al Ing. Eduardo Robles García, docente de la Gloriosa Escuela de Formación Profesional de Agronomía por su guía, asesoría y su contribución con su experiencia, sugerencias y recomendaciones, los cuales fueron de mucha importancia para el logro del presente trabajo de investigación.

A los jurados de la Comisión Revisora encabezada por el Dr. Lurquin Marino Zambrano Ochoa, por su enseñanza y paciencia; mi gratitud por sus consejos y colaboración brindada.

Al Ingeniero Rubén Alfredo Meneses Rojas, gran docente, amigo gracias por sus enseñanzas y sus sabios consejos para el desarrollo de mi carrera profesional.

Al ingeniero Percy Maldonado Zorrilla, jefe de la Agencia Zonal Huanta - Huamanga de AGRO RURAL, por su apoyo incondicional, enseñanzas, sugerencias y su aporte en el cumplimiento de mis metas.

Al señor Miguel Ángel Cisneros Ayala de la comunidad de Pucara por brindarme el espacio para realizar mi trabajo de investigación.

A todas las personas que me brindaron su apoyo incondicional en el proceso de mi formación profesional y en la realización del presente trabajo de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Pucara (3,140 msnm), Chiara, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El estudio se centró en comparar el rendimiento comercial, la precocidad y el mérito económico de cuatro cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) evaluados bajo dos sistemas de manejo: con tutor y sin tutor.

Se empleó un diseño experimental de Bloque Completo Randomizado (DBCR) bajo el arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones. La parcela principal correspondió al sistema de manejo (con y sin tutor) y la subparcela a las variedades: Rondo, Usui, Criolla y Alderman. El experimento se condujo bajo riego por goteo, con una densidad de siembra de 0.80 m entre surcos, 03 semillas por golpe y 0.30 m entre golpes. Se evaluaron variables de precocidad, morfología y componentes de rendimiento.

En la investigación, las variedades Rondo y Usui destacaron por su precocidad en vaina verde, iniciando la cosecha a los 120 días posteriores a la siembra (dds).

El empleo de tutores incrementó significativamente el desarrollo de la longitud del tallo y la productividad. La variedad Usui con el empleo del tutor obtuvo el mayor rendimiento comercial con 9,316.4 kg ha⁻¹, seguida de la variedad Criolla con 8,658.8 kg ha⁻¹. Estas variedades mostraron también mayor número de vainas por planta (16.9 y 15.2, respectivamente) y longitudes de vaina superiores a 8.2 cm al aplicar el tutorado.

Si bien es cierto, el uso del tutorado permitió generar mayores rendimientos y una utilidad bruta máxima de S/ 28,488.1 (variedad Usui), el alto costo de instalación de los tutores (S/ 13,835.10 ha⁻¹) redujo sus índices de rentabilidad en comparación al sistema sin tutor. Por consiguiente, la variedad Usui en una condición sin tutor obtuvo mayor rentabilidad (2.8), debido a su bajo costo de producción (S/ 8,447.70 ha⁻¹) y buena adaptación local.

Palabras clave: *Pisum sativum* L, tutorado, precocidad, vaina verde, cultivares

ABSTRACT

This research was conducted in the locality of Pucará (3,140 masl), Chiara district, Huamanga province, Ayacucho department. The study aimed to compare the commercial yield, earliness, and economic performance of four pea cultivars (*Pisum sativum L.*) evaluated under two management systems: with staking and without staking.

A Randomized Complete Block Design (RCBD) was used under a split-plot arrangement with three replications. The main plot corresponded to the management system (with and without staking), and the subplot to the varieties: Rondo, Usui, Criolla, and Alderman. The experiment was conducted under drip irrigation, with a planting density of 0.80 m between rows, three seeds per hill, and 0.30 m between hills. Variables related to earliness, morphology, and yield components were evaluated.

In the study, the Rondo and Usui varieties stood out for their earliness, initiating green pod harvest at 120 days after sowing (DAS).

The use of staking significantly increased plant height and productivity. The Usui variety with staking achieved the highest commercial yield with 9,316.4 kg ha⁻¹, followed by the Criolla variety with 8,658.8 kg ha⁻¹. These varieties also showed a higher number of pods per plant (16.9 and 15.2, respectively) and pod lengths greater than 8.2 cm when staking was applied.

Although staking led to higher yields and a maximum gross profit of S/ 28,488.1 (Usui variety), the high cost of staking installation (S/ 13,835.10 ha⁻¹) reduced profitability compared to the system without staking. Consequently, the Usui variety under non-trellised conditions achieved higher profitability (2.8), due to its low production cost (S/ 8,447.70 ha⁻¹) and good local adaptation.

Keywords: *Pisum sativum L.*, staking, earliness, green pod, cultivars

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEORICO.....	3
1.1 Antecedentes de la investigación	3
1.1.1. Antecedentes Internacionales.....	4
1.1.2. Antecedentes Nacionales	4
1.2 Cultivo de arveja	3
1.2.1. Origen y distribución del cultivo de arveja.....	4
1.2.2. Ubicación Taxonómica	4
1.2.3. Descripción morfológica.....	5
1.3 Estados fenológicos	6
1.3.1 Fase vegetativa.....	6
1.3.2 Fase reproductiva	7
1.4 Labores culturales	9
1.5 Riego.....	10
1.6 Aporque.....	11
1.7 Tutoraje y espaldera.....	11
1.8 Control de plagas y enfermedades	12

1.8.1	Plagas.....	12
1.8.2	Insectos minadores	12
1.8.3	Insectos que atacan a los brotes y vainas	13
1.8.4	Insectos chupadores	13
1.8.5	Nematodos.....	13
1.8.6	Enfermedades.....	14
1.9	Cosecha.....	14
1.10	Variedades de arveja en el experimento	15
1.11	Factores edáficos y climáticos	17
1.11.1	Suelo.....	17
1.11.2	Clima.....	17
1.11.3	Altitud.....	18
1.11.4	Temperatura	18
1.11.5	Requerimiento hídrico	18
CAPÍTULO II:		19
METODOLOGÍA		19
2.1	Ubicación del experimento	19
2.2	Caracterización del suelo	19
2.3	Condiciones meteorológicas	20
2.4	Variables e indicadores	23
2.4.1	Variables Independientes	23
2.4.2	Variables Dependientes.....	23
2.5	Método procedimental	24
2.5.1	Diseño Experimental.....	24

2.5.1	Características del campo experimental	24
2.6	Procedimiento experimental	27
2.6.1	Adquisición de material genético.....	27
2.6.2	De los tutores	27
2.6.3	Preparación del terreno experimental y demarcación.....	27
2.6.4	Surcado.....	28
2.6.5	Siembra y abonamiento.....	28
2.6.6	Riego	29
2.6.7	Deshierbo	29
2.6.8	Tutoraje	29
2.6.9	Control fitosanitario	29
2.6.10	Cosecha	30
2.7	Variables a evaluar.....	30
2.7.1	Parámetros de precocidad	30
2.7.2	Parámetros de rendimiento.....	30
2.7.3	Estudio economico	30
CAPÍTULO III.....		32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		32
3.1	Variables de precocidad.....	32
3.2	Variables de rendimiento	35
3.3	Mérito económico de los tratamientos	47
CAPÍTULO IV:.....		49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		49
4.1	Conclusiones	49

4.2	Recomendaciones.....	50
	BIBLIOGRAFÍA.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Análisis físico y químico del suelo donde se desarrolló el experimento.	20
Tabla 2 Datos climatológicos correspondiente a la campaña agrícola 2023-2024 y Balance Hídrico. Estación Meteorológica PAMPA CANGALLO Ayacucho.	21
Tabla 3 Análisis descriptivo de la fenología del cultivo de arveja en días después de la siembra (dds) en los diferentes tratamientos. Pucará 3,140 msnm	32
Tabla 4 Análisis de variancia de la altura de planta en las diferentes variedades y tutorados en la arveja en vaina verde. Pucará 3,140 msnm	35
Tabla 5 Análisis de variancia del número de vainas por planta en las diferentes variedades y tutorados en la arveja en vaina verde. Paucará 3,140 msnm.	37
Tabla 6 Análisis de variancia de la longitud de vaina verde de variedades y tutorado en arveja, Pucará 3,140 msnm.	38
Tabla 7 Análisis de variancia del número de granos por vaina verde de variedades y tutorado en arveja, Paucará 3,140 msnm.	40
Tabla 8 Análisis de variancia del peso de 1000 granos verdes de variedades y tutorado en arveja, Paucará 3,140 msnm.	43
Tabla 9 Análisis de variancia del rendimiento de vainas verde en variedades de arveja con tutorado. Paucará 3,140 msnm.	45
Tabla 10 Costo de producción, rendimiento, utilidad bruta e índice de rentabilidad de cuatro variedades de arveja tutorados. Pucará 3,140 msnm - Ayacucho.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación del proyecto de investigación.....	19
Figura 2 Diagrama ombrotérmico, temperatura, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2023-2024. Estación Meteorológica PAMPA CANGALLO.....	22
Figura 3 Prueba de Tukey de los efectos principales de la altura de planta de variedades y tutorado en arveja. Pucará 3,140 msnm.....	35
Figura 4 Prueba de Tukey de los efectos simples de variedades en cada forma de tutorado en el número de vainas verde por planta en arveja. Pucará 3,140 msnm. ...	37
Figura 5 Prueba de Tukey de los efectos simples de variedades en cada forma de tutorado en la longitud de vainas verde en arveja. Pucará 3,140 msnm.	39
Figura 6 Prueba de Tukey los efectos principales del número de granos por vaina de las variedades y los tutorados la arveja verde. Paucará 3,140 msnm.....	41
Figura 7 Prueba de Tukey los efectos simples de las diferentes variedades con tutor y sin tutor en el peso de 1000 granos verdes. Paucará 3,140 msnm.....	43
Figura 8 Prueba de Tukey los efectos principales del rendimiento de vaina verde en los tutorados y variedades. Pucará 3,140 msnm.	46

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.), es una legumbre con un perfil nutricional superior, pues representa una alternativa en la búsqueda de soluciones para la desnutrición en el país. El desafío radica en optimizar la producción de alimentos, tanto en cantidad como en calidad, sin comprometer la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Esta leguminosa se cultiva con diversos fines, incluyendo su uso como forraje, abono verde y, principalmente, como fuente de alimento humano. La arveja se incorpora en una serie de preparaciones gastronómicas y también se consume directamente. Su valor nutricional sobresale por su elevado contenido de proteínas, superando con creces al de los cereales de grano entero (trigo, avena y el arroz). Esta cualidad la convierte en un cultivo esencial para promover la seguridad alimentaria y nutricional, así como para diversificar las fuentes de proteína en la dieta humana. Según CENAN (2016), la arveja destaca por su alto contenido en fibra y nutrientes esenciales, entre las que destacan las vitaminas del complejo B, así como notable contenido de minerales (potasio, magnesio y zinc)

Según los reportes del Instituto Nacional de Salud, (2017) el grano de la arveja, en vaina fresca, contiene 6.3% de proteína, 15.4% de carbohidratos, 4.8% de fibra cruda por cada 100 g de porción comestible. Mientras en estado de grano seca, estos valores se incrementan 22.00% de proteína, 61.9% de carbohidratos totales, 16.01 % de fibra dietaría y 11.4% de agua, destacando su aporte nutricional en la dieta.

La producción nacional de arveja presenta un rol importante en la economía agrícola. Según (SIEA, 2023), Perú registró más de 28,000 ha cosechadas de arveja

verde, alcanzando un rendimiento promedio de 3.9 t ha⁻¹. En Ayacucho, la superficie cosechada ronda 1,500 ha con un rendimiento promedio de 3.2 t ha⁻¹, ubicando a la región entre las principales zonas productoras del país.

A pesar de su importancia económica y nutricional, en muchas zonas los rendimientos siguen siendo bajos debido a deficiencias en manejo agronómico, la escasa adopción de variedades mejoradas, fertilización con material orgánica e inorgánica en forma inadecuada y ausencia de un adecuado manejo del tutorado. Esta última actividad favorece la aireación del cultivo, reduce el acame y mejora el aprovechamiento de luz, lo cual impacta en el número de vainas, longitud de vaina y uniformidad de cosecha. Estudios como los de Pérez & Urbina, (2022) reportan incrementos significativos en rendimiento comercial al implementar tutorado en leguminosas.

Por las consideraciones expuestas, se plantea el presente trabajo de investigación con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la precocidad, mérito económico y el rendimiento comercial en vaina verde con tutor y sin tutor en cuatro cultivares de arveja (*Pisum sativum* L).

Objetivo específico

- Determinar el rendimiento comercial en vaina verde de arveja (*Pisum sativum* L) en cuatro variedades evaluadas bajo las condiciones donde se efectúa el experimento.
- Contrastar el efecto del tutorado en las variables de rendimiento en las 04 variedades de arveja.
- Comparar el mérito económico de los tratamientos evaluados.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la investigación

1.1.1. Antecedentes Internacionales

García, R. y Otros. (2020). En su estudio "*Sistemas de tutorado y su efecto en el rendimiento de Leguminosas*", realizado en la Universidad de Nariño, Colombia, evaluaron el comportamiento de la arveja bajo diferentes soportes. Los autores reportaron que el sistema de espaldera incrementó el rendimiento comercial en un 30% en comparación con el crecimiento rastrero. En la investigación concluyeron que el tutorado optimiza la interceptación de luz solar y reduce la incidencia de enfermedades fungosas en las vainas por ausencia de humedad basal.

López y Martínez (2018), en Ecuador, En la investigación "*Evaluación agronómica de variedades de Pisum sativum L. en zonas altoandinas*", desarrollada en Ecuador, compararon variedades de crecimiento determinado e indeterminado. Encontraron que ciertas variedades como la Rondo son más precoces (cosecha a los 115 días) y las variedades indeterminadas manejadas con tutor logran una mayor ventana de cosecha y un peso de vaina 15% superior.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Poma (2019), en Huancayo - Perú, en su tesis titulada "*Comportamiento productivo de cultivares de arveja bajo dos sistemas de conducción en el Valle del Mantaro*", evaluó las variedades Rondo y Alderman. Sus resultados coinciden en

que la variedad Alderman con tutor alcanzó los mayores índices de crecimiento con una altura que supero los 1.20 m, y de 10.2 t/ha de rendimiento en vaina verde superando significativamente al manejo sin tutorado.

Quispe (2021), Apurímac, en su trabajo "*Análisis económico y productivo de la arveja (*Pisum sativum*) en la región Apurímac*", se analizó la rentabilidad de diversas variedades. El autor determinó que el Índice de Rentabilidad fue mayor en los sistemas sin tutor debido a los menores costos de inversión inicial; sin embargo, resaltó que el sistema con tutorado genera un mérito económico superior a largo plazo debido a la calidad "Extra" de la vaina, la cual se cotiza mejor en mercados regionales.

1.2 Cultivo de arveja

1.2.1 Origen y distribución del cultivo de arveja

La (FAO, 2018) menciona que el origen del género *Pisum* se encuentra en las regiones del Mediterráneo y Asia Central. De acuerdo a registros históricos, el consumo de la arveja por parte de las comunidades vinculados a la caza y la recolección de Europa Central hacia finales del Neolítico tardío. En cuanto a su origen, se debate que puede ser Asia Central, Asia Menor, Etiopía o Mediterráneo. Su capacidad de adaptación del cultivo permitió expandirse estableciéndose en zonas con clima templado y ecosistemas de alturas en países principalmente tropicales

Montory, citado por Anccasi, (2014) refiere que la arveja (*Pisum sativum* L), es una planta cultivada originaria de Etiopía, desde donde se expandió a la región mediterránea, Asia y zonas templadas de todo el mundo. Actualmente, los principales productores a nivel mundial son India y Birmania, seguidos por países del África Oriental (alrededor del lago Victoria), Congo y Marruecos. En Sudamérica, destacan Colombia, Perú y Ecuador como productores importantes.

1.2.2 Ubicación Taxonómica

De acuerdo a Mateo, citado en Moisés (2017), la ubicación taxonómica de la arveja es de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas

Sub división	: Angiospermas
Clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Rosales
Familia	: Leguminosas
Sub Familia	: Papilionoideae
Tribu	: Vicieae
Género	: <i>Pisum</i>
Especie	: <i>Pisum sativum</i> L.
Nombre común	: Arveja, guisantes, chicharos, Alverja, etc.

1.2.3 Descripción morfológica

Camarena et al, citado por Solier, (2019), mencionan que la arveja conocida también como chicharos, Alverja, se trata de una especie herbácea de ciclo anual, cuyas características morfológicas se detallan a continuación:

a) La raíz

La arveja posee un sistema radicular de tipo pivotante, cuya raíz principal es de gran desarrollo, asimismo las raíces secundarias pueden presentar gran densidad. Una de las características principales de la raíz de la especie es la gran capacidad de simbiosis con las bacterias de género *Rhizobium*

b) El tallo

El tallo de la planta está caracterizado por elongados de sección cilíndrica, fistulosos, delgados y de consistencia lisa. Las tonalidades del tallo varían entre verde claro a verde azulado. Su capacidad de ramificación y el porte son características propias de cada variedad y tipo de planta

c) Ramas

Las ramas brota a partir de los nudos ubicados en los nudos inferiores de la planta. La cantidad de ramas depende de varios factores: variedad de semilla, fertilidad del suelo, el acceso a cantidades adecuadas de agua y la densidad de plantación vegetal.

d) Hojas

Esta planta presenta una estructura de hojas paripinnadas que pueden ser entre dos a tres pares de folíolos de forma lanza u ovalo. Presentan estipulas en la parte basal de la planta, mientras que en la parte apical o terminal presentan zarcillos pudiendo ser tres hasta cinco los cuales sirven para treparse y sujetarse de la planta

e) Flores

La arveja produce flores caracterizadas por ser completas y hermafroditas (ambos sexos), gracias a esta característica, se polinizan a sí mismas. A nivel de las ramas pueden aparecer individualmente o en pares de dos o agrupadas en racimos. Los colores varían de acuerdo a la variedad, pudiendo ser de color blanco, morado o purpura.

f) Frutos

La arveja presenta vainas de dos valvas (bivalva) con una curvatura ligera, el cual no se abre inmediatamente después de la maduración. Presenta en el extremo superior un ápice agudo o truncado. Se une al tallo mediante un soporte (pedicelo) corto pudiendo ser recto o arqueado

g) Semilla

La arveja posee una semilla de forma redondeada o esférica. La superficie de la semilla puede ser de textura lisa, con arrugas o con depresiones, dependiendo de la variedad. La coloración es variada pudiendo ser verdes, grises o amarilla, entre otras, esta diferencia física de la semilla está directamente ligado a la variedad genética del cultivo.

1.3 Estados fenológicos

Evans (1983), menciona que el ciclo fisiológico vegetal de los cultivos básicos, como la leguminosa pasa por varias etapas, aunque se divide en dos fases principales: la fase vegetativa y la reproductiva.

1.3.1 Fase vegetativa

Este periodo está comprendido desde que la semilla se active hasta que complete el desarrollo de todas las estructuras vegetativas de la planta. En esta etapa se presentan los siguientes estados fenológicos: germinación, emergencia y concluye con la aparición de las flores.

a) Germinación

El proceso inicia cuando el embrión absorbe el agua en un ambiente cuya temperatura, aire y luz son adecuados. Este aporte del agua estimula o activa la maquinaria metabólica de la semilla, éstas catalizan el proceso de transporte de sustancias, translocación y la respiración celular acumuladas en el endospermo para el crecimiento inicial de la planta.

De acuerdo a Evans (1983) el incremento de la presión interna como resultado de la hidratación de la semilla y el desarrollo del embrión, rompe la capa protectora de la semilla. Este proceso es el fin de un estado de latencia y el inicio de la fase activa de la planta.

b) Emergencia de plántulas

Las plántulas emergen del suelo y abren sus dos cotiledones, los cuales se pueden visualizar a simple vista en el surco. Según Evans (1983) esta etapa coincide con el inicio del proceso fotosintético, con el proceso de absorción de agua y nutrientes a nivel radicular. En esta etapa las dimensiones son de 1.60 cm de altura, 5.5 cm de longitud radicular y 1.40 cm de cotiledones.

c) Crecimiento

Según Evans (1983), en esta fase del crecimiento de la planta, las condiciones medioambientales son de suma importancia. Pues a medida que estos factores como la temperatura, nutrición, humedad y la luz son favorables, las plantas tienden a alcanzar mayores alturas. No obstante, algunas condiciones también pueden generar el crecimiento de la planta, por ejemplo, el alargamiento del tallo puede ser causado por el exceso de densidad de siembra. Sin embargo, estas plantas suelen ser débiles y propensas al ataque de plagas y enfermedades, así como al acame. Bajo esta situación, la maduración se retrasa más de lo normal, lo que puede ocasionar menores rendimientos a la hora de la cosecha.

1.3.2 Fase reproductiva

Esta fase comprende desde la formación de gametos (masculino y femenino) y el proceso de la floración el cual continua con el proceso de polinización para culminar con la fecundación. Posterior a este proceso se observa

el crecimiento de la vaina y concluyendo el ciclo con el punto óptimo la recolección, es decir con la madurez de cosecha.

a) Floración

Este proceso es el paso de la fase vegetativa a la fase reproductiva. En esta fase la planta inicia con la inflorescencia, es decir, en esta fase la planta ha culminado el proceso de crecimiento, así como la suficiente acumulación de materia seca, todo ello gracias a condiciones adecuadas.

Según Evans (1983), este cambio está regulado por ciertas variables como el fotoperiodo, clima y el clima. Un aspecto de suma importancia en la arveja es la cleistogamia o la autopolinización que sucede de manera interna dentro de la misma flor.

b) Formación y crecimiento de vainas

De acuerdo a Faiguenbaum (1993), después del proceso de la fecundación, los pétalos se cierran al alrededor del ovario fecundado, para luego marchitarse y caerse dejando una pequeña vaina de tamaño incipiente con estilo del ápice. Al principio los filamentos del estambre rodean para luego secarse y caerse.

Las vainas que constituyen el fruto están formadas por dos valvas que conforman el pericarpio y presentan un ápice agudo y un pedicelo corto recto o curvo. De acuerdo a la variedad de la planta y la ubicación en la planta, las vainas pueden contener de 3 a 8 semillas cuyas longitudes oscilan entre 4 a 12 cm de largo y un ancho entre 1 a 2 cm.

c) Llenado de granos

Faiguenbaum (1993), menciona que el crecimiento de los granos y vainas no son procesos aislados, sino que se traslapan, pues existe una superposición en la multiplicación de las células en el desarrollo de la vaina y la formación de la semilla. Tras un crecimiento lento, la semilla experimenta un desarrollo acelerado provocando el hinchamiento característico de la vaina hasta alcanzar la madurez para su consumo como vaina verde, cuyos granos ocupan la totalidad de la vaina sin dejar espacio alguno dentro de la cavidad.

Se considera que la arveja ha alcanzado el estado óptimo y ha llegado a su madurez comercial para el consumo en fresco, cuando tiene el nivel de hidratación

interna que oscila entre 72% a 74%. El tamaño o el calibre del grano de arveja en este punto esta condicionada por el factor genético de cada variedad sembrada. Un ejemplo claro son las variedades extrafinas conocidas como "petit pois" se distinguen por tener una medida de granos de 7.10 mm de diámetro

1.4 Labores culturales

a) Preparación de terreno

Según Maroto citado por Moisés (2017), indica que la preparación del suelo para el cultivo de arveja debe ser con precisión con la finalidad de garantizar un suelo bien aireada y mullida. Esto se logra con la aplicación de herramientas adecuadas como arado para dejar un suelo adecuadamente preparada con una profundidad aprox. de 0.30 m con la finalidad de integrar el abono base. Posteriormente se realiza en proceso de mullido para desmenuzar terrones grandes y dejar nivelado la capa superficial del suelo y facilitar la siembra posterior.

b) Surcado

Mateo, citado por Moisés, (2017), indica que el surcado es una actividad sencilla que demanda escasa cantidad de mano de obra y materiales para su realización. El proceso se inicia con la delimitación con el uso de cordel que funciona como referencia para el paso de la herramienta. El espaciamiento entre surcos depende de la variedad a sembrar desplazando la guía de forma paralela. Se recomienda que el surco tenga una profundidad superficial siendo como máximo de 5.00 cm

c) Siembra

Según la FAO (2018), la siembra se realiza de forma directa al suelo después de la lluvia o después de haber regado de manera uniforme con una anterioridad de 24 a 48 horas. El distanciamiento entre surcos dependiendo de la variedad debe ser de 0.6 a 0.80 m, colocando la semilla al costado o al fondo del surco con un distanciamiento que varía entre 25 a 30 cm y dos a tres semillas por golpe o a chorro continuo alcanzando una densidad de siembra entre 360 000 a 550 000 plantas por hectárea.

Como medida de protección de la semilla se debe aplicar algún desinfectante (Vitavax) con la finalidad de proteger la semilla de ataques fúngicos y garantizar una germinación uniforme y vigorosa.

d) Control de malezas

Arévalo & Ortega (2003) sugieren que el campo debe estar libre de maleza, para ello es importante realizar esta labor de deshierbo ya sea de forma manual o mecánica para tener el cultivo libre de malezas principalmente durante los primeros 45 días. Esta labor en los primeros días garantiza que la arveja compita por recursos como nutrientes, luz, asimismo se previene a que las malezas sirvan de hospederos o refugios para insectos y demás plagas que pueden afectar en la sanidad del cultivo.

e) Fertilización

Cosme, citadas por Ruiz (2019), recomienda que los suelos con niveles moderados de macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes (Ca, Mg, Bo, S, Mo, etc.) se debe ajustarse a las necesidades nutricionales de cultivo, recomendando dotar dos niveles de fertilización: una dosis alta consistente en 110 kg de N, 85 kg de P₂O₅ y 110 kg de K₂O como dosis alta, y a una dosis moderada de 80 kg de N, 60 kg de P₂O₅ y 70 kg de K₂O. el autor enfatiza de que el uso de específico del fertilizante debe ser de acuerdo al análisis de suelo que se debe realizar previo a la preparación del suelo así como de las características particulares del sitio

El INIA (2016) indica que el proceso de abonado debe realizarse en dos momentos. La primera fracción se debe realizarse en la siembra y la segunda en el aporque, con la finalidad de garantizar el vigor vegetativo de la planta y crezca adecuadamente. La fertilización se debe realizarse dependiendo del nivel de fertilidad del suelo sugiriendo dos fórmulas, pudiéndose aplicar una fórmula de 40 – 60 – 00 kg. ha⁻¹ o la otra opción es de 60 – 80 – 20 kg. ha⁻¹. Esta dosis sirve de base para calcular la cantidad de fertilizante a utilizar según el área instalada.

1.5 Riego

El INIA (2016) indica que la dotación hídrica se realiza con la finalidad de mantener una humedad homogénea a lo largo de toda el área sembrada, favoreciendo la germinación uniforme de la arveja. Una vez que la planta haya emergido, el riego

se realiza entre surcos o canalizándose lateralmente para evitar el contacto directo del agua con la planta para evitar el contacto directo con el agua y humedad excesiva, evitando de este modo posibles patologías en la raíz y posible ataque de antracnosis.

En esta fase de crecimiento se recomienda realizar el humedecimiento hasta una profundidad de 30 cm, es decir hasta cubrir el sistema radicular de la planta. Por otro lado, el autor recomienda realizar riego de acuerdo a la altitud: en zonas altoandinas con mayor incidencia de frío se recomienda regar antes de medio día con la finalidad de permitir la recuperación térmica del suelo; mientras que en zonas bajas o cálidas el riego debe realizarse en la tarde para evitar de este modo el sobrecalentamiento del sustrato y la proliferación de plagas y enfermedades.

1.6 Aporque

INIA (2016), recomienda que el aporque debe realizarse entre los 40 a 45 días después de la siembra cuando la planta haya alcanzado un desarrollo vertical de 60 cm y un sistema de tutorado inicial. El aporque consiste en elevar un montículo de tierra alrededor de la base de la planta con una altura de aproximadamente 25 cm. El aporque proporciona a la planta diferentes beneficios como el control de malezas, mejora el anclaje de la planta, evita competencia con malezas, optimiza la aireación del suelo y previene el exceso de humedad en el suelo, permitiendo de este modo el desarrollo radicular óptimo de la planta.

1.7 Tutoraje y espaldera

Arévalo & Ortega (2003) indican que para el establecimiento del tutorado requiere una disposición específica del cultivo de arveja, recomendando que la ubicación de la semilla sea en un lateral del surco. El marco de plantación sugerido por los autores es de 1.00 m entre hileras, 25 cm entre golpes, con una densidad de siembra de 2 a 3 semillas por golpes. Los tutores se deben tener de 1.50 a 2.00 m de altura, distribuyéndose a lo largo del surco con distanciamiento de 1.50 a 2.00 metros lineales. Esta configuración ayuda en la estabilidad del cultivo y facilita en el crecimiento vertical de la planta

El INIA (2016) sostiene que el tutorado en el cultivo de arveja se debe implementar durante la fase temprana de su desarrollo vegetativo, cuando la planta alcance una altura de 20 a 30 cm de altura, lo cual ocurre a los 25 a 30 días después de la siembra. Los postes o soportes se instalan alineados al surco con un distanciamiento

de 3 a 4 metros. El tutorado se completa mediante el uso de rafia que se dispone cada 25 a 30 cm en forma ascendente conforme la planta gana altura. La técnica de amarre debe ser envolvente evitando presionarla a la planta, cumpliendo la función de soporte y orientación.

1.8 Control de plagas y enfermedades

Angulo (2019) reporta las enfermedades y plagas de importancia que representan una amenaza constante para los cultivos de arveja. Un manejo integrado de plagas, basado en inspecciones regulares y la identificación temprana de síntomas, es esencial para prevenir pérdidas significativas en la producción. Entre los signos más comunes de infestación se encuentran:

1.8.1 Plagas

El ataque lo realiza las larvas de lepidópteros de la especie *Heliothis zea*, pertenecientes a polillas de hábitos nocturnos, los cuales se conocen como "shiure" o "utushcuro". Estas larvas es una amenaza para el cultivo de arveja, principalmente en la fase inicial, puesto que provocan daños al alimentarse del tejido del tallo.

Esta plaga conocida como barrenador de tallos, pertenece al género *Melanagromyza sp.*, es de coloración grisácea en su estado larval. La presencia de esta plaga se manifiesta por un debilitamiento general de la planta, marchitamiento de hojas y tallos, y la presencia de orificios de entrada en la base del tallo. Al abrir el tallo, se pueden observar las galerías excavadas por la larva, así como excrementos y restos de tejido vegetal.

1.8.2 Insectos minadores

La mosca minadora representando por las especies *Agromyza sp* y *Liriomyza huidobrensis*. Causa daños característicos en las hojas. Sus larvas, de color blanco amarillento, excavan galerías serpenteantes entre las capas de la hoja, formando túneles visibles. Los adultos, por su parte, producen pequeños orificios al alimentarse del follaje. La proliferación de estas plagas se desarrolla de manera óptima en condiciones de temperatura templada a fría combinadas de elevada humedad en el ambiente.

1.8.3 *Insectos que atacan a los brotes y vainas*

Gusano perforador de brotes (*Epinotia aporema*)

Las larvas penetran las yemas jóvenes, alimentándose del tejido interno y creando galerías que debilitan la planta. Posteriormente, pueden migrar hacia las vainas, donde completan su desarrollo. Esta actividad causa daños significativos en la planta, afectando su crecimiento y producción.

1.8.4 *Insectos chupadores*

- La **mosca blanca**, conocido como *Bemisia tabaci*, en su etapa ninfa y adulta poseen un aparato bucal chupador – picador, cuyas características le permite alimentarse de la savia de la planta, debilitando estructuralmente a la planta.
- **Los trips** conocido como *Thrips sp.* Cuyo habito alimenticio es de raspador-chupador se caracterizan por succionar la savia y lacerar los tejidos vegetales provocando debilitamiento sistémico de la planta, dando como resultado la senescencia prematura de la planta y la pérdida de vigor.
- La **Cigarrita verde** conocido como *Empoasca kraemeri*, se caracteriza por atacar a la planta desde su inicio, provocando un debilitamiento generalizado. Los síntomas incluyen un amarilleamiento progresivo de las hojas, que se enrollan y deforman, afectando significativamente la fotosíntesis y el crecimiento de la planta.

1.8.5 *Nemátodos*

- ***Medoloidogyne sp.*** Estos nematodos inducen la formación de agallas en las raíces, lo que limita la absorción de agua y nutrientes.
- **Pratylenchus:** Estos nematodos migradores causan lesiones en las raíces, lo que facilita la entrada de patógenos y reduce la capacidad de absorción de agua y nutrientes.

1.8.6 Enfermedades

- La **Chupadera fungosa** representado por *Rhizoctonia sp* y *Fusarium sp*. Estas enfermedades son causadas por hongos del suelo, provocando el oscurecimiento y pudrición de raíces y tallos, lo que afecta la absorción de agua y nutrientes.
- **Ascochita** (*Ascochyta pisi*). Producen manchas de diferentes tamaños y colores en las hojas, que pueden coalescer y causar defoliación.
- **Oidium** (*Erysiphe poligoni*). Esta enfermedad se manifiesta con un polvo blanco en hojas, tallos y vainas, lo que reduce la fotosíntesis y el rendimiento.

El efectivo control se basa la combinación de aplicaciones preventivas y curativas mediante el uso de activos como el azufre y dinocap para la protección inicial para luego completar con pulverizaciones en base de fungicidas como benomilo.

- **Mildiu** representado por *Peronospora viciae sp. Pisi*. La presencia de mildiu se manifiesta por un moho gris en la parte aérea de la planta, especialmente en condiciones de alta humedad. Las hojas infectadas se vuelven cloróticas y se enrollan, lo que reduce la capacidad fotosintética de la planta. Las vainas pueden presentar deformaciones y pudriciones, afectando la calidad y cantidad de la cosecha.
- **Roya** (*Uromyces pisi*). Se caracteriza por la aparición de pústulas de color naranja, marrón o negro en hojas, tallos y vainas.

1.9 Cosecha

Según Dane, como cita Machaca, (2018) indica que la recolección como arveja verde se debe realizar cuando las vainas alcanzan su máximo llenado o conformación completa. Una forma de identificar este estado es cuando la vaina presenta una coloración de verde intenso con tonalidades amarillentos, cuya superficie presenta cierta rugosidad y una consistencia firme que garantiza la calidad del producto durante la comercialización.

Según Dane, como cita Machaca, (2018) menciona que la recolección se realiza de forma manual, distribuyéndose la cosecha en dos o tres etapas. En la siembra con tutores es muy probable realizar hasta tres pasadas de cosecha, sin dañar la calidad de las vainas. Mientras que siembras sin tutores o rastreros se recomienda solo dos pasadas en ausencia de lluvias para evitar el deterioro de la planta.

1.10 Variedades de arveja en el experimento

A continuación, se analizan las características de las variedades de arveja seleccionadas para el presente trabajo de investigación:

a) Variedad Rondo

Camarena et al, citado por Barzola y Hermitaño (2018), indican las siguientes características para esta variedad:

Altitud	: 1300 - 3200 m.s.n.m.
Clima °C	: 16 °C y 15° C
Densidad de siembra	:70-80 kg ha-1
Fertilización	: 80-100-80 N.P.K.
Distanciamiento	:0.75 m entre surcos y 0.40 m entre plantas
Periodo Vegetativo	: 4 - 4.5 meses
Época de siembra	: mayo - agosto
Plagas de enfermedad	: gusano de tierra
Rendimiento	: 20 t ha ⁻¹ (verde)

b) Variedad Usui

Ruiz (2019), menciona que esta variedad se adapta a diversos climas en el territorio peruano, asimismo destaca su alta competencia y demanda en los mercados locales y nacionales. Es una variedad que cuenta con buen color y sabor, gracias a ella tiene gran éxito comercial. Sus características principales son:

Altitud	: 1300 - 3200 msnm.
Clima °C	: 16 °C a 18 °C
Densidad de siembra	: 70-80 kg ha ⁻¹
Fertilización	: 80-100-80 N.P.K.

Vainas	: vainas medianas promedio de 8 cm
Grano	: Liso, hilio de color negro
Periodo vegetativo	: 3 - 4 meses en verde
Distanciamiento	: 0.75 m entre surcos y 0.40 entre plantas.
Época de siembra	: mayo - agosto
Rendimiento	: 10.0 t ha ⁻¹ (verde)
Rendimiento	: 1.5 t ha ⁻¹ grano seco

c) Variedad Criolla

Esta cultivar se caracteriza por tener flores de dos tipos blanca y de color lila, esto indica que es un ecotipo de una mezcla de líneas puras, es una arveja muy difundida a nivel regional y muy utilizado en cremas de arveja muy popularizado en el consumo en grano verde y grano seco.

Altitud	: 1800-3000m.s.n.m.
Clima	: 16°C – 18°C.
Fertilización	: 70-90-80 N.P.K.
Distanciamiento	: 0.75m entre surcos y 0.25 entre plantas
Densidad de siembra	: 75-90 kg/ha
Periodo vegetativo	: 3.5-4 meses
Época de siembra	: Mayo – junio
Plagas	: Mosca minadora,
Enfermedades	: Chupadera fungosa y Oídium
Rendimiento	: 12.5 t/ha en verde y 3t/ha en seco
Grano en seco	: Blanco y liso

d) Variedad Aldermann

Esta cultivar se caracteriza por tener flores de color blanca, esto indica que se puede mantener su identidad genética, es una arveja muy difundida a nivel nacional y muy utilizado en vaina verde que alcanza un gran tamaño en grano verde y al secarse forma un grano arrugado. Tiene la siguiente ficha técnica:

Altitud	: 1800-3500 m.s.n.m.
---------	----------------------

Clima	: 12°C – 16 °C.
Fertilización	: 80-90-120 N.P.K.
Distanciamiento	: 0.85 m entre surcos y 0.30 entre plantas
Densidad de siembra	: 75-90 kg/ha
Periodo vegetativo	: 4-5 meses
Época de siembra	: Mayo – junio
Plagas	: Mosca minadora
Enfermedades	: Chupadera fungosa y Oídium
Rendimiento	: 12 t ha ⁻¹ (verde)y 3 t ha ⁻¹ (seco)
Grano	: Verde de gran tamaño y arrugado en grano seco

1.11 Factores edáficos y climáticos

1.11.1 Suelo

Sobrino, como cita Anccasi, (2014) menciona que son adecuadas las tierras ligeras, frescas y de buena fertilidad, así como las de consistencia media y bien drenadas; en los suelos demasiado calizos se vuelven cloróticos, no soporta la salinidad, siendo una planta indicadora en este aspecto. No son adecuado los terrenos arcillosos húmedos, en la que es frecuente la pudrición de la semilla originándose nascencias claras, sobre todo si se trata de variedades de grano rugoso.

Veliz, como cita Anccasi, (2014), manifiesta que se cultiva en una amplia variedad de suelos; prefiriendo suelos franco arenosas para el caso de cosecha temprana, es importante que se cuente con una aireación y drenaje óptimo, especialmente en suelos franco- arcillosos.

1.11.2 Clima

La FAO (2018), indica que la arveja es un cultivo cuyo requerimiento hídrico adecuado es de 400 a 600 mm, es bastante tolerable en cierto modo a sequia por su característica de bajo tolerante al exceso de humedad. Para un crecimiento y desarrollo adecuado requiere temperaturas que oscilan entre 12 a 18 18 °C, no obstante, es muy sensible al frío (helada) principalmente durante la germinación. Presenta un ciclo biológico cortos, cuyo requerimiento lumínico es de 5 a 9 horas diarias.

1.11.3 Altitud

Villavicencio, citado por Moisés, (2017) indica que la arveja es un cultivo cuya zona de crecimiento óptimo varía desde 1600 hasta 3700 msnm.

1.11.4 Temperatura

Cubero, como cita Rondinel, (2014) afirma que la arveja es una especie que se adecúa a diferentes climas pudiendo ser climas templados y húmedos. Aunque su umbral mínimo de crecimiento del cultivo se encuentra entre los 4 a 5 °C por lo que son muy vulnerables a la presencia de heladas, aunque existen ciertas variedades resistentes a temperaturas menores -2 a -3 °C, incluso algunas variedades pueden soportar temperaturas menores a -9 °C. no obstante, para un adecuado crecimiento, desarrollo y rendimiento la especie requiere de temperaturas que oscilen entre 14 a 26 °C y las temperaturas óptimas van desde 14 a 26 °C.

1.11.5 Requerimiento hídrico

Maroto, como cita Quispe, (2018) indica que el éxito de una campaña del cultivo de arveja requiere de la disponibilidad de agua desde 400 - 600 mm. El autor menciona que la etapa donde se requiere mayor cantidad de agua es en el proceso de macollamiento, prefloración, formación de vainas y durante el llenado de granos. En la producción de arveja cuyo riego es por gravedad, se debe realizar aproximadamente 06 riegos durante la campaña. El riego se debe suspender durante el periodo de la floración para evitar el aborto de las flores.

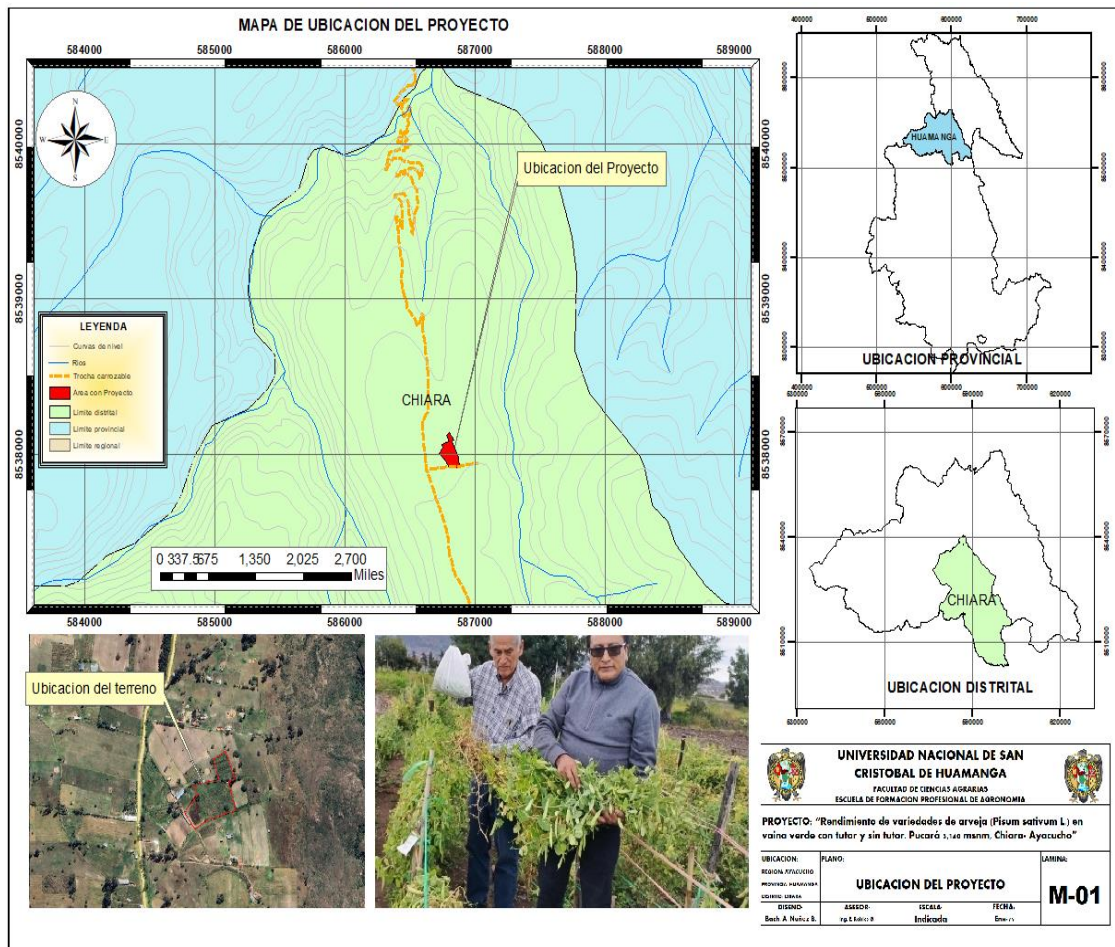
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

El desarrollo del presente estudio se llevó a cabo en un terreno agrícola situada en la localidad de Pucará dentro del distrito de Chiara a 3,140 msnm, se encuentra en las coordenadas 13°12'02" Latitud Sur y 74°12'04" Longitud Oeste y a una altura de 3,140 msnm. Políticamente pertenece al distrito de Chiara, provincia de Huamanga - Ayacucho.

Figura 1

Mapa de ubicación del proyecto de investigación



2.2 Caracterización del suelo

Se recolectaron muestras de la capa arable del suelo a una profundidad de 0 - 30 cm del área total del terreno para evaluar sus propiedades físicas y químicas. Después de obtener una mezcla homogénea mediante el método de cuarteo, se extrajo una muestra representativa de 1.00 kg. Esta fue remitida al Laboratorio de Análisis de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNSCH.

Tabla 1

Análisis físico y químico del suelo donde se desarrolló el experimento.

Componentes	Valores	Interpretación
Análisis Físico		
Arena (%)	37.3	
Limo (%)	31.8	
Arcilla (%)	30.9	
Clase textural		Franco Arcilloso
Análisis Químico		
pH	7.31	Ligeramente alcalino
Materia Orgánica (%)	2.22	Medio
Nitrógeno total (%)	0.11	Bajo
Fosforo disponible (ppm)	18.5	Alto
Potasio disponible (ppm)	192.8	Medio

En la Tabla 1 se muestra el análisis de caracterización del suelo donde se realizó el presente trabajo de investigación. En esta tabla el suelo muestra una textura franco arcilloso y ligeramente alcalino con porcentaje medio de materia orgánica, la disponibilidad de nitrógeno es bajo, fósforo alto y potasio medio.

2.3 Condiciones meteorológicas

La presente información meteorológica empleada en el presente trabajo de investigación se recolectó a través de la Estación Meteorológica de Pampa Cangallo, bajo la administración del Gobierno Regional de Ayacucho, el cual está ubicada a los 3,350 m.s.n.m. de altitud, a una latitud de 13°34'09" S y longitud de 74°11'37" O, por estar a una altitud y condiciones similares al lugar donde se desarrolló el trabajo de investigación. El trabajo experimental se inició el 05 de enero 2024 y la cosecha se realizó en el mes de mayo 2024. Los resultados se presentan en la tabla N° 02 y figura.

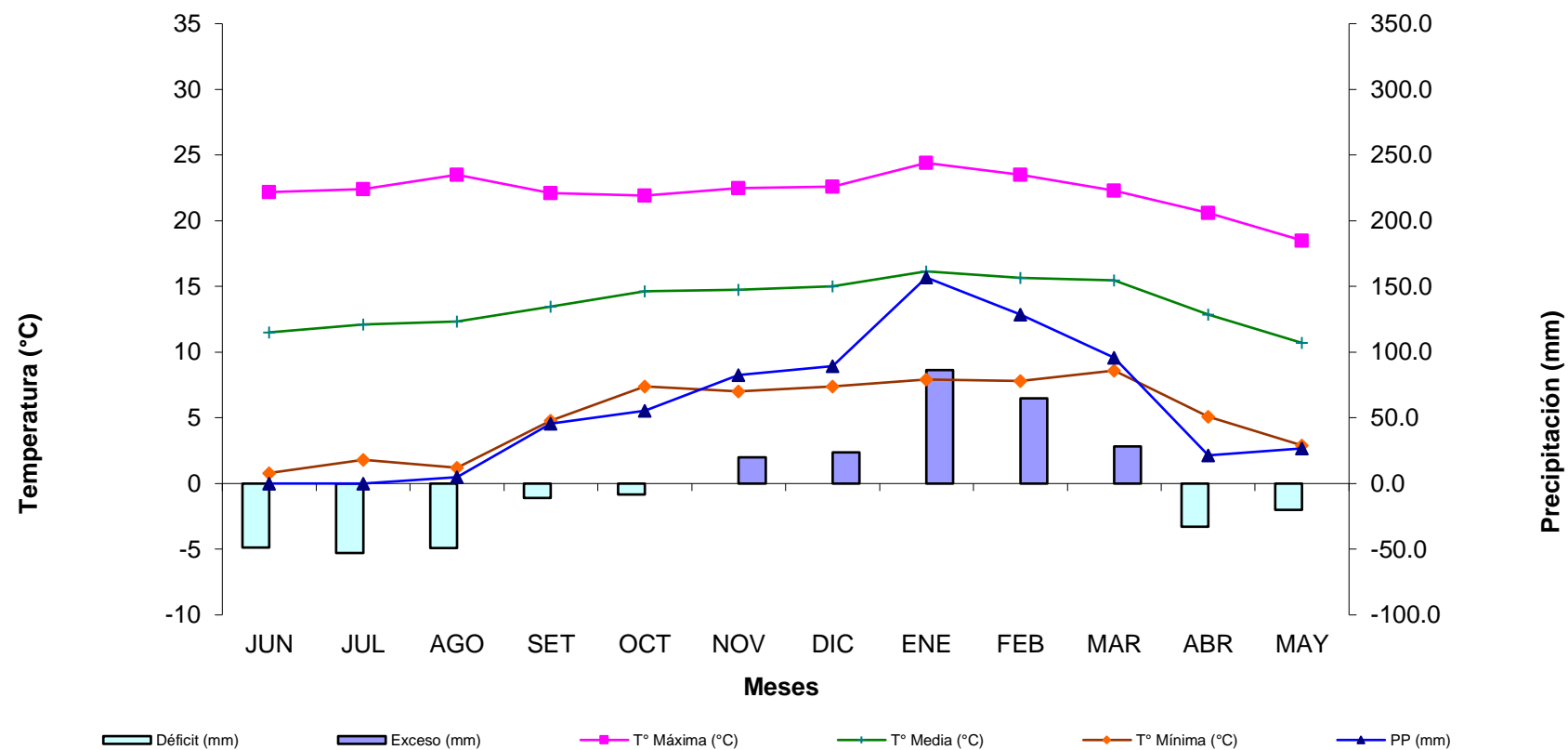
Tabla 2

Datos climatológicos de la campaña agrícola 2023-2024 y Balance Hídrico. Estación Meteorológica PAMPA CANGALLO Ayacucho.

AÑO	2023-2024													
MESES	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Total	Prom
T° Máxima (°C)	22.20	22.40	23.50	22.10	21.90	22.50	22.60	24.40	23.50	22.30	20.60	18.50		22.21
T° Mínima (°C)	0.80	1.80	1.20	4.80	7.40	7.00	7.40	7.90	7.80	8.60	5.10	2.90		5.23
T° Media (°C)	11.50	12.10	12.40	13.50	14.70	14.80	15.00	16.20	15.70	15.50	12.90	10.70		13.75
Factor	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96		4.88
ETP(mm)	55.20	60.02	61.50	64.80	72.91	71.04	74.40	80.35	72.85	76.88	61.92	53.07	804.94	0.88
PP (mm)	0.00	0.00	4.80	45.70	55.60	82.40	89.20	156.80	128.70	95.80	21.30	26.80	707.10	
ETP Ajust. (mm)	48.49	52.72	54.03	56.92	64.05	62.40	65.36	70.58	63.99	67.53	54.39	46.62		
H suelo (mm)	-48.49	-52.72	-49.23	-11.22	-8.45	20.00	23.84	86.22	64.71	28.27	-33.09	-19.82		
Déficit (mm)	-48.49	-52.72	-49.23	-11.22	-8.45						-33.09	-19.82		
Exceso (mm)						20.00	23.84	86.22	64.71	28.27				

Figura 2

Diagrama ombrotérmico, temperatura, precipitación y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2023-2024. Estación Meteorológica PAMPA CANGALLO



En la figura N° 2. la precipitación total anual del mes de junio 2023 a mayo 2024 fue de 707.1. En Pucará las condiciones climáticas se caracterizan por la presencia de dos periodos climáticos bien definidos: el primero donde se presentan lluvias intensas que abarca desde el mes de diciembre hasta marzo (época lluviosa), y una época sin lluvias desde principios de abril terminando en el mes de octubre (época de secano o estiaje).

2.4 Variables e indicadores

2.4.1 Variables Independientes

Variedades de arveja (V).

v1 : Variedad Rondo

v2 : Variedad Usui

v3 : Variedad Criolla

v4 : Variedad Alderma

Tutorado (T)

t1 : Con Tutor

t2 : Sin Tutor

2.4.2 Variables Dependientes

a) Parámetros de precocidad

- Días a la emergencia
- Días a la floración
- Días a la formación de vainas
- Días a la madurez comercial de cosecha

b) Parámetros de rendimiento

- Altura de la planta(m)
- Numero de vainas por planta
- Longitud de vainas(cm)
- Número de grano por vaina
- Rendimiento de vaina

- Rendimiento en vaina verde por hectárea ($t. ha^{-1}$)

2.5 Método procedimental

2.5.1 *Diseño Experimental*

La organización del presente trabajo experimental y el análisis de los datos se implementó el modelo experimental Bloque Completo Randomizado (DBCR) empleando un arreglo en parcelas divididas. En este esquema, el factor de sistema de tutorado se le asignó a las parcelas principales (mayor jerarquía), mientras que a las subparcelas se le asignó las variedades de arveja (factor secundario). Para establecer las significancias de las fuentes de variación, se computó la variabilidad mediante el análisis de variancia; los tratamientos se evaluaron bajo la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento. Para determinar la combinación y obtener los tratamientos se establecieron las combinaciones dando lugar a los tratamientos experimentales, los cuales se presentan en el siguiente esquema:

Tratamiento	Descripción
T1	Variedad rondo * Sin tutor
T2	Variedad rondo * Con tutor
T3	Variedad Usui * Sin tutor
T4	Variedad Usui * Con tutor
T5	Variedad Criolla * Sin tutor
T6	Variedad Criolla * Con tutor
T7	Variedad Alderman *Sin tutor
T8	Variedad Alderman *Con tutor

2.4.1 *Características del campo experimental*

Las medidas del campo donde se realizó el presente trabajo de investigación fue:

a) Dimensiones de las subparcelas:

Ancho	:	6.0m.
Largo	:	2.4m
Área	:	14.4m ²
Distanciamiento entre surcos	:	0.8m

Número de sub parcelas por bloque : 8.00

N° de surcos por cada subparcela : 03

b) Dimensiones de las parcelas:

Ancho : 6.0m.

Largo : 9.6m

Área : 57.6m^2

N° de parcelas por bloque : 2.0 unidades

c) Dimensiones de los bloques:

Ancho : 6.0m.

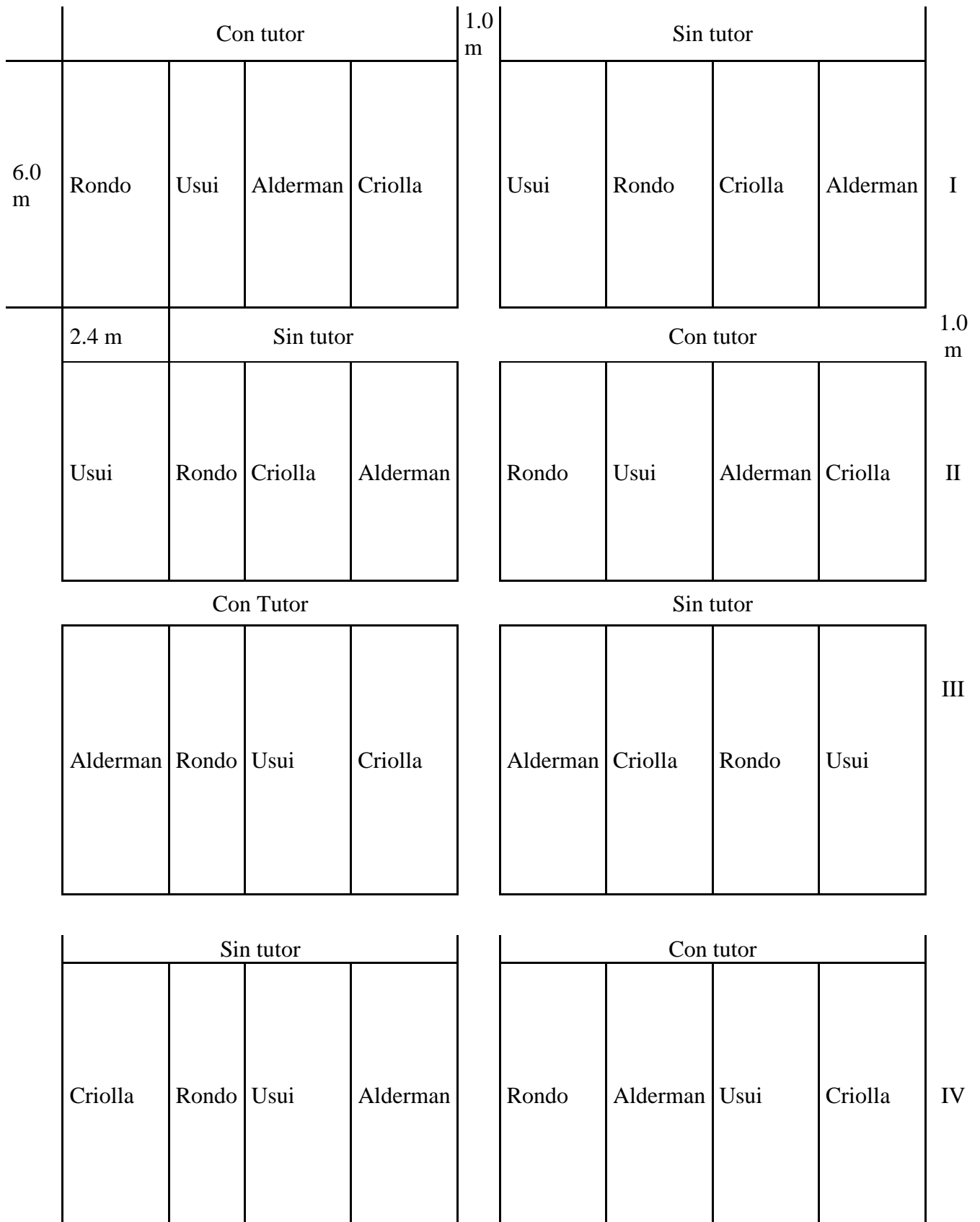
Largo : 22.2m

Área de c/bloque : 121.2m^2

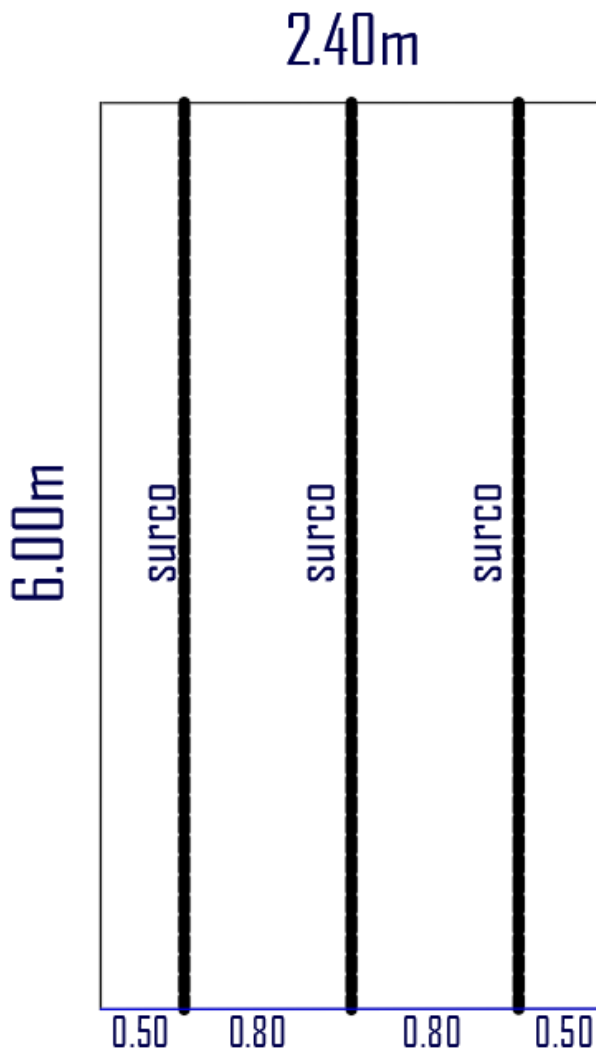
N° de bloques : 4.0 unidades

Área efectiva del experimento : 487.8m^2

d) Croquis del campo experimental



Croquis de la unidad experimental (sub parcela)



2.6 Procedimiento experimental

2.6.1 Adquisición de material genético

El material genético a utilizar, fueron semillas garantizadas de variedades de arveja: variedad Rondo, Usui, Criolla y Alderman adquiridas en la ciudad de Tarma.

2.6.2 De los tutores

Los tutores fueron obtenidos de eucalipto abundantes de la zona de una longitud de 2.0 metros y un diámetro de 3.0 cm.

2.6.3 Preparación del terreno experimental y demarcación.

La preparación del terreno se realizó el 30 de diciembre de 2023 con el uso del tractor agrícola, realizando una pasada con el arado de disco y dos pasadas con rastra en forma de cruz. El desterronado se realizó manualmente dejando el campo

listo para su surcado, asimismo se ha realizado la demarcación de bloques, parcelas, subparcelas. Al final se marcó con yeso los bloques, calles y unidades experimentales.

2.6.4 Surcado

Se realizó el 31 de diciembre de 2023. Esta actividad consistió en el trazado y apertura de los surcos con la utilización de herramientas manuales. La apertura se realizó con un distanciamiento entre surcos de 0.80 m ajustando a la topografía del terreno experimental.

2.6.5 Siembra

La realización de la siembra se realizó manualmente, colocando las semillas en el fondo del surco tres semillas por golpe con un distanciamiento de 0.30 m entre golpes. Una vez colocada la semilla se procedió a tapar manualmente una capa de tierra para asegurar su protección y la posterior germinación uniforme. La siembra se efectuó el 05 de enero 2024.

2.6.6 Abonamiento

Previo a la siembra se aplicó una mezcla de abono mineral NPK (60-80-80). Para el abonamiento mineral de los 487.8 m² del experimento se ha utilizado 16.8794 kg de una combinación de 8.2185 de kg Fosfato Diamónico, 2.5635 kg de Urea y 6.0975 kg de Cloruro de Potasio.

Se utilizó estiércol seco de vacuno en un nivel de 1,000 kg ha⁻¹ colocando al fondo del surco y para cubrir con tierra.

El estiércol seco utilizado fue el estiércol de vacuno, cuya alimentación del animal estuvo basado en pastos naturales y residuos de cosecha. Bajo estas condiciones, de acuerdo a la FAO, se presenta la caracterización promedio para el estiércol bovino en zonas altoandinas lo siguiente:

En su composición de macronutrientes en base seca la composición nutricional caracterizada por niveles de nitrógeno total oscila entre 0.40% y 0.55%, fósforo (P₂O₅) de 0.15% a 0.25% y potasio (K₂O) en un rango de 0.45% a 0.60%.

En su relación de materia orgánica y humedad, el estiércol contiene 18% – 25% de materia orgánica, 15% – 25% de humedad y una relación Carbono/Nitrógeno (C/N) de 18:1 a 22:1. Este rango indica que es un material que se mineraliza a una velocidad moderada, ideal para cultivos de ciclo largo como los tubérculos andinos.

En la presente investigación el estiércol se utilizó como una enmienda integral que optimiza las propiedades físicas del suelo al favorecer la formación de agregados estables, mientras que, a nivel biológico, provee una fuente esencial de carbono orgánico que dinamiza el microbiota edáfico, estimulando la actividad de microorganismos descomponedores que facilitan el ciclo de nutrientes y mejoran la resiliencia del ecosistema agrícola a mediano tiempo.

2.6.7 Riego

Para dotar suficiente cantidad de agua y cubrir el requerimiento del cultivo en los meses de estiaje, se procedió con la instalación de líneas de dotación de agua que fueron mangueras para el riego por goteo en los meses de abril y mayo, en los meses de enero, febrero y marzo la dotación hídrica fue mediante las lluvias de la temporada. Durante los meses de abril e inicio de mayo se utilizó el agua por goteo con una frecuencia de 8 días efectuándose un total de 4 riegos ligeros. Las fechas de aplicación de riego fue 01 de abril, 15 de abril, 29 de abril y 12 de mayo de 2024 respectivamente.

2.6.8 Deshierbo

Con la finalidad de eliminar toda competencia por nutrientes, luz y evitar posibles hospederos, se realizó el deshierbo manualmente y con la utilización de herramientas manuales (zapapico) durante las primeras fases del ciclo fenológico. Esta labor se efectuó a los 25, 45 y 70 dds, cuyas fechas de esta labor que el 30 de enero, 19 de febrero y 15 de marzo de 2024 respectivamente.

2.6.9 Tutoraje

El tutorado consistió en la instalación de soportes de eucalipto en la misma dirección de los surcos con arveja, colocando con un distanciamiento entre soportes de 2.00 m. Para mantener la verticalidad del cultivo, se utilizó rafia colocando en dos niveles situadas a 25 y 45 cm de altura. La colocación de la rafia se realizó progresivamente mientras la planta fue incrementando de tamaño.

La colocación de soportes y la rafia entre tutores, se ha realizado el 05 de febrero de 2024.

2.6.10 Control fitosanitario

Se utilizó el desinfectante de semilla, Vitavax fungicida de amplio espectro, sirve para el tratamiento de semillas. Protege a las semillas de diversos patógenos fúngicos, asegurando una germinación más uniforme y vigorosa, y reduciendo las

pérdidas causadas por enfermedades durante las primeras etapas fenológicas de la arveja. En el proceso de la desinfección se empleó una relación de 300 gr para 70 kg de semilla de arveja, es decir 15.00 gr de Vitavax por 3.4146 kg de semilla que se ha utilizado para una extensión de 487.8 m².

Se aplicó a los 45 dds fungicida en forma preventiva Kumulus con una dosis de 2.0 a 3.0 kg por Ha es decir para el caso del área sembrada se aplicó una dosis de 60 a 80 gramos en una mochila de 20 litros.

En lo referente al uso de insecticida no se utilizó al no presentar ataque de plagas.

2.6.11 Cosecha

Se realizó la cosecha en vaina verde en dos periodos, teniendo en cuenta la madurez de cosecha cuyas características fue granos llenos y tiernos con vainas verdes; los granos tuvieron aproximadamente 40 % de humedad. La cosecha se inició 30/04/24 para las variedades Rondo y Usui (precoces) y finalizó el 15/05/24 con las variedades Alderman y Criolla (tardías).

2.7 Variables a evaluar

Los parámetros a evaluar estuvieron en correlación a las variables dependientes, según el detalle siguiente:

2.7.1 Parámetros de precocidad, sus indicadores son:

En el presente parámetro, se evaluará la duración de cada estado fenológico contabilizando los días desde la emergencia hasta la culminación de cada etapa fenológica.

- Días a la emergencia.
- Días a la floración
- Formación de vainas
- Días a la madurez comercial (granos tiernos)

2.7.2 Parámetros de rendimiento, sus indicadores son:

- **Altura de la planta (m):** La evaluación de esta variable se realizó mediante el uso de un flexómetro estándar, para ello se seleccionó 10 plantas elegidos al azar de cada unidad experimental. La cuantificación de la planta se realizó

desde la base (cuello de la planta) hasta el punto apical, realizando dicha evaluación en el momento de la madurez fisiológica.

- **Número de vainas por planta:** En la evaluación de esta variable se cuantifico el número total de vainas de 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental. Posterior a ella se calculó el promedio general de la producción de vainas de cada unidad experimental.
- **Longitud de vaina (cm):** Para la evaluación de esta variable, se seleccionaron aleatoriamente 10 vainas por cada unidad experimental para determinar la longitud de cada vaina. La medición se realizó desde el pedúnculo hasta el ápice de la vaina, calculando el promedio general por cada muestra.
- **Número de granos por vaina:** Para la evaluación de la presente variable, se realizó la contabilidad de los granos por cada vaina utilizado en la muestra de la evaluación previa de medición de longitud de vaina. A partir de estos datos se obtuvo el promedio de los granos por cada unidad experimental.
- **Rendimiento de vaina verde por hectárea ($t \cdot ha^{-1}$):** Se pesó la totalidad de vainas de toda la unidad experimental inmediatamente después de la cosecha para evitar pérdidas de peso por transpiración con una balanza digital, luego se obtuvo rendimiento por hectárea.

2.7.3 Estudio económico:

Esta variable se determinó a partir de análisis entre costos de producción y el rendimiento obtenido por hectárea. Este análisis permitió determinar el tratamiento más rentable y recomendar el tratamiento experimental más eficiente. Para el cálculo del índice de rentabilidad (IR) se utilizó la siguiente relación:

$$I.R = (\text{utilidad bruta}/\text{Costo de producción})$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Variables de precocidad

A Precocidad

Tabla 3. *Análisis descriptivo de la fenología del cultivo de arveja en días después de la siembra (dds) en los diferentes tratamientos. Pucará 3,140 msnm*

Tratamientos	Emergencia	Plena floración	Formación de vainas	Granos llenos	Cosecha
Rondo con tutor	8 -10	70-75	85 -90	110-115	120- 125
Usui con tutor	8 -10	70-75	85 -90	110-115	120-125
Aldermann con tutor	8 -10	80-85	90 – 95	120-125	130-136
Criolla con tutor	8 -10	80-85	90 – 95	120-125	130-136
Rondo sin tutor	8-10	70-75	85-90	110-115	120-125
Usui sin tutor	8-10	70-75	85-90	110-115	120-125
Aldermann sin tutor	8-10	80-85	90-95	120-125	130-136
Criolla sin tutor	8-10	80-85	90-95	120-125	130-136

De acuerdo a la tabla N° 3, la emergencia ocurrió entre los 8 a 10 dds para las todas las variedades. En cuanto a la floración existe variación, mientras las variedades Rondo y Usui (primer grupo) tuvieron plena floración a los 70 a 75 días; las variedades Aldermann y Criolla (segundo grupo) retrasaron la floración entre 80 y 85 dds. El llenado de vainas en las primeras variedades mencionadas sucedió a los 110 - 115 días mientras que en las variedades del segundo grupo sucedió a los 120 – 125 días. La

cosecha se llevó a cabo en dos etapas: en las variedades del primer grupo, la cosecha se realizó a los 120 a 125 días, mientras que en las variedades del segundo grupo a los 130 y 136 días. Estos hallazgos coinciden con los resultados de Quispe (2018) en Pampa del Arco (Ayacucho), quién observó floración entre 59 y 61 dds en la variedad Remate. Mientras que en la cosecha existe una discrepancia puesto que el mencionado autor registró desde 79 hasta 101 dds con el uso de microorganismos eficientes.

Ochoa (2012), en el distrito de Vinchos (Ayacucho) registro variaciones estadísticas en cuando a la floración con rangos que oscilaron entre los 66.3 días en la variedad Remate y los 115.7 días en la variedad Criolla. Mientras que en el inicio de cosecha en la variedad Ep-326 fue de 121.6 días y en la variedad Criolla fue de 162.3 días. Estos resultados en el incremento de días se atribuyen a la mayor altitud de Chiara en comparación a Canaán Bajo.

Moisés (2017) realizó una evaluación en condiciones de conservación en Tambillo a los 2,688 msnm, observó que la emergencia sucedió los 9 y 11 días para todos los tratamientos; la floración se presentó a los 52 y 65 dds en los tratamientos T1 y T6, mientras que la formación de vainas ocurrió entre los 61 y 86 dds. La cosecha en su investigación concluyó a los 117 dds. Los tiempos que ha sido registrado es menor en comparación a la presente investigación, cuya discrepancia se fundamenta en la diferencia de altitud entra ambas zonas de estudio

La emergencia fue uniforme (8-10 dds) en todos los tratamientos. Esta estabilidad, coincidente con Moisés (2017) quien reportó rangos de 9 a 11 días, demuestra que la fase inicial depende del vigor de la semilla y la gestión del riego, siendo poco influenciada por la altitud. La temperatura mínima de 7.4 °C no representó una limitante para la germinación, lo que indica condiciones de lecho de siembra óptimas en Pucará.

Se observa una marcada diferencia en los días a floración y cosecha al comparar los resultados de Pucará con los de zonas de menor altitud como Pampa del Arco o Tambillo. La floración en las variedades Rondo y Usui (70-75 dds) y Aldermann y Criolla (80-85 dds) es tardía respecto a lo reportado por Quispe (2018).

En consecuencia, los resultados derivados de la investigación en condiciones de Pucará facilitan la clasificación de las variedades evaluadas en dos grupos claramente diferenciados: Variedades precoces: Rondo y Usui, con un inicio de cosecha a los 120 dds. y variedades tardías: Aldermann y Criolla, que alcanzan la cosecha entre los 130 y 136 dds.

Esta diferencia de aproximadamente 15 días entre los dos grupos es consistente con la naturaleza genética de las variedades. Mientras que la arveja Criolla suele ser más rústica y de ciclo largo, la variedad Rondo demuestra mayor capacidad y eficiencia en comparación a las demás variedades en la asignación de asimilados, mejorando su rendimiento. Sin embargo, los resultados de Ochoa (2012) en Vinchos para la variedad Criolla de 162 dds a la cosecha superan los obtenidos en el presente trabajo, lo que sugiere que las condiciones específicas de Pucará, o la selección local de la semilla Criolla utilizada, permiten una mayor precocidad relativa bajo las condiciones evaluadas.

En el presente estudio, en uso del tutorado no generó cambios importantes los tiempos fenológicos, confirmando que el tutorado es una labor con fines fitosanitarios y de rendimiento físico, pero los ritmos biológicos del cultivo permanecen gobernados estrictamente por la interacción entre la genética y la temperatura ambiental (7.4 °C - 24.4 °C).

En virtud de los resultados obtenidos en la presente investigación en Pucará, el mayor tiempo requerido estará asociado principalmente a la altitud frente a los datos de Quispe (2018) y Moisés (2017) corrobora que la altitud es una variable determinante en la fenología de la arveja en la región de Ayacucho. A medida que el cultivo se desplaza desde los 2,600 msnm hacia los 3,100 Aunque el sistema con tutor generó los mayores rendimientos msnm, el ciclo se extiende aproximadamente entre 20 a 30 días, el cual es un factor crítico que el productor debe considerar para la planificación de la campaña y la disposición de agua de riego.

3.2 Variables de rendimiento

B Altura de planta

Tabla 4

Análisis de variancia de la altura de planta en las diferentes variedades y tutorados en la arveja en vaina verde. Pucará 3,140 msnm

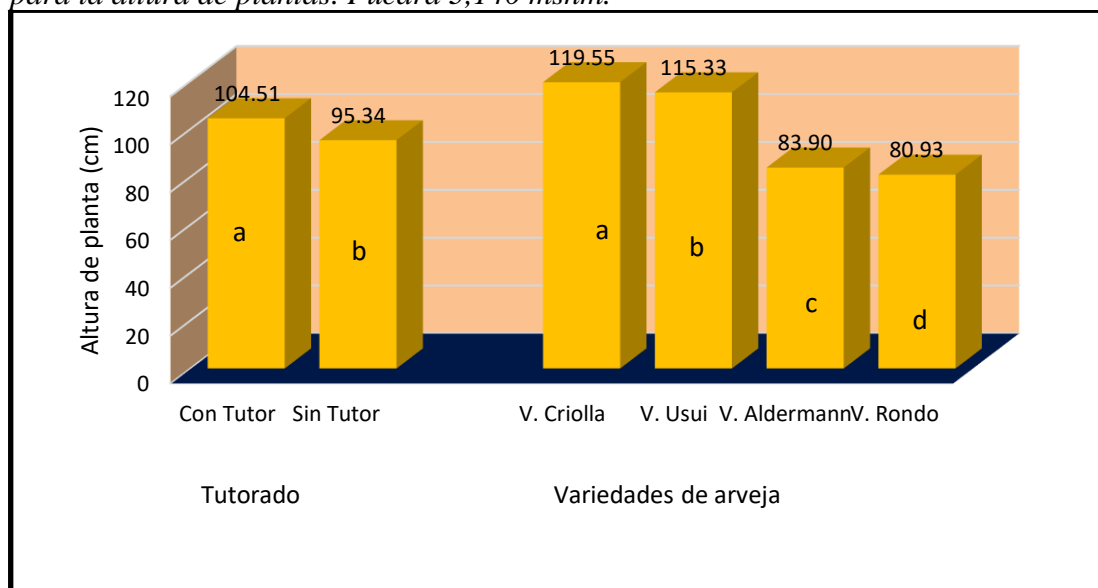
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	102.35	34.12	2.50	0.2357 ns
Tutor (T)	1	3367.23	3367.23	246.83	0.0006 **
Error (a)	3	40.92	13.64		
Variedad (V)	3	49604.05	16534.68	862.40	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	145.33	48.44	2.53	0.0598 ns
Error (b)	146	2799.23	19.17		
Total	159	56059.10			

C.V. = 4.38 %

Los resultados de la Tabla N° 4 muestran una alta significancia estadística para el tutorado y el factor variedad en relación a la altura de la planta, el cual indica que la existencia de diferencias entre las diferentes variedades evaluados. El coeficiente de variación del 4.4% refleja alta precisión en el manejo del experimento, garantizando la fiabilidad de los datos obtenidos.

Figura 3

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades de arveja con y sin tutor para la altura de plantas. Pucará 3,140 msnm.



La Figura N° 3 muestra que las variedades Criolla y Usui lograron alcanzar mayores alturas de planta, (119.55 y 115.33 cm) respectivamente mostrando diferencias estadísticamente significativas en comparación a otras variedades en la presente investigación. En el efecto del tutorado, el análisis independiente indica una superioridad significativa del uso de tutores, registrándose una altura promedio de 104.51 cm en el conjunto de variedades.

Trujillo (2021) en Huari (Áncash), realizó una investigación sobre el crecimiento en tres variedades de arveja bajo distintas densidades de la siembra. Observo que la variedad Criolla Blanca obtuvo alturas de 110 a 115.2 cm, superando a la variedad Rondo y Pequinegra que no superaron los en todas las modalidades evaluadas 93.3 cm con siembra a chorro continuo con un distanciamiento de 20 a 30cm entre golpes. Estas diferencias confirman que la altura de la planta está estrechamente relacionada al factor genético de la arveja

La variedad Rondo se considera mejorado genéticamente, pues es resultado de un proceso de mejoramiento genético; por presentar una de altura intermedia, se puede clasificar como un genotipo de hábito de crecimiento determinado. La variedad Criolla y Usui son cultivares de crecimiento indeterminado de gran desarrollo vegetativo, por ello es la mayor altura que alcanza estas variedades mencionadas.

La diferencia de alturas observada en la investigación no es accidental, sino que responde a la genética propia de cada variedad. Las variedades Criolla y Usui poseen genes de crecimiento indeterminado. Esta característica propia de estas variedades les permite alcanzar mayor longitud, mientras que Rondo es una variedad mejorada hacia la compacidad. El tutorado, por su parte, actúa como un facilitador mecánico que permite a estos genotipos expresar su máximo potencial de elongación vertical al evitar el estrés por postración y mejorar la eficiencia fotosintética.

B Número de vainas por planta

Tabla 5

Análisis de variancia del número de vainas por planta en las diferentes variedades y tutorados en la arveja en vaina verde. Pucará 3,140 msnm.

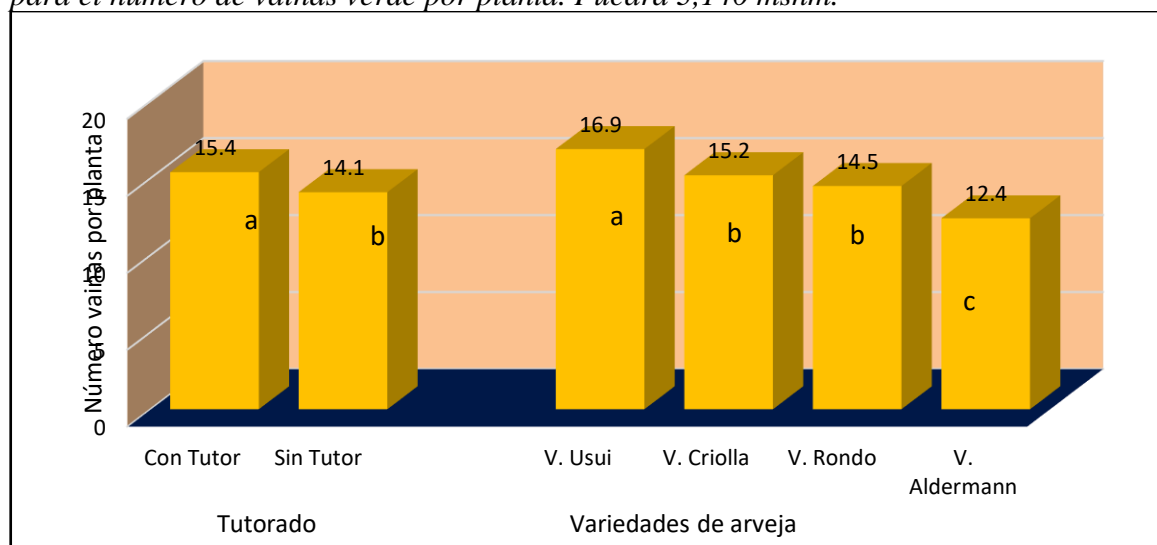
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	24.11	8.04	2.78	0.2118 ns
Tutor (T)	1	70.76	70.76	24.46	0.00159 *
Error (a)	3	8.68	2.89		
Variedad (V)	3	415.44	138.48	89.06	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	4.08	1.36	0.88	0.4556 ns
Error (b)	146	227.01	1.55		
Total	159	750.08			

C.V. = 8.45 %

La evaluación del número de vainas por planta que el componente de rendimiento de mayor relevancia en este estudio. Esta variable fue analizada mediante el ANVA (Tabla 5), en la que se observó una alta significancia estadística para los factores tutorado y variedades. Este escenario permite profundizar el análisis individual de cada factor. El coeficiente de variación obtenido 8.45 % refleja buena precisión experimental, otorgando solidez a las conclusiones derivadas.

Figura 4

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades de arveja con y sin tutor para el número de vainas verde por planta. Pucará 3,140 msnm.



De acuerdo a la figura N° 4, el rendimiento fue superior en el número de vainas por planta bajo el sistema de uso de tutores. Al analizar de forma individual, la variedad, Usui y Criolla alcanzaron mayores promedios (16.9 y 15.2 vainas respectivamente) consolidándose como las opciones más productivas en comparación a las otras variedades.

Maccanascca (2024), en su trabajo de investigación llevado a cabo en Canaán (2750 msnm), determine que la variedad Usui alcanzo una producción de 15 vainas por planta seguido de la variedad Blanca Criolla con 13vainas por planta, mientras que las variedades Remate y Rondo obtuvieron 12 vainas por planta respectivamente, además presentan respuesta al tutorado llegando a tener 14 vainas en promedio de las variedades evaluadas. Estos valores coinciden con los resultados obtenidos en el presente experimento llevado a cabo en la localidad de Pucará a 3140 msnm, estos valores nos indica que las variedades Usui y Criolla Blanca son de desarrollo indeterminado y que responden muy bien al tutorado.

C Longitud de vaina verde

Tabla 6

Análisis de variancia de la longitud de vaina verde de variedades y tutorado en arveja, Pucará 3,140 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	1.93	0.64	3.08	0.1901ns
Tutor (T)	1	18.22	18.22	87.48	0.0026 **
Error (a)	3	0.63	0.21		
Variedad (V)	3	27.73	9.24	21.40	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	6.42	2.14	4.96	0.0026 **
Error (b)	146	63.05	0.43		
Total	159	117.98			

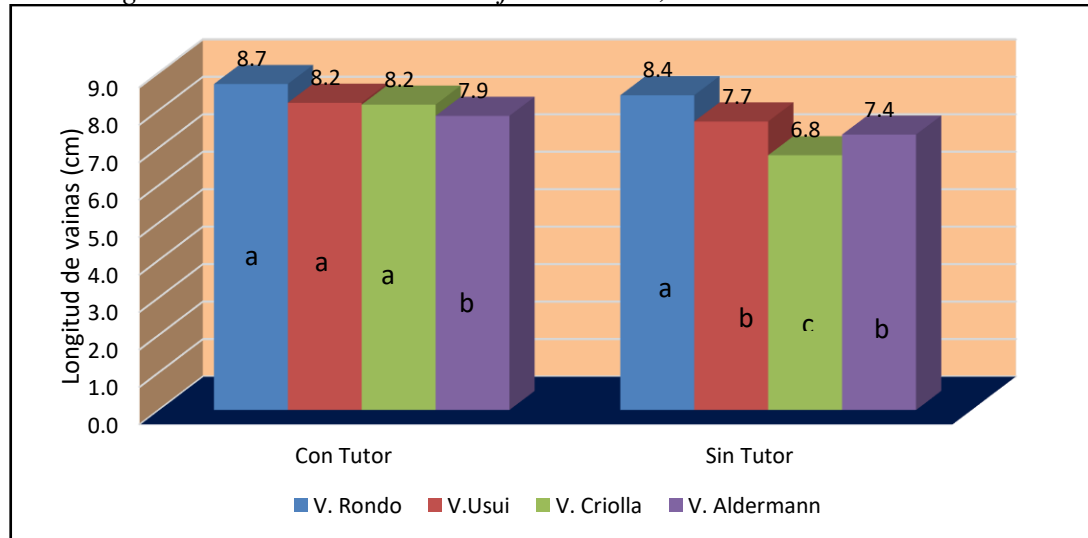
C.V. = 8.33 %

Los resultados alcanzados en la Tabla N° 6, sobre la longitud de vaina verde muestra el análisis de variancia altamente significativa influenciado por el sistema del tutorado y la variedad. Por la existencia de esta interacción estadística entre estos factores se procedió a realizar el análisis de la dependencia de las variables. Cabe

destacar que el coeficiente de variación resulto 8.33 % el cual refleja una alta precisión y consistencia en los datos recolectados.

Figura 5

Prueba de Tukey de los efectos simples de variedades en cada forma de tutorado en la longitud de vainas verde en arveja. Pucará 3,140 msnm.



Los resultados obtenidos en la Figura N° 5, sobre el uso del tutorado en el presente trabajo de investigación, permitió identificar que las variedades Rondo, Criolla y Usui conforman un grupo superior, pues alcanzaron mayores longitudes de vaina sin diferencias significativas entre sí. No obstante, bajo condiciones sin tutorado, la variedad Rondo mantiene superioridad estadística en comparación al resto. Este comportamiento de las variedades indica que a pesar de que se incorpore un adecuado manejo agronómico, la longitud de vaina está determinado por el potencial genético de cada variedad.

Carlos y Estrada (2019) en un restudio realizado en Yanahuanca, Provincia de Daniel Alcides Carrión utilizando tres biofertilizantes orgánicos sobre el rendimiento de tres variedades de arveja reportó una longitud de 7.86 cm de vaina verde en el T2 con la variedad Alderman empleando biol, atribuyendo a una interacción entre genotipo y ambiente. Estos resultados coinciden con el comportamiento mostrado por la variedad Alderman en el presente trabajo de investigación en Pucará, confirmando el potencial genético de esta variedad en estas condiciones.

En el tratamiento con tutor, las variedades Rondo (8.7 cm), Usui (8.2 cm) y Criolla (8.2 cm) asemejan su potencial sin diferencias estadísticas. La colocación del

tutor optimiza el proceso fotosintético y garantiza el flujo hacia las vainas, permitiendo que genotipos distintos alcancen su máxima elongación de manera equitativa.

En el tratamiento sin tutor, Rondo destaca estadísticamente (8.4 cm), demostrando mayor plasticidad fenotípica. Su arquitectura de crecimiento determinado la hace menos vulnerable a la postración en comparación con Criolla y Usui, las cuales reducen significativamente el tamaño de sus vainas al perder el tutor.

Los resultados en Aldermann son consistentes (7.4 a 7.9 cm), reafirmando su estabilidad genética en la sierra. No obstante, las variedades Rondo, Usui y Criolla superaron los 8.0 cm en Pucará, sugiriendo que la temperatura máxima de 24.4 °C y el manejo hídrico local favorecen un desarrollo longitudinal superior al de otros estudios regionales.

La reducción de longitud en plantas sin tutor se atribuye al sombreado y contacto con el suelo, que limita el metabolismo celular. En una condición de tutor mejora la aireación y exposición solar, facilitando la división y elongación celular en el pericarpio de la vaina al elevar la zona de fructificación.

D Número de granos por vaina

Tabla 7

Análisis de variancia del número de granos por vaina verde de variedades y tutorado en arveja, Pucará 3,140 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	0.97	0.32	2.63	0.2243 ns
Tutor (T)	1	8.56	8.56	69.61	0.0036 **
Error (a)	3	0.37	0.12		
Variedad (V)	3	46.07	15.36	32.30	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	1.37	0.46	0.96	0.4136 ns
Error (b)	146	69.41	0.48		
Total	159	126.74			

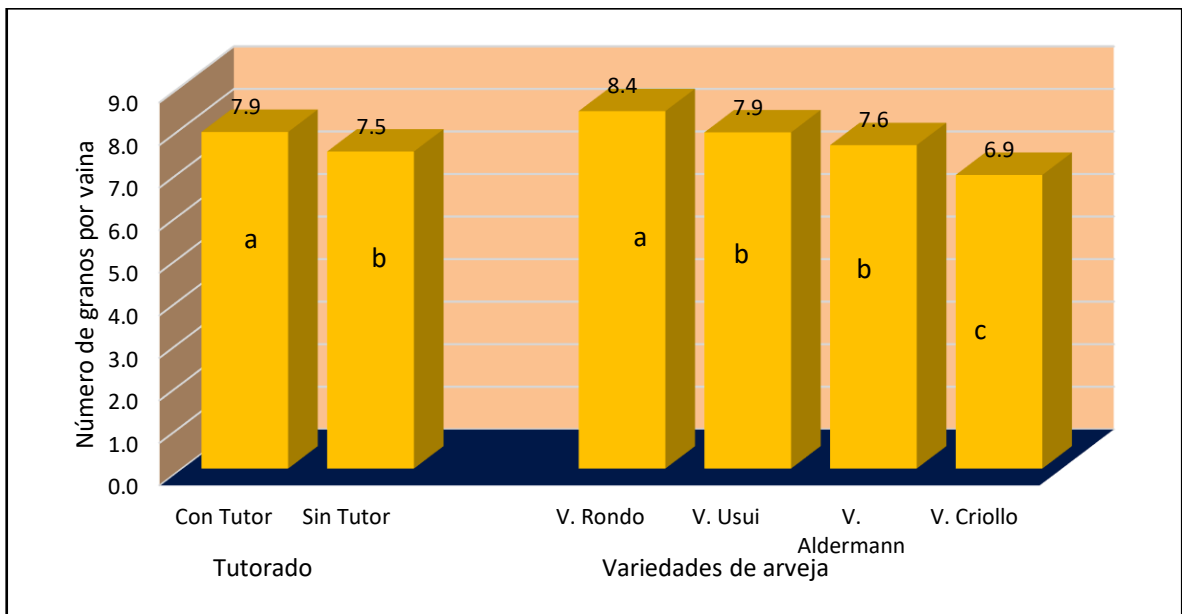
C.V. = 8.98 %

Según los datos de la Tabla N° 7, correspondiente al análisis de variancia para el número de granos resultó efectos altamente significativos en los factores principales: tutorado y variedades. La ausencia de significancia estadística en el resto de los

factores, se confirma que el desempeño de esta variable responde principalmente al factor genético de las variedades en este parámetro. Asimismo, el coeficiente de variación obtenido 8.98 % refleja una alta precisión experimental y estricto control experimental.

Figura 6

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades de arveja con y sin tutor para el número de granos por vaina de las variedades. Pucará 3,140 msnm.



Existe una relación estrecha entre el número de granos por vaina y la productividad final del cultivo. Según la prueba de Tukey en la Figura N° 6, el uso del tutorado, incremento significativamente en el número de granos por vaina, en comparación con el cultivo sin soporte. En una evaluación entre genotipos, la variedad Rondo se posicionó como la más productiva, pues obtuvo un promedio de 8.4 granos por vaina, superando estadísticamente al resto de las variedades bajo las condiciones de Pucará.

En una evaluación de diez líneas de arveja, Filios (2022) no encontró diferencias significativas en el número de granos por vaina entre las líneas 6, 8, 4, 2, 1, 7 y la variedad Utrillo, pues todas ellas obtuvieron valores superiores a los 6.83 granos, Por el contrario, se observó un rendimiento significativamente menor en las Línea 5, Línea 3, INIA 102 y Usui, pues obtuvieron un promedio de 6.46 granos por vaina. Estos resultados se explican por qué los de mayor longitud de vaina se tienen

mayor número de granos carácter heredado del parental “Utrillo”. Los resultados de estas líneas que tienen parentales como la variedad Criolla y Usui son parecidos a los obtenidos en nuestro trabajo de investigación.

El número de granos por vaina actúa como un componente determinante del rendimiento. Se determinó que, a mayor longitud de la vaina, se incrementa proporcionalmente la cantidad de granos; la variedad Rondo, al presentar vainas de mayor dimensión, provee el espacio físico y los recursos metabólicos necesarios para alcanzar un promedio estadísticamente superior de 8.4 granos por vaina.

La superioridad del sistema con tutor (7.9 vs. 7.5 granos) se debe a una optimización de la tasa fotosintética neta. Gracias a la orientación vertical del follaje, se logró una distribución y exposición homogénea hacia la luz, lo que redujo la caída de estructuras reproductivas inmaduras por sombreado, reduciendo el aborto de granos inmaduros por competencia intraespecífica. En contraste, las plantas sin tutor estuvieron cometidos al sombreado propio de la postración, lo que indujo al sacrificio de granos jóvenes para asegurar la viabilidad de los más desarrollados.

Frente a los resultados de Filios (2022), quien reportó menos de 6.46 granos para la variedad Usui, los datos obtenidos en Pucará muestran una mejora significativa (7.9 granos). Esta diferencia confirma una fuerte interacción entre el factor genotípico y el medio ambiente; las temperaturas máximas de 24.4 °C en la zona de estudio evitaron el estrés térmico en la floración, permitiendo que variedades como Usui y Criolla expresen un potencial productivo superior a otros experimentos de otras regiones.

La eficiencia de la variedad Rondo subraya una translocación de fotosintatos superior hacia la vaina. Por el contrario, la variedad Criolla (6.9 granos) presenta una rusticidad típica de ecotipos locales donde la variabilidad genética prioriza la supervivencia sobre la uniformidad. Esto valida que el mejoramiento genético en variedades comerciales ha optimizado la arquitectura de la vaina, logrando maximizar la densidad de granos por cosecha.

E Peso de 1000 granos verdes

Tabla 8

Análisis de variancia del peso de 1000 granos verdes de variedades y tutorado en arveja, Pucará 3,140 msnm.

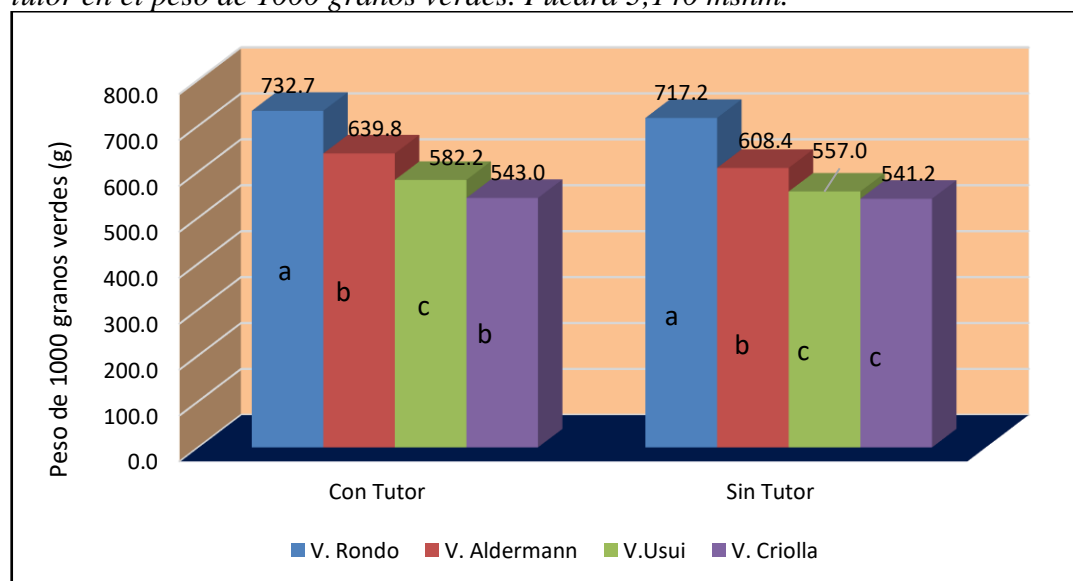
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	32232.16	10744.05	5.94	0.0888 ns
Tutor (T)	1	13653.03	13653.03	7.55	0.0709 ns
Error (a)	3	5427.67	1809.22		
Variedad (V)	3	782081.12	260693.71	475.88	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	5014.32	1671.44	3.05	0.0305 *
Error (b)	146	79981.27	547.82		
Total	159	918389.56			

C.V. = 3.80 %

De acuerdo al análisis de varianza sobre longitud de vaina en la Tabla N° 8, revela alta significancia estadística, puesto que el tutorado y el genotipo influyeron significativamente en la longitud de vaina. La existencia de esta interacción estadística entre ambos factores indica realizar el análisis de dependencia. Por otro lado, el coeficiente de variación de 3.80 % refleja precisión y confiabilidad en los datos.

Figura 7

Prueba de Tukey los efectos simples de las diferentes variedades con tutor y sin tutor en el peso de 1000 granos verdes. Pucará 3,140 msnm.



De acuerdo a la prueba de Tukey mostrada en la figura N° 7 sobre el peso de 1000 granos verdes, donde la variedad Rondo y Aldermann son las de mayor peso con valores de 732.7 y 639.8 g con diferencia estadística al aplicar tutor, cuando no se aplica tutorado los valores del peso disminuyen, pero siempre las variedades mencionadas tienen el mayor peso. Esta característica se debe a la diferencia varietal por el tamaño de grano que alcanzan al estado verde, pero a la madurez las semillas son arrugadas. Las variedades Usui y Criolla muestran un menor valor.

Valdez (2017), durante su evaluación del peso de 1000 granos al momento de la cosecha, determinó que las variedades Rondo y Remate resultaron como las más pesadas, pues obtuvieron un peso de 693.4 g y 619.9 g respectivamente, con una marcada diferencia entre ambos. Este valor se atribuye al mayor tamaño de sus granos, pudiendo ser atributos muy valorados en la gastronomía. En contraste, las variedades Usui y Blanca Criolla obtuvieron peso de semillas que oscilaron entre los 559 y 565 g. Estos valores obtenidos son semejantes a los obtenidos en el presente experimento resultados explicados por las características varietales de estos cultivares.

La cantidad de granos de las variedades Rondo (732.7 g) y Aldermann (639.8 g) en comparación a las otras variedades se justifica por su constitución genética caracterizada a la acumulación de biomasa en el cotiledón. Estos cultivares poseen granos de mayor calibre, lo que les permite alcanzar pesos individuales más altos en estado de vaina verde. La coincidencia con Valdez (2017) refuerza que el peso de grano es una característica de alta heredabilidad, donde Rondo destaca consistentemente por su capacidad de llenado.

Se observa que, en una condición sin tutor, el peso disminuye en todas las variedades. Esto se justifica porque el tutorado maximiza la tasa de fotosíntesis neta y la translocación de azúcares hacia el grano. Sin soporte, la competencia por luz y el posible estrés micro climático en el suelo reducen la eficiencia de llenado, afectando directamente el peso final de la unidad de muestreo (1000 granos).

Aunque las variedades Usui y Criolla presentan un desarrollo mayor altura, su estrategia reproductiva se orienta a un grano de tamaño mediano. La disminución del peso en estas variedades se explica por su morfología de semilla; al ser granos más

pequeños, requieren menos unidades de sustancias orgánicas para completar su madurez comercial, lo que resulta en los pesos inferiores observados (541 - 582 g), validando lo reportado por otras investigaciones preliminares a nivel regional para estos ecotipos.

El alto peso en estado verde en Rondo y Aldermann es un indicador de calidad comercial, pues tienen granos carnosos y succulentos. La mención a que las semillas son "arrugadas" a la madurez es una justificación fisiológica clave: estas variedades poseen un alto contenido de amilopectina, lo que favorece una mayor retención de agua y volumen en vaina verde, traduciéndose en el mayor peso estadístico registrado en el presente trabajo de investigación.

F Rendimiento de vainas

Tabla 9

Análisis de variancia del rendimiento de vainas verde en variedades de arveja con tutorado. Pucará 3,140 msnm.

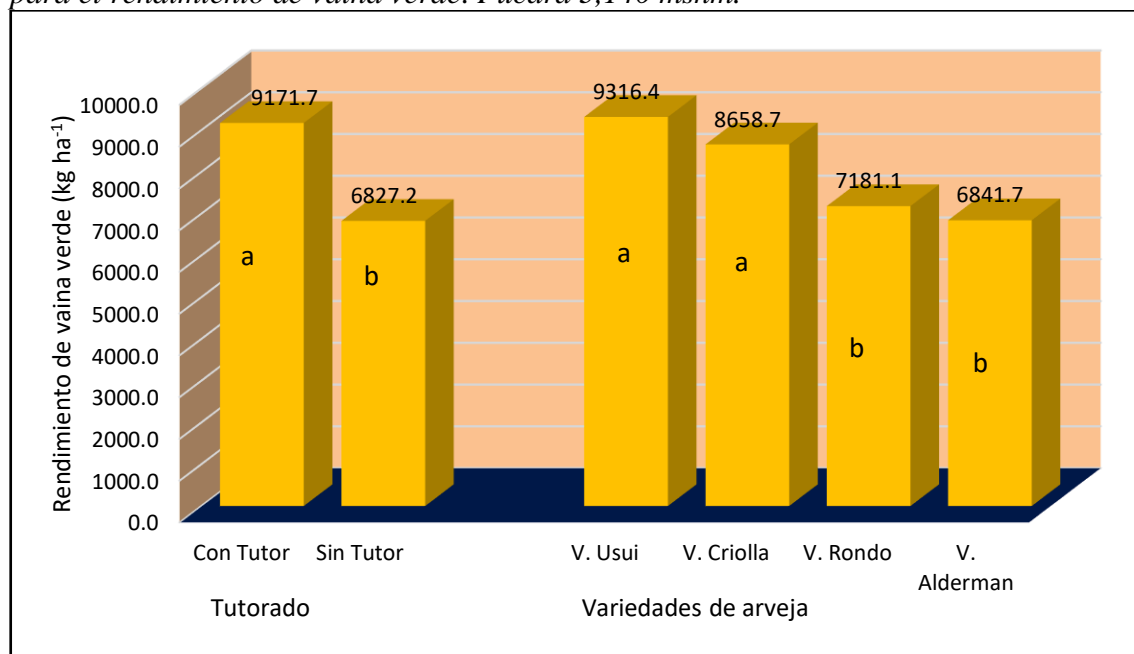
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	198797.53	66265.84	3.41	0.1701 ns
Tutor (T)	1	43966408.78	43966408.78	2264.45	<0.0001 **
Error (a)	3	58247.88	194015.96		
Variedad (V)	3	33427730.49	11142576.83	50.13	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	895074.10	298358.03	1.34	0.2920 ns
Error (b)	18	4000897.75	222272.10		
Total	31	82547156.52			

C.V. = 5.89 %

En todo cultivo el rendimiento es la variable de mayor importancia en toda actividad agrícola. La tabla 9 del ANVA muestra alta significación estadística en los factores en estudio tutorado y variedades, el estudio permite el análisis en forma independiente. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión que nos proporciona buena confianza en los resultados experimentales.

Figura 8

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades de arveja con y sin tutor para el rendimiento de vaina verde. Pucará 3,140 msnm.



La figura 8 muestra respuesta al tutorado, las variedades con tutor son las de mayor rendimiento en vaina verde llegando a un promedio de 9,171.7 kg ha⁻¹; en lo referente a las variedades la variedad Usui obtuvo mayor rendimiento frente a las otras variedades en la presente investigación. En segundo lugar, la variedad criolla de la zona con 9,316.4 y 8,658.7 kg ha⁻¹ respectivamente demostrando la adaptación en el tiempo de estos cultivares.

Trujillo (2021) en Áncash, donde la variedad Rondo lideró el rendimiento con 10,450 kg/ha frente a la Blanca Común, mientras que en presente estudio, las variedades Usui (9,316.4 kg/ha) y Criolla (8,658.7 kg/ha) demostraron una superioridad estadística sobre Rondo y Alderman. Esta discrepancia sugiere que, bajo las condiciones de Pucará (3,14 msnm), las variedades de crecimiento indeterminado (Usui y Criolla) logran una mejor adaptación y aprovechamiento del ciclo biológico extendido, superando la eficiencia de granos y vainas de los genotipos determinados en esta zona específica.

Gálvez (2015) en Pampa del Arco obtuvo rendimientos de 7,084 a 16,342 kg/ha, mientras que Quispe (2018), alcanzó 9.11 t/ha en la variedad Remate mediante el uso de bioinsumos. Los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango reportado por los dos autores son consistentes con la respuesta tecnológica descrita por la obtención

de más de 9 t/ha en nuestro tratamiento con la variedad Usui valida que el manejo agronómico aplicado en Pucará permite alcanzar techos productivos competitivos, comparables con zonas de menor altitud, gracias a una nutrición vegetal equilibrada.

Ochoa (2012), en Vinchos (3,643 msnm) obtuvo rendimientos significativamente menores para las variedades Usui (6.6 t/ha) y Criolla (5.8 t/ha). Ochoa asocia estos bajos valores al rigor climático de la altitud, en nuestro experimento en Pucará (3,140 msnm) logramos superar esas cifras en más de un 40%. Esta diferencia se justifica plenamente por la implementación del riego por goteo, que garantizó un estado hídrico constante, y el uso del tutorado, el cual, como se observa en la Figura 4, incrementó el rendimiento promedio de 6,827.2 a 9,171.7 kg/ha. Esto demuestra que el soporte vertical y el riego tecnificado compensan las limitaciones térmicas de la altura.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las condiciones de Pucará (3,140 msnm), se concluye que el sistema de tutorado es el factor tecnológico determinante, incrementando el rendimiento de vaina verde en un 34.3% en promedio respecto al sistema tradicional sin tutor.

A nivel varietal, Usui y Criolla Blanca se consolidan como los genotipos con mejor adaptación fenológica y productiva para la zona, logrando las mayores alturas de la planta, mayor longitud de vaina, asimismo, mayor peso de grano verde. Finalmente, la suma de las acciones entre el potencial genético de estos cultivares y la eficiencia del riego por goteo permitió superar los rendimientos históricos reportados en altitudes similares, estableciendo un antecedente a tener en cuenta en el cultivo de arveja con similares características en la región Ayacucho.

3.3 Mérito económico de los tratamientos

La rentabilidad económica o margen de ganancia se puede medir mediante los ingresos totales (utilidad bruta) y los costos de producción, sin embargo, en ocasiones esta utilidad bruta refleja la ganancia directa que obtiene el agricultor, en el caso de la rentabilidad es simplemente una relación de la utilidad bruta y el costo de producción.

Tabla 10

Costo de producción, rendimiento, utilidad bruta e índice de rentabilidad de cuatro variedades de arveja tutorados. Pucará 3,140 msnm - Ayacucho.

Tratamientos	Costo (S/) Producción	Rendimiento V. Verde (Kg/ha)	Costo /Kg S/.	Valor de Venta 4.0 soles kg	Utilidad Bruta (S/)	Índice Rentab.
Usui sin tutor	8,447.70	8,052.00	1.05	32,208.00	23,760.30	2.81
Criolla sin tutor	8,447.70	7,740.30	1.09	30,961.20	22,513.50	2.67
Usui con tutor	13,835.10	10,580.80	1.31	42,323.20	28,488.10	2.06
Criolla con tutor	13,835.10	9,577.10	1.44	38,308.40	24,473.30	1.77
Aldermann sin tutor	8,447.70	5,814.30	1.45	23,257.20	14,809.50	1.75
Rondo sin tutor	8,447.70	5,702.90	1.48	22,811.60	14,363.90	1.70
Aldermann con tutor	13,835.10	8,547.90	1.62	34,191.60	20,356.50	1.47
Rondo con tutor	13,835.10	7,981.00	1.73	31,924.00	18,088.90	1.31

En la Tabla N° 10 podemos visualizar los resultados del costo de producción en el cultivo, el rendimiento total obtenido por, así como la rentabilidad obtenida y la correspondiente utilidad bruta en la investigación. Las variedades Usui y Criolla son los de mayor rentabilidad cuando no tienen el tutorado tomando valores de 2.8 y 2.7 respectivamente, estas mismas variedades con tutor muestra rentabilidad de 2.1 y 1.8, pero se observa a las variedades mencionadas con tutor muestran los más altos rendimientos y utilidad bruta. Los costos del tutorados son superiores, de este modo, la rentabilidad es menor. Es importante también mencionar que el tutorado incrementa la calidad de las vainas, granos son superiores y la uniformidad de las vainas verdes en calidad por lo que pueden alcanzar buenos precios. La variedad Usui criolla con tutor y sin tutor son la mayor rentabilidad. El INIA (2016) menciona que la distribución exitosa de la arveja verde como principal atributo se debe a la presentación de la vaina y el vigor de sus granos. Los estándares de calidad exigidos por el mercado son principalmente la coloración verde; libres de cualquier daño y que contengan granos con desarrollo vigoroso o de buen calibre. Estas características importantes en cuanto a su calidad definen el precio, lo que obliga al productor a mejorar su producción para garantizar vainas y granos que cumplan con el requerimiento de las amas de casa y que aseguren un mejor posicionamiento en el mercado.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Después de la obtención y análisis de resultados obtenidos en la localidad de Pucará en el presente trabajo de investigación, se establecieron las siguientes conclusiones:

1. El mayor rendimiento comercial de vaina verde obtuvo el cultivar Usui con tutor, alcanzando 9,316.4 kg/ha, seguido de la variedad Criolla (8,658.8 kg/ha), ambos superan significativamente a los genotipos Rondo y Alderman en las condiciones evaluadas.
2. El tutorado incrementó significativamente en la estructura de la arveja en parámetros como altura de planta, número de vainas por planta y longitud de vaina, así como el rendimiento total respecto al manejo sin tutor. En este último, es menor el costo de producción y mayor el ingreso bruto.
3. El uso de tutores en la variedad Usui maximizó la utilidad bruta (S/ 28,488.1). No obstante, el mayor índice de rentabilidad (IR=2.8) resulta con el manejo sin tutorado, evidenciando que ambas estrategias de manejo resultan altamente rentables para el productor en similares condiciones de Pucará.

4.2 Recomendaciones

1. Sembrar de las variedades Usui y la Criolla por su precocidad, rusticidad y productividad.
2. Utilizar el uso el tutorado en los cultivares Usui y Criolla por el crecimiento indeterminado, por las ventajas de mayor cantidad de arveja y calidad, menor incidencia de enfermedades y plagas, mayor eficiencia en la cosecha y las hileras de arvejas tutorados tienen un aspecto más ordenado.
3. Incidir en la producción de semilla garantizada de estos cultivares por ser plantas autógamias y mantienen fácilmente su identidad genética.
4. Sembrar y propagar estas variedades por ser muy atractivas para el comerciante y amas de casa.

REFERENCIA

- AGRO RURAL. (2013). *Plan anual de comercialización*. Lima: Dirección de abonos. Subdirección de comercialización. [https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/documentos/rde/RDE-132-2013-AG-AGRORURAL- DE.PDF](https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/documentos/rde/RDE-132-2013-AG-AGRORURAL-DE.PDF)
- AGRO RURAL. (2018a). *Manual de abonamiento con guano de islas*. Dirección de abonos. Lima - Perú: DIGITAL PRINTSERVICE EIRL. [https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO %20CON%20G.I..pdf](https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/MANUAL%20DE%20ABONAMIENTO%20CON%20G.I..pdf)
- AGRO RURAL, (2018b). *Plan anual de comercialización*. Lima: Dirección de abonos. subdirección de comercialización. [https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/documentos/rde/RDE-124-2018-AG-AGRORURAL- DE.PDF](https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/documentos/rde/RDE-124-2018-AG-AGRORURAL-DE.PDF)
- Ancasi, F. (2014). *Niveles de guano de Isla enriquecido con macroorganismos efectivos y dos formas de siembra en el rendimiento en vaina verde de arveja (Pisum sativum L) Casaorcco 3240 msnm- Ayacucho*. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho Perú. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2049>
- Angulo, A. (2019) *Identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de arveja (Pisum sativum L)*, Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carachi-Ecuador

- Arévalo, C., & Ortega, V. (2003). *Uso de Tutoraje en el cultivo de arveja*. Lima Perú.
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/908>
- Barzola, M. V., & Hermitaño, Y. R. (2018). *Evaluación de rendimiento de variedades comerciales de grano fresco de arveja (Pisum sativum L.)*, en el Distrito de Paucartambo – Pasco. Tesis Ing. Agrónomo.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1423>
- Benites, J. R., & Bot, A. (2014). *Agricultura de conservación una práctica innovadora con beneficios económicos y medio ambientales*. Lima Perú.
<https://infoagronomo.net/libro-de-agricultura-de-conservacion-pdf/>
- Carlos, Y. & Estrada, C. (2019). *Efecto de aplicación de tres biofertilizantes orgánicos sobre el rendimiento de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.)* en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Caritas del Perú (2007) *Contribuimos a mejorar la calidad de vida de las poblaciones más pobres y alejadas del país, a través de acciones, programas y proyectos de desarrollo humano integral*, ejecutados con la Red de Cáritas Diocesanas distribuidas en todo el territorio nacional.
- Carmona, I. (2015). *Agricultura de conservación en cultivos extensivos del valle del Guadalquivir: caracterización de sistemas a escala de parcela comercial y análisis de estrategias de mejora*. Córdoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/13108/2015000001216.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (2015). *Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables?* Mexico.
<https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/4408/56985.pdf>
- Centro Nacional de Alimentación y Nutrición CENAN. (2016). *Recetario Legumbres (Menstras)*. Ministerio de Salud -MINSAs. Lima- Perú.
<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/legumbres/recetario2.pdf>
- Evans, L. (1983). *Fisiología de los cultivos*. primera Edic. Edit. hemisferio sur. Buenos Aires Argentina.

- Faiguenbaum, H. (1993). *Cultivo de arveja*. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, departamento de Ciencias Vegetales, Santiago de Chile.
- FAO. (2018). *Agricultura de conservación Estudio de casos en América Latina y África*. Roma Italia: Boletín del suelo de la FAO 78.
- Filios, E.R (2022). *Evaluación de rendimiento y calidad de diez líneas de “arveja” Pisum sativum L. en condiciones del valle de Huaral*. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional José Faustino Carrión
- Gálvez, F. (2015). *Formas de aplicación de extracto de algas con y sin microelementos a diferentes concentraciones en el rendimiento en verde de arveja (Pisum sativum L.) Var. Usui*. Pampa del Arco 2792 msnm - Ayacucho.
- García, R., López, A., & Sánchez, C. (2020). *Sistemas de tutorado y su efecto en el rendimiento de Leguminosas*. Revista de Ciencias Agrícolas, 37(1), 45-58.
- Instituto Nacional de la Salud- MINSa. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Lima - Perú. <https://www.gob.pe/minsa/>
- Instituto Nacional de Salud. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (10.ª ed.). Ministerio de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. <https://repositorio.ins.gob.pe/handle/INS/1034>
- INIA. (2003). *Uso de Tutores en el Cultivo de Arveja*. Lima -Perú. <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/46040b29-cdfe-4cad-8798-59090fca537b/content>
- INIA. (2016). *Guía de Producción Comercial de Arveja Basado en el Trabajo del Proyecto IEPARC*. Lima -Perú. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/422>
- Machaca, A. (2018). *Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (Pisum sativum L.) en la irrigación majes de Arequipa*. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa - Peru. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6246>
- Maccanacca, Y. (2024) *Biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (Pisum sativum L.) en agricultura de conservación*. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho. Escuela Profesional de Agronomía. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.
- Moisés, J. L. (2017). *Densidad de plantas y niveles de guano de isla en el rendimiento en vaina verde de arveja (Pisum sativum L.) bajo labranza de conservación*.

- Tambillo 2688 msnm-Ayacucho. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho-Perú. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3247>
- Ochoa Solorzano, K. (2012). *El Rhizobium en el rendimiento en vaina de cinco variedades de arveja (Pisum sativum L.)* Vinchos 3643 msnm - Ayacucho. file:///C:/Users/Solorzano/Downloads/TESIS%20AG938_Och.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2018). *Nuestras Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones*. Panamá. www.fao.org
- Pérez y Urbina (2022) Evaluación agronómica de arveja (*Pisum Sativum L*) con sistema de tutorado en Acobamba. Universidad Nacional de Huancavelica. Repositorio Institucional
- Poma, L. (2019). *Comportamiento productivo de cultivares de arveja bajo dos sistemas de conducción en el Valle del Mantaro*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú. Repositorio Institucional.
- Quispe, E. (2018). *Abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento de variedades de arveja (Pisum sativum L.)* Pampa del Arco – Ayacucho. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Ayacucho-Perú. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3094>
- Quispe, H. (2021). *Análisis económico y productivo de la arveja (Pisum sativum) en la región Apurímac*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Repositorio UNAMBA.
- Rondinel, R. (2014). *Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación*. Canaán a 2750 msnm- Ayacucho. Tesis. Ing. Agronomo. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho Perú. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/901>
- Ruiz, J. (2019). *Introducción de variedades mejoradas de arveja (Pisum sativum L.) en condiciones del distrito de Huando – Huancavelica*. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Nacional del Centro del Perú. UNCP. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> Repositorio Institucional

- Sistema Integrado de Estadística Agraria- SIEA-MINAGRI. (2020). *Boletín Estadística Mensual El Agro en Cifras*. Lima.
https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/MINAGRI/802/1/boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifra-agosto20_031120.pdf
- Solier, V. (2019). *Rendimiento de nueve líneas F7 del cruce de arveja (Pisum sativum L.) Utrillo x Usui en la molina*. Tesis Ing. Agronomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. UNALM.
- Trujillo, E.N. (2021). *Rendimiento de tres variedades en vaina verde de arveja (Pisum sativum L) con tres modalidades de siembra en Huari-Ancash*. Tesis para optar título de Ingeniero Agronomo. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
- Valdez, N (2017). *Rendimiento en vaina verde de variedades de arveja (Pisum sativum L.) con y sin tutor*. Socos a 3200 msnm – Ayacucho. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSCH

ANEXO

Anexo 1. A: Costo de producción de 1 ha de arveja en vaina verde con tutor. Pucará 3,140

msnm

	Arveja cosecha en vaina verde	Variedades de arveja con tutor				
Partida	Descripción	Medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo Parcial S/.	Total S/.
I	Costos directos					12,930.00
1.1	Preparación de terreno				400.00	400.00
1.1.1	Limpieza de terreno	Jornal	2	50	100.00	
1.1.2	Roturado (tractor)	Horas	4	50	200.00	
1.1.3	Mullido (tractor)	Horas	2	50	100.00	
1.2	Siembra				600.00	600.00
1.2.1	Surcado	Jornal	4	50	200.00	
1.2.2	Incorporación de estiércol	Jornal	2	50	100.00	
1.2.3	Puesta de semilla	Jornal	3	50	150.00	
1.2.4	Tapado	Jornal	3	50	150.00	
1.3	Labores culturales				7,900.00	7,900.00
1.3.1	Instalación de tutores	Jornal	20	50	1,000.00	
1.3.2	Primer rafiado	Jornal	10	50	500.00	
1.3.3	Deshierbo	Jornal	20	50	1,000.00	
1.3.4	Segundo rafiado	Jornal	10	50	500.00	
1.3.5	Tercer rafiado	Jornal	10	50	500.00	
1.3.6	Abono foliar y fungicida	Jornal	2	50	100.00	
1.3.7	Riego	Jornal	6	50	300.00	
1.3.8	Cosecha	Jornal	80	50	4,000.00	
1.4	Insumos				1,390.00	1,390.00
1.4.1	Semilla de arveja	Kg	40	20	800.00	
1.4.2	Abono estiércol	Sacos	10	20	200.00	
1.4.3	Fertilizante (60-80-80 NPK)	Sacos	6	60	360.00	
1.4.4	Fungicida kúmulos	Kg	1	30	30.00	
1.5	Materiales y herramientas				2,640.00	2,640.00

1.5.1	Estaca para tutorado	Unidad	4250	0.3	1,275.00	
1.5.2	Cono de rafia	Unidad	21	60	1,260.00	
1.5.3	Costal	Unidad	70	1.5	105.00	
II	Costos Indirectos				905.10	905.10
2.3	Gastos administrativos (5% CD)	Glb	1	646.5	646.50	
2.4	Imprevistos (2% CD)	Glb	1	258.6	258.60	
	Costo total de producción	S/.				13,835.10

Anexo 2. A Costo de producción de 1 ha de arveja en vaina verde sin tutor. Pucará 3140

msnm

Partida	Arveja cosecha en vaina en verde Descripción	Variedades de arveja sin tutor				
		Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo Parcial S/.	TotalS/.
I	Costos directos					7,895.00
1.1	Preparacion de terreno				400.00	400.00
1.1.1	Limpieza de terreno	Jornal	2.0	50.0	100.00	
1.1.2	Roturado (tractor)	Horas	4.0	50.0	200.00	
1.1.3	Mullido (tractor)	Horas	2.0	50.0	100.00	
1.2	Siembra				600.00	600.00
1.2.1	Surcado	Jornal	4.0	50.0	200.00	
1.2.2	Incorporación de estiércol	Jornal	2.0	50.0	100.00	
1.2.3	Puesta de semilla	Jornal	3.0	50.0	150.00	
1.2.4	Tapado	Jornal	3.0	50.0	150.00	
1.3	Labores culturales				5,400.00	5,400.00
1.3.1	Deshierbo	Jornal	20.0	50.0	1,000.00	
1.3.2	Aplicación de abono foliar y fungicida	Jornal	2.0	50.0	100.00	
1.3.3	Riego	Jornal	6.0	50.0	300.00	
1.3.4	Cosecha	Jornal	80.0	50.0	4,000.00	
1.4	Insumos				1,390.00	1,390.00
1.4.1	Semilla de arveja	Kg	40.0	20.0	800.00	
1.4.2	Abono estiércol	Sacos	10.0	20.0	200.00	
1.4.3	Fertilizante (60-80-80 NPK)	Sacos	6.0	60.0	360.00	
1.4.4	Fungicida kúmulos	Kg	1.0	30.0	30.00	
1.5	Materiales y herramientas				105.00	105.00
1.5.1	Costal	Unidad	70.0	1.5	105.00	
II	Costos indirectos				552.65	552.65
2.1	Gastos administrativos (5% CD)	Glb	1.0	394.8	394.75	
2.2	Imprevistos (2% CD)	Glb	1.0	157.9	157.90	
	Costo total de producción	S/.				8,447.65

Anexo 3 A Datos evaluados de las variables de rendimiento en la arveja en verde. Pucará

3140 msnm

Bloque	Altura de planta							
	SIN TUTOR				CON TUTOR			
	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla
I	80	102	75	115	85	120	76	120
I	85	103	76	110	86	125	77	125
I	82	115	78	108	89	123	78	130
I	84	120	75	108	92	124	95	124
I	86	108	75	119	95	130	98	128
II	75	105	85	120	86	123	88	120
II	85	106	74	124	88	120	87	122
II	80	108	73	110	87	125	82	118
II	76	102	75	115	78	118	81	117
II	80	103	75	117	79	119	92	125
III	82	106	82	117	89	118	83	124
III	76	110	80	120	85	119	88	122
III	78	111	78	115	90	120	87	123
III	76	115	79	108	92	121	86	128
III	82	116	76	109	85	122	89	130
IV	83	111	78	110	82	123	82	125
IV	82	109	75	115	88	120	87	128
IV	75	115	75	114	87	118	83	129
IV	79	118	76	113	89	119	80	127
IV	85	108	78	120	93	115	80	130

Bloque	Número de vainas por planta							
	SIN TUTOR				CON TUTOR			
	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla
I	11.2	14.4	12.0	12.8	13.6	15.2	12.8	14.4
I	12.0	16.0	12.0	11.2	12.8	16.8	13.6	14.4
I	14.4	16.8	15.2	12.0	13.6	17.6	14.4	15.2
I	9.6	15.6	14.4	13.6	12.8	19.2	15.2	16.0
I	11.2	16.0	13.6	12.8	12.0	18.6	14.4	15.2

II	13.6	17.6	14.4	14.4	11.2	18.5	14.4	17.6
II	9.6	16.2	15.2	15.2	12.0	18.4	15.2	16.8
II	12.0	16.8	16.8	13.6	13.6	17.6	16.0	15.6
II	12.8	15.3	13.6	16.0	12.8	16.0	15.8	16.7
II	13.6	17.6	14.4	18.4	11.2	16.8	15.8	16.0
III	10.4	15.8	12.8	14.4	14.4	17.6	14.4	16.8
III	11.2	17.6	13.6	13.6	13.6	17.6	16.8	16
III	14.4	16.8	16.8	14.4	12.8	18.4	18.4	14.4
III	10.4	16.5	13.6	15.2	12	18.4	14.4	15.2
III	11.2	16	14.4	16	14.4	16	15.2	17.6
IV	11.2	16.8	12.0	14.4	14.4	18.4	12.8	16.5
IV	12.0	17.6	14.4	12.8	12.0	16.8	14.4	16.0
IV	10.4	17.6	13.6	13.6	12.8	17.6	14.4	16.8
IV	12.8	12.3	14.4	16.8	13.6	18.4	16.0	15.8
IV	12.0	15.2	13.6	14.4	15.2	18.4	14.4	18.4

Longitud de vaina

Bloque	SIN TUTOR				CON TUTOR			
	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla
I	8	9	9	6	9	9	10	8
I	7	8	10	8	8	9	11	7
I	8	9	9	6	9	8	11	8
I	7	8	11	7	7	9	10	8
I	8	8	9	6	8	8	10	9
II	7	8	10	7	7	9	10	8
II	8	9	11	7	8	9	11	8
II	6	8	11	8	9	8	11	9
II	8	8	8	6	9	10	10	9
II	7	9	9	7	7	9	10	8
III	7	8	9	6	9	9	11	7
III	8	7	9	7	7	9	10	8
III	6	8	10	7	6	8	10	8
III	7	8	10	6	8	10	11	8
III	8	7	11	7	7	9	11	9

8

IV	8	8	11	7	8	9	11	8
IV	7	7	9	8	8	10	11	7
IV	7	9	10	7	7	9	11	9
IV	7	8	10	6	8	9	10	8
IV	8	8	9	7	8	10	11	9

Numero de granos por vaina

SIN TUTOR

CON TUTOR

Bloque	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla
I	5	6	7	5	6	7	8	6
I	6	6	8	6	7	7	8	7
I	6	7	8	6	7	8	9	7
I	5	7	9	7	6	8	8	8
I	5	7	8	6	6	8	8	7
II	5	6	9	5	6	7	9	6
II	5	6	8	6	6	7	9	7
II	6	7	9	7	7	8	9	8
II	5	7	9	6	6	8	8	7
II	5	7	7	6	6	8	8	7
III	6	8	8	6	7	9	9	7
III	5	7	9	5	6	8	9	6
III	5	7	8	6	6	8	9	7
III	6	7	8	7	7	7	9	8
III	5	8	8	6	6	9	9	7
		7						
IV	6	7	8	6	7	8	9	7
IV	6	6	6	7	7	7	7	8
IV	5	6	8	5	6	7	9	6
IV	6	7	9	6	7	8	9	7
IV	5	8	8	5	6	8	9	6

Peso de 1000 granos fresco

Bloque	SIN TUTOR				CON TUTOR			
	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla
I	653.8	565.6	760.5	565.2	689.3	623.6	780.3	586.9
I	625.6	568.6	720.6	568.8	654.8	645.6	745.6	578.9
I	605.4	578.9	740.6	546.8	625.8	623.5	756.8	564.6
I	589.6	625.6	705.6	531.2	712.3	613.5	755.6	582.6
I	578.9	542.6	726.5	588.9	623.5	687.9	712.5	594.8
II	652.6	568.9	725.6	524.6	658.9	578.6	729.6	524.6
II	654.6	526.3	735.6	523.6	678.8	536.5	745.6	523.6
II	567.8	567.3	712.6	534.6	625.6	568.8	736.5	534.6
II	598.6	565.6	714.8	524.6	605.6	578.9	738.9	524.6
II	624.6	535.6	705.8	542.3	645.6	545.8	708.9	542.3
III	625.3	578.6	710.6	523.6	635.6	568.9	725.6	513.5
III	598.6	545.8	720.3	547.8	620.3	579.6	735.6	564.5
III	587.6	546.8	715.3	564.8	605.8	568.9	720.3	536.8
III	625.8	578.6	705.6	547.6	633.3	585.6	725.6	555.6
III	615.6	524.6	712.8	534.6	625.6	535.6	718.6	551.3
IV	625.6	538.9	708.6	542.6	630.5	568.6	712.6	545.6
IV	612.6	575.6	709.2	530.5	625.6	574.6	722.3	535.6
IV	589.3	524.8	710.5	515.8	612.3	528.6	725.6	525.6
IV	625.6	545.6	715.3	538.6	652.6	562.3	730.8	540.6
IV	510.3	534.7	687.9	526.9	634.6	568.5	725.8	432.5

Peso de vaina verde kg ha-1

Bloque	SIN TUTOR				CON TUTOR			
	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla	Aldermann	Usui	Rondo	Criolla
I	5625.0	8156.9	5768.0	7899.6	8758.9	11256.0	7568.0	9568.9
II	6587.0	7896.4	5687.0	7485.9	8987.5	10235.0	7896.0	9875.9
III	5358.0	8256.9	5676.9	7589.8	8756.0	10875.0	7896.0	8987.6
IV	5687.0	7897.8	5679.6	7985.8	7689.0	9957.0	8564.0	9875.8

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 01: Proceso de recolección de muestra para el análisis del suelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
Jr. Abraham Valdelomar Nº 249 – Telf. 315936 966942996
Ayacucho – Perú

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junin y Ayacucho”

HR: 0010-A

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Chiara
Comunidad : Pucara - 3140msnm
Proyecto : “TESIS”
Solicitante : Sr. Antonio Núñez Bellido

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

Muestra	Análisis mecánico (%)			Clase Textural	pH (H ₂ O) 1:2.5	C. E. (dS/m.) 1:1	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Nt (%)	Elementos Disp. (ppm)		Cationes cambiabiles (Cmol(+)Kg)						C. I. C. (Cmol(+)Kg) 23.1
	Arena	Limo	Arcilla							P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	
01	37.3	31.8	30.9	Fr-Ar	7.31	0.43	0.0	2.22	0.11	18.5	192.8	16.9	3.32	0.98	0.66	0.0	0.0	

Ayacucho, 04 de Enero del 2024.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE
Juan E. Giron Molina
C.I.F. 77120

Ao: Arenoso; AoFr: Arena franca; FrAo: Franco arenosos; Fr: Franco; FrL: Franco limoso; L: Limoso; FrArAo: Franco arcillo arenoso; FrAr: Franco arcilloso; FrAr: Franco arcillosos; FrArL: Franco arcillo limoso; ArAo: Arcillo arenoso; ArL: Arcillo limoso; Ar: Arcilloso

Foto 02: Análisis del suelo en los laboratorios de suelos y análisis foliar.



Foto 03: Proceso de preparación de terreno.



Foto 04: Proceso de selección de semilla a nivel de laboratorio.



Foto 05: Semillas de la variedad Alderman listos para la siembra.



Foto 06: Semillas de la variedad Remate listos para la siembra.



Foto 07: Proceso de marcacion de bloques, parcelas y subparcelas.



Foto 08: Proceso de marcacion de bloques, parcelas y subparcelas.



Foto 09: Proceso de siembra de las variedades de arveja.



Foto 10: Proceso de seguimiento de la germinación de arveja.



Foto 11: Crecimiento de las variedades de arveja, sin tutor.



Foto 12: Crecimiento de las variedades de arveja, sin tutor.



Foto 13: Proceso de tutorado del cultivo.



Foto 14: Proceso de tutorado del cultivo.



Foto 15: Evaluacion de los tratamientos antes de la cosecha y su posterior evaluacion



Foto 16: Evaluacion de numero de granos por vaina



Foto 17: Evaluacion de numero de granos por vaina

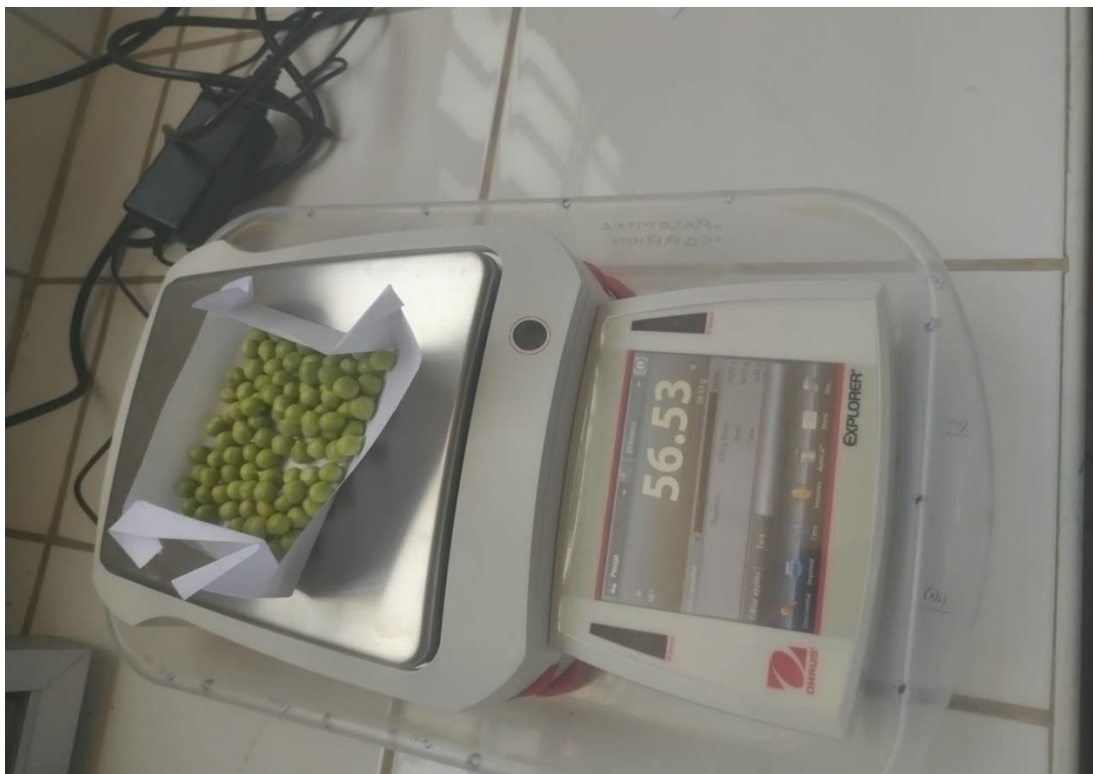


Foto 18: proceso de evaluacion de peso despues de la cosecha



Foto 19: Evaluacion de numero de vainas y peso correspondiente por cada planta

**UNSCH**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. ANTONIO NUÑEZ BELLIDO****R.D. N° 003-2026-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho, a nueve días del mes de abril del año dos mil veintiséis, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa, Ing. Eduardo Robles García como asesor, Dr. Rolando Bautista Gómez y el M.Sc. Jorge Luis Huamancusi Morales; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en vaina verde con tutor y sin tutor. Pucará 3,140 msnm, Chiara - Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **ANTONIO NUÑEZ BELLIDO**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa	15	13	14	14
Ing. Eduardo Robles García	15	15	15	15
Dr. Rolando Bautista Gómez	15	13	14	14
M.Sc. Jorge Luis Huamancusi Morales	15	15	15	15
PROMEDIO GENERAL				15

Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. Lurquín Marino Zambrano Ochoa
Presidente


.....
Ing. Eduardo Robles García
Asesor


.....
Dr. Rolando Bautista Gómez
Jurado


.....
M.Sc. Jorge Luis Huamancusi Morales
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por la R.D N° 213-2025-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado:

Rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en vaina verde con tutor y sin tutor. Pucará 3,140 msnm, Chiara- Ayacucho

Autor : Antonio NUÑEZ BELLIDO
Asesor : Eduardo ROBLES GARCÍA

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de doce por ciento **(12%)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega: 2962688718

Ayacucho, 16 de mayo de 2026

.....
Jorge Luis Huamancusi Morales

M.Sc. en Producción Agrícola
E.P. Agronomía

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en vaina verde con tutor y sin tutor. Pucará 3,140 msnm, Chiara- Ayacucho

por Antonio NUÑEZ BELLIDO

Fecha de entrega: 16-may-2026 11:21a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2962688718

Nombre del archivo: TESIS_ANTONIO_NUÑEZ_2026_1.docx (13.32M)

Total de palabras: 16894

Total de caracteres: 87428

Rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en vaina verde con tutor y sin tutor. Pucará 3,140 msnm, Chiara-Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9

Irma Quintero Pertuz, José Juvenio
Castañeda Nava, Víctor Manuel Núñez
Zarantes, Franklin Giovanni Mayorga Cubillos
et al. "Revista Temas Agrarios Volumen 26;
Suplemento 1 de 2021", Temas Agrarios, 2021
Publicación

<1 %

10

Submitted to Universidad Nacional Jose
Faustino Sanchez Carrion
Trabajo del estudiante

<1 %

11

repositorio.lamolina.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en vaina verde con tutor y sin tutor. Pucará 3,140 msnm, Chiara- Ayacucho 2025.

Yield of pea varieties (*Pisum sativum* L.) in green pods with and without trellises. Pucará 3,140 masl, Chiara- Ayacucho 2025.

[Antonio Núñez Bellido](mailto:nba017m@gmail.com)
nba017m@gmail.com

[Eduardo Robles García](mailto:Eduardo.robles@unsch.edu.pe)
Eduardo.robles@unsch.edu.pe

Áreas de investigación: Ingenierías y Ciencias Básicas
Líneas de investigación: Ciencias de la Tierra y del Ambiente

RESUMEN

En este estudio se evaluó el rendimiento, precocidad y mérito económico de cuatro cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) bajo sistemas con y sin tutor en Pucará, Ayacucho (3,140 msnm). Se empleó el diseño Experimental de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones, analizando las variedades Rondo, Usui, Criolla y Alderman bajo riego por goteo. El experimento se condujo bajo riego por goteo, con una densidad de siembra de 0.80 m entre surcos, 03 semillas por golpe y 0.30 m entre golpes. Se evaluaron variables de precocidad, morfología y componentes de rendimiento.

Los resultados posicionaron a las variedades Rondo y Usui como las más precoces (cosecha a los 120 días). El uso de tutores incrementó significativamente la longitud del tallo y la productividad; la variedad Usui con tutor alcanzó el mayor rendimiento comercial

(9,316.4 kg ha⁻¹), seguida de Criolla (8,658.8 kg ha⁻¹), destacando ambas en número y longitud de vainas. Sin embargo, la variedad Usui sin tutor resultó ser la opción más rentable (2.8), gracias a su bajo costo de producción y adaptación local por el bajo costo en materiales y mano de obra.

ABSTRACT

This study evaluated the yield, earliness, and economic merit of four pea (*Pisum sativum* L.) cultivars under trellised and non-trellised systems in Pucará, Ayacucho (3,140 m asl). A Randomized Complete Block Design (RCBD) with split plots and three replications was used, analyzing the Rondo, Usui, Criolla, and Alderman varieties under drip irrigation.

The experiment was conducted under drip irrigation, with a planting density of 0.80 m between rows, 3 seeds per planting hole, and 0.30 m between planting holes. Earliness, morphology, and yield components were evaluated.

The results showed that the Rondo and Usui varieties were the earliest maturing (harvesting at 120 days). The use of trellises significantly increased stem length and productivity. The Usui variety with trellis achieved the highest commercial yield (9,316.4 kg ha⁻¹), followed by Criolla (8,658.8 kg ha⁻¹), both standing out in number and length of pods. However, the Usui variety without trellis proved to be the most profitable option (2.8), thanks to its low production cost and local adaptation due to the low cost of materials and labor.

Keywords: *Pisum sativum* L., staking, earliness, green pod, cultivars

I. INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una leguminosa clave para la seguridad alimentaria debido a su perfil nutricional, superior al de cereales como trigo y arroz. Su versatilidad permite usos como forraje, abono verde y consumo humano (fresco o seco). Esta cualidad la convierte en un cultivo esencial para promover la seguridad alimentaria y nutricional, así como para diversificar las fuentes de proteína en la dieta humana. Según el CENAN (2016), destaca por su aporte de fibra, complejo B y minerales (K, Mg y Zn). Datos del Instituto Nacional de Salud (2017) precisan que, por cada 100 g, el grano fresco aporta 6.3% de proteína y 15.4% de carbohidratos, valores que en grano seco se

incrementan al 22.0% y 61.9%, respectivamente.

En el ámbito económico, Perú registró más de 28,000 ha de arveja verde con un rendimiento de 3.9 t ha⁻¹ (SIEA, 2023). La región de Ayacucho contribuye con 1,500 ha y un rendimiento de 3.2 t ha⁻¹. No obstante, la productividad local es limitada por deficiencias en el manejo agronómico, baja adopción de variedades mejoradas y fertilización inadecuada. Un factor crítico es la ausencia de tutorado, técnica que optimiza la aireación, reduce el acame y mejora la interceptación lumínica. Esto influye directamente en la longitud de vaina y uniformidad de cosecha, logrando incrementos significativos en el rendimiento comercial (Pérez & Urbina, 2022).

Por las consideraciones expuestas, se plantea en la presente investigación se plantea los siguientes objetivos:

- 1) Determinar el rendimiento comercial en vaina verde de arveja (*Pisum sativum* L) en cuatro variedades evaluadas bajo las condiciones donde se efectúa el experimento.
- 2) Contrastar el efecto del tutorado en las variables de rendimiento en las 04 variedades de arveja.
- 3) Comparar el mérito económico de los tratamientos evaluados.

II. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del campo experimental

El desarrollo del presente estudio se llevó a cabo en un terreno agrícola situada en la localidad de Pucará dentro del distrito de Chiara a 3,140 msnm, se encuentra en las coordenadas 13°12'02" Latitud Sur y 74°12'04" Longitud Oeste y a una altura de 3,140 msnm. Políticamente pertenece al distrito de Chiara, provincia de Huamanga - Ayacucho.

2.2. Caracterización del suelo

Se recolectó una muestra representativa de suelo con 0 - 30 cm de profundidad mediante el método de cuarteo para su análisis en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Análisis Foliar del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNSCH. La caracterización físico-química determinó una textura franco-arcillosa (arena 37.3%, limo 31.8%, arcilla 30.9%) y un pH ligeramente alcalino (7.31). En cuanto a su composición química, el suelo presentó un contenido medio de materia orgánica (2.22%) y potasio (192.8ppm), disponibilidad baja de nitrógeno (0.11%) y niveles altos de fósforo (18.5 ppm) contenido medio de potasio (192.8ppm).

2.3. Condiciones meteorológicas.

El clima en el área de estudio presenta una marcada estacionalidad, con un periodo lluvioso de diciembre a marzo y una época seca de abril a octubre. Durante el ciclo 2023-2024 (junio-mayo), la precipitación acumulada fue de 707.1 mm. Las temperaturas máximas oscilaron entre 22.6 y 24.4 °C, mientras que las mínimas se situaron entre 7.4 y 7.9 °C.

2.4. Variables e indicadores

2.4.1. Variables independientes

- a) Variedades de arveja (V).
- b) Tutorado (T)

2.4.2. Variables dependientes

- a) Parámetros de precocidad
- b) Parámetros de rendimiento

2.5. Diseño experimental

Se empleó un diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con un arreglo en parcelas divididas. El factor principal (parcelas) correspondió al sistema de tutorado, mientras que el factor secundario (subparcelas) consistió en las variedades de arveja. La evaluación fue mediante el análisis de varianza (ANVA) y la comparación de medias con la prueba de Tukey. La combinación de factores determinó los tratamientos experimentales mostrados en el siguiente cuadro:

Tratamiento	Descripción
T1	Variedad rondo * Sin tutor
T2	Variedad rondo * Con tutor
T3	Variedad Usui * Sin tutor
T4	Variedad Usui * Con tutor
T5	Variedad Criolla * Sin tutor
T6	Variedad Criolla * Con tutor
T7	Variedad Alderman *Sin tutor
T8	Variedad Alderman *Con tutor

2.6. Procedimiento experimental

2.6.1 Material genético

Fueron semillas de las variedades de arveja: Rondo, Usui, Criolla y Alderman las que fueron adquiridas en la ciudad de Tarma.

2.6.2 De los tutores

Los tutores fueron de eucalipto de la zona con una longitud de 2.0 metros y un diámetro de 3.0 cm.

2.6.3 Preparación del terreno experimental y demarcación.

La preparación del terreno se llevó a cabo el 30 de diciembre de 2023 mediante mecanización agrícola, consistente en una labor de arado de disco seguida de dos pasadas cruzadas de rastra. Posteriormente, se realizó la delimitación de los bloques, calles y unidades experimentales utilizando yeso

2.6.4 Surcado

Se realizó el 31 de diciembre de 2023. Consistente en el trazado y apertura de los surcos con la utilización de herramientas manuales con un distanciamiento entre surcos de 0.80 m.

2.6.5 Siembra

La siembra se realizó de forma manual el 5 de enero de 2024, empleando un sistema por golpes con un distanciamiento de 0.30 m entre ellos, depositando tres semillas al fondo del surco, las cuales fueron cubiertas con una capa de suelo para protegerlas y favorecer una germinación uniforme.

2.6.6 Abonamiento

Previo a la siembra, se realizó la fertilización básica con una dosis de NPK de 60-80-80. Complementariamente, se incorporó estiércol de vacuno deshidratado en el fondo del surco a una dosis equivalente de 1,000 kg ha⁻¹

2.6.7 Riego

El suministro hídrico del cultivo se dividió en dos etapas: de enero a marzo, el requerimiento fue cubierto por las precipitaciones pluviales; posteriormente, entre abril y mayo, se instaló un sistema de riego por goteo aplicando cuatro riegos ligeros con una frecuencia de ocho días.

2.6.8 Deshierbo

El control de malezas se realizó de forma manual empleando herramientas manuales (zapapico) durante las etapas iniciales del ciclo fenológico. El deshierbo se llevó a cabo

en tres momentos críticos: a los 25, 45 y 70 días después de la siembra (dds).

2.6.9 Tutoraje

El tutorado consistió en la instalación de postes de eucalipto dispuestos a un distanciamiento de 2.00 m. Para asegurar la verticalidad del cultivo, se empleó rafia dispuesta en dos niveles a 25 y 45 cm de altura, respectivamente. La colocación de la rafia se realizó de forma progresiva conforme al desarrollo vegetativo de las plantas, iniciándose la instalación de los soportes el 05 de febrero de 2024.

2.6.10 Control fitosanitario

Para asegurar una emergencia uniforme y vigorosa, se realizó la desinfección de la semilla con el fungicida Vitavax a razón de 300 g por cada 70 kg de semilla. Específicamente, se aplicaron 15.00 g de producto para los 3.41 kg de semilla de arveja sembrados en el área experimental de 487.8 m². Posteriormente, a los 45 dds, se aplicó preventivamente el fungicida Kumulus (azufre) en una dosis equivalente de 2.0 a 3.0 kg ha⁻¹; para el área del experimento, esto representó entre 60 y 80 g disueltos en un volumen de 20 L. No se realizaron aplicaciones de insecticidas debido a la ausencia de incidencias de plagas.

2.6.11 Cosecha

La cosecha se realizó en estado de vaina verde durante dos periodos, determinados por el índice de madurez de cosecha (granos

turgentes y tiernos en vainas de coloración verde intensa), con un contenido de humedad aproximado del 40%. La cosecha inició el 30 de abril de 2024 para las variedades precoces (Rondo y Usui) y concluyó el 15 de mayo de 2024 con las variedades tardías (Alderman y Criolla).

2.7 Variables a evaluar

2.7.1 Parámetros de precocidad, sus indicadores son:

- Días a la emergencia.
- Días a la floración
- Formación de vainas
- Días a la madurez comercial (granos tiernos)

2.7.2 Parámetros de rendimiento:

- **Altura de la planta (m):** La altura de planta se determinó mediante el uso de un flexómetro estándar, seleccionando aleatoriamente 10 plantas por unidad experimental. La medición se realizó desde el cuello de la raíz hasta el ápice terminal, efectuando esta evaluación al alcanzar la madurez fisiológica del cultivo.
- **Número de vainas por planta:** Para la evaluación de esta variable, se cuantificó el número total de vainas en una muestra aleatoria de 10 plantas por unidad experimental. Posteriormente,

se calculó el promedio por planta para cada unidad, con el fin de determinar el rendimiento por componente.

- **Longitud de vaina (cm):** Para la determinación de esta variable, se seleccionaron aleatoriamente 10 unidades por cada parcela experimental. La medición se efectuó desde la inserción del pedúnculo hasta el ápice de la vaina utilizando un flexómetro, calculando posteriormente el promedio representativo de cada unidad experimental.
- **Número de granos por vaina:** Se determinó el número de granos por vaina mediante el conteo de las unidades evaluadas previamente. Con los datos obtenidos, se calculó el promedio de granos por vaina para cada unidad experimental.
- **Rendimiento de vaina verde por hectárea ($t \cdot ha^{-1}$):** Se pesó la totalidad de vainas de toda la unidad experimental pesando con una balanza digital, luego se obtuvo rendimiento por hectárea.

2.7.3 Estudio económico:

Esta variable se determinó a partir de análisis entre costos de producción y el rendimiento obtenido por hectárea. Este análisis permitió determinar el tratamiento más rentable y recomendar el tratamiento experimental más eficiente. Para el cálculo del índice de

rentabilidad (IR) se utilizó la siguiente relación:

$$I.R = (\text{utilidad bruta} / \text{Costo de producción})$$

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables de precocidad

A Precocidad

Tabla 3. Análisis descriptivo de la fenología del cultivo de arveja en días después de la siembra (dds) en los diferentes tratamientos. Pucará 3,140 msnm

Tratamientos	Emergencia	Plena floración	Formación de vainas	Granos llenos	Cosecha
Rondo con tutor	8-10	70-75	85-90	110-115	120-125
Usui con tutor	8-10	70-75	85-90	110-115	120-125
Aldermann con tutor	8-10	80-85	90-95	120-125	130-136
Criolla con tutor	8-10	80-85	90-95	120-125	130-136
Rondo sin tutor	8-10	70-75	85-90	110-115	120-125
Usui sin tutor	8-10	70-75	85-90	110-115	120-125
Aldermann sin tutor	8-10	80-85	90-95	120-125	130-136
Criolla sin tutor	8-10	80-85	90-95	120-125	130-136

De acuerdo a la Tabla 3, la emergencia ocurrió entre los 8 y 10 dds para todas las variedades. Se observó una diferenciación fenológica marcada: el primer grupo (Rondo y Usui) alcanzó la floración a los 70-75 dds y la cosecha a los 120-125 dds, mientras que el segundo grupo (Alderman y Criolla) presentó un ciclo más tardío, con floración a los 80-85 dds y cosecha entre los 130 y 136 dds. Estos resultados guardan similitud con lo reportado por Quispe (2018) en Ayacucho respecto a la floración; sin embargo, difieren en la precocidad de la cosecha, donde dicho autor registró periodos más cortos (79-101 dds) atribuidos al uso de microorganismos eficientes.

3.2 Variables de rendimiento

B Altura de planta

Tabla 4

Análisis de variancia de la altura de planta en las diferentes variedades y tutorados en la arveja en vaina verde. Pucará 3,140 msnm

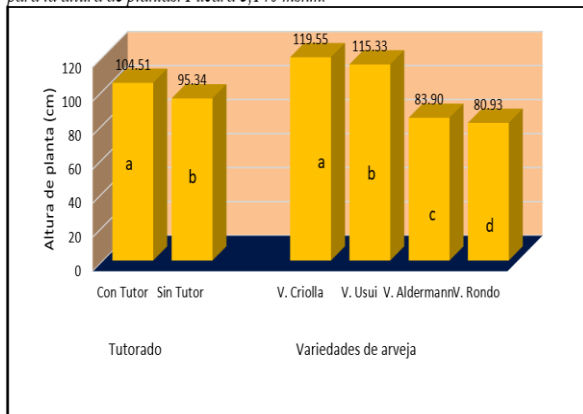
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	102.35	34.12	2.50	0.2357 ns
Tutor (T)	1	3367.23	3367.23	246.83	0.0006 **
Error (a)	3	40.92	13.64		
Variedad (V)	3	49604.05	16534.68	862.40	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	145.33	48.44	2.53	0.0598 ns
Error (b)	146	2799.23	19.17		
Total	159	56059.10			

C.V. = 4.38 %

Los resultados del análisis de variancia (Tabla 4) revelan una alta significancia estadística para los factores de tutorado y variedad en relación con la altura de planta, lo que confirma la existencia de diferencias significativas entre los cultivares evaluados. Asimismo, el coeficiente de variación del 4.4% indica una elevada precisión experimental, lo que garantiza la fiabilidad de los datos obtenidos en el estudio.

Figura 3

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades de arveja con y sin tutor para la altura de plantas. Pucará 3,140 msnm.



En la Figura 3 se observa que los cultivares

Criolla y Usui alcanzaron las mayores alturas de planta, con 119.55 y 115.33 cm respectivamente, presentando diferencias estadísticamente significativas frente a las demás variedades evaluadas. Respecto al efecto del tutorado, el análisis independiente determinó una superioridad significativa con el uso de soportes, alcanzando un promedio general de 104.51 cm en el conjunto de los tratamientos.

B Número de vainas por planta

Tabla 5

Análisis de variancia del número de vainas por planta en las diferentes variedades y tutorados en la arveja en vaina verde. Pucará 3,140 msnm.

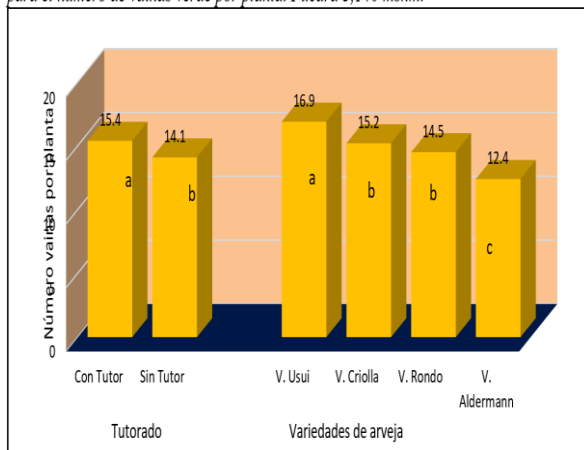
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	24.11	8.04	2.78	0.2118 ns
Tutor (T)	1	70.76	70.76	24.46	0.00159 *
Error (a)	3	8.68	2.89		
Variedad (V)	3	415.44	138.48	89.06	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	4.08	1.36	0.88	0.4556 ns
Error (b)	146	227.01	1.55		
Total	159	750.08			

C.V. = 8.45 %

El número de vainas por planta constituye el componente de rendimiento de mayor relevancia en este estudio. De acuerdo con el análisis de variancia (ANVA) en la Tabla 5, se determinó una alta significancia estadística para los factores tutorado y variedad, lo cual permite realizar un análisis individual de cada efecto. El coeficiente de variación del 8.45 % refleja una adecuada precisión experimental, otorgando solidez a las conclusiones derivadas de esta variable.

Figura 4

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades de arveja con y sin tutor para el número de vainas verde por planta. Pucará 3,140 msnm.



De acuerdo con la Figura 4, el número de vainas por planta fue significativamente superior bajo el sistema de tutorado. Al analizar el factor variedad de forma individual, los cultivares Usui y Criolla alcanzaron los mayores promedios, con 16.9 y 15.2 vainas respectivamente, consolidándose como las opciones más productivas frente a las demás variedades evaluadas.

C Longitud de vaina verde

Tabla 6

Análisis de variancia de la longitud de vaina verde de variedades y tutorado en arveja, Pucará 3,140 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	1.93	0.64	3.08	0.1901ns
Tutor (T)	1	18.22	18.22	87.48	0.0026 **
Error (a)	3	0.63	0.21		
Variedad (V)	3	27.73	9.24	21.40	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	6.42	2.14	4.96	0.0026 **
Error (b)	146	63.05	0.43		
Total	159	117.98			

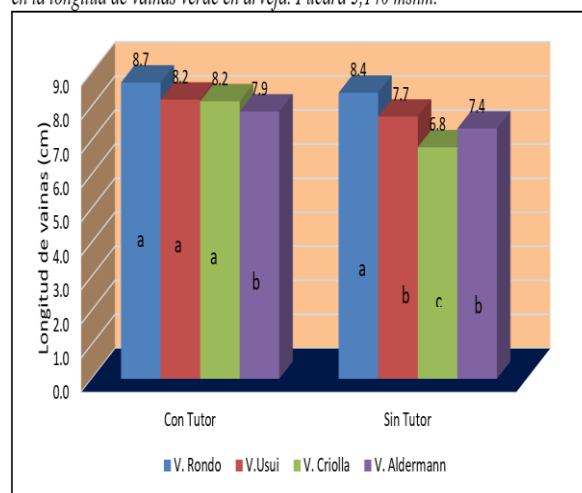
C.V. = 8.33 %

Los resultados alcanzados en la Tabla N° 6, sobre la longitud de vaina verde muestra el

análisis de variancia altamente significativa influenciado por el tutorado y la variedad. Por la existencia de esta interacción estadística entre estos factores se procedió a realizar el análisis de la dependencia de las variables. El coeficiente de variación resulto 8.33 % el cual refleja una alta precisión y consistencia en los datos recolectados.

Figura 5

Prueba de Tukey de los efectos simples de variedades en cada forma de tutorado en la longitud de vainas verde en arveja. Pucará 3,140 msnm.



Los resultados en la Figura N° 5, muestra que el uso de tutorado en las variedades Rondo, Criolla y Usui alcanzaron mayores longitudes de vaina sin diferencias significativas entre sí. Bajo crecimiento sin tutorado, la variedad Rondo mantiene superioridad estadística en comparación al resto. Este comportamiento de las variedades indica que a pesar de que se incorpore un adecuado manejo agronómico, la longitud de vaina está determinado por el potencial genético de cada variedad.

D Numero de granos por vaina

Tabla 7

Análisis de variancia del número de granos por vaina verde de variedades y tutorado en arveja, Pucará 3,140 msnm.

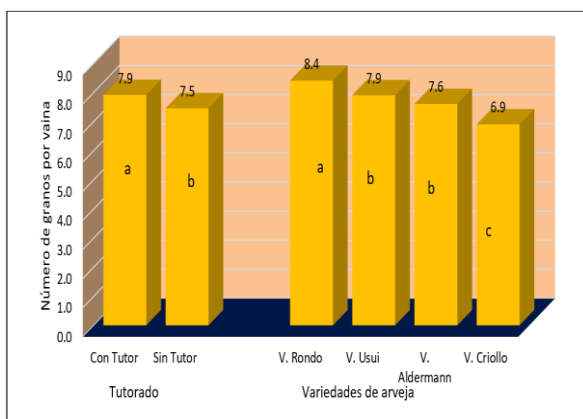
F. Variación	GL	SC	CM	F _c	Pr>F _c
Bloque	3	0.97	0.32	2.63	0.2243 ns
Tutor (T)	1	8.56	8.56	69.61	0.0036 **
Error (a)	3	0.37	0.12		
Variedad (V)	3	46.07	15.36	32.30	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	1.37	0.46	0.96	0.4136 ns
Error (b)	146	69.41	0.48		
Total	159	126.74			

C.V. = 8,98 %

De acuerdo con los datos de la Tabla 7, el análisis de variancia del número de granos por vaina reveló efectos altamente significativos en los factores principales: tutorado y variedad. La ausencia de significancia estadística en las interacciones confirma que el desempeño de esta variable responde primordialmente al potencial genético de los cultivares evaluados. Asimismo, el coeficiente de variación de 8.98 % refleja una alta precisión y un estricto control experimental durante el desarrollo del ensayo.

Figura 6

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades de arveja con y sin tutor para el número de granos por vaina de las variedades. Pucará 3,140 msnm.



Existe una correlación directa entre el número de granos por vaina y la productividad final del cultivo. De acuerdo con la prueba de Tukey en la Figura 6, la implementación del tutorado incrementó significativamente esta variable en comparación con el sistema sin soporte. Al evaluar los genotipos, la variedad Rondo destacó como la más productiva con un promedio de 8.4 granos por vaina, superando estadísticamente a los demás cultivares bajo las condiciones agroecológicas de Pucará.

E Peso de 1000 granos verdes

Tabla 8

Análisis de variancia del peso de 1000 granos verdes de variedades y tutorado en arveja, Pucará 3,140 msnm.

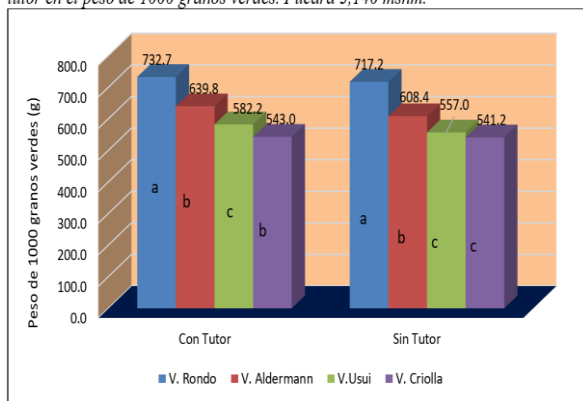
F. Variación	GL	SC	CM	F _c	Pr>F _c
Bloque	3	32232.16	10744.05	5.94	0.0888 ns
Tutor (T)	1	13653.03	13653.03	7.55	0.0709 ns
Error (a)	3	5427.67	1809.22		
Variedad (V)	3	782081.12	260693.71	475.88	<0.0001**
Interacción (T x V)	3	5014.32	1671.44	3.05	0.0305 *
Error (b)	146	79981.27	547.82		
Total	159	918389.56			

C.V. = 3.80 %

El análisis de variancia para la longitud de vaina (Tabla 8) revela una alta significancia estadística, demostrando que tanto el tutorado como el genotipo influyeron de manera determinante en esta variable. Debido a la interacción significativa detectada entre ambos factores, se procedió al análisis de los efectos combinados. Asimismo, el coeficiente de variación de 3.80 % evidencia una elevada precisión experimental y la consistencia de los datos obtenidos.

Figura 7

Prueba de Tukey los efectos simples de las diferentes variedades con tutor y sin tutor en el peso de 1000 granos verdes. Pucará 3,140 msnm.



De acuerdo a la Figura 7, los cultivares Rondo y Alderman registraron los mayores pesos de 1000 granos verdes, con valores de 732.7 y 639.8 g, respectivamente, bajo el tutorado. Si bien el peso disminuyó en ausencia del tutor, estas variedades mantuvieron su superioridad estadística. Este comportamiento se atribuye a la variabilidad genética en el tamaño del grano; cabe precisar que, al alcanzar la madurez fisiológica, dichas semillas presentan un fenotipo rugoso. Por el contrario, las variedades Usui y Criolla mostraron los valores significativamente más bajos.

F Rendimiento de vainas

Tabla 9

Análisis de variancia del rendimiento de vainas verde en variedades de arveja con tutorado. Pucará 3,140 msnm.

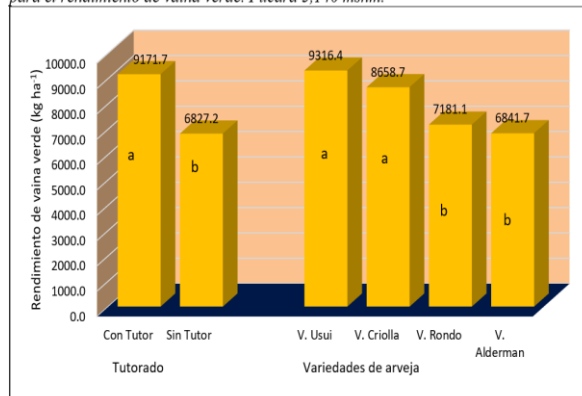
F. Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr>Fc
Bloque	3	198797.53	66265.84	3.41	0.1701 ns
Tutor (T)	1	43966408.78	43966408.78	2264.45	<0.0001 **
Error (a)	3	58247.88	194015.96		
Variedad (V)	3	33427730.49	11142576.83	50.13	<0.0001 **
Interacción (T x V)	3	895074.10	298358.03	1.34	0.2920 ns
Error (b)	18	4000897.75	222272.10		
Total	31	82547156.52			

C.V. = 5.89 %

El rendimiento constituye la variable de mayor importancia económica en la actividad agrícola. El análisis de variancia (Tabla 9) reveló una alta significancia estadística para los factores tutorado y variedad, lo que permite realizar un análisis independiente de cada efecto. Asimismo, el coeficiente de variación obtenido demuestra una adecuada precisión experimental, brindando un alto nivel de confianza a los resultados obtenidos.

Figura 8

Prueba de Tukey de los efectos principales de variedades de arveja con y sin tutor para el rendimiento de vaina verde. Pucará 3,140 msnm.



En la Figura 8 se observa la respuesta positiva al sistema de soporte; las variedades bajo tutorado alcanzaron los mayores rendimientos en vaina verde, con un promedio general de 9,171.7 kg/ha. En cuanto al factor genético, el cultivar Usui registró el rendimiento más elevado (9,316.4 kg/ha), seguido por la variedad Criolla (8,658.7 kg/ha). Estos resultados demuestran la notable capacidad de adaptación y el potencial productivo de ambos cultivares bajo las condiciones agroecológicas de la investigación.

3.3 Mérito económico de los tratamientos

La viabilidad económica del cultivo se determinó mediante el análisis de los ingresos totales y los costos de producción. Mientras que la utilidad bruta representa el excedente directo obtenido por el productor tras deducir los costos operativos, la rentabilidad se define como la relación porcentual entre dicha utilidad y la inversión total, permitiendo medir la eficiencia financiera de cada tratamiento.

Tabla 10

Costo de producción, rendimiento, utilidad bruta e índice de rentabilidad de cuatro variedades de arveja tutoradas. Pucará 3,140 msnm - Ayacucho.

Tratamientos	Costo (S/)	Rendimiento	Costo /Kg	Valor de Venta	Utilidad	Índice
	Producción	V. Verde (Kg/ha)	S/.	4.0 soles kg	Bruta (S/)	Rentab.
Usui sin tutor	8,447.70	8,052.00	1.05	32,208.00	23,760.30	2.81
Criolla sin tutor	8,447.70	7,740.30	1.09	30,961.20	22,513.50	2.67
Usui con tutor	13,835.10	10,580.80	1.31	42,323.20	28,488.10	2.06
Criolla con tutor	13,835.10	9,577.10	1.44	38,308.40	24,473.30	1.77
Aldermann sin tutor	8,447.70	5,814.30	1.45	23,257.20	14,809.50	1.75
Rondo sin tutor	8,447.70	5,702.90	1.48	22,811.60	14,363.90	1.70
Aldermann con tutor	13,835.10	8,547.90	1.62	34,191.60	20,356.50	1.47
Rondo con tutor	13,835.10	7,981.00	1.73	31,924.00	18,088.90	1.31

La Tabla 10 detalla los costos de producción, rendimientos totales, utilidad bruta e índices de rentabilidad. Los resultados indican que los cultivares Usui y Criolla alcanzan la mayor rentabilidad bajo el sistema convencional (sin tutorado), con valores de 2.8 y 2.7, respectivamente; mientras que, con el uso de tutores, estos índices descienden a 2.1 y 1.8. Esta reducción en la rentabilidad se atribuye a los elevados costos de inversión inicial del sistema de soporte. No obstante, es imperativo destacar que el tutorado genera los mayores rendimientos y utilidades brutas,

además de optimizar la calidad comercial, uniformidad y calibre de los granos, factores que permiten acceder a precios superiores en el mercado.

IV. CONCLUSIONES

1. El mayor rendimiento comercial de vaina verde obtuvo el cultivar Usui con tutor, alcanzando 9,316.4 kg/ha, seguido de la variedad Criolla (8,658.8 kg/ha), ambos superan significativamente a los genotipos Rondo y Alderman en las condiciones evaluadas.
2. El tutorado incrementó significativamente en la estructura de la arveja en parámetros como altura de planta, número de vainas por planta y longitud de vaina, así como el rendimiento total respecto al manejo sin tutor. En este último, es menor el costo de producción y mayor el ingreso bruto.
3. El uso de tutores en la variedad Usui maximizó la utilidad bruta (S/ 28,488.1). No obstante, el mayor índice de rentabilidad (IR=2.8) resulta con el manejo sin tutorado.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ancasi, F. (2014). Niveles de guano de Isla enriquecido con macroorganismos efectivos y dos formas de siembra en el rendimiento en vaina verde de arveja (*Pisum sativum* L) Casaorcco 3240 msnm- Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San

Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho Perú.
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSC/H/2049>

Angulo, A. (2019) Identificación de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L), Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carachi-Ecuador

Arévalo, C., & Ortega, V. (2003). Uso de Tutoraje en el cultivo de arveja. Lima Perú.
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/908>
Barzola, M. V., & Hermitaño, Y. R. (2018). Evaluación de rendimiento de variedades comerciales de grano fresco de arveja (*Pisum sativum* L.), en el Distrito de Paucartambo – Pasco. Tesis Ing. Agrónomo.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1423>

Benites, J. R., & Bot, A. (2014). Agricultura de conservación una práctica innovadora con beneficios económicos y medio ambientales. Lima Perú. <https://infoagronomo.net/libro-de-agricultura-de-conservacion-pdf/>

Carlos, Y. & Estrada, C. (2019). Efecto de aplicación de tres biofertilizantes orgánicos sobre el rendimiento de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en el distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrión. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Carmona, I. (2015). Agricultura de conservación en cultivos extensivos del valle del Guadalquivir: caracterización de sistemas a escala de parcela comercial y análisis de estrategias de mejora. Córdoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/13108/2015000001216.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Centro Nacional de Alimentación y Nutrición CENAN. (2016). Recetario Legumbres

(Menestras). Ministerio de Salud -MINSA. Lima-Perú.
<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/legumbres/recetario2.pdf>

Evans, L. (1983). Fisiología de los cultivos. primera Edic. Edit. hemisferio sur. Buenos Aires Argentina.

Faiguenbaum, H. (1993). Cultivo de arveja. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, departamento de Ciencias Vegetales, Santiago de Chile.

FAO. (2018). Agricultura de conservación Estudio de casos en América Latina y África. Roma Italia: Boletín del suelo de la FAO 78.

Filios, E.R (2022). Evaluación de rendimiento y calidad de diez líneas de “arveja” *Pisum sativum* L. en condiciones del valle de Huaral. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional José Faustino Carrión

Gálvez, F. (2015). Formas de aplicación de extracto de algas con y sin microelementos a diferentes concentraciones en el rendimiento en verde de arveja (*Pisum sativum* L.) Var. Usui. Pampa del Arco 2792 msnm - Ayacucho.

García, R., López, A., & Sánchez, C. (2020). Sistemas de tutorado y su efecto en el rendimiento de Leguminosas. Revista de Ciencias Agrícolas, 37(1), 45-58.

Instituto Nacional de Salud. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos (10.^a ed.). Ministerio de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.
<https://repositorio.ins.gob.pe/handle/INS/1034>

INIA. (2003). Uso de Tutores en el Cultivo de Arveja. Lima -Perú.
<https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/46040b29-cdfe-4cad-8798-59090fca537b/content>

INIA. (2016). Guía de Producción Comercial de Arveja Basado en el Trabajo del Proyecto IEPARC. Lima -Perú. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/422>

Machaca, A. (2018). Niveles de guano de islas y té de estiércol de cuy en el rendimiento del cultivo de arveja verde (*Pisum sativum* L.) en la irrigación majes de Arequipa. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa - Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6246>

Maccanascca, Y. (2024) Biofertilizantes en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en agricultura de conservación. Canaán, 2750 msnm – Ayacucho. Escuela Profesional de Agronomía. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Moisés, J. L. (2017). Densidad de plantas y niveles de guano de isla en el rendimiento en vaina verde de arveja (*Pisum sativum* L.) bajo labranza de conservación. Tambillo 2688 msnm-Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho-Perú. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSC/H/3247>

Ochoa Solorzano, K. (2012). El Rhizobium en el rendimiento en vaina de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Vinchos 3643 msnm - Ayacucho. file:///C:/Users/Solorzano/Downloads/TESIS%20AG938_Och.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. (2018). Nuestras Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. Panamá. www.fao.org

Pérez y Urbina (2022) Evaluación agronómica de arveja (*Pisum Sativum* L) con sistema de tutorado en Acobamba. Universidad Nacional de Huancavelica. Repositorio Institucional

Poma, L. (2019). Comportamiento productivo de cultivares de arveja bajo dos sistemas de conducción en el Valle del Mantaro. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú. Repositorio Institucional.

Quispe, E. (2018). Abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Pampa del Arco – Ayacucho. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSC/H/3094>

Quispe, H. (2021). Análisis económico y productivo de la arveja (*Pisum sativum*) en la región Apurímac. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Repositorio UNAMBA.

Rondinel, R. (2014). Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación. Canaán a 2750 msnm-Ayacucho. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. UNSCH. Ayacucho Perú. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSC/H/901>