

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), DE  
TRES CEREALES DE GRANO PEQUEÑO USADOS COMO TUTORES,  
EN CAJAMARCA.**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por la Bachiller:**

**ANA MARÍA TELLO CUEVA**

**Asesor:**

**M.Sc. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2024**

**CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. Investigador:

Ana María Tello Cueva.  
DNI :48307289.  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
De AGRONOMÍA.

2. Asesor:

Ing. Mg. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas  
Facultad/Unidad UNC:  
DE CIENCIAS AGRARIAS

3. Grado académico o título profesional

- Bachiller  Título profesional  Segunda especialidad  
 Maestro  Doctor

4. Tipo de investigación

- Tesis  Trabajo de investigación  Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

EFFECTO EN EL RENDIMIENTO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), DE TRES  
CEREALES DE GRANO PEQUEÑO USADOS COMO TUTORES, EN CAJAMARCA.  
Fecha de evaluación: 01/08/2024

6. Software antiplagio:  TURNITIN  URKUND (OURIGINAL) (\*)


7. Porcentaje de Informe de Similitud: 20%

8. Código Documento: oid: 3117:371104997

9. Resultado de la Evaluación de Similitud: 20%

APROBADO  PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O  
DESAPROBADO

Fecha de Emisión:02/08/2024

<b>Firma y /o Sello Emisor Constancia</b>

..... <b>Ing. Mg. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas</b> <b>DNI: 26724113</b>

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cinco días del mes de julio del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 165-2024-FCA-UNC, de fecha 18 de marzo del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), DE TRES CEREALES DE GRANO PEQUEÑO USADOS COMO TUTORES EN CAJAMARCA"**, realizada por la Bachiller **ANA MARÍA TELLO CUEVA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y cero minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las trece horas y cero minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Wilfredo Pomá Rojas  
PRESIDENTE

MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda  
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego  
VOCAL

Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas  
ASESOR

## DEDICATORIA

A:

**Dios** por continuamente cuidar cada paso que doy día a día, quien no permite que me rinda y siempre está sosteniéndome para seguir adelante y por siempre mostrarme la luz de superación.

**Mis padres** Lucinda y Francisco quienes me dieron la vida y siempre han estado conmigo, gracias por mostrarme a siempre seguir adelante y perseverar por mis objetivos por más difícil que sea el camino, gracias por cada consejo y enseñanza de superación. Con su ayuda incondicional me es posible realizar cada objetivo trazado.

**Mi Hermana** Gladys quien siempre me motivó para no rendirme, gracias por siempre brindarme tus consejos de perseverancia.

**Mi hijo** Mathías André eres mi gran motivación.

Ana María Tello Cueva

## **AGRADECIMIENTO**

**A:**

Dios por guiarme y no permitir que me rinda.

La Escuela de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca por convertirse en el lugar principal de mi aprendizaje y conocimiento.

Mi asesor, Ing. Jesús Hipólito de la Cruz Rojas. Que, Sin su ayuda, no hubiese sido posible llevar a cabo esta investigación.

A mis familiares que siempre me brindaron ayuda absoluta, por impulsarme a siempre seguir mis metas y nunca rendirme.

**Ana María Tello Cueva**

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMEINTO .....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO I .....	1
1.1. Introducción .....	1
1.3. Objetivo del estudio .....	2
1.4. Hipótesis .....	2
CAPÍTULO II.....	3
2.1. Marco teórico .....	3
2.1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. Sistema de producción de arveja con tutorado .....	5
2.2.2. Origen .....	6
2.2.3. Taxonomía .....	7
2.2.4. Morfología .....	7
2.2.5. Fisiología de la arveja ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	8
2.2.6. Tecnología de cultivo .....	9

2.2.6.1. Variedades.....	9
2.2.6.2. Variedad Usui .....	9
2.2.7. Requerimiento de suelo.....	10
2.2.8. Clima.....	11
2.2.9. Etapa de siembra .....	12
2.2.10. Preparación del terreno.....	13
2.2.11. Siembra .....	13
2.2.12. Tipo de siembra.....	14
2.2.12.1. Siembra al voleo.....	14
2.2.12.2. Siembra en surcos .....	14
2.2.12.3. Siembra con tutorado .....	15
2.2.12.4. Siembra en surcos o líneas en golpes .....	15
2.2.13. Fertilización .....	16
2.2.14. Deshierbo .....	17
2.2.15. Riego.....	18
2.2.16. Sanidad.....	18
2.2.17. Cosecha.....	19
2.3. Definición de términos básicos .....	19
2.3.1. Variedad Usui .....	19
2.3.2. Nodulación.....	20
2.3.3. Tutorado.....	20

2.3.4. Rendimiento.....	20
2.3.5. Efecto.....	20
2.3.6. Zarcillo.....	20
2.3.7. Autógama.....	20
2.3.8. Leguminosas .....	21
2.3.9. Cereales.....	21
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>22</b>
3.1. Materiales y Métodos.....	22
3.1.1. Ubicación de la investigación.....	22
3.1.2. Materiales.....	24
3.1.2.1. Material biológico .....	24
3.1.2.2. Material de campo y oficina.....	24
3.1.3. Tipo y diseño de investigación (investigación experimental) .....	24
3.1.3.1. Tipo de investigación .....	24
3.1.3.2. Diseño de investigación.....	25
3.1.4. Factores, variables (independientes), niveles y tratamientos en estudio. ....	25
3.1.5. Diseño experimental y croquis de campo .....	26
3.1.6. Evaluaciones realizadas.....	27
3.1.6.1. Emergencia.....	27
3.1.6.2. Altura de planta.....	27
3.1.6.3. Longitud de planta.....	27



3.1.6.4. Número de vainas por planta.....	27
3.1.6.5. Número de granos por vaina.....	27
3.1.6.6. Peso de grano por parcela (rendimiento) .....	28
3.1.6.7. Peso de 100 granos.....	28
3.1.7. Conducción del experimento.....	28
3.1.7.1. Fase de gabinete .....	28
3.1.7.2. Fase de campo.....	28
3.1.8. Análisis de datos.....	31
CAPITULO IV .....	32
4.1. Resultados y Discusiones .....	32
4.1.1. Peso de grano (rendimiento) de arveja .....	32
4.1.2. Altura de planta de arveja.....	37
4.1.3. Longitud de planta de arveja .....	39
4.1.4. Número de vainas por planta de arveja.....	42
4.1.5. Número de granos por vaina de arveja .....	45
4.1.6. Peso de 100 granos de arveja .....	47
CAPÍTULO V.....	50
5.1. Conclusiones y Recomendaciones .....	50
CAPÍTULO VI .....	51
6.1. Referencias Bibliográficas .....	51
ANEXOS.....	56

ANEXO 1. Contenido de tablas .....	56
ANEXO 2. Análisis de suelos .....	62
ANEXO 3. Panel Fotográfico .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de materia seca, producción y aporte de las especies a la mezcla de arveja con cereales de grano pequeño. ....	4
Tabla 2. Densidad de siembra cuando se usa surcos o líneas en el cultivo de arveja.....	16
Tabla 3. Detalle de los sistemas de siembra del cultivo de arveja.....	16
Tabla 4. Requerimiento de nutrientes por ha de grano de arveja cosechada. ....	17
Tabla 5. Factores, variables (independientes), niveles y tratamientos en estudio. ....	25
Tabla 6. Resultado del análisis de suelo (anexo 2).....	29
Tabla 7. Esquema del análisis de varianza incluyendo al testigo .....	31
Tabla 8. Esquema del análisis de varianza para el factorial sin el testigo .....	31
Tabla 9. Análisis de varianza del peso de grano (rendimiento) de arveja variedad usui sembrada con tutores de avena, cebada o trigo. ....	32
Tabla 10. Análisis de varianza del peso de grano por parcela (rendimiento) de arveja, de acuerdo al factorial 3 x 3. (no interviene el testigo). ....	34
Tabla 11. Peso de grano y rendimiento de arveja var usui, que ha sido sembrada con tutores de avena, cebada o trigo.....	35
Tabla 12. Análisis de varianza de la altura de planta de arveja var. Usui sembrada con tutores de avena, cebada o trigo.....	37
Tabla 13. Análisis de varianza de la altura de planta de arveja var usui sembrada con tutores de avena, cebada y trigo, según el factorial 3 x 3. ....	38
Tabla 14. Análisis de varianza de la longitud de tallo de arveja var usui acompañada de avena, cebada o trigo como tutor. ....	40

Tabla 15. Análisis de varianza de la longitud de tallo de arveja acompañada por un cereal de grano pequeño como tutor, según el factorial 3 x 3.....	41
Tabla 16. Análisis de varianza del número de vainas por planta de arveja, sembrada con tutores de cereales de grano pequeño (avena, cebada y trigo).....	42
Tabla 17. Análisis de varianza del número de vainas por planta de arveja según el factorial 3 x 3 en el Diseño de Bloques Completos al Azar.....	43
Tabla 18. Número de vainas por planta de arveja var usui sembrada con avena, cebada o trigo como tutor. ....	44
Tabla 19. Análisis de varianza del número de granos por vaina de arveja sembrada con tutores de avena, cebada o trigo.....	45
Tabla 20. Análisis de varianza del número de granos por vaina de arveja sembradas con tutores de avena, cebada o trigo, según el factorial 3 x3. ....	46
Tabla 21. Numero de granos por vaina de arveja var usui sembrada con avena, cebada o trigo como tutor.....	47
Tabla 22. Análisis de varianza del peso de 100 granos de arveja sembrada con avena, cebada y trigo como tutor.....	48
Tabla 23. Análisis de varianza del peso de 100 granos de arveja sembrada con avena, cebada y trigo como tutor, según el factorial 3x3.....	48
Tabla 24. Peso de 100 granos de arveja var usui sembrada con avena, cebada o trigo como tutor. ....	49
Tabla 25. Peso de grano por parcela (2 surcos centrales) del cultivo de arveja. ....	56
Tabla 26. Altura de planta (cm) de arveja.....	57
Tabla 27. Longitud de planta (tallo en cm) del cultivo de arveja. ....	58

Tabla 28. Número de vainas por planta de arveja.....	59
Tabla 29. Número de granos por vaina de arveja. ....	60
Tabla 30. Peso de 100 granos (g) de arveja. ....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación.....	22
Figura 2. Croquis de campo.....	26
Figura 3. Preparación del terreno.....	66
Figura 4. Delimitación de las unidades experimentales.....	66
Figura 5. Surcado de las unidades experimentales .....	67
Figura 6. Distribución de las semillas en cada unidad experimental .....	67
Figura 7. Abonamiento a fondo de cada surco según la recomendación del análisis de suelos ...	68
Figura 8. Siembra de arveja, avena, trigo y cebada .....	68
Figura 9. Desarrollo del cultivo .....	69
Figura 10. Deshierbo manual del cultivo.....	69
Figura 11. Deshierbo manual del cultivo.....	70
Figura 12. Desarrollo del cultivo de arveja con asociatividad.....	70
Figura 13. Evaluaciones en campo .....	71
Figura 14. Cosecha del cultivo de arveja.....	71
Figura 15. Almacenamiento de muestras de los tratamientos para evaluación .....	72
Figura 16. Evaluación de longitud de tallo .....	72
Figura 17. Evaluación de peso de granos.....	73

## RESUMEN

La siembra de arveja sola es la tradición en la región Cajamarca. No se usa tutores a pesar que el tallo de la arveja es muy débil, por lo tanto, no logra mantener erguidas las plantas de arveja por el aumento del peso, producto del completo desarrollo de las vainas y los granos. Como consecuencia las plantas se aplastan formando una especie de colchón. En tal sentido la presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto en el rendimiento de arveja usando como tutores tres cereales de grano pequeño, avena, cebada y trigo. La investigación se desarrolló en el campus de la Universidad Nacional de Cajamarca. La proporción de semilla de tutores usados fueron de 10, 20 y 30 %; siendo el 100 % la cantidad de semilla recomendada para la siembra en monocultivo de (avena, cebada o trigo), con un diseño experimental de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 3 x 3 más un testigo. Al concluir el estudio se obtuvo la siguiente conclusión: El rendimiento, altura de planta, longitud de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 granos de arveja var usui; no son afectados por el uso de avena, cebada o trigo como tutores, en las proporciones de 10, 20 y 30 %. Se hizo la siguiente recomendación: evaluar otras variedades de arveja, avena, cebada y trigo en futuros trabajos de investigación.

Palabras clave: Arveja, tutores, avena, cebada, trigo

## **ABSTRACT**

Planting single peas is the tradition in the Cajamarca region. Stakes are not used even though the pea stem is very weak, therefore, it cannot keep the pea plants upright due to the increase in weight, a product of the complete development of the pods and grains. As a result, the plants are crushed, forming a kind of mattress. In this sense, the objective of this research was to determine the effect on pea yield using three small grain cereals, oats, barley and wheat as tutors. The research was carried out on the campus of the National University of Cajamarca. The proportion of seed of tutors used were 10, 20 and 30%; 100% being the amount of seed recommended for sowing in monoculture (oats, barley or wheat), with a completely randomized block experimental design with a 3 x 3 factorial arrangement plus a control. At the end of the study, the following conclusion was obtained: The yield, plant height, plant length, number of pods per plant, number of grains per pod and weight of 100 grains of var usui peas; They are not affected by the use of oats, barley or wheat as tutors, in proportions of 10, 20 and 30%. The following recommendation was made: evaluate other varieties of peas, oats, barley and wheat in future research work.

Keywords: Pea, tutors, oats, barley, whea



# CAPÍTULO I

## 1.1. Introducción

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una legumbre de bastante interés para la región Cajamarca; en nuestra región se cosecha arveja en grano verde (fresco), entre agosto y abril, 2236 ha de las 13808 ha que se cosechan en todo el país. Resulta entonces que el 16.2 % de arveja verde se cosecha en la región Cajamarca (MIDAGRI, 2022).

La siembra de arveja sola es la tradición en la región Cajamarca. No se usa tutores a pesar que el tallo de la arveja es muy débil, por lo tanto, no logra mantener erguidas las plantas de arveja por el aumento del peso, producto del completo desarrollo de las vainas y los granos. Como consecuencia las plantas se aplastan formando una especie de colchón. De esa manera las vainas y las hojas se acercan más al suelo; con lo cual disminuye el rendimiento y se exponen las vainas y el follaje, al ataque de enfermedades fungosas principalmente.

Por lo tanto; El uso de tutores en leguminosas es bien primordial debido a que aumenta la productividad por unidad de área y los granos tienen mejor calidad. Se obtienen mayores rendimientos porque el tutorado permite que los cultivos utilicen mejor el espacio aéreo. La mejor calidad del fruto se debe a la luz más intensa que recibe el cultivo gracias a esta tecnología de conducción, que favorece un cuajado óptimo. El desarrollo erecto de la planta favorece el manejo de fitoenfermedades (Suasnabar et al. 2021)

En tal sentido, la alverja es el cultivo que mejor se adapta a un sistema de producción con tutorado, con el uso correcto de esta técnica los agricultores pueden incrementar sus ingresos económicos y aumentar sus utilidades.

En esta realidad se desarrolla el presente estudio de investigación, con el propósito de determinar el efecto en el rendimiento de arveja usando como tutores tres cereales de grano pequeño, avena, cebada y trigo.

### **1.3. Objetivo del estudio**

Determinar el efecto en el rendimiento de arveja usando como tutores tres cereales de grano pequeño, avena, cebada y trigo.

### **1.4. Hipótesis**

El rendimiento de arveja, mejora con el uso de tutores de cereales de grano pequeño, avena, cebada y trigo.

## CAPÍTULO II

### 2.1. Marco teórico

#### 2.1.1. Antecedentes de la investigación

Las plantas de alverja de gran tamaño foliar (altura mayor a 1.30 m), necesitan un tutorado, lo que evita el vuelco de la planta, la rotura del tallo y altos índices del ataque de plagas y enfermedades, que pueden causar daños cuantiosos. Para realizar los tutorados de esta leguminosa se coloca los palos de madera de 2.90 m de longitud, con una separación de 4.0 a 5.0 m en cada uno de los surcos, esta labor se realiza entre los 30 y 40 días posterior a la siembra. Encima de los postes se templan fibra de polipropileno de 500 a 750 m de rollo, y como ultima labor de tutorado se utilizan 5.0 m de fibra de polipropileno para colgar el tallo de las plantas (Cadena et al., 2020)

En la evaluación del rendimiento de dos cultivares de arveja con tutores en el lugar de Larecaja (Bolivia), se usó variedades de granizo y rondo, se empleó un diseño del experimento de parcelas divididas con bloques al azar. El cultivo requiere suelos con buena estructura y de textura franca, con un pH ligeramente ácida a neutra. Los datos obtenidos sí afectan en cierta medida al ciclo fenológico de los cultivares. El rendimiento de vaina verde para la variedad de granizo fueron 3.929 y 2.788 t/ha con y sin tutor, y para la variedad rondo con y sin tutor fueron de 3.538 t/ha y 2.592 t/ha. (Quispe, 2018)

Rolando et al. (2021) manifiestan que los cereales que se usan en asociación con las leguminosas brindan un soporte físico y los mantiene erectos hasta el momento de cosechar los granos. De igual manera, se ha probado que esta asociación cambia la estructura de nutrientes, incrementa la interacción de carbohidrato proteína, incrementa la palatabilidad de los animales y

el rendimiento y aporte de los cultivares a la asociación de leguminosas y cereales de granos pequeños. Los autores presentan también la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Porcentaje de materia seca, producción y aporte de las especies a la mezcla de arveja con cereales de grano pequeño.*

<b>Tratamiento</b>	<b>MS (%)</b>	<b>Produccion (t MS/ha)</b>	<b>Arveja (%)</b>	<b>Cereal (%)</b>
Arveja	23.3	13.7	100	0
Arveja más avena	25.7	13.9	60	40
Aveja más triticale	27.6	13.4	68	32
Arveja más cebada	27.0	13.2	67	33
Arveja más centeno	26.7	12.7	54	46

Valdez (2017) reporta que la producción en grano verde de cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) con tutores y sin tutores. En la cual menciona que la producción de arveja en grano verde de los cultivares usados usuy y blanca criolla con tutorado son los mejores rendimientos que llegan a valores de 8.713 y 8.0 t/ha. Los datos obtenidos del rendimiento por acción de tutores en las variedades presentan un mayor rendimiento promedio de 8.0 t/ha. La obtención de la mejor productividad se obtuvo con la variedad usuy usando tutores con valor de 261 %, y en segundo lugar la variedad blanca criolla usando tutores con valor de 241 % de rentabilidad.

En la evaluación de producción de tres cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) usando la técnica de tutorado, analizados bajo un arreglo factorial 2A x 3B con bloques completamente al azar, con 6 tratamientos: t0v1 (remate solo), t1v1 (remate con tutor), t0v2 (usui solo), t1v2 (usui con tutor), t0v3 (quantum solo) t1v3 (quantum con tutor) y tres repeticiones conformando 18

tratamientos. Las conclusiones más resaltantes después de la evaluación fueron: Los rendimientos en vainas verdes predominante fue el tratamiento t1v2 (variedad Usui con tutor) con 9.684 t/ha. Los resultados nos muestran que el rendimiento de arveja de vainas verdes se ve influenciado por el uso de tutores y las variedades (Amaro & Reynoso, 2022)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Sistema de producción de arveja con tutorado**

Arevalo (2003) menciona que utilizar tutores en leguminosas es muy importante, debido a que con este sistema se obtiene mayores rendimientos y mejores características de grano. Los mayores rendimientos es debido a que el uso de tutorado nos permite utilizar más el ámbito aéreo, teniendo mayores superficies de suelos para cultivar más plantas; la mejor característica de granos se da al incremento de la intensidad de luz que percibe las plantas con esta técnica de tutorado, lo que permite un llenado uniforme de granos; así mismo, la postura erecta de la planta nos permite desarrollar un manejo y control adecuado de las fitoenfermedades.

Del mismo modo Briones et al. (2016) sostiene que, en las plantas de arveja con tutorado el tallo de las plantas no entra en relación con la superficie de los suelos, ni del riego y malas hierbas; permitiendo de esta manera un mejor ambiente de trabajo que permite realizar con facilidad las actividades agronómicas de los cultivos, así como también un manejo adecuado de las fitoenfermedades; por ende, hay un mejor efecto en el crecimiento de las plantas y disminución de daños a causa de las fitoenfermedades que atacan al cultivo y por consiguiente hay mayor rendimiento y mejor calidad de granos.

### 2.2.2. Origen

Gran cantidad de expertos coinciden que el origen de la alverja estaría entre la zona comprendida desde la región Mediterránea, desde Medio Oriente, hasta el suroeste Asiático; lugar del que se habría difundido a diversos países del mundo (Casseres, 2007).

Montoroy (1995) manifiesta que la domesticación de arveja como especie cultivada se realizó en Etiopía lugar en que se expandió a la región del Mediterráneo y, en el futuro, al continente Asiático y a diferentes lugares de la tierra con temperaturas moderadas.

Al continente americano fue introducida mediante la conquista de los españoles. La arveja se cultiva en países de la India, Birmania, Etiopía, los países cercanos al lago Victoria en el este de África, Congo y Marruecos.

Al sur de América; son más importantes los países de Colombia, Ecuador, Chile y Perú, siendo considerados como los cuatro mejores países dedicados a la producción de arveja (Montoroy, 1995).

Bravo (1969) Menciona que, los granos de arvejas fueron traídos al Perú por los españoles en el periodo de la conquista; ahora, esta leguminosa se cultiva en regiones de costa y sierra. Las mejores superficies agrícolas de este cultivo en el Perú, se encuentran en la parte sierra, desde los 1600 a 3000 msnm; al norte del Perú, se cultivan en los departamentos de Ancash, La Libertad y Cajamarca; en la parte céntrica del país, en los departamentos de Huancayo, Huánuco, Huancavelica y Ayacucho; y, en la parte sur, en los departamentos de Cusco y Arequipa.

### 2.2.3. Taxonomía

Vilcapoma (1991), nos muestra la presente clasificación taxonómica para el cultivo de arveja

Orden	:	Fabales
Familia	:	fabaceae
Subfamilia	:	faboideae
Tribu	:	vicieae
Género	:	Pisum
Especie	:	<i>Pisum sativum</i> L.

### 2.2.4. Morfología

Kay (1979) menciona que la arveja es una legumbre anual, con crecimiento trepador y herbáceo; presenta tipos enanos, medios y altos; con una longitud de tallo de 0.15 a 0.90 m, 0.90 a 1.50 m y 1.50 a 3.00 m respectivamente. Dichos tallos son frágiles, angulares o cilíndricos y huecos.

El desarrollo del sistema radicular es abundante en la que el eje principal puede llegar hasta una profundidad de 1.20 m, presenta una raíz pivotante con bastantes raíces secundarias frágiles, que conforman una circunferencia de 0.50 a 0.75 m de diámetro al contorno de las plantas (Kay, 1979).

Presentan hojas alternas, pinnadas, con la presencia de uno o tres pares de hojas pequeñas ovales elípticas, y terminan en uno o más zarcillos. En la parte basal de la hoja existe estipulas grandes similares a hojas de 0.10 m de largo y eventualmente de colores púrpuras (Kay, 1979).

Las inflorescencias son axilares solitarias o con 2 a 3 conjunto de flores. Estos órganos florales son de tamaño grande similares a mariposas, en su mayoría de colores blancos, incluso hay de colores rosa o púrpura, son flores que se autopolinizan (Kay, 1979).

Las vainas son propias de las leguminosas y va desde 2.5 a 12.5 cm de largo y 1.2 a 2.5 cm de ancho, de forma plana o cilíndrica, rectas o curvadas y con picos, pueden cambiar de tonalidades de verde amarillento hasta verde oscuro y al estar próximos a la madurez son flexible y coriáceas (Kay, 1979).

En distintas leguminosas las vainas están cubiertas por un tejido similar al pergamino, el endocarpio: no está presente en legumbres comestibles. Las vainas se abren por dos suturas y alberga de dos a diez granos, y puede ser globosas o globosas angulares, lisas o arrugadas y de distintas tonalidades (Kay, 1979).

### **2.2.5. Fisiología de la arveja (*Pisum sativum* L.)**

Suasnabar et al. (2021) manifiestan que la arveja prospera a temperatura y humedad relativa media. Para tener una emergencia y desarrollo vegetativo ideal es indispensable temperatura mínima de 15 °C a 18 °C y contar con humedad relativa del medio ambiente no mayor a 80 %. Teniendo estas condiciones ambientales necesarias para la arveja, los productores podrán alcanzar buenos rendimientos en la cosecha.

En buenas condiciones ambientales, por lo general las semillas después de dos días se evidencia el proceso de germinación, se desarrolla el sistema radículas y paralelo a ello crece el par de hojas de los cotiledones, este proceso de emerger se da entre los diez a quince días posteriores a la siembra (Flores, 2008).



Terminado el proceso de germinación, se da inicio a la conformación a los entrenudos del tallo y empieza a ramificar el tallo primordial; después del segundo nudo, se forman los foliolos y zarcillos que permiten a las plantas fijarse al tutor; este proceso se da entre los tres y seis semanas posteriores a la siembra (Mayorga, 2016).

El proceso de floración se da a partir de los 25 a 30 días después que se realiza la siembra, una vez que el cultivo está en floración, ocurre el proceso de polinización de flores, para luego dar paso al fruto tipo legumbres, esta etapa se manifiesta después de los 125 días de siembra, este proceso dura tiempo de 25 días, las legumbres comienzan su crecimiento y llenado de granos en vaina hasta llegar a su etapa fenológica de madurez, para consumir en grano verde se realiza al momento que los granos presentan entre un 72.0 a 74.0 % de contenido de agua (Mayorga, 2016).

## **2.2.6. Tecnología de cultivo**

### **2.2.6.1. Variedades**

Las variedades más cultivadas en el Perú son: Remate, alderman, rondo, usui, utrillo y quantum (Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2016). De ellas se tomará la variedad Usui.

### **2.2.6.2. Variedad Usui**

De acuerdo al (Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2016) es una variedad que se cultiva en los departamentos de Cajamarca, Junín, Lambayeque, Ancash y Lima, es de desarrollo indefinido, de granos de aspecto circular y lisos, el peso de 100 granos es de 30 a 35 gramos, su periodo fenológico es semi precoz; la altura puede llegar hasta los 127 cm; su ciclo de vida varía de 120 a 130 días; tienen vainas con tamaño medio de 8.5 cm, se adapta a múltiples

condiciones ambientales de nuestro país. Tiene sabor y color agradables, características primordiales para la venta y consumo. El rendimiento promedio es de: vaina verde 10.0 t/ha usando tutor, 6.3 t/ha sin tutor; en grano seco: 2.0 t/ha usando tutor y 1.6 t/ha sin tutore. Es tolerante al ataque de oidiosis (*Erysiphe polygoni*).

### **2.2.7. Requerimiento de suelo**

Según el (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF, 2015), la alverja es una leguminosa que se adapta a varios tipos de suelos; no obstante, la producción es mayor cuando se cultiva en suelos francos y no muy profundos, suelos con estructura granular, poco arcillosos y con buen contenido de materia orgánica. En los suelos de textura arcillosa no se recomienda la siembra, el cultivo no tolera la salinidad y es susceptible al ataque de enfermedades fungosas. El rango de pH ideal va de ligeramente ácido a neutro de 5.5 a 6.7.

Según Maocho (2013), recomienda el uso de suelos de textura arenolimosos y arenoso, los suelos calcáreos ocasionan amarillamiento en hojas y endurecen los granos, siendo indispensable, la rotación de cultivos para mejores rendimientos y menos ataque de plagas y enfermedades. el pH cercano a la neutralidad son los ideales para el desarrollo óptimo del cultivo, en suelos ácidos realizar enmiendas con cal antes de la siembra.

De acuerdo a Prado (2008) menciona que el cultivo de arveja requiere suelos de buena estructura granular, profundos y poco arcillosos, con contenido de materia orgánica mayor al 2 %, el pH cercano a la neutralidad es el ideal para el cultivo. Los suelos con buena textura y estructura proporcionan el desarrollo adecuado para la planta.

El exceso de humedad ocurre en suelos pesados con alto contenido de arcilla, la cual ocasiona condiciones no favorables para el crecimiento de las plantas, esto se debe a que la

arveja es una leguminosa muy susceptible al alto contenido de humedad en el suelo, ocasionando la marchitez de la planta por el ataque de *Fusarium* y *Rhizoctonia*. El recurso suelo es primordial, porque es la base de las plantas, es el ámbito en el cual el sistema radicular logra desarrollar y obtener los macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento. Los suelos con textura franco arenosos y con buen drenaje son los ideales para el cultivo de arveja, por que garantizan mejor disponibilidad de agua, aireación y nutrientes (Choque, 2008).

### **2.2.8. Clima**

La arveja, se adapta mejor en condiciones ambientales de sierra, principalmente en valles interandinos, el mejor desarrollo vegetativo se realiza en temperaturas bajas, así como también los climas con temperatura media ayudan al desarrollo ideal del cultivo. La arveja es poco resistente a la sequía y bastante susceptibles al calor. Existe variedades que se cultiva hasta los 3300 msnm (Camarena et al., 2014)

La arveja es resistente a heladas en la etapa de germinación y en los primeros estados de desarrollo, pero se ve afectado de manera significativa si ocurren desde la etapa de floración y conformación de vainas. De igual manera, la temperatura alta ocasiona un estrés en la planta, disminuyendo su ciclo fenológico del cultivo (Enrique, 2008)

Según Maocho (2013), las temperaturas inferiores a los 5 °C disminuyen el crecimiento del cultivo; no obstante, temperaturas entre 16 y 20 °C son las indicadas para un desarrollo vegetativo adecuado, oscilando el mínimo entre 6 a 10 °C y la máxima hasta 35 °C, la alta temperatura dificulta el crecimiento de las plantas. En las primeras etapas de desarrollo, la humedad relativa debe ser de 60 % a 65 %, y etapas siguientes deben estar en 65 % a 75 %. Cuando existe alta humedad en la atmosfera ayuda a desarrollar enfermedades fúngicas y limitan

la fecundación.

Para el cultivo de arveja se necesita la saturación de agua equilibrada con datos desde los 800 a 1000 mm. durante el ciclo de desarrollo. Se menciona además que es suficiente precipitaciones de lluvia al año de 400 mm. Si el recurso hídrico es interrumpido en las etapas siguientes al establecimiento y antes del proceso reproductivo la forma de desarrollo de las plantas suelen alterarse, lo que afectaría a la producción de granos y formación de vainas (Camarena et al., 2014).

La mayor demanda de agua ocurre en la etapa de la formación de las flores y en la conformación de granos. El riego debe ser consecuente y ligero hasta una buena conformación de la planta. El estrés de agua induce a una madurez prematura del tallo con granos desuniformes y por ende una baja producción del cultivo (Camarena et al. 2014).

La radiación solar es un factor del clima fundamental a partir que el cultivo ha emergido del suelo. Para que el cultivo tenga una buena floración, se debe tener presente que las horas luz debe ser mayor a nueve. Existen diversas variedades de enrame que necesitan más de nueve horas de radiación solar que los cultivares de enrame intermedio (Camarena et al. 2014).

### **2.2.9. Etapa de siembra**

La etapa de siembra de esta leguminosa (*Pisum sativum* L.) depende de las condiciones ambientales de cada lugar, al tipo de cultivar (precoz, semi precoz y tardía) y a la intención de siembra del cultivo (ya sea en grano verde o en grano seco) (Suasnabar et al. 2021)

### **2.2.10. Preparación del terreno**

El acondicionamiento de los suelos se realiza de acuerdo a las condiciones ambientales de cada lugar, tipo de suelo, el cultivo antecesor; Así se determina el mejor procedimiento a seguir para lograr un suelo convenientemente preparado y facilitar así una buena germinación de las semillas, como también un buen desarrollo vegetativo de la planta (Suasnabar et al. 2021)

Las labores culturales de preparación de los suelos en la sierra de nuestro país por lo general se pueden hacer de forma manual o con tracción animal y en algunos casos con tracción mecánica cuando las condiciones topográficas son las adecuadas. Al momento de usar la tracción animal es recomendable arar el suelo de forma perpendicular a la pendiente, para una buena preparación del mismo; si se realiza con tractor, el suelo debe ser preparado con disco para posteriormente pasar la rastra y uniformizar el terreno, para prevenir al momento de aplicar el riego o el agua producto de la lluvia se encharque en las depresiones del terreno (Suasnabar et al. 2021).

### **2.2.11. Siembra**

Las semillas a utilizar deben ser de buena calidad, certificadas por las instituciones competentes, para que permitan tener cultivos de buen porte vegetativo y resistente al ataque de fitoenfermedades y por ende mayores rendimientos de grano, para obtener cosecha en grano verde o seco la cantidad de semilla está en función al tamaño de los granos, pero de manera general se sabe que variedades de aspecto erecto o de planta pequeña se usa semilla de 120 a 140 kg/ha, en los cultivares de enrame medio se emplea semilla de 80 a 100 kg/ha, y en otros cultivares se emplea semilla de 70 a 90 kg/ha (Suasnabar et al. 2021).

El tratamiento de las semillas puede realizarse con métodos físicos o químicos. La preparación física, se realiza al aplicar temperaturas altas en seco o en húmedo para erradicar hongos y bacterias, teniendo en cuenta la diferencia rangos letales de los patógenos y las semillas. Este método se realiza sumergiendo las semillas de arveja a recipientes con agua con temperatura de 25 a 30 °C durante 15 a 20 minutos, esto nos permite destruir estructuras vegetativas y reproductivas de patógenos del suelo. Posteriormente la semilla se ubica en recipientes de bolsas de tela de algodón. El tratamiento químico se hace con productos a base de Thiofanate metil más Thiram, Carboxin más Captan, Benomil, a cantidades de 2.0 a 3.0 gramos de producto químico para un kilo de semilla (Suasnabar et al. 2021).

## **2.2.12. Tipo de siembra**

### **2.2.12.1. Siembra al voleo**

Para los cultivos que se realizan con poca tecnología. No se distribuye las semillas de forma homogénea y tampoco germinan iguales, en tal sentido se necesita mayores cantidades de semillas, que puede variar de 60 a 80 kg/ha. Las variedades con este sistema de siembra son mas propensas al ataque de fitoenfermedades, por lo que se sugiere realizar las siembras en los meses de estiaje. El rendimiento puede llegar a 4.0 toneladas en grano verde y a 1.0 tonelada de grano seco por hectárea cultivada (DANE, 2016).

### **2.2.12.2. Siembra en surcos**

DANE (2016) sostiene que las variedades de arveja que presentan desarrollo indefinido, se siembran a una distancia entre surcos de 100 cm a 120 cm y de 10 cm entre plantas, esto depende de la fertilidad de los suelos como también de las variedades a instalar; para las siembras en surcos dobles la separación entre surcos es de 85 cm. En los suelos con textura

arcillosa se siembra a lomo de surco, empleando semilla de 45 a 50 kg/ha. Para tener rendimientos en la cosecha de 4.4 t/ha de vaina verde y 1.1 t/ha de grano seco.

### **2.2.12.3. Siembra con tutorado**

Según el DANE (2016) esta técnica es la más recomendable, ya que nos permite realizar con facilidad las labores culturales y presenta menor incidencia de ataque por fitoenfermedades. Por su posición erecta y equilibrada facilita un buen crecimiento de tallo y vainas, obteniendo de esta manera mejores rendimientos del cultivo con vainas y granos libres de ataque de patógenos.

Para la siembra del cultivo de arveja la separación de surcos va de 100 a 120 cm y de 10 cm entre plantas, usando una cantidad de semillas de 25 a 30 kg/ha. La siembra de arveja con esta técnica debe ser antes de los meses de lluvia, obteniendo dos cosechas por año. Así mismo, para el tutorado de las plantas se debe realizar a los 30 días posteriores a la siembra, en la que se colocan postes al inicio y final de cada surco y varas cada 5 m de distancia alineados con el surco para dar sostén al alambre. El rendimiento en la cosecha llega hasta las 5.6 t/ha en grano verde y 1.4 t/ha en grano seco (DANE, 2016).

### **2.2.12.4. Siembra en surcos o líneas en golpes**

Este tipo de siembra se caracteriza por que la semilla de arveja se coloca en el fondo del surco en grupos. Precisamente, cada grupo recibe el nombre de golpe (DANE, 2016).

### **2.2.12.5. Siembra en surcos o línea a chorro corrido**

En este caso las semillas se distribuyen tratando que estas queden a una distancia regular, una a continuación de la otra por eso se llama también en línea continua (DANE, 2016).

**Tabla 2**

*Densidad de siembra cuando se usa surcos o líneas en el cultivo de arveja.*

Variedad	Ancho de surco o dist. entre líneas	Semillas en golpes		Semillas a chorro corrido	
		Distancia entre golpes	Numero de semillas	Dist. entre plantas	Plantas por m lineal
Precoz	0.40 m	15 a 20 cm	2 a 3	7.5 cm	13 plantas
Semi precoz	0.80 m	20 a 30 cm	3 a 4	10 cm	10 plantas
Tardío	0.90 m	30 cm	3 a 4	10 cm	10 plantas

DANE (2016), refiere los sistemas de siembra de arveja en surco sencillo y surco doble.

**Tabla 3**

*Detalle de los sistemas de siembra del cultivo de arveja.*

Sistemas de siembra	Densidad Kg/ha	Dist. entre surcos	Dist. entre sitios	Semillas por sitio
Surco simple	45 – 50	60	10	1
Surco doble	50	30	10	1
Tutoraje	25 – 30	100	10	1
Voleo	60 – 80	---	----	----

### 2.2.13. Fertilización

Según González y Pomares (2008), la fertilización se refiere a la incorporación de macro y micronutrientes indispensables por el cultivo para un mejor desarrollo, buena sanidad y rendimiento; las fuentes y dosis de fertilizante como de enmiendas están sujetas a una planificación de fertilización obtenidos de acuerdo a los resultados del análisis del suelo y requerimientos del cultivo.



Según González y Pomares (2008), para obtener rendimientos en el cultivo de arveja de 4.0 a 5.0 t/ha en grano verde, el cultivo necesita extraer del suelo N, P y K en cantidades de 125, 30 y 75 kilogramos respectivamente, pudiendo llegar en ciertas ocasiones cantidades de 125, 50 y 85 kilogramos de estos macronutrientes, además, es indispensable micronutrientes de calcio y magnesio para un buen rendimiento del cultivo.

Se debe calcular la cantidad de abono a aplicar en cada caso según el análisis de suelos, se muestra el requerimiento de nutrientes por hectárea en la siguiente tabla (González & Pomares, 2008).

**Tabla 4**

*Requerimiento de nutrientes por ha de grano de arveja cosechada.*

<b>Nutrientes</b>	<b>Kg/ha</b>
Nitrógeno	65.0
Fósforo	6.0
Potasio	35.0
Magnesio	7.0
Azufre	4.3

#### **2.2.14. Deshierbo**

El deshierbo se puede realizar de manera manual, usando herramientas de mano (lampas o picotas), con bueyes o tractor agrícola. Estas labores culturales proporcionan aireación al suelo. Otra manera de erradicar las malas hierbas es usando herbicidas a base de ingredientes activos de metribuzina, linuron, la aplicación de estos productos debe ser de manera localizada evitando el contacto con el cultivo (Suasnabar et al. 2021)

### **2.2.15. Riego**

La planta de arveja necesita agua en mayor volumen, en las etapas antes y durante la floración y llenado de vainas, pero es preferible realizar riegos con baja cantidad de agua porque presenta un sistema radicular sensible al exceso de humedad, lo que conllevaría a la pudrición de raíces y por ende la muerte de la planta. Depende del tiempo de siembra y de la clase de suelo se puede realizar 5 a 6 riegos por gravedad y por surcos, el primer riego se hace posterior a la siembra, luego en el proceso de germinación y emergencia y finalmente cuando el cultivo lo necesite previa evaluación de la humedad del suelo (Suasnabar et al. 2021).

### **2.2.16. Sanidad**

Prieto (2012) menciona que los insectos que más afectan al cultivo de arveja son: Pulgones (*Acyrtosiphon pisum* *Myzus persicae*). En Canadá se usan un umbral de daño de 2 a 3 pulgones por brotes tiernos desde la floración. Lo sigue en importancia la oruga bolillera (*Heliiothis* sp.). Otras plagas que se pueden ocasionar daño económico son el trips (*Frankiniella* sp.) y los cortadores (*Agrotis* sp).

El daño ocasionado por (*Fusarium oxysporum* f. *lisi*), produce amarillamiento en hojas basales y posteriormente de la planta en general. De igual manera la podredumbre del cuello y sistema radicular producida por un complejo de hongos (*Pythium* sp, y *Rhizoctonia* sp) ocasionan pérdidas significativas en el cultivo. Frente a este problema fitosanitario existe alternativas de control realizando un tratamiento de semillas, rotando los cultivos y usando variedades resistentes a estas fitoenfermedades (DANE, 2015).

Para el caso de problemas foliares, ocasionado por Oidium (*Erysiphe* sp), es el más frecuente, evidenciando su sintomatología en forma de manchas pulverulentas en hojas y decoloración en las vainas, favorecida por condiciones de alta humedad. Otra fitoenfermedad conocida como el tizón producido por (*Mycosphaerella pinoides*), ocasiona manchas pardo rojizas afectando también a la planta a nivel de cuello y raíces. la Antracnosis (*Ascochyta pisi*), en épocas de abundante lluvia produce pérdidas considerables en el rendimiento del cultivo, afectando primordialmente a vainas y granos, así como también al follaje del cultivo (DANE, 2015).

### **2.2.17. Cosecha**

Suasnabar et al. (2021) manifiesta que la cosecha es el proceso final de las etapas fenológicas del cultivo y da inicio al acondicionamiento de los granos o vainas para el mercado. Cuando se quiere consumir o vender el grano en verde se realiza la cosecha a los 120 a 150 días después de la siembra, depende también de la variedad que se está cultivando, y cuando se desea consumir o vender en grano seco la cosecha se realiza cuando las vainas presentan un color amarillento y se desgrana con facilidad.

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Variedad Usui**

conocido también como Arveja ojo negro, musho negro (Cajamarca). El cual pertenece a la variedad INIA-USUI que se diferencia por el hilum negruzco de sus granos. Se adapta con facilidad a diversas condiciones ambientales, tiene buena capacidad productiva, es tolerante a fitoenfermedades y es de preferencia cultivado para cosecha de grano en verde (MINAGRI, 2016).

### **2.3.2. Nodulación**

Los nódulos son cuantiosos en los primeros 10 a 30 cm de profundidad del suelo, debido a que la aireación es mejor en estos primeros horizontes de suelo. La simbiosis con bacterias del género *Rhizobium* se realiza mediante los pelos radiculares y por ende las nodulaciones están ligadas a la expansión del sistema radicular de la planta, este proceso permite a las leguminosas tener una mayor fijación de nitrógeno atmosférico (Campos,1992)

### **2.3.3. Tutorado**

Es una técnica de guiado que se viene usando con buenos resultados en las diferentes variedades de leguminosas con distintos hábitos de crecimiento indefinido; esto quiere decir, que se desarrollan sobre la superficie del suelo sin tener un porte erecto (Suasnabar et al. 2021)

### **2.3.4. Rendimiento**

Se define como el peso de los granos producto de la cosecha por unidad de superficie.

### **2.3.5. Efecto**

Es lo que se produce como resultado de una causa. Expresión que se usa para confirmar algo que se ha dicho anteriormente.

### **2.3.6. Zarcillo**

Órgano vegetativo delgado y variable que presentan la mayoría de legumbres y que lo utilizan para asirse y trepar.

### **2.3.7. Autógama**

El polen proviene de la misma flor.

### **2.3.8. Leguminosas**

Las leguminosas son un conjunto de especies que pertenecen a la familia de las *Fabaceae* o fabáceas. sus frutos presentan forma de vaina, en la parte interna de las vainas crecen los granos o semillas. Estas semillas son lo que se conoce como legumbres.

### **2.3.9. Cereales**

Son los granos de las plantas herbáceas, pertenecientes a la familia de las gramíneas.

## CAPÍTULO III

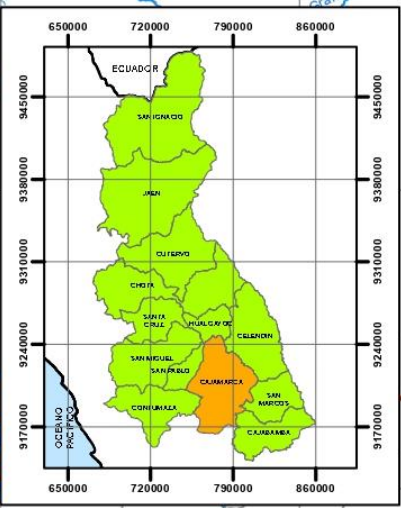
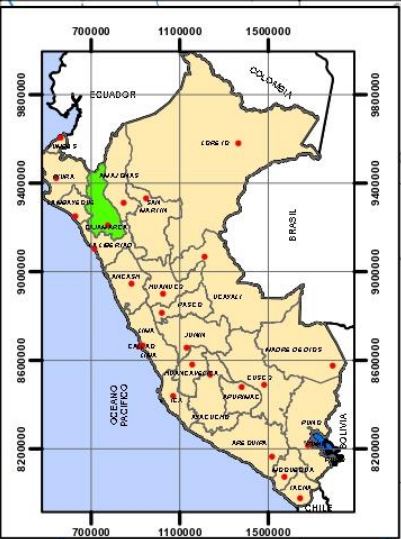
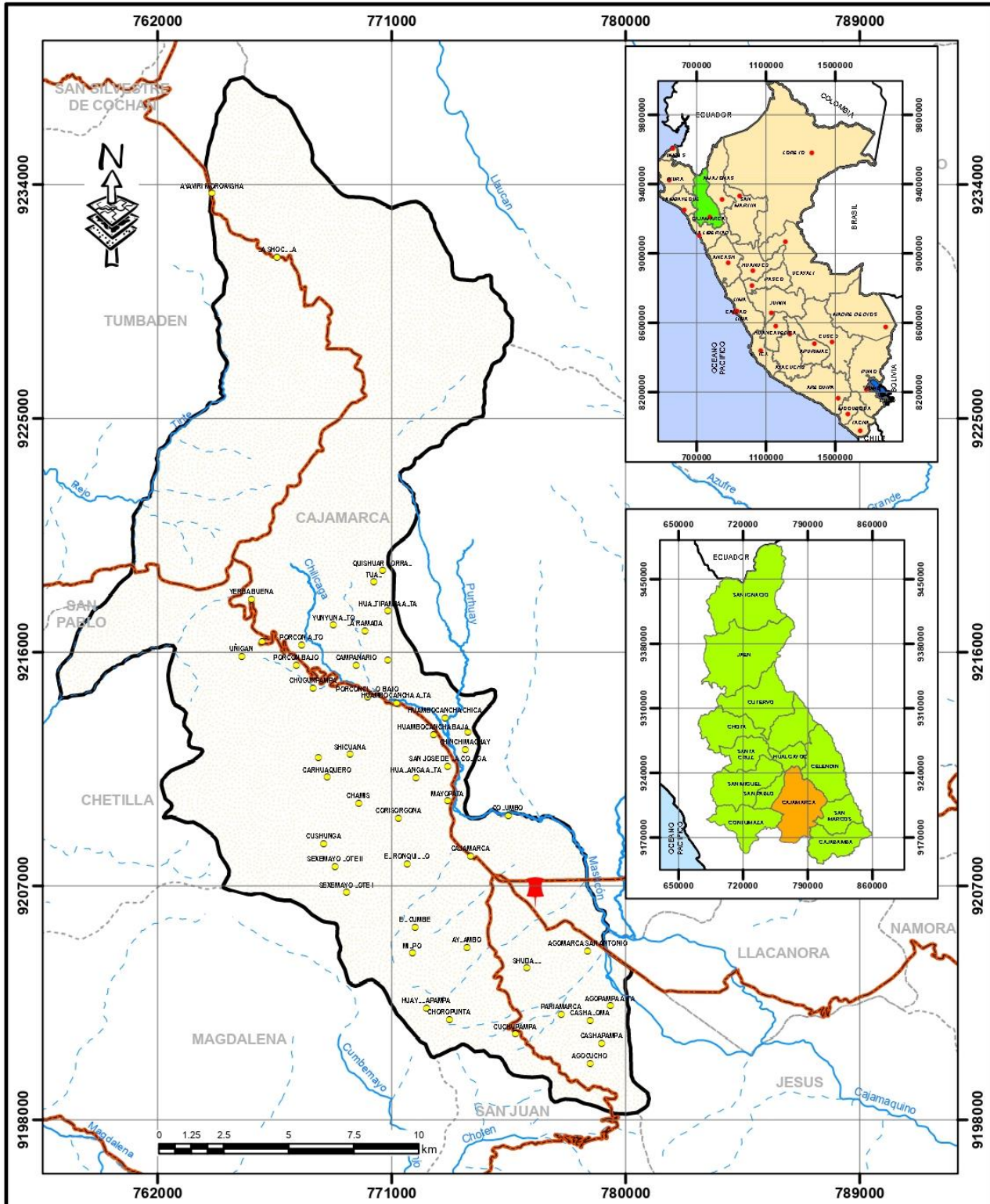
### 3.1. Materiales y Métodos

#### 3.1.1. Ubicación de la investigación

El trabajo de campo se realizó en el campus de la Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa N° 1050 distrito, provincia y región Cajamarca. A una altitud de 2540 msnm; geográficamente ubicado en las coordenadas 9206743 m. Norte y 776508 m. Este, DATUM WGS84 17M. Tiene un clima predominante seco, con una temperatura media al año de 14.7 °C; precipitación pluvial al año de 651.9 mm y con una humedad relativa media de 64.9% (SENAMHI 2019).

#### **Figura 1.**

*Mapa de ubicación*



**LEYENDA**

- Parcela - UNC
- CP Cajamarca
- Red Vial
- Quebrada
- Río
- Cajamarca
- Límite Distrital



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

TESIS: "EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) DE TRES CEREALES DE GRANO PEQUEÑO USADOS COMO TUTORES, EN CAJAMARCA"

**MAPA: UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

TESISTA: Bach. Ana María Tello Cueva

ASESOR: M. Cs. Ing. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas	UTM WGS - 1984 Zona 17 Sur	Nº LÁMINA: <b>01</b>
ESCALA: 1:200,000	FECHA: Junio 2024	

### **3.1.2. Materiales**

#### **3.1.2.1. Material biológico**

Semillas de arveja var. Usui.

Semilla de trigo, avena y cebada.

#### **3.1.2.2. Material de campo y oficina**

Fertilizantes (urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio)

Cal

Estacas y rótulos

Picos y palanas

Balanza

Cinta métrica

Mochila de fumigar

Cámara fotográfica y computadora.

### **3.1.3. Tipo y diseño de investigación (investigación experimental)**

#### **3.1.3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación fue de tipo aplicada, debido a que se buscó solucionar problemas prácticos y a partir de eso generar información confiable para el mejoramiento de la tecnología de producción de arveja en la región Cajamarca.



### 3.1.3.2. Diseño de investigación

La etapa práctica del trabajo de investigación se realizó con un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar y las unidades experimentales se determinó utilizando la técnica de un factorial 3 x 3. Se agregó un tratamiento testigo, que consistió en sembrar arveja sola.

### 3.1.4. Factores, variables (independientes), niveles y tratamientos en estudio.

**Tabla 5**

*Factores, variables (independientes), niveles y tratamientos en estudio.*

Factores en estudio	Niveles	Tratamientos	Clave
<b>Tutorado</b>	Tutorado con avena	Testigo (arveja sola)	T0
		Arveja + 10 % de avena	T1
	Tutorado con cebada	Arveja + 20 % de avena	T2
		Arveja + 30 % de avena	T3
<b>Proporción</b>	Tutorado con trigo	Arveja + 10 % de cebada	T4
	Proporción 10 %	Arveja + 20 % de cebada	T5
		Arveja + 30 % de cebada	T6
	Proporción 20 %	Arveja + 10 % de trigo	T7
		Arveja + 20 % de trigo	T8
Proporción 30 %	Arveja + 30 % de trigo	T9	

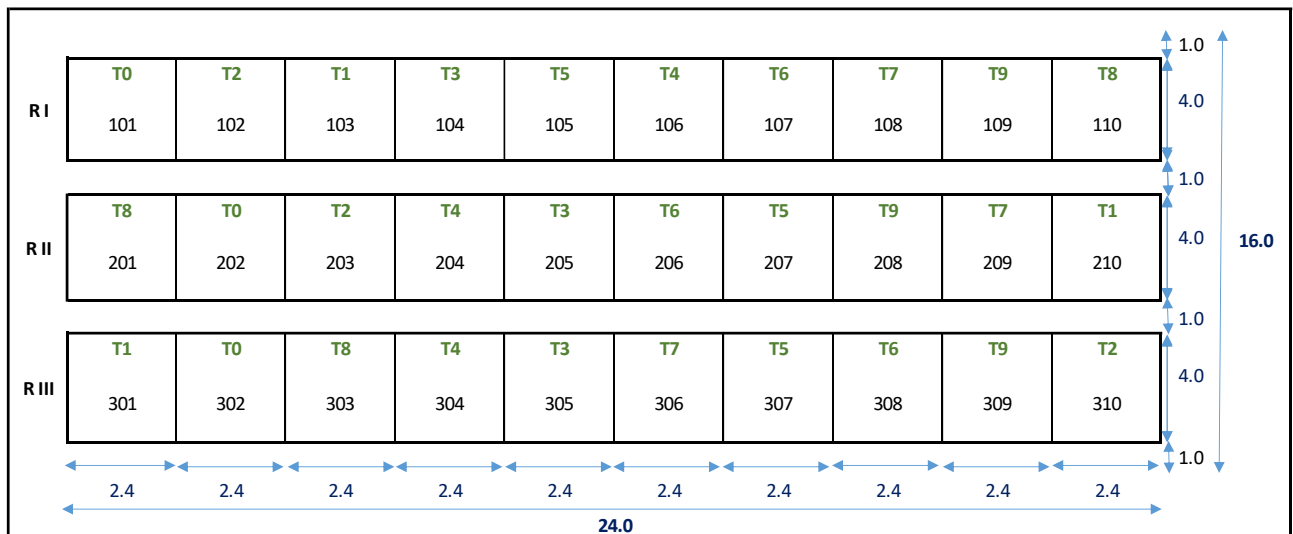
### 3.1.5. Diseño experimental y croquis de campo

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones, y las unidades experimentales se determinó utilizando la técnica de un factorial 3 x 3. Se agregó un tratamiento testigo, conformado por arveja sola.

El campo del experimento (Figura 1), presentó las medidas siguientes: 4.0 metros de largo y 2.4 metros de ancho con una superficie de 9.6 m<sup>2</sup> por cada unidad experimental. Se consideró nueve tratamientos más un tratamiento testigo y tres bloques o repeticiones, haciendo un total de 30 tratamientos, que ocuparon una superficie de 336.0 m<sup>2</sup>. A lo que adicionalmente se agregó el espacio de las cuatro calles de 100 cm de ancho; finalmente tenemos que la superficie de terreno usado en el trabajo experimental fue de 384.0 m<sup>2</sup>.

**Figura 2**

*Croquis de campo.*



### **3.1.6. Evaluaciones realizadas**

#### **3.1.6.1. Emergencia**

Se realizó mediante el conteo del número de semillas germinadas en cada unidad experimental.

#### **3.1.6.2. Altura de planta**

La altura de planta se realizó tomando la medida desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo (como esta en el campo al momento de cosechar), para realizar esta evaluación se consideró 10 plantas cogidas al azar de los surcos céntricos de cada unidad experimental o tratamiento.

#### **3.1.6.3. Longitud de planta**

La evaluación de esta variable se realizó registrando la medida desde el cuello del tallo hasta el ápice, (con el tallo estirado). Se tomó 10 plantas al azar de los surcos céntricos de cada tratamiento o unidad experimental.

#### **3.1.6.4. Número de vainas por planta**

Se realizó el conteo de las vainas que ha formado el tallo durante su desarrollo y a la vez han logrado tener al menos un grano completamente desarrollado. Se contó las vainas de 10 plantas de los surcos céntricos de cada tratamiento o unidad experimental.

#### **3.1.6.5. Número de granos por vaina**

Se realizó el conteo y registro del promedio de granos que ha formado una vaina y que han logrado desarrollar completamente. Se contó los granos de vainas de 10 plantas de los surcos céntricos de cada tratamiento o unidad experimental.

### **3.1.6.6. Peso de grano por parcela (rendimiento)**

Se realizó el pesado y registro de pesos de todos los granos obtenidos en el área que hacen los surcos céntricos de cada tratamiento o unidad experimental (2.4 m<sup>2</sup>)

### **3.1.6.7. Peso de 100 granos**

Se registro el peso de 100 granos al azar de los que se obtuvieron en cada unidad experimental.

## **3.1.7. Conducción del experimento**

### **3.1.7.1. Fase de gabinete**

Consistió en el manejo de las semillas de arveja, cebada y trigo (limpieza, selección y conteo) y cálculo de la cantidad de fertilizantes según el resultado del análisis de suelo.

### **3.1.7.2. Fase de campo**

Preparación del terreno e instalación del experimento, se comenzó con la limpieza (eliminando las malezas y restos de cosecha), luego se hizo la roturación, cruza y desterronado del terreno.

#### **A. Siembra**

La siembra de arveja y los cereales (avena, cebada y trigo), se realizó en el mes de febrero del 2023. Se hizo en líneas separadas en 0.60 m y con una longitud de 4 m. Las semillas según el tratamiento se distribuyeron en línea continua. El tapado se hizo de manera que las semillas quedaron entre 3 y 5 cm de profundidad y sin hacer contacto con el abono.

#### **B. Sistema de riego**

Fueron necesarios tres riegos, los mismos que se realizaron por gravedad.

### C. Fertilización

Siguiendo el procedimiento estándar para el muestreo de suelos, se obtuvo 1 kg de suelo, del terreno destinado para el experimento y se envió al laboratorio de suelos del INIA. Del mencionado laboratorio, nos enviaron los siguientes resultados:

**Tabla 6**

*Resultado del análisis de suelo (anexo 2)*

<b>Resultado de análisis</b>			
<b>a. Descripción de la muestra</b>			
Procedencia de la muestra	Campus de la Universidad Nacional de Cajamarca - Cajamarca		
Código Laboratorio	SU138-BI-2023		
<b>b. Resultados</b>			
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>	
pH	Unid. pH	8,2	
Acidez intercambiable	(Cmol/kg)	—	
Aluminio	(Cmol/kg)	—	
Carbonatos	%	3,48	
Materia orgánica	%	2,3	
Fosforo	ppm	63,91	
Potasio	ppm	390	
Conductividad eléctrica	mS/m	2,41	
<b>b.1 Análisis de textura</b>			
Arena	%	34	
Limo	%	36	
Arcilla	%	30	
Clase textural	Franco Arcilloso		
<b>c. Recomendaciones</b>			
<b>Cultivo a instalar</b>	<b>N (kg/ha)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/ha)</b>	<b>k<sub>2</sub>O (kg/ha)</b>
Arveja	50	40	25
trigo	110	30	30
Cebada/avena	100	25	25

*Fuente:* \*Laboratorio de Suelos de la EEABI – INIA Cajamarca.

### **C.1. Interpretación de resultados de análisis**

Según el valor de pH 8,2 el suelo se clasifica como medianamente alcalino, el 2,3 % de materia orgánica representa un nivel medio de este componente; el contenido de macronutrientes de fósforo (63,91 ppm) y potasio (390 ppm) indica un nivel alto de nutrientes, la conductividad eléctrica del suelo de 2,41 mS/m no representa restricción para ningún cultivo, la clase textural del suelo (Franco Arcilloso) indica suelos con buena aireación y drenaje y alta capacidad productiva.

Como se observa hay diferencias entre las recomendaciones que hace el INIA para cada cultivo. Pero estas no pudieron aplicarse dirigidas para cada cultivo porque no estuvieron separados, por el contrario, todos los tratamientos consistieron de arveja más un cereal, según el tratamiento. En el presente estudio, el cereal se usó solo como tutor de la arveja. Además, el cereal participa con un porcentaje bajo de densidad de plantas. Por este motivo se decidió usar una cantidad intermedia de nitrógeno entre lo recomendado para arveja y lo recomendado para los cereales ( $87 \text{ kg ha}^{-1}$ ). La cantidad usada para el abonamiento con fósforo y potasio, fue la recomendada por el INIA para arveja. De esta manera resulta la fórmula usada 87 - 40 - 25 de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente.

Considerando que las fuentes disponibles fueron: Urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio; se determinó que deberíamos preparar: 148 g de urea, 85 g de fosfato diamónico y 40 g de Cloruro de potasio. Por cada unidad experimental

### **D. Control de malezas**

Se realizaron de manera manual a los 30 días después de la siembra.

### **E. Cosecha**

Esta labor se realizó en cada una de las parcelas al momento en que las plantas presentan

un color amarillento y menor grado de humedad en los granos, esto se identifica al momento de que los granos ofrecen resistencia al rayado con la uña. Se hizo en forma manual.

### 3.1.8. Análisis de datos

Los datos registrados en cada evaluación fueron organizados en una hoja de Excel, donde se procedió a realizar el análisis de varianza, de acuerdo al diseño experimental de Bloques completos al azar y también de acuerdo al factorial 3 x 3. Por ello, se cuenta con dos análisis de varianza para cada variable. Un análisis de varianza incluye al testigo y el otro análisis de varianza producto del factorial no incluye al testigo.

**Tabla 7**

*Esquema del análisis de varianza incluyendo al testigo*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	r-1
Tratamientos	t-1
Error experimental	(r-1)(t-1)
Total	rt-1

**Tabla 8**

*Esquema del análisis de varianza para el factorial sin el testigo*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	r-1
Tratamientos	t-1
Tutorado (T)	T-1
Proporción (P)	P-1
T*P	(T-1)(P-1)
Error experimental	(r-1)(t-1)
Total	rt-1

## CAPITULO IV

### 4.1. Resultados y Discusiones

Durante todo el proceso del cultivo, el trabajo de campo se desarrolló en óptimas condiciones, de tal modo que se realizó todas las evaluaciones previstas en el objetivo del trabajo, los datos de cada evaluación se detallan en las tablas del anexo 1.

#### 4.1.1. Peso de grano (rendimiento) de arveja

Los datos obtenidos de peso de granos, fueron analizados de acuerdo al diseño experimental usado en el estudio (Bloques Completos al Azar), incluyendo los 9 tratamientos del factorial y el tratamiento testigo, Los resultados registrados se presentan en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza del peso de grano (rendimiento) de arveja variedad usui sembrada con tutores de avena, cebada o trigo.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	7217464.36	3608732.180	7.44 *	3.55
Tratamientos	9	5033001.32	559222.369	1.15 NS	2.46
Error	18	8727302.44	484850.136		
Total	29	20977768.10			

*Nota.* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de Variación (CV)= 20.3 %

El valor de 20.3 % del coeficiente de variación, es elevado, pero si tenemos en cuenta que en el estudio se han usado variedades de especies autógamias; estaremos de acuerdo en que cada



una de las variedades está formada por una mezcla de genotipos con características semejantes, pero a la vez con pequeñas diferencias entre ellos. Probablemente dicha condición ha generado, pequeñas diferencias en la variable, que se ha ido acumulado en la fuente de variación error, llevando a un valor alto del coeficiente de variación. De esta manera no constituye problema el valor del coeficiente de variación. El presente comentario se aplica a los valores semejantes de los coeficientes de variación que encontremos más adelante.

La prueba de F de la Tabla 9, nos indica que hay diferencias altamente significativas para repeticiones, resultado muy bueno, puesto que nos indica que las condiciones ambientales han sido diferentes en las repeticiones, aspecto que justifica el buen uso del diseño experimental. Indica también que los tratamientos han sido evaluados en más de una condición ambiental.

En la misma Tabla, se puede evidenciar que para la fuente de variación tratamientos no hay diferencias significativas, lo cual significa que el rendimiento de la arveja es estadísticamente semejante en todos los tratamientos, incluido el testigo. Situación que nos lleva a afirmar que el uso de avena, cebada o trigo como tutores de arveja, no afecta al rendimiento de arveja.

El resultado obtenido discrepa con DANE (2015), SENASA (2016) e INIA (2003), puesto que dichos autores si obtuvieron diferencias debidas a los tutores.; expresan que el uso de tutores en la producción de arveja, genera mayores rendimientos y mejor calidad de la cosecha.

Una de las causas de la ausencia de diferencias estadísticas de los tratamientos con el testigo, es el tipo de tutor. DANE (2015), SENASA (2016) e INIA (2003), se refieren a tutores inertes y en nuestro caso los tutores son plantas vivas de avena, cebada o trigo.

Otra causa es la variedad de arveja y de los tutores, como también la magnitud de las proporciones de semilla usadas en el estudio.

Los datos obtenidos fueron también analizados siguiendo la metodología de factoriales; para lo cual fue necesario excluir al tratamiento testigo. Los datos registrados de este análisis, se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza del peso de grano por parcela (rendimiento) de arveja, de acuerdo al factorial 3 x 3. (no interviene el testigo).*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	5874528.530	2937264.270	5.54 *	3.63
Tratamientos	8	4957105.330	619638.166	1.17 NS	2.59
Cereal	2	485377.283	242688.641	0.46 NS	3.63
Proporción	2	221257.912	110628.956	0.21 NS	3.63
Cereal x Proporc.	4	4250470.130	1062617.530	2.00 NS	3.01
Error	16	8485062.270	530316.392		
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>19316696.130</b>			

*Nota.* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 21.16 %

En la Tabla 10 se observa que hay diferencias significativas entre repeticiones, lo cual nos informa la buena elección y uso del diseño experimental.

También observamos en la Tabla 10, que no hay diferencias significativas entre tratamientos, tampoco hay para los factores (cereal y proporciones) y su interacción. Estos resultados reciben los mismos comentarios hechos a los resultados de la Tabla 9, por tratarse de la misma variable.

El objetivo de hacer los análisis de varianza, en función al factorial utilizado en el estudio, fue conocer los efectos primordiales de cada factor en estudio y la interacción; aspectos ausentes en el presente trabajo, puesto que los resultados obtenidos nos indican que no hay diferencias significativas en todos los tratamientos.

**Tabla 11**

*Peso de grano y rendimiento de arveja var usui, que ha sido sembrada con tutores de avena, cebada o trigo.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso por parcela (g)</b>	<b>Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
Arveja + Trigo 20 %	1549	3226.3
Arveja + Trigo 10 %	1499	3122.8
Arveja sola	1434	2987.5
Arveja + Cebada 10 %	1414	2945.3
Arveja + Avena 30 %	1361	2835.8
Arveja + Avena 10 %	1344	2801.0
Arveja + Avena 20 %	1326	2762.5
Arveja + Trigo 30 %	1303	2713.8
Arveja + Cebada 20 %	1302	2712.5
Arveja + Cebada 30 %	1143	2380.3

En la Tabla 11, figuran los rendimientos de arveja, obtenidos con los diferentes tratamientos, ordenados en forma descendiente. Si fijamos al testigo, podemos comprobar que numéricamente el testigo se ubica sobre 7 tratamientos y debajo de solo dos tratamientos. Esta situación afianza la semejanza del rendimiento del testigo con el rendimiento de los tratamientos o lo que es lo mismo decir la falta de diferencias significativas.

El origen de la ausencia de diferencias estadísticas en el rendimiento del testigo con los tratamientos, probablemente está en que se usó una sola variedad de arveja en el estudio; porque en otros casos, cuando se han usado más de una variedad si se han encontrado diferencias significativas entre variedades; lo que ha llevado a afirmar que el rendimiento es afectado por el genotipo (variedades). Así Yepes (2021), en un estudio realizado en Ipiales y Pasto (Colombia), encontró efectos significativos de genotipos en Ipiales y efectos altamente significativos en la localidad de Pasto. Lo cual corrobora lo manifestado en el párrafo anterior. También nos lleva a recomendar el uso de otras variedades de arveja en futuros estudios. Podemos hacer extensiva esta recomendación para las variedades de tutores; con lo cual se estaría identificando tutores adecuados para producir el cultivo de arveja en nuestra región.

Del mismo modo estudios realizados por Demanet y García (1992), en la que evaluaron la productividad de una variedad forrajera de arveja, donde encontraron que la prueba de Duncan, desplaza al segundo lugar a los tratamientos que consisten en arveja sola, por haber obtenido menor rendimiento en materia seca que los tratamientos que consisten en arveja más un cereal. Esto ocurrió en las dos épocas de siembra (junio y agosto), que se incluyeron en el estudio.

Dichos resultados además de mostrar el aporte significativo en materia seca, de parte del cultivo que acompaña a la arveja; constituye un valioso indicador de un posible aporte de grano de parte del cultivo que acompaña a la arveja como lo es el cereal tutor.

#### 4.1.2. Altura de planta de arveja

Los datos obtenidos en las evaluaciones de esta variable se muestran en la tabla del anexo 1, y los datos obtenidos del análisis de varianza correspondiente en las Tablas 12 y 13

**Tabla 12**

*Análisis de varianza de la altura de planta de arveja var. Usui sembrada con tutores de avena, cebada o trigo.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	70.3680	35.1840	2.126 NS	3.55
Tratamientos	9	353.0587	39.2287	2.371 NS	2.46
Error	18	297.8253	16.5459		
Total	29	721.2520			

*Nota.* \* GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 19.9 %

Observando la Tabla 12, encontramos que el valor de F calculada es inferior que F tabular tanto para repeticiones como para tratamientos; determinando de esta manera, ausencia de diferencias significativas entre repeticiones y entre tratamientos.

La ausencia de diferencias significativas en repeticiones, significa que las condiciones ambientales de las repeticiones para altura de planta de arveja fueron semejantes, esto nos indica también que se habrían obtenido los mismos resultados usando el diseño Completamente al Azar únicamente. Es decir, en la variable de altura de plantas del cultivo de arveja, no hubo ganancia por el uso del diseño de Bloques Completos al Azar.

El no haber encontrado diferencias significativas entre tratamientos, incluido el testigo, significa que la altura de planta de arveja alcanzada en cada uno de los tratamientos en estudio, es semejante con la altura de plata obtenida con el testigo, que no fue asociada con ninguno de

los cereales en estudio.

De acuerdo a estos resultados sería mejor sembrar arveja sola y no usar tutores vivos de cereales (avena, cebada y trigo), porque así se evitaría incurrir en costos innecesarios. Sin embargo, dentro de las especies de cereales como también de arveja, existen muchas variedades con sus propias características cada una; que pueden ser incluidas en futuros trabajos de investigación, con la finalidad de identificar variedades de avena, cebada o trigo, que ofrezcan ventajas sobre el testigo como tutores del cultivo de arveja.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de la altura de planta de arveja var usui sembrada con tutores de avena, cebada y trigo, según el factorial 3 x 3.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	86.3919	43.1959	2.49 NS	3.63
Tratamientos	8	285.7585	35.7198	2.05 NS	2.59
Cereal	2	200.6719	100.3359	5.77 *	3.63
Proporción	2	17.3119	8.6559	0.50 NS	3.63
Cereal x Proporciones	4	67.7748	16.9437	0.97 NS	3.01
Error	16	278.1148	17.3822		
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>650.2652</b>			

*Nota.* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 20.0 %

Observando la Tabla 13, la prueba de F nos muestra, que no existe diferencias significativas para la fuente de variación tratamientos, tampoco hay para sus componentes e interacción.

La fuente de variación cereales, es una excepción, en la cual el valor de F calculada es mayor que F tabular, indicando así significación estadística; sin embargo, no debemos olvidar que la fuente de variación cereales es parte de cada tratamiento, y tratamientos tiene una F calculada menor que F tabular. Por esta razón es razonable no considerar la significancia estadística de la fuente de variación cereales, pero si podemos tomarla como un indicador de una tendencia de obtener significación estadística en la fuente de variación cereales.

En la característica altura de planta de arveja. Valdez (2017) manifiesta que la altura de planta de arveja, está en función al hábito de crecimiento de la planta y a la vez Faiguenbaun (1993) diferencia variedades de arveja de tallo pequeñas, definidas o enrame (50 a 70 cm) de longitud de tallo, indefinidas o semi intermedias (70 a 100 cm) y de crecimiento alto (mayor a 100 cm), que pueden llegar a los 300 cm de altura. Dichas situaciones facilitan la expresión de diferencias significativas. Por lo tanto, incluir nuevas variedades, aumentan la posibilidad de encontrar variedades que con nuevas características de planta (altura de planta), con mejores posibilidades de usarla como tutor de arveja.

En otro caso Rodríguez (2015) encontró diferencias significativas en la altura de planta de arveja. Pero en este caso el investigador incluyo en su estudio diferentes variedades. Una razón más para incluir nuevas variedades en futuros trabajos de investigación en el tema.

#### **4.1.3. Longitud de planta de arveja.**

La variable longitud de planta se diferencia de la variable altura de planta, en la forma de medir la variable. En principio, ambas variables se miden desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo. La diferencia se da en que mientras la medida de altura de planta se hace en la planta como está, sin estirarlo; para realizar la medición de la longitud de planta, previamente se

estira totalmente el tallo de la planta de arveja.

La utilidad de la variable longitud de tallo está en que nos permitirá conocer, la altura máxima a la cual podemos mantener erguida la planta de arveja con el apoyo de un tutor o una espaldera.

Los datos registrados de esta variable se muestran en la Tabla 27 del anexo 1, y los datos de los análisis de varianza se dan en las tablas 14 y 15.

#### **Tabla 14**

*Análisis de varianza de la longitud de tallo de arveja var usui acompañada de avena, cebada o trigo como tutor.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	475.488	237.744	2.31 NS	3.63
Tratamientos	9	1422.992	158.110	1.54 NS	2.59
Error	18	1853.972	102.998		
Total	29	3752.452			

*Nota:* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 10.0 %

El análisis de varianza de la longitud de tallo de la planta de arveja (Tabla 14), nos indica que no hay diferencias significativas entre repeticiones y menos entre tratamientos. Dichos resultados indican que no hay efecto alguno de las repeticiones y de los tratamientos en la longitud de tallo de arveja var usui.

Mas explícitamente podemos afirmar que el uso de avena, cebaba y trigo como tutores de arveja en las proporciones 10 %, 20 % y 30 %; no afectan la longitud de planta de arveja var usui.



Se entiende que los resultados obtenidos se originan en el uso de una sola variedad de arveja y también en la baja magnitud de las proporciones de cereales usadas. Por eso se recomienda incluir a otras variedades en próximos estudios investigativos.

**Tabla 15**

*Análisis de varianza de la longitud de tallo de arveja acompañada por un cereal de grano pequeño como tutor, según el factorial 3 x 3.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	681.881	340.940	3.50 NS	3.63
Tratamientos	8	902.714	112.839	1.16 NS	2.59
Cereal	2	633.650	316.825	3.25 NS	3.63
Proporción	2	107.912	53.956	0.55 NS	3.63
Cereal x Proporción	4	161.153	40.288	0.41 NS	3.01
Error	16	1557.693	97.356		
Total	26	3142.287			

*Nota:* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 11.0 %

Al igual que en la tabla 14, los resultados del análisis de varianza realizados de acuerdo al factorial 3 x 3 (Tabla15), nos muestran que no existe diferencias significativas para tratamientos, factores en estudio y su interacción. Es decir; la avena, cebada y trigo usados como tutores de arveja no causan ningún efecto en la longitud de tallo. De la misma manera las proporciones de 10 %, 20 % y 30 %, tampoco producen efectos significativos en la longitud de tallo de la arveja; por ende, no produce efectos significativos la interacción de dichos factores.

Se sabe que la longitud del tallo depende mayormente del número de nudos y la longitud de entrenudos, características que en el actual estudio varían muy poco por tratarse de una sola variedad de arveja. Por lo que se recomienda usar más variedades como tutores en futuros trabajos de investigación.

#### 4.1.4. Número de vainas por planta de arveja

Los registros de esta variable se muestran en la Tabla 28 del anexo 1 y los datos del análisis de varianza se dan en las Tablas 16 y 17.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza del número de vainas por planta de arveja, sembrada con tutores de cereales de grano pequeño (avena, cebada y trigo).*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	152.568	76.284	6.31 *	3.55
Tratamientos	9	139.141	15.460	1.28 NS	2.46
Error	18	217.459	12.081		
Total	29	509.168			

*Nota:* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 19.4 %

Según el análisis de varianza realizado (Tabla 16), nos indica que, si existe diferencias significativas entre repeticiones, lo cual significa que se hizo bien en elegir el diseño de Bloques Completamente al Azar para el actual trabajo.

En la Tabla 16, observamos que el valor de F calculada de la fuente de variación tratamientos es menor que el valor de F tabular; lo que nos indica que no se producen diferencias significativas en el número de vainas por planta de arveja, cuando esta es sembrada acompañada

de tutores como avena, cebada y trigo, como cuando se siembra la arveja sin tutor.

Estos resultados indican que sembrar arveja usando avena, cebada o trigo, como tutores, no afectan al número de vainas por planta.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza del número de vainas por planta de arveja según el factorial 3 x 3 en el Diseño de Bloques Completos al Azar.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	131.025	65.513	4.84 *	3.63
Tratamientos	8	135.896	16.987	1.25 NS	2.59
Cereal	2	19.185	9.593	0.71 NS	3.63
Proporción	2	15.976	7.988	0.59 NS	3.63
Cereal x Proporción	4	100.735	25.184	1.86 NS	3.01
Error	16	216.575	13.536		
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>483.496</b>			

*Nota:* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 20.4 %

Los resultados del análisis de varianza (Tabla 17, del número de vainas por cada planta, de acuerdo al factorial 3 x 3, indican que si existe diferencias significativas entre repeticiones, esto muestra la buena elección del diseño experimental para el presente estudio.

En la misma Tabla 17, observamos que en cada una de las otras fuentes de variación no existe diferencias significativas. Lo cual significa que; la avena, cebada y trigo usados como tutores, no afectan al número de vainas por planta.

Este resultado obtenido difiere con DANE (2015), puesto que sostiene que la siembra de arveja con tutores es la técnica de siembra más recomendable, dado a que su distribución homogénea y uniforme, favorece mayores rendimientos y vainas de mejor calidad.

Los rendimientos llegan a las 5.6 toneladas de vainas verdes y 1.4 toneladas de grano seco por hectáreas cultivables.

**Tabla 18**

*Número de vainas por planta de arveja var usui sembrada con avena, cebada o trigo como tutor.*

Tratamientos	Vainas por planta
Arveja más Trigo 10 %	21.1
Arveja más Avena 30 %	20.3
Arveja más Cebada 30 %	20.3
Arveja más avena 20 %	19.0
Arveja más Avena 10 %	18.2
Arveja más Cebada 20 %	17.7
Arveja sola	16.9
Arveja más Trigo 30 %	16.1
Arveja más Cebada 10 %	15.3
Arveja más Trigo 20 %	14.4
Promedio	17.9

En la tabla 18 se consigna los promedios de vainas por planta de los diferentes tratamientos y el testigo. Se observa que el testigo (arveja sola), se ubica a 1 vaina del promedio y a solo 4.2 vainas por planta al mayor número obtenido en el presente estudio.

El promedio obtenido (17.9 vainas por planta), resulta muy bajo si lo comparamos con el valor de 39.7 vainas por planta con la var usui, obtenido por Ruiz (2019), y con las 33.4 vainas por planta obtenidas por Rondinel (2014).

#### 4.1.5. Número de granos por vaina de arveja

Los registros recogidos en campo se dan en la Tabla 29 del anexo 1. En las Tablas 19 y 20 se muestran los resultados del análisis de varianza aplicados a los registros obtenidos.

**Tabla 19**

*Análisis de varianza del número de granos por vaina de arveja sembrada con tutores de avena, cebada o trigo*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	0.0927	0.0463	0.58 NS	3.55
Tratamientos	9	0.3813	0.0424	0.53 NS	2.46
Error	18	1.4407	0.0800		
Total	29	1.9147			

*Nota:* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 5.7 %

La Tabla 19, nos muestra que el análisis de varianza aplicado de acuerdo al diseño de Bloques Completamente al Azar, no detecta diferencias significativas para repeticiones como tampoco para tratamientos; esto indica que los tratamientos aplicados no afectan el número de granos por vainas de arveja var usui.

**Tabla 20**

*Análisis de varianza del número de granos por vaina de arveja sembradas con tutores de avena, cebada o trigo, según el factorial 3 x 3.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	0.1096	0.0548	0.64 NS	3.63
Tratamientos	8	0.3385	0.0423	0.49 NS	2.59
Cereal	2	0.0096	0.0048	0.06 NS	3.63
Proporción	2	0.1207	0.0604	0.70 NS	3.63
Cereal x Proporción	4	0.2081	0.0520	0.61 NS	3.01
Error	16	1.3770	0.0861		
Total	26	1.8252			

*Nota:* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 5.9 %

En el análisis de varianza sin incluir al testigo, es decir de acuerdo al factorial 3 x 3 (Tabla 20), nos muestra lo mismo que la Tabla 19, es decir, no existe diferencias significativas para ninguna fuente de variación

Los resultados obtenidos nos indican que la arveja no modifico el número de vainas a causa del tipo de tutor (avena, cebada y trigo), como tampoco a causa de la proporción de plantas de cada tutor y la interacción de ellos.

**Tabla 21**

*Numero de granos por vaina de arveja var usui sembrada con avena, cebada o trigo como tutor*

<b>Tratamientos</b>	<b>Granos por vaina</b>
Arveja sola	4.8
Arveja más Avena 10 %	5.1
Arveja más avena 20 %	4.9
Arveja más Avena 30 %	4.9
Arveja más Cebada 10 %	5.1
Arveja más Cebada 20 %	4.9
Arveja más Cebada 30 %	4.9
Arveja más Trigo 10 %	4.8
Arveja más Trigo 20 %	4.9
Arveja más Trigo 30 %	5.1
Promedio	4.9

La Tabla 21, nos muestra el número de granos determinado para cada tratamiento y en la última línea el promedio. Se observa que el testigo logro 4.8 granos por vaina ubicándose a una décima del promedio, Los otros tratamientos permanecen cercanos al promedio, mostrando así la similitud indicada por el análisis de varianza.

El valor promedio de granos por vaina 4.9, es menor que el obtenido por Rondinel (2014) quien reporta 5.5 granos por vaina y mucho menor que el obtenido por Rodríguez (2005), quien reporta 6.5 granos por vaina.

#### **4.1.6. Peso de 100 granos de arveja**

Los datos recogidos de esta variable, se muestra en la Tabla 30 del anexo 1 y los resultados del análisis de varianza se dan en las Tablas 22 y 23.

**Tabla 22**

*Análisis de varianza del peso de 100 granos de arveja sembrada con avena, cebada y trigo como tutor.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	53.067	26.533	1.603 NS	3.55
Tratamientos	9	280.967	31.219	1.886 NS	2.46
Error	18	688.933	38.274		
Total	29	1022.967			

*Nota:* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 20.6 %

La Tabla 22, nos indica que no hay diferencias significativas entre repeticiones, tampoco entre tratamientos, incluido el testigo; lo cual significa que los tratamientos no afectan al peso de 100 granos de arveja, puesto que son semejantes al testigo.

**Tabla 23**

*Análisis de varianza del peso de 100 granos de arveja sembrada con avena, cebada y trigo como tutor, según el factorial 3x3.*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabular</b>
Repeticiones	2	49.556	24.778	0.576 NS	3.63
Tratamientos	8	279.333	34.917	0.812 NS	2.59
Cereal	2	20.222	10.111	0.235 NS	3.63
Proporción	2	90.889	45.444	1.057 NS	3.63
Cereal x Proporción	4	168.222	42.056	0.978 NS	3.01
Error	16	687.778	42.986		
Total	26	1016.667			

*Nota:* \*GL (Grados de libertad), coeficiente de variación (CV) = 21.9 %

La Tabla 23, nos muestra que los factores en estudio (cereales, proporciones) y su interacción no afectan al peso de 100 granos de arveja, porque en todos los casos el valor de F



calculada es inferior al valor de F tabular.

La ausencia de diferencias significativas, se debe a que el estudio se ha realizado con una sola variedad de arveja (var usui).

#### **Tabla 24**

*Peso de 100 granos de arveja var usui sembrada con avena, cebada o trigo como tutor.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de 100 granos de arveja (g)</b>
Arveja sola	29.7
Arveja más Avena 10 %	30.3
Arveja más avena 20 %	30.0
Arveja más Avena 30 %	31.3
Arveja más Cebada 10 %	30.7
Arveja más Cebada 20 %	30.7
Arveja más Cebada 30 %	33.7
Arveja más Trigo 10 %	31.3
Arveja más Trigo 20 %	21.3
Arveja más Trigo 30 %	29.9
Promedio	29.9

Si la media represente al conjunto de valores de los cuales proviene, valor que en nuestro caso es 29.9, podemos decir que los tratamientos tienen 29.9 g como peso de 100 granos y 100 granos del testigo pesan 29,7 g. Se evidencia así que hay solo 2 décimas de diferencia entre uno y el otro valor. Hecho que ratifica la ausencia de diferencias significativas entre el peso de 100 granos del testigo y 100 granos de los tratamientos. A la vez el peso de 100 granos estimado en el presente estudio 29,9 es semejante al valor obtenido por Ruiz (2019), quien reporta 32.8 gramos por 100 granos de arveja de la var usui,

## CAPÍTULO V

### 5.1. Conclusiones y Recomendaciones

El análisis de los resultados obtenidos para determinar el efecto en el rendimiento de arveja usando como tutores tres cereales de grano pequeño (avena, cebada y trigo), nos llevan a enunciar las conclusiones siguientes:

1. El rendimiento de arveja no se ve afectado por el uso de cereales (avena, cebada o trigo) como tutores a proporciones de siembra de 10, 20 y 30 %; debido a que el rendimiento de la arveja es estadísticamente semejante en todos los tratamientos, incluido el testigo.
2. La altura y longitud de planta de arveja alcanzado en cada uno de los tratamientos en estudio, es semejante con la altura y longitud de planta obtenida con el testigo, que no fue asociada con ninguno de los cereales en estudio; por ende, el uso de cereales como tutores a proporciones de siembra de 10, 20 y 30 % no afecta a la altura y longitud de planta de arveja.
3. En el número de vainas por planta y el número de granos por vaina no existe diferencias significativas para ninguna fuente de variación, por lo cual nos indica que el uso de cereales de avena, trigo y cebada a proporciones de siembra de 10, 20 y 30 % no afecta el número de vainas por planta ni el número de granos por vaina.
4. El peso de 100 granos de arveja no es afectado por el uso de cereales de avena, trigo y cebada a proporciones de siembra de 10, 20 y 30 %.

Se recomienda usar otras variedades y diferentes proporciones de semilla de arveja, avena, cebada y trigo en futuros trabajos de investigación.

## CAPÍTULO VI

### 6.1. Referencias Bibliográficas

- Amaro, T., & Reynoso, M. (2022). Rendimiento de tres variedades de arveja (*pisum sativum* L.) con el uso de sistema de tutores bajo condiciones agroecológicas del distrito de Paucartambo – Pasco [Tesis de Bachiller, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3034>
- Arevalo, C. (2003). Uso de tutores en el cultivo de arveja. In instituto nacional de investigación agraria. Estación Experimental Donoso.
- Bravo, E. (1969). Fisiología del cultivo del fríjol, garbanzo y pallar. Cursos sobre menestras de Costa y Selva. Cooperativismo, Comunicación y Crédito. Programa Nacional de Menestras. UNA la Molina. Lima – Perú.
- Briones , A., Medina, A., Yoshino, M., Morita, T., Maruyama, H., (2016). Guía de Producción Comercial de Arveja. “Incremento de los Ingresos Económicos de los Pequeños Productores en la Región Cajamarca - IEPARC”.
- Cadena, M., Yepes, D., & Merchancano, J. (2020). Manual técnico para la producción artesanal de semilla de arveja. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA . <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403459>
- Camarena, F., Chura, J., & Blas, R. (2014). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Agrosaber Del Banco Agropecurio, 286.  
[http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf\\_cpc/MEJORAMIENTO\\_GENETICO\\_Y\\_BIOTECNOLOGICO\\_DE\\_PLANTAS.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf_cpc/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf)

- CAMPOS, A. (1992). Aspectos Botánicos y agronómicos de la arveja y haba. Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. Ancash - Perú.
- Checa Coral (2021). La arveja Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia- Universidad de Nariño.
- Choque, J. (2008). Cultivo de arveja. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA). El Alto, La Paz, Bolivia. pp. 17- 18.
- Casseres, E. (2007). Producción de hortalizas CASSERES.pdf. In Produccion de hortalizas (pp. 165–169).
- DANE. (2015). Boletín mensual. Insumos y factores asociados a la produccion agropecuaria. 78.[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos31\\_mar\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf)
- DANE. (2016). El cultivo de la arveja (*Pisum sativum*. L) durante la temporada de lluvias. Importancia de Los Cultivos Representados Por Fenalce, 53, 111. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Insumos\\_nov\\_2016.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_nov_2016.pdf)
- Demagnet, R., y García, C. (1992) Productividad de la asociación *Pisum sativum* L., cv. Magnus Avena sativa L., cv. Llaofen, en el secano de la IX región [en línea]. Agricultura Técnica. v. 52(3) p. 259-264.
- Demagnet, F., Cristian, C., Juan, D. (2021). Manual de Cultivos Suplementarios.
- Enrique, G. (2008). Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar (1 a ed.).

- Flores, L. (2008). Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum*,) a la aplicación complementaria de tres fertilizantes foliares a base de algas marinas a tres dosis. San Gabriel-Carchi. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador. p. 44.
- González, V., & Pomares, F. (2008). La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica SEAE, 24.  
<https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-fertilizacion-fpomares.pdf>
- Huamanchay, W. 2013. Manual del cultivo de arveja.:  
[http://manualesdetodo2013.blogspot.pe/2013/10/manual-delcultivo-de-arveja\\_5305.html](http://manualesdetodo2013.blogspot.pe/2013/10/manual-delcultivo-de-arveja_5305.html)
- INEI. (2018). Compendio estadístico del Perú 2018. Instituto Nacional de Estadística e Informática, 88.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1375/cap01/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1375/cap01/cap01.pdf)
- INIAF, (2015). Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Manual de producción de semilla certificada de arveja. Asistencia Técnica semillera. La Paz, Bolivia. p. 28.
- Kay, D. (1979). Legumbres alimenticias. Zaragoza, España, Edit. Acribia. S.D. 12 p.
- Mayorga, F. (2016). Evaluación de rasgos morfoagronómicos y del contenido nutricional del grano de arveja (*Pisum sativum* L.), en ambientes de clima frío del departamento de Cundinamarca. 111.

- Maocho, F. (2013). Cultivo de guisantes. <https://felixmaocho.wordpress.com/2013/09/01/huerto-familiar-cultivo-de-guisantes>.
- MINAGRI (2016). Anuario estadístico de la producción agrícola y ganadera. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima – Perú.
- MINAGRI (2016). Leguminosas de grano. Semillas nutritivas para un futuro sostenible. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima – Perú.
- Montoroy, C. (1995). Proyectos de cultivos diversos. Informe Anual, Zona Agraria. Nro. 10. Huancayo – Perú.
- Moya, H. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Medidas para la temporada invernal. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getattachment/bb883b42-80da-4ae5-851f-4db05edf581b/Manejoftosanitario-del-cultivo-de-hortalizas.aspx>
- Orbes, A. y Becerra, J. 1982. Control químico de enfermedades foliares de arveja (*Pisum sativum* L.) en el altiplano de Pasto, departamento de Nariño. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Colombia, Pasto.
- Prado, L. (2008). Evaluación agronómica de dos líneas de arveja (*Pisum sativum* L.) y su efecto a la fertilización química y orgánica, en el Cantón Chimbo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Bolívar, Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.
- Prieto, M. (2012). Pautas para el manejo del cultivo de Arveja. AER INTA Arroyo Seco, 1–7. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja-final.pdf>

- Quispe, H. (2018). Evaluación productiva de dos variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) con sistema de tutorado en la localidad de moyabaya-provincia Iarecaja. . [Tesis de Bachiller, Universidad Mayor de San Andrés], repositorio institucional  
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18404>
- Rodriguez. S. 2005. Efecto de dos métodos de siembra en el rendimiento de cuatro variedades de Arveja. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH - Ayacucho. Perú
- Romo, J., Tupaz, M., & Belalcazar, E. (2016). Caracterización isoenzimática de aislados de *Rhizobium* spp. de nódulos de arveja (*Pisum sativum*) cultivada en suelos del departamento de Nariño. 7(1), 3–8. <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacien/article/view/2869>
- Ruiz, J. (2019). Introducción de variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) en condiciones del distrito de Huando – Huancavelica, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del centro
- Suasnabar, C., Marmolejo, G., Torres, G., Munive, V., Valverde, A., Gamarra, G. (2021). Cultivo de arveja Cultivo de arveja. Huancayo - Perú
- Valdez, N. (2017). Rendimiento en vaina verde de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Con y sin tutor. Socos A 3200 msnm – Ayacucho. [Tesis de Bachiller, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga], repositorio institucional  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2666>
- Vilcapoma, G. (1991). Manual de botánica sistemática. Departamento Académico de Biología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 22 pp.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Contenido de tablas

**Tabla 25**

*Peso de grano por parcela (2 surcos centrales) del cultivo de arveja.*

Tratamientos	Repeticiones			Promedio (g)
	I	II	III	
Arveja más avena al 10 %	2565.00	4058.10	4033.40	3552.17
Arveja más avena al 20 %	3199.50	3115.50	3978.00	3431.00
Arveja más avena al 30 %	3904.00	3595.50	4083.60	3861.03
Arveja más cebada al 10 %	2422.50	1831.80	4241.30	2831.87
Arveja más cebada al 20 %	4232.00	2734.20	3906.00	3624.07
Arveja más cebada al 30 %	4158.60	3845.80	3427.60	3810.67
Arveja más trigo al 10 %	4611.20	3016.80	4496.80	4041.60
Arveja más trigo al 20 %	2025.00	2025.00	4645.80	2898.60
Arveja más trigo al 30 %	2280.00	2584.00	3907.80	2923.93
Testigo (arveja sola)	2760.00	2760.00	4302.00	3274.00



**Tabla 26***Altura de planta (cm) de arveja.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Promedio (cm)</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
Arveja más avena al 10 %	31.90	25.10	23.60	26.87
Arveja más avena al 20 %	29.70	21.30	16.80	22.60
Arveja más avena al 30 %	24.10	25.50	25.30	24.97
Arveja más cebada al 10 %	17.50	12.40	22.90	17.60
Arveja más cebada al 20 %	26.90	17.30	18.90	21.03
Arveja más cebada al 30 %	23.00	13.90	17.20	18.03
Arveja más trigo al 10 %	18.80	14.70	25.20	19.57
Arveja más trigo al 20 %	19.30	19.30	25.70	21.43
Arveja más trigo al 30 %	14.80	17.70	17.10	16.53
Testigo (arveja sola)	15.80	17.40	14.70	15.97

**Tabla 27***Longitud de planta (tallo en cm) del cultivo de arveja.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Promedio (cm)</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
Arveja más avena al 10 %	116.00	102.00	117.00	111.67
Arveja más avena al 20 %	110.00	118.00	100.00	109.33
Arveja más avena al 30 %	120.00	102.00	114.00	112.00
Arveja más cebada al 10 %	103.00	101.00	129.00	111.00
Arveja más cebada al 20 %	115.00	100.00	106.00	107.00
Arveja más cebada al 30 %	107.00	115.00	117.00	113.00
Arveja más trigo al 10 %	114.00	101.00	123.00	112.67
Arveja más trigo al 20 %	104.00	104.00	153.00	120.33
Arveja más trigo al 30 %	106.00	123.00	120.00	116.33
Testigo (arveja sola)	125.00	126.00	112.00	121.00

**Tabla 28***Número de vainas por planta de arveja.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Promedio</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
Arveja más avena al 10 %	12.40	21.80	20.40	18.20
Arveja más avena al 20 %	17.60	20.20	19.20	19.00
Arveja más avena al 30 %	21.20	18.40	21.40	20.33
Arveja más cebada al 10 %	12.40	11.20	22.20	15.27
Arveja más cebada al 20 %	20.00	12.80	20.20	17.67
Arveja más cebada al 30 %	20.80	20.40	19.60	20.27
Arveja más trigo al 10 %	22.80	18.20	22.20	21.07
Arveja más trigo al 20 %	10.00	10.00	23.20	14.40
Arveja más trigo al 30 %	13.20	13.20	21.80	16.07
Testigo (arveja sola)	15.00	15.00	20.80	16.93

**Tabla 29.***Número de granos por vaina de arveja.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Promedio</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
Arveja más avena al 10 %	5.50	5.00	4.80	5.10
Arveja más avena al 20 %	4.80	4.90	4.90	4.87
Arveja más avena al 30 %	4.90	5.10	4.80	4.93
Arveja más cebada al 10 %	4.80	5.70	4.90	5.13
Arveja más cebada al 20 %	4.80	4.60	5.20	4.87
Arveja más cebada al 30 %	4.90	4.80	5.10	4.93
Arveja más trigo al 10 %	4.60	5.10	4.80	4.83
Arveja más trigo al 20 %	5.10	4.80	4.70	4.87
Arveja más trigo al 30 %	5.30	5.30	4.70	5.10
Testigo (arveja sola)	5.00	4.70	4.80	4.83

**Tabla 30.***Peso de 100 granos (g) de arveja.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Promedio (g)</b>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
Arveja más avena al 10 %	30.00	29.00	30.00	29.67
Arveja más avena al 20 %	30.00	31.00	30.00	30.33
Arveja más avena al 30 %	30.00	29.00	31.00	30.00
Arveja más cebada al 10 %	33.00	31.00	30.00	31.33
Arveja más cebada al 20 %	32.00	30.00	30.00	30.67
Arveja más cebada al 30 %	31.00	30.00	31.00	30.67
Arveja más trigo al 10 %	31.00	31.00	29.00	30.33
Arveja más trigo al 20 %	31.00	32.00	31.00	31.33
Arveja más trigo al 30 %	32.00	32.00	30.00	31.33
Testigo (arveja sola)	31.00	32.00	29.00	30.67

## ANEXO 2. Análisis de suelos



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 200



### INFORME DE ENSAYO N° 04146-23/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : ANA MARIA TELLO CUEVA  
 Propietario / Productor : ANA MARIA TELLO CUEVA  
 Dirección del cliente : NAMORA  
 Solicitado por : Cliente  
 Muestreado por : Cliente  
 Número de muestra(s) : 01 muestras  
 Producto declarado : Suelo Agrícola  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico oscura  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : UNC / CAJAMARCA / CAJAMARCA / CAJAMARCA  
 Fecha(s) de muestreo : 16/03/2023  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 16/03/2023  
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves - LABSAF Baños del Inca  
 Fecha(s) de análisis : 20/03/2023  
 Cotización del servicio : 074-23-BI  
 Fecha de emisión : 03/04/2023

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU138-BI-23					
Matriz Analizada	Suelo					
Fecha de Muestreo	: 16/03/2023					
Hora de Inicio de Muestreo (h)	11:20					
Condición de la muestra	Conservada					
Código/identificación de la Muestra por el Cliente	Comedor Universitario					
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,1	8,2			
Acidez intercambiable (**)	(Cmol/Kg)	--	--			
Aluminio (**)	(Cmol/Kg)	--	--			
Carbonatos(**)	%	--	3,48			
Materia Orgánica	%	0,1	2,3			
Fósforo (**)	ppm	--	63,91			
Potasio (**)	ppm	--	390			
Conductividad Eléctrica	mS/m	0,0	2,41			
Análisis de Textura						
Arena (**)	%	--	34			
Limo (**)	%	--	36			
Arcilla (**)	%	--	30			
Clase Textural (**)	--	--	Franco Arcilloso			



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves  
Acreditado con la Norma  
NTP-ISO/IEC 17025:2017  
Dirección: Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca, Cajamarca - Cajamarca



Firmado digitalmente por:  
FLORIAN ALCANTARA  
Amarante Nicolas FAU.20131365904  
soft  
Página 1 de 4  
Motivo: Soy el autor  
www.inia.gob.pe  
documento  
Fecha: 04/04/2023 10:53:25-0500

**INFORME DE ENSAYO**  
N° 04146-23/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

**III. METODOLOGÍA DE ENSAYO**

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Acidez intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.29 AS-33.2000. Determinación de la Acidez y Aluminio Intercambiable
Carbonatos	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.25 AS-29.2000. Determinación de Carbonatos de Calcio
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.

**IV. CONSIDERACIONES**

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

(\*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

(\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(\*\*\*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

**V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO**

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: M. Sc.. Marieta Cervantes Peralta - Responsable del laboratorio del LABSAF Baños del Inca.

**FIN DE INFORME DE ENSAYO**



Firmado digitalmente por:  
FLORIAN ALCANTARA  
Amarante Nicolas FAU 20131365994  
soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 04/04/2023 10:53:33-0500

## INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

: ANA MARIA TELLO CUEVA

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables.
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6,6 - 7,3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

CLASIFICACION	CE (mS/m)	Efectos
Normal	<100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectados en sus rendimientos.
Muy Ligeramente salino	110 – 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 – 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 160	Solo lo cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 160	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota: 1 dS/m = 100 mS/m

### MATERIA ORGANICA

Clasificación	%MO
Muy Bajo	<0.5
Bajo	0.6 - 1.5
Medio	1.6 – 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

### FÓSFORO

Clasificación	mg/kg de P
Bajo	<5.5
Medio	6.5 - 11
Alto	>11

### CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Clasificación	CIC (Cmol/Kg suelo)	Efectos
Muy Bajo	< 5.0	Suelo muy pobre
Bajo	5.0 - 15	Suelo pobre
Medio	15 - 25	Suelo medio
Alto	25 - 40	Suelo rico
Muy Alto	> 40	Suelo muy rico

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

### CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Baja	<2.0	<0.5	<0.2
Baja	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Media	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	>10	>3.0	>0.6

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

### SATURACIÓN DE BASES CAMBIABLES

Calificativo	Saturación de Bases (%)	Efectos
Bajo	< 35	Suelo muy ácido. Aconsejable una enmienda caliza.
Medio	35 – 80	Suelo medio. Su riqueza dependerá de la CIC.
Alto	> 80	Suelo neutro a alcalino. Suelo saturado de bases.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002)



Firmado digitalmente por:  
FLORIAN ALCANTARA  
Amarante Nicolas FAU 20131305094  
soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 04/04/2023 10:53:42-0500



## RECOMENDACIONES

: ANA MARIA TELLO CUEVA

Código de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidades de Nutriente Kg/Ha			Cantidades en Tn/Ha	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CAL	ESTIERCOL
SU138-BI-23	ARVEJA	50	40	25		3,50
SU138-BI-23	TRIGO	110	30	30		3,50
SU138-BI-23	CEBADA/AVENA	100	25	25		3,50

### PLAN DE FERTILIZACION QUIMICA

Primera Fertilización Kg/Ha - Siembra	
Urea	
Fosfato Diamonico	
Sulfato de Potasio	

Programa de Fertilización	Siembra	Aporque
N		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
K <sub>2</sub> O		

Segunda Fertilización Kg/Ha - Aporque	
Urea	
Fosfato Diamonico	
Sulfato de Potasio	

Fuente	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Azufre
Urea				
Fosfato Diamonico				
Sulfato de Potasio				

Fuente	Kg/Ha
Urea	

### PLAN DE ABONO ORGANICO

Abonamiento Kg/Ha - Siembra
Incorporar Materia Organica Procesada

### COMENTARIOS:

---



---



---



---



Firmado digitalmente por:  
 FLORIAN ALCANTARA  
 Amarante Nicolas FAU 20131385994  
 soft  
 Motivo: Soy el autor del documento  
 Fecha: 04/04/2023 10:53:40-0500

### ANEXO 3. Panel Fotográfico

**Figura 3**

*Preparación del terreno*



**Figura 4**

*Delimitación de las unidades experimentales*



**Figura 5**

*Surcado de las unidades experimentales*



**Figura 6**

*Distribución de las semillas en cada unidad experimental*



**Figura 7**

*Abonamiento a fondo de cada surco según la recomendación del análisis de suelos*



**Figura 8**

*Siembra de arveja, avena, trigo y cebada*



**Figura 9**

*Desarrollo del cultivo*



**Figura 10**

*Deshierbo manual del cultivo*



**Figura 11**

*Deshierbo manual del cultivo*



**Figura 12**

*Desarrollo del cultivo de arveja con asociatividad*



**Figura 13**

*Evaluaciones en campo*



**Figura 14**

*Cosecha del cultivo de arveja*



**Figura 15**

*Almacenamiento de muestras de los tratamientos para evaluación*



**Figura 16**

*Evaluación de longitud de tallo*





**Figura 17**

*Evaluación de peso de granos*

