

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL



**Influencia del *Rhizobium* y labranza de conservación en la
producción de arveja en verde (*Pisum sativum* L.), Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROFORESTAL**

**PRESENTADO POR:
PEDRO ESCAJADILLO PAREDES**

**ASESOR:
Dr. Yuri Gálvez Gastelú**

Ayacucho - Perú

2023

A Dios:

Por darme vida y salud, e inspirarme en todo momento de mi vida.

Igual forma, dedico esta tesis a mis padres PEDRO PABLO y FELICITAS, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores.

A mis hermanas, por estar junto a mí ofreciéndome su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la Tricentenaria Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional.

A la gloriosa Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, sede Pichari, por acogerme en sus aulas universitarias.

A los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroforestal, por compartir sus conocimientos durante la etapa de mi formación profesional.

Al Dr. Yuri Gálvez Gastelú, por su asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

De manera especial a mis amigos, compañeros del trabajo y a mi escuela de Ingeniería Agroforestal – Pichari.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción	2
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO 4	
1.1. ANTECEDENTES	4
1.2. BASES TEÓRICAS	8
1.2.1. Rhizobium	8
1.2.2. Labranza de conservación	11
1.2.3. Cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.)	16
CAPÍTULO II	
METODOLOGÍA 21	
2.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	21
2.1.1. Ubicación política y geográfica.....	21
2.1.2. Características ecológicas del lugar de investigación.....	21
2.1.3. Características climáticas del lugar de investigación	21
2.2. MATERIALES E EQUIPOS	22
2.2.1. Antecedentes del terreno	22
2.2.2. Análisis del suelo.....	23
2.2.3. Material de cultivo en estudio	23
2.2.4. Factores de estudio	23
2.2.5. Tratamientos	24
2.2.6. Distribución del campo experimental.....	24
2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	25
2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	26

2.5. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.....	26
2.5.1. Instalación del experimento.....	26
2.5.2. Conducción del experimento.....	27
2.6. VARIABLES EVALUADAS	28
2.6.1. Altura de la planta (cm).....	28
2.6.2. Número de vainas por planta (N° vainas/planta).....	28
2.6.3. Longitud de vaina en verde (cm).....	28
2.6.4. Número de semillas por vaina (N° semillas/vaina).....	29
2.6.5. Rendimiento de vaina en verde (kg ha ⁻¹).....	29
2.6.6. Materia seca de vaina en verde (%).....	29
2.6.7. Índice de cosecha en vaina (%).....	29
2.7. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	30

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. ALTURA DE PLANTA (cm).....	31
3.2. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA.....	32
3.3. LONGITUD DE VAINA (cm).....	34
3.4. NÚMERO DE SEMILLAS POR VAINA	35
3.5. RENDIMIENTO DE VAINA EN VERDE (kg ha ⁻¹).....	37
3.6. PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE VAINA EN VERDE (%).....	38
3.7. ÍNDICE DE COSECHA (% IC)	39
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico de la Estación Meteorológica INIA – Canaán Ayacucho, 2020-2021 ...	22
Tabla 2.2. Análisis de caracterización del suelo de “Pampa del Arco”, Ayacucho	23
Tabla 2.3. Tratamientos del experimento	24
Tabla 3.1. ANVA para la altura de la planta de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.), por influencia de Rhizobium y labranza de conservación. Ayacucho, 2021	31
Tabla 3.2. Prueba de Tukey para altura de planta por influencia del Rhizobium ...	31
Tabla 3.3. ANVA para el número de vainas por planta de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.), por influencia de Rhizobium y labranza de conservación. Ayacucho, 2021	32
Tabla 3.4. Prueba de Tukey para número de vainas por planta por influencia del Rhizobium	33
Tabla 3.5. Prueba de Tukey para número de vainas por planta de los tratamientos (labranza * Rhizobium)	33
Tabla 3.6. ANVA para la longitud de vaina de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.), por influencia de Rhizobium y labranza de conservación. Ayacucho, 2021	34
Tabla 3.7. Prueba de Tukey para longitud de vainas por influencia del Rhizobium	34
Tabla 3.8. Prueba de Tukey para longitud de vainas de los tratamientos (labranza * Rhizobium)	35
Tabla 3.9. ANVA para el número de semillas por vaina de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.), por influencia de Rhizobium y labranza de conservación, Ayacucho, 2021	35
Tabla 3.10. Prueba de Tukey para número de semillas por vaina por efecto del tipo de labranza	36
Tabla 3.11. Prueba de Tukey para número de semillas por vaina por influencia del Rhizobium	36
Tabla 3.12. Prueba de Tukey para número de semilla por vaina de los tratamientos (labranza * Rhizobium)	37
Tabla 3.13. ANVA para el rendimiento de vaina en verde de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.), por influencia de Rhizobium y labranza de conservación, Ayacucho, 2021	37

Tabla 3.14. Prueba de Tukey para rendimiento de vaina en verde por influencia del Rhizobium	38
Tabla 3.15. ANVA para el porcentaje de materia seca de vaina en verde de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.), por influencia de Rhizobium y labranza de conservación, Ayacucho, 2021	39
Tabla 3.16. ANVA para el índice de cosecha de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.), por influencia de Rhizobium y labranza de conservación, Ayacucho, 2021	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico de la Estación Meteorológica INIA – Canaán Ayacucho, 2020-2021 ...	22
Figura 2.2. Esquema de campo experimental	25

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos ordenados	48
Anexo 2. Resultado de análisis de suelo.....	49
Anexo 3. Panel fotográfico	50

RESUMEN

La evaluación de la influencia del *Rhizobium* y labranza de conservación en la producción de arveja en verde (*Pisum sativum* L.), se ejecutó en el terreno de la Ciudad Universitaria - “Pampa del Arco” de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, durante los meses de enero a abril de 2021, con el objetivo de conocer la influencia del uso de *Rhizobium* y las prácticas de labranza de conservación en el rendimiento de arveja en verde (*Pisum sativum* L.). Se utilizó el Diseño Experimental Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial 2L*2R (dos tipos de labranza de conservación por dos formas de aplicación de *Rhizobium*) con cuatro repeticiones. Realizado el análisis de variancia (ANVA), estadísticamente, la inoculación con *Rhizobium* posee mejor respuesta, logrando: 137.39 cm de altura de planta, 8.68 vainas por planta, 6.90 cm de longitud de vaina, 4.83 semillas por vaina y 4 193.96 kg ha⁻¹ de vaina en verde. La labranza mínima, estadísticamente tiene mejor respuesta, obteniendo 4,83 semillas por vaina; así mismo la combinación de la labranza mínima e inoculación con *Rhizobium*, produjo respuesta superior en los parámetros productivos: número de vainas por planta (9.43 vainas), longitud de vaina (6.93 cm) y número de semillas por vaina (4.95 semillas), respecto a la labranza cero, sin *Rhizobium* (6.30 vainas, 6.68 cm y 4.50 semillas respectivamente).

Palabra clave: *Rhizobium*, labranza de conservación.

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola en el Perú, principalmente en la región sierra constituye una de las actividades más importantes en producción de alimentos, la cual está asociada a diferentes factores de carácter económico, cultural, climático, social, ambiental, tecnológico y entre otros, componentes que condicionan la adaptación, el establecimiento, y el rendimiento de una gran diversidad de cultivares, entre los cuales el cultivo de arveja (Instituto Nacional de Investigación Agraria [INIA], 2001).

La arveja, constituye un alimento de mucha importancia, porque posee una gran demanda en el mercado local, regional y nacional para la alimentación humana. Sin embargo, la producción actual está asociada al deterioro de los recursos naturales y el gasto de energía fósil, que genera incremento de costos de producción y deterioro de los ecosistemas agrícolas.

Existen prácticas agrícolas apropiadas que permiten el uso racional y eficiente de los recursos naturales en equilibrio con el medio ambiente. Entre ellos, el uso de la bacteria del género *Rhizobium* y las prácticas de labranza de conservación, son de mucha importancia en la actividad agrícola, puesto que el primero cumple el papel de fijar el nitrógeno atmosférico y el segundo, conserva el recurso suelo evitando su degradación, que en suma optimiza el uso de los recursos naturales disponibles, sin embargo, aún se desconoce el comportamiento del cultivo de arveja, bajo este sistema de producción. Razón, por el cual se plantea el siguiente:

Objetivo general

Conocer la influencia del uso de *Rhizobium* y las prácticas de labranza de conservación en el rendimiento de arveja en verde (*Pisum sativum* L.), bajo las condiciones de Pampa del Arco, Ayacucho, 20021.

Objetivos específicos

1. Evaluar la respuesta del uso de *Rhizobium* en el rendimiento de arveja en verde.
2. Evaluar la respuesta de las prácticas de labranza de conservación en el rendimiento de arveja en verde.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

Gálvez (2021) en el ensayo “agricultura de conservación en la producción de arveja *Pisum sativum* L. grano en verde, Ayacucho, 2016” encontró la:

Mejor respuesta con la labranza en franjas para las variables número de plantas, altura de planta, número de vainas por planta y rendimiento de vaina en verde, logrando 261 111.11 plantas ha⁻¹, 156.48 cm, 7.42 vainas y 3 894.90 kg ha⁻¹, respectivamente; de labranza cero, respuesta sobresaliente en acumulación de materia seca con 32.92%; y de labranza reducida en índice de cosecha con 51.02%. Mientras, cobertura con brozas de leguminosa, tiene mejor resultado para número de plantas, rendimiento de vaina verde e índice de cosecha, con 243 518.52 plantas ha⁻¹, 3 366.25 kg ha⁻¹, y 48.11%, en orden; también sin cobertura, reporta mejor resultado para altura de planta, número de vainas por planta y materia seca, con 152.18 cm, 6.97 vainas, 30.74%, respectivamente.

Quispe (2018) en el ensayo “abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Pampa del Arco, Ayacucho”, obtuvo que:

Los tratamientos inoculados con Rizomack y abonados con estiércol de ovino reportaron mayor rendimiento en vaina verde y grano seco, en todas las variedades de arveja cultivadas. En la variedad Usui 7 870.00 kg ha⁻¹, Remate 6 605.00 kg ha⁻¹, Común 6 463.33 kg ha⁻¹ y Andina 6 423.00 kg ha⁻¹ en vaina verde; los rendimientos obtenidos en grano seco fueron en la variedad Usui con 1 500.67 kg ha⁻¹, Remate 1 293.00 kg ha⁻¹, común 1 248.00 kg ha⁻¹ y Andina con 1 166.87 kg ha⁻¹. La variedad de arveja Usui ocupó el primer lugar en los parámetros evaluados: número de vaina 24.67 por plantas, 8.79 cm de longitud de vainas, 6.92 granos por vaina. La mayor rentabilidad económica se obtuvo con la variedad

Usui inoculado con Rizomack y abonado con estiércol de ovino en vaina verde con 60.82% y grano seco con 60.59% y con una utilidad de S/. 9 572.50 y S/. 9 547.50 vaina verde y grano seco respectivamente. Todos los tratamientos inoculados y abonados con estiércol de ovino, guano de las Islas y estiércol de vacuno fueron superiores a los tratamientos sin inoculante y abonamiento.

Gálvez (2016) en la investigación “labranza de conservación y mulch en la productividad de arveja en verde, Canaán 2750 msnm, Ayacucho”, encontró:

El mayor número de plantas por hectárea, se consiguió con labranza en franjas asociado con mulch al 100% de cobertura, alcanzando 163 750.00 planta por ha. El mejor rendimiento de vaina se logró con labranza en franjas asociado con mulch al 100% de cobertura y labranza en franjas por mulch al 50% de cobertura, con 3 620.31 y 3 574.53 kg ha⁻¹, respectivamente. El mayor rendimiento de grano de arveja verde, se reportó con labranza mínima asociado con mulch al 50% de cobertura y labranza en franjas asociado con mulch al 50% de cobertura, con 1 934.39 y 1 802.66 kg ha⁻¹, respectivamente. En cuanto al número de vainas por planta, el mejor resultado se alcanzó con labranza mínima asociado con mulch al 50% de cobertura, con 4.80 vainas por plantas. El mayor contenido de materia seca de arveja en vaina verde y grano verde, se encontró con labranza en franjas asociado sin mulch, con 49.21% y 80.02%, respectivamente. (p. 67)

Saldaña (2014) investigó la “influencia de tres tipos de cobertura vegetal en suelo erosionado de Iquitos; utilizando tres especies de leguminosas y un testigo (sin cobertura)”, los resultados muestran que:

La característica física del suelo, mostró importante mejora con la siembra de cobertura con *Desmodium* y *Centrosema*, quienes aportaron mayor cantidad de materia verde. Con la incorporación de siembra de cobertura con *Desmodium* y *Centrosema*, mejora la composición química del suelo. En cuanto al pH, el mejor resultado se tuvo con la siembra de cobertura con *Centrosema*, bajando la acidez de 4.01 a 4.60. En relación a la conductividad eléctrica (C.E), no hubo salinidad. El contenido de materia orgánica (M.O), se obtuvo mejor resultado con siembra de cobertura con Kudzu, incrementando de 1.02 a 1.32%. El contenido de fósforo (P) mejoró con la siembra de cobertura con *Centrosema*, aumentando de 1.2 a 3.5

ppm. El contenido de potasio (K) se mejoró con siembra de cobertura con kudzu, aumentando de 65 a 82 ppm. (p.51)

Gálvez (2014) en el ensayo “labranza conservacionista y asociación con frijol en el rendimiento del maíz morado, Canaán, Ayacucho”, reporta que:

El mejor rendimiento de maíz se encontró con la asociación entre cada surco con 7 472.1 kg ha⁻¹; monocultivo de maíz con 7 317.9 kg ha⁻¹, y asociación entre cada un golpe con 5 677.5 kg ha⁻¹. La mejor acumulación de materia seca, se encontró con labranza conservacionista por asociación entre cada dos golpes, con 77.0%. El mejor índice de cosecha, se halló con labranza conservacionista por asociación entre cada un golpe, con 32.0%. Existe menor índice de competencia con asociación entre cada surco, con 88.70%. El mejor índice de uso eficiencia de la tierra, se encontró con la asociación entre cada surco, con 1.48%. Los resultados demuestran que las prácticas de labranza de conservación y asociación maíz-frijol, influyen en el rendimiento, contenido de materia seca, índice de cosecha, índice de competencia, y en el uso eficiente de tierra. (p. 44)

Marín (2013) realizado la investigación “interacción de *Tsukamurella paurometabola* C-924 con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH en el cultivo de frijol”, encontró:

Diferencias significativas ($P < 0.01$) en los porcentajes de germinación de las plantas tratadas con microorganismos de forma independiente o conjunta con respecto al control sin inocular. Se determinó que la inoculación de *T. paurometabola* C-924 afectó el proceso de nodulación de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH. Sin embargo, esto no incidió de manera significativa en la altura de las plantas ni en el diámetro del tallo, ya que no se encontraron diferencias entre los tratamientos para estos parámetros. Para el número de hojas, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de *T. paurometabola* C-924. Se concluyó que la interacción de *T. paurometabola* C-924 con *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH en el frijol estimuló significativamente la germinación de las semillas y el número de hojas de las plantas con respecto al control sin inocular. Aunque la aplicación de *T. paurometabola* C-924 no favoreció la nodulación de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH, esto no afectó las características fenológicas del cultivo. (p.51)

González (2013), en el estudio de la diversidad de cepas de *Rhizobium* provenientes de nódulos de tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), encontró los siguientes resultados:

En la caracterización fenotípica, el 64.35 % de las cepas crecieron a 37°C; el 57.1% de las cepas toleraron pH4 y el 87% de las cepas fueron afectadas a concentraciones superiores a 0.5% de NaCl. En el ensayo en plantas de frijol, el 84.6% de las cepas, formaron nódulos efectivos e infectivos en la variedad Canario Centenario. La cepa 17, no noduladora, incrementó el peso seco de parte aérea (PSPA) en 38.24% con respecto al N-, siendo esta diferencia la mayor estadísticamente significativa ($p < 0.05$). Los resultados indican la diversidad de cepas de *Rhizobium* que nodulan frijol, permite seleccionar las cepas con mejor potencial PGPR para su aplicación como bioinoculantes, que aportan nitrógeno al cultivo y no contaminan los suelos. (p. 6)

Gálvez (2013) efectuado el ensayo “labranza conservacionista y cobertura muerta (mulch) en la producción del maíz morado (*Zea mays* L.)”, bajo las condiciones de la localidad de Ayacucho, reporta que:

El mejor rendimiento de maíz se encontró con labranza mínima continua combinado con cobertura con rastrojo de leguminosa obteniendo 7 083.3 kg ha⁻¹, y con labranza mínima individual combinado sin cobertura con 6 800.00 kg ha⁻¹. El mejor índice de cosecha se logró con las siguientes combinaciones, labranza cero por cobertura con rastrojo de leguminosa, con 42.9%; labranza cero por sin cobertura, con 40.4%; labranza mínima individual por con cobertura con rastrojo de leguminosa, con 39.0% y con labranza mínima individual por con cobertura con rastrojo de cereal, con 39.0%. La mejor acumulación de materia seca con labranza cero combinados con cobertura con rastrojo de cereal, con 80.4%. cuyos resultados demuestran que las prácticas de labranza conservacionista y cobertura muerta (mulch), influyen en el rendimiento agronómico y materia seca e índice de cosecha. (p. 46)

Ochoa (2012) investigó influencia del “*Rhizobium* en el rendimiento en vaina de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Vinchos 3643 msnm, Ayacucho”, obtuvo los siguientes resultados:

El mayor número de vainas por planta, con la fertilización f₁ (00-140-40 de NPK + *Rhizobium*), en la variedad Ep-326 con 24.3 vainas por planta. El mayor rendimiento de vainas, con la fertilización f₁ (00-140-40 de NPK + *Rhizobium*), en la variedad Ep-326 que alcanzó 9.5 t/ha. El mayor número de nódulos, con la fertilización f₁ (00-140-40 de NPK + *Rhizobium*), la variedad Ep-326 con 26.1 nódulos por planta en promedio. En la forma de nódulos predominó la forma alargada con 49%, en el color de nódulos preponderó el color rojo con 60%, mientras que para el tamaño prevaleció el pequeño con 58% y la ubicación de nódulos con 58% en las raíces secundarias. El tratamiento de mayor rentabilidad económica se obtuvo con la variedad Ep-326 con la fertilización f₁ (00-140-40 de NPK + *Rhizobium*), con 193%. (p. 86)

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. *Rhizobium*

Bedmar (2016) respecto a la identificación de la bacteria del género *Rhizobium* manifiesta que:

En 1888, Beijerinck fue el primero en aislar un microorganismo responsable de la formación de nódulos y de la transformación del nitrógeno del aire contenido en los poros del terreno, al cual lo denominó “*Bacillus radicícola*”. En 1889, el género *Rhizobium* fue descrito por Frank, como bacterias gran negativas noduladoras de leguminosas y en Parasponia, no leguminosa. Su nombre enfatiza la peculiaridad que tiene de nodular las raíces (rhiza: raíz, bios: vida, *Rhizobium*: vida en las raíces). (p. 7)

Vargas (1969, como se cita en Contreras et al., 2007) respecto a la bacteria del género *Rhizobium*, manifiesta que:

El género *Rhizobium*, junto con los géneros *Agrobacterium* y *Chromobacterium* forman la familia *Rhizobiaceae*; este deriva su nombre del griego “Rhiza” = raíz y “bios” = vida. La característica más importante es su habilidad para producir nódulos en las raíces de las leguminosas, y vivir en asociación simbiótica con estas plantas mientras fija nitrógeno libre, lo cual no ocurre cuando los organismos están separados de la planta. (p. 25)

Según Vargas (1969); Coiné (2000); Spaink (2000, como se cita en Contreras et al., 2007) señala que:

El *Rhizobium* es un habitante natural del suelo que subsiste como heterótrofo, pero no necesariamente existe en todos los suelos, también puede ser saprófito al desarrollarse en ausencia de la planta hospedante; Sin embargo, su existencia libre continuada en los suelos, depende de la presencia de una raíz “hospedante” que estimule su proliferación. (p. 26)

Según Ángeles-Núñez y Cruz-Acosta (2015); Mendoza y Bonilla (2014, como se cita en López-Alcocer et al., 2017), “las investigaciones de las características morfológica, molecular o bioquímica en el género *Rhizobium*, se han usado con diversos y numerosos objetivos. Destacando las investigaciones sobre la efectividad potencial de fijar el N₂ y la capacidad de nodulación” (p. 74).

a) Taxonomía del *Rhizobium*

Thorsten (2002, como se cita en Ochoa, 2012), respecto a la taxonomía del *Rhizobium*, señala que pertenece a la:

Orden : Eubacteriales
Sub Orden : Eubacterineas
Familia : Rhizobiaceae.
Género : *Rhizobium*
Especie : *Rhizobium leguminosarum* bv.viceae. (p. 32)

b) La simbiosis *Rhizobium*-leguminosa

Respecto a la simbiosis de la bacteria del género *Rhizobium* y las leguminosas, Martínez et al. (s/f) sostiene que:

La fijación biológica de nitrógeno es un proceso clave en la biosfera, por el cual microorganismos portadores de la enzima nitrogenasa convierten el nitrógeno gaseoso en nitrógeno combinado. El grupo de bacterias al que se conoce colectivamente como *Rhizobium*, inducen en las raíces (o en el tallo) de las leguminosas la formación de estructuras especializadas, los nódulos, dentro de los cuales el nitrógeno gaseoso es reducido a amonio. Se estima que este proceso contribuye entre el 60-80 % de la fijación biológica de nitrógeno. La simbiosis es inhibida si existe un exceso de nitrato o amonio en el suelo. En esta simbiosis en

los nódulos, la planta huésped obtiene nutrientes nitrogenados de la bacteria (*Rhizobium*) y ofrece a ésta una fuente de carbono y un ambiente favorable para fijar nitrógeno. Esta simbiosis contribuye con una parte considerable del nitrógeno combinado en la tierra y permite a las plantas leguminosas crecer sin fertilizantes nitrogenados y sin empobrecer los suelos. (p.1)

Marquina et al. (2011, como se cita en López-Alcocer et al., 2017), respecto a la formación de los nódulos en el sistema radículas de las leguminosas sostienen que:

Las bacterias del género *Rhizobium* tienen la capacidad de inducir en las raíces de las leguminosas la formación de estructuras especializadas llamadas nódulos, dentro de las cuales el N₂ atmosférico, que es muy estable y relativamente inerte, se reduce a iones amonio (NH₄⁺) fácilmente asimilables por la mayoría de las especies vegetales. (p. 73)

c) La fijación biológica del Nitrógeno

El nitrógeno es cuantioso en la atmósfera, no obstante, los cultivos no pueden hacer uso en su forma esencial, teniendo que adquirir del suelo, especialmente en forma de nitrato o amonio. Las principales fuentes de nitrógeno necesario para las plantas son el nitrógeno del suelo, proveniente de la descomposición de la materia orgánica y de las rocas, el nitrógeno otorgado por los fertilizantes y el nitrógeno proveniente de la fijación biológica del nitrógeno atmosférico (N₂). Existe también una pequeña contribución por la reacción de las descargas eléctricas con el N₂, resultando nitrato que es adicionado al suelo y representa cerca del 45% de la entrada positiva en el balance del nitrógeno en la tierra. Las fuentes, utilización y pérdidas del nitrógeno forman un ciclo complejo, denominado “Ciclo del Nitrógeno” (Brill, 1979 y Madigan, 1998, como se cita en Zambrano, 2007, p. 7).

Según Ángeles-Núñez y Cruz-Acosta (2015, como se cita en López-Alcocer et al., 2017), la relación *Rhizobium*-leguminosa, se establece como un procedimiento de alta eficiencia en la fijación biológica del nitrógeno de la atmósfera (FBN); se considera, que dicha fijación varía desde 24 a 584 kg ha⁻¹ de nitrógeno, pudiendo proveer hasta el 90 % del requerimiento del cultivo. (p. 73). Asimismo, el proceso de FBN, contribuye a disminuir en el uso de abonos nitrogenados, remediar los conflictos ambientales de contaminar el suelo, el agua y el aire; asimismo, reducir los costos de producción, con el

cual se obtiene ventajas económicas, promoviendo las buenas prácticas agrícolas (Granda et al., 2014; Yadegari & Rahmani, 2010, como se cita en López-Alcocer et al., 2017, p. 73).

1.2.2. Labranza de conservación

Respecto a la labranza de conservación, el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS, 2004) señala que es una labor que:

Comprende un conjunto de prácticas que permiten el manejo del suelo para usos agrícolas, alterando lo menos posible su composición/estructura y la fauna y flora natural, defendiéndolo así de la erosión. En su concepto más amplio es un sistema de labranza que reduce la pérdida del suelo y del agua y, por tanto, de la biodiversidad. (p. 584)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011) “la labranza de conservación, deja restos de cosecha en la superficie del suelo, el cual ayuda a incrementar la penetración del agua y disminuye la erosión hídrica. Dichas prácticas se utilizan en la agricultura tradicional, con la finalidad de evitar la erosión de los suelos desprovistos de cobertura vegetal (p.2).

El Proyecto Lupe (1987), respecto a la labranza de conservación, señala que consiste en:

Minimizar o eliminar la labranza a fin de conservar el agua y el suelo. Se puede distinguir tres tipos de labranza conservacionista: cero labranzas (siembra directa de las semillas), mínima continua (rotura del suelo en fajas estrechas) y mínima individual (rotura del suelo alrededor de la postura de la siembra). (p. 9)

Según la FAO (2002) desde el punto de vista de la agricultura convencional la labranza de los suelos es:

Es considerada una de las operaciones más importantes para crear una estructura favorable del suelo, preparar el lecho de las semillas y controlar las malezas. Pero los implementos mecánicos, especialmente aquellos arrastrados por tractore destruyen la estructura del suelo al reducir el tamaño de los agregados; actualmente, los métodos de labranza convencional son la mayor causa de pérdida

del suelo y de desertificación en muchos países en desarrollo. La erosión del suelo inducida por la labranza puede llegar a generar pérdidas de suelo de más de 150 t/ha anuales y la erosión del suelo, acelerada por el viento y el agua, es responsable por el 40 por ciento de la degradación universal de la tierra. (p.2)

Según Crovetto (1992, como se cita en Luchsinger et al., 2006), “la labranza de conservación comprende un sistema, concibiendo por ello, la conservación de restos de cosecha sobre el suelo”. “Esto implica la modificación en el medio edáfico y el uso del suelo, prescindiendo de la preparación tradicional, utilizando herramientas especiales y herbicidas adecuados” (Luchsinger et al., 1979, como se cita en Luchsinger et al., 2006), “puesto que la labranza tradicional está representada por la labranza excesiva del suelo y eliminación de los residuos de cosecha” (p.78).

Respecto a los efectos del uso de la labranza convencional y no la branza (Pitty, 1997; Altieri, 1983, como se cita en Rojas, 2001) señalan que:

La labranza convencional es un método usado frecuentemente en varios sistemas de producción, sin embargo, tienen efectos negativos como aumento en la erosión disminución del contenido de materia orgánica y alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como un mayor consumo de combustible y uso de mano de obra. Mientras el sistema de no labranza perturba muy poco el suelo. Esta operación consiste en abrir en el suelo, con máquina o manualmente, un pequeño surco en donde se coloca la semilla. Fuera de esta abertura, el suelo no sufre ninguna alteración y prácticamente la mayor parte del rastrojo de la cosecha anterior queda en la superficie. (pp. 210 - 211)

En relación a las diferencias de cualidades a la destrucción de la estructura entre los tipos de suelo PRONAMACHCS (2004), manifiesta que:

Naturalmente existen diferencias entre distintos tipos de suelo con respecto a la susceptibilidad a la pérdida de estructura. Pero una estructura estable y óptima tanto para el crecimiento de las plantas como para asegurar una buena infiltración de agua, minimizando las pérdidas de suelo por erosión, se logra sólo por procesos biológicos como la formación de humus en el suelo.

El método tradicional de preparación del suelo para los cultivos en los últimos siglos ha sido el laboreo. Las técnicas agrícolas modernas se han desarrollado con

labores más rápidas para cubrir mayores superficies. Estas labores más rápidas y más agresivas actúan pulverizando los agregados del suelo, disgregándolos y deteriorando así la estructura del mismo. El resultado a largo plazo es un suelo degradado con una fuerte compactación debajo de la superficie. (p. 584)

a) Implementación de labranza conservación

En la opinión del PRONAMACHCS (2004) hay dos formas de labranza de conservación: labranza cero y labranza mínima (p. 585). Por su parte Baker et al. (2008) describen dos formas de labranza conservación: labranza cero, labranza mínima o labranza reducida y labranza en fajas (p. 4).

b) Tipos de labranza conservación

Existen los siguientes tipos de labranza conservación:

Labranza mínima en franjas

Este tipo de labranza de conservación, consiste en labrar una franja angosta del suelo, utilizando abresurcos, de tal manera permita colocar las semillas entre una franja de suelo labrado y no labrado (Baker et al., 2008, p. 4). En la opinión de SAGARPA (s.f.), el suelo no se labra hasta el momento de la siembra. Al realizar la siembra, se labra franjas apartadas en el suelo, utilizando herramientas apropiadas para el caso (p. 2). Según el Proyecto LUPE (1987), se fundamenta en laborear el suelo en franjas estrechas de 20 a 30 cm de amplitud, con la finalidad de colocar las semillas, dejando el suelo sin labrar entre los surcos (p. 9). Asimismo, el PRONAMACHCS (2004), señala que se abren surcos de 20 a 30 cm de ancho, manteniendo las curvas a nivel, con la ayuda de algún equipo de nivelación, como: clinómetro, caballete, nivel cho lo A, etc. (p. 591).

Labranza mínima localizada

En este tipo de labranza de conservación, llamada también como labranza reducida, PRONAMACHCS (2004) señala que, se busca minimizar la pérdida de la estructura del suelo, a fin de evitar la erosión hídrica, cuya siembra es directa en el sitio roturado (p. 585). En la opinión de Baker et al. (2008), es un tipo de labranza que se ubica entre cero labranzas y convencional, que consiste en efectuar la labranza al mínimo posible, manteniendo los restos de cosecha como objetivo principal (p. 4). Según PRONAMACHCS (2004), en terrenos inclinados, trazar curvas a nivel, de acuerdo a la distancia que requiere el cultivo, para luego remover el suelo sobre la línea trazada y

efectuar la siembra (p. 585). Según Proyecto LUPE (1987), se debe roturar de 15 a 30 cm de profundidad el suelo, únicamente en el sitio dónde se va colocar la semilla, mientras los espacios adyacentes deben mantenerse intactos (p. 11).

Labranza cero

En este tipo de labranza de conservación, en la opinión de PRONAMACHCS (2004), es un sistema en el cual, la labranza se realiza sobre los residuos de la cosecha anterior, solo para realizar la siembra (p. 585). Baker et al. (2008), señala que, se trata de una siembra en un suelo que no fue labrado previamente (p. 3). Mientras que SAGARPA (s.f.), menciona que, se trata de no laborear el suelo hasta el momento de la siembra. Al momento de efectuar la siembra, se utilizan herramientas que corten los restos de la cosecha anterior, a fin de colocar la semilla en un hoyo no mayor de 7 cm de apertura (p. 2).

c) Funciones y beneficios de labranza de conservación

Existen las siguientes funciones y beneficios de la labranza de conservación.

Funciones

En la opinión de PRONAMACHCS (2004), la labranza de conservación tiene las funciones importantes:

- Minimiza la fractura de los fragmentos de suelo, al evitar el uso de las maquinarias y equipos pesados de preparación de suelo;
- Impide compactar el suelo, así como la conformación de capas pesadas;
- Aumenta la permeabilidad de la humedad en el suelo;
- Disminuye la pérdida de suelo por la erosión hídrica;
- Impide el desgaste de la humedad, por conservar la cobertura vegetal sobre la superficie del suelo;
- Admite que la materia orgánica se recicle;
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo;
- Minimiza la variación y el descubrimiento del suelo. (p. 587)

Beneficios

Según la apreciación de Baker et al. (2008) la labranza de conservación presenta los siguientes beneficios:

- Mejores ingresos económicos por la venta de los productos agrícolas;
- Aumento del contenido de materia orgánica del suelo;
- Mejora de la calidad productiva del suelo;
- Reduce las necesidades de mano de obra;
- Menor costo en el uso de maquinarias agrícolas;
- Mínimo gasto por el uso de los hidrocarburos;
- Mínima escorrentía y mayor disponibilidad del agua para el cultivo;
- Reduce el desgaste del suelo por los factores hídricos y eólicos;
- Aumenta la reserva de elementos nutricionales para los cultivos;
- Mejora el ambiente del ecosistema. (p. 24)

d) Ventajas y desventajas de labranza de conservación

Existen las siguientes ventajas y desventajas de la labranza de conservación.

Ventajas

En la opinión de PRONAMACHCS (2004) la labranza de conservación muestra las siguientes ventajas:

- Impide remover el suelo y reduce el gasto por la preparación de suelo;
- Incrementa la permeabilidad de la humedad en el subsuelo y minimiza la pérdida por evaporación, porque reduce la capilaridad;
- Reduce el requerimiento de mano de obra, ocasionando gastos mínimos y en consecuencia mejores ingresos económicos;
- Minimiza la erosión hídrica por tener mejor estructura de los aglomerados del suelo;
- Genera impacto positivo en el medio ambiente, contribuyendo en la mejora de la diversidad biológica del suelo y en la disminución de la emisión del CO₂ hacia el ambiente;
- Conserva la cubierta natural del suelo, hecho que beneficia en mantener suelos laxos y esponjosos y formar mayor cantidad de materia orgánica. (p. 587)

Desventajas

En la opinión de PRONAMACHCS (2004) la labranza conservacionista muestra las siguientes desventajas:

- Los restos orgánicos acumulados sobre la superficie del suelo pueden favorecer en la aparición de plagas y enfermedades de los cultivos, promoviendo un hábitat apropiado de persistencia, aumento y proliferación de los patógenos, principalmente de las bacterias y fungosas;
- El éxito de la labranza conservacionista está en función de las particularidades de los suelos a labrear y del sistema de control de enfermedades, plagas y maleza. (p. 588)

e) Recomendaciones en la ejecución de labranza de conservación

Al ejecutar las prácticas de labranza de conservación plantear la realización de los surcos a curvas a nivel, que permita cortar la pendiente del terreno, como una operación fundamental para la conservación de los suelos. En cero labranzas, evaluar las carencias nutricionales, especialmente el contenido de fósforo, con la finalidad de enmendar antes de empezar con los trabajos (PRONAMACHCS, 2004, p. 593).

1.2.3. Cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.)

a) Origen e historia del cultivo

Casseres (1980), citado por Rondinel (2014) menciona “que no se ha definitivo el verdadero centro de origen de “arveja”, posiblemente fue en Europa y en Asia Occidental, sin embargo, es una hortaliza muy antigua que data de la edad de piedra” (p. 9). Mientras Cubero (1988), citado por Rondinel (2014) nomina que el centro de origen de arveja es el próximo oriente (Mediterráneo), porque sólo en esa zona existen especie silvestre, que a partir de la cual se obtuvo la cultivada, asimismo revela de las evidencias arqueológicas de domesticación de hace diez mil años, por aquellas poblaciones que ocuparon la región. El país representa un importante centro de dispersión del cultivo (p. 9). También Gordon (1984), citado por Rondinel (2014) señala “que probablemente se originaron en Europa. En el continente americano las arvejas fueron traídas por los europeos, principalmente por los españoles durante las primeras etapas del proceso de colonización” (p. 10).

Para el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA, 2001) la arveja es introducida en el Perú, por los españoles desde la colonia; presentan amplia adaptación en la costa y sierra, cultivándose en un área aproximada de 17 000 ha. Mayormente se produce en los departamentos de Junín, Cajamarca, Ancash, Huancavelica, Ayacucho,

Amazonas, con rendimientos de 2 500 kg ha⁻¹ de grano verde, mientras que en costa se obtiene 4 000 kg ha⁻¹ (p. 1).

Según Gordon (1984), citado por Rondinel (2014) las áreas más importantes en el Perú respecto al cultivo de arveja, están circunscritas en la sierra, entre los 1 600 a 3 000 msnm. En el norte se cultiva principalmente en las provincias de Cajamarca, La Libertad y Ancash. En el centro en las provincias de Tarma, Jauja, Huancayo, Huánuco, Huancavelica y Ayacucho. En el sur en Paucartambo, Paruro y en las provincias del departamento de Arequipa (p. 10).

b) Clasificación taxonómica del cultivo

Según Cronquist (1981, como se cita en Antonio, 2018) el cultivo de arveja tiene la siguiente clasificación taxonómica (p. 7):

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub Clase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabacea
Subfamilia	: Faboideae
Tribu	: Fabeae
Género	: <i>Pisum</i>
Especie	: <i>Pisum sativum</i> L.
N. común	: Arveja, guisante, chicharos, etc.
2n	: 14

c) Importancia del cultivo

Según Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIA, 2004) es un cultivar de muy buena aclimatación y distribución en las regiones de la sierra del Perú, y requerida debido al gran valor nutricional que posee, porque principalmente contiene lisina y triptófano, asimismo fósforo, hierro, calcio y vitaminas. Con mucha frecuencia se consume en grano seco y en verde.

La mayor área sembrada se encuentra en las regiones de Cajamarca con 10 245 ha, Junín con 4 028 ha y Huancavelica con 452 ha, generalmente empleando cultivares criollos de largo período vegetativo y de menor capacidad productiva ($3\ 285\ \text{kg ha}^{-1}$) en vaina verde. Los ensayos del Instituto Nacional de Investigación Agraria-INIA, fueron orientados en el cultivo de arveja, principalmente en investigar variedades de mejor aclimatación, mayores rendimientos con gran dimensión de grano y vaina, característica preferida por los agricultores y compradores. Cuyos ensayos se vienen desarrollándose desde el año 1988, han conllevado a la selección del nuevos cultivares, caracterizado porque se adapta mejor a la diversidad de situaciones climáticas de las regiones del Perú, especialmente en la región central, con rendimientos excelentes frente a los cultivares locales y criollas; con ciclo vegetativo corto; dimensión de grano y vaina uniforme; cualidades que influyen en mejorar los precios en beneficio del agricultor (p. 1).

d) Instalación y conducción del cultivo

Respecto a la instalación, manejo agronómico de la arveja, el INIA (2004) señala que se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Temporada de siembra. La temporada de siembra apropiada son los meses de setiembre a diciembre.

Clima. El cultivo arveja necesita clima templado con temperatura promedio de 15 a 18 °C, con máximas de 21 a 24 °C, y mínimas de 7 °C.

Suelo. Requiere de suelo livianos (franco-arenoso) con suficiente cantidad de material orgánico y drenaje apropiado. El cultivo soporta un suelo tenuemente ácido con pH entre 5.5 a 6.5, sin embargo, es demasiado sensible a las sales.

Forma de siembra. Siembra en monocultivo de preferencia utilizando tutor, porque el tutorado influye en mejorar la productividad y el atributo de vaina y grano.

Densidad de siembra. Para la siembra se requiere $70\ \text{kg ha}^{-1}$, semilla certificada a fin de conseguir una adecuada población de plantas. Las semillas se colocan a 5.0 cm de profundidad del suelo, depositándolas a chorro continuo en el fondo del hoyo o surco, utilizando un distanciamiento entre surcos de 0.80 m.

Abonamiento. Aportar $10\ \text{t ha}^{-1}$ de abono orgánico, al momento de preparación del terreno, con la finalidad de reparar la fertilidad del suelo.

Antes de la siembra, se recomienda calcular la cantidad de abonos a emplear a través del análisis químico del suelo. Según los ensayos se recomienda el nivel de

abonamiento de 40-80-60 de N-P₂O₅-K₂O. La aplicación se realiza al momento de la siembra, utilizando el 50% del N y todo el P-K; y la otra mitad de nitrógeno al momento del aporque.

Control de malezas. Se debe efectuar cuando las plantas alcancen un tamaño de 10 a 15 cm de altura, realizando en forma anual empleando herramientas manuales como picos o aplicando herbicida pre emergente Metribuzin 70% a una dosis de 0.30 kg ha⁻¹.

Aporque. Se recomiendan efectuar pasado los 30 días de la siembra, con el propósito de obtener mejor estabilidad de las plantas, asimismo con esta operación se elimina la mala hierba y se oxigena el área circundante del sistema radicular.

Riego. Es importante conducir el campo de cultivo con humedad a capacidad de campo, a fin de obtener una germinación óptima, buen establecimiento y desarrollo de las plantas. La demasía humedad puede causar pudrición radicular de las plantas. Mientras la sequía provoca la marchitez de la planta.

Cosecha. El recojo de vaina en verde se efectúa con la mano; iniciándose aproximadamente a partir de los 60 a 80 días después de la siembra, dependiendo del clima y variedad. Mientras para consumo en grano seco, se efectúa cegando las plantas al nivel del suelo, cuando las plantas se encuentren secas. (p. 2)

e) Rendimiento del cultivo

Rodríguez y Maribona (1993, como se cita en Rondinel, 2014) asevera que en el cultivo de arveja, “el componente de rendimiento más afectado por la sequía, es el número de vainas por unidad de área, ocasionado por la pérdida de número de yemas florales y por los abortos en el desarrollo del fruto y la semilla” (p. 36).

Cubero (1988, como se cita en Rondinel, 2014) señala que “los rendimientos de vaina en verde, pueden alcanzar hasta 8 000 a 10 000 kg ha⁻¹ en variedades de enrame y de 3 500 a 5 000 kg ha⁻¹ en variedades enanas. En los cultivares de semi-enrame puede sobrepasar los 12 000 a 15 000 kg ha⁻¹” (p. 37).

f) Características del cultivar Usui

Para el INIA (2001, p.2) las principales características de arveja variedad Usui:

Vaina verde:

- ✓ Color : Vaina verde
- ✓ Forma : Achatada
- ✓ Tamaño : 8.5 cm
- ✓ Número de granos : 6 - 8
- ✓ Peso : 7.7 g

Grano seco:

- ✓ Color : Amarillo cremoso con hilium negro
- ✓ Peso de 100 semillas : 38 – 40 g

Ciclo vegetativo:

- ✓ Para grano verde : 90 días
- ✓ Para grano seco : 140 días

Productividad:

- ✓ Vaina verde : 13.0 t ha⁻¹ (con tutor)
: 6.0 t ha⁻¹ (sin tutor)
- ✓ Semilla seca : 2.0 a 3.0 t ha⁻¹ (con tutor)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. Ubicación política y geográfica

El trabajo de investigación se desarrolló en un terreno agrícola de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga - UNSCH, ubicado en la Ciudad Universitaria (Módulos), distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, situada a una altitud de 2 792 m, 13.143888 Latitud Sur 74.221388 Longitud Oeste. Los resultados fueron procesados en el Laboratorio de Agroforestería y Ambiente de la Escuela Profesional de Agronomía.

2.1.2. Características ecológicas del lugar de investigación

El lugar del ensayo, ubicado dentro de la Ciudad Universitaria de la UNSCH, según la clasificación de las zonas de vida propuesta por Holdridge (1987), corresponde a una estepa espinosa – Montano Bajo Subtropical (ee-MBS), caracterizado por la presencia de un clima semiárido con una vegetación de matorrales espinosos (huarango, opuntias, cabuyas, etc.) y árboles como el molle.

2.1.3. Características climáticas del lugar de investigación

El clima es de templado a frío por la variabilidad de temperaturas, como se observa en la tabla 2.1, con un promedio de temperatura máxima de 24.4 °C, temperatura mínima 9.9 °C y temperatura media de 17.2 °C, y una precipitación total anual de 551.50 mm. Presenta dos épocas muy marcadas, una lluviosa que inicia con escasa precipitación en el mes de setiembre 2020, incrementándose ligeramente entre los meses de diciembre a marzo de 2021, alcanzando la máxima precipitación del año en el mes de abril y con un fuerte descenso en el mes de mayo. Según la figura 2.1 del Balance hídrico, existe déficit de agua a partir del mes de junio a noviembre de 2020 y con disponibilidad de agua desde

el mes de diciembre de 2020 a marzo de 2021 y con muestra de exceso en el mes abril 2021, y nuevo déficit a partir del mes de mayo.

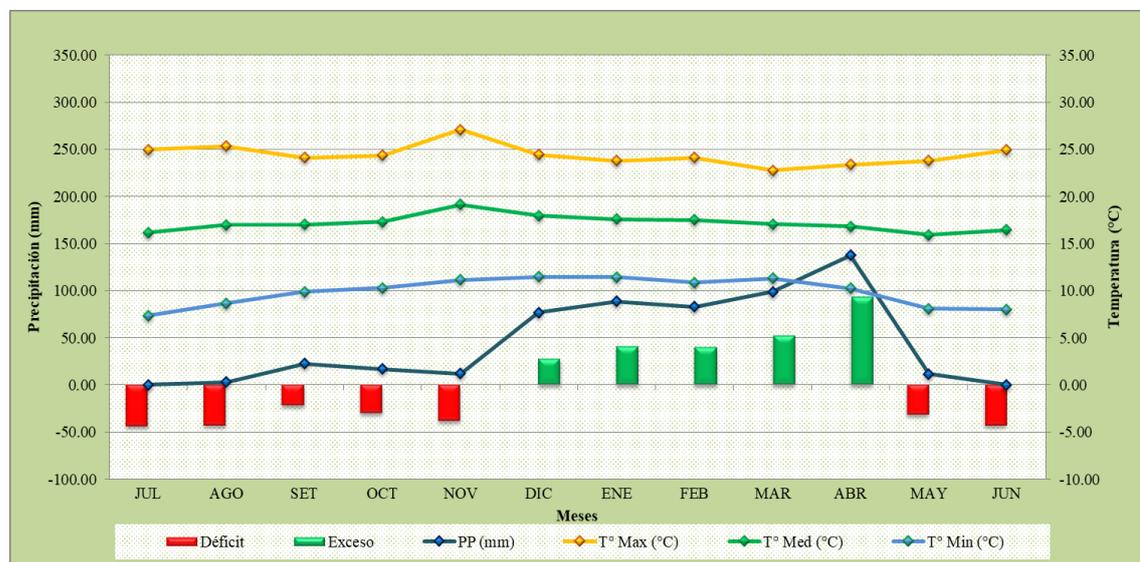
Tabla 2.1

Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico de la Estación Meteorológica INIA – Canaán Ayacucho, 2020-2021

DESCRIPCIÓN	BALANCE HÍDRICO DE DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE INIA -CANAÁN 2020-2021													
	AÑO 2020						AÑO 2021						TOTAL ANUAL	PROM ANUAL
MESES	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN		
T° Máxima (°C)	24.97	25.36	24.13	24.36	27.11	24.44	23.81	24.12	22.76	23.38	23.78	24.92		24.4
T° Mínima (°C)	7.34	8.65	9.89	10.3	11.17	11.47	11.42	10.87	11.33	10.27	8.08	8.03		9.9
T° Media (°C)	16.15	17	17.01	17.33	19.14	17.95	17.61	17.5	17.05	16.83	15.93	16.47		17.2
Factor	4.96	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96	4.48	4.96	4.8	4.96	4.8		
ETo(mm)	80.104	84.320	81.648	85.957	91.872	89.032	87.346	78.400	84.568	80.784	79.013	79.056	1,002.10	83.5
Precipitación (mm)	0.000	3.000	22.600	16.900	12.200	76.700	88.800	82.900	98.900	137.700	11.800	0.000	551.50	
ETo Ajust. (mm)	44.085	46.405	44.935	47.306	50.561	48.998	48.070	43.147	46.542	44.459	43.484	43.508		
H del suelo (mm)	-44.08	-43.41	-22.33	-30.41	-38.36	27.70	40.73	39.75	52.36	93.24	-31.68	-43.51		
Déficit (mm)	-44.085	-43.405	-22.335	-30.406	-38.361	---	---	---	---	---	-31.684	-43.508		
Exceso (mm)	---	---	---	---	---	27.702	40.730	39.753	52.358	93.241	---	---		

Figura 2.1

Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico de la Estación Meteorológica INIA – Canaán Ayacucho, 2020-2021



2.2. MATERIALES E EQUIPOS

2.2.1. Antecedentes del terreno

En el terreno destinado para el presente ensayo, en la campaña anterior se condujo trabajo de investigación utilizando cobertura muerta y labranza de conservación en la producción del cultivo de arveja.

2.2.2. Análisis del suelo

Tabla 2.2

Análisis de caracterización del suelo de “Pampa del Arco”, Ayacucho

Análisis mecánico (%)	Arena	50.1
	Limo	32.3
	Arcilla	17.6
Clase textural		Fr
pH (H₂O)		8.18
C.E. (dS/m)		0.85
CaCO₃ (%)		2.5
M.O. (%)		1.62
Nt (%)		0.08
Elementos disponibles (ppm)	P	6.2
	K	184.7
Cationes cambiabiles (Cmol(+)/kg)	Ca⁺⁺	11.4
	Mg⁺⁺	4.08
	K⁺	0.94
	Na⁺	1.12
	Al⁺³	0.0
	H⁺	0.0
CIC (Cmol(+)/kg)		32.4

Fuente: Programa de Investigación en Pastos y Ganadería “Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar”

Fr. Franco.

Según la tabla 2.2, el suelo de “Pampa del Arco” lugar del ensayo, corresponde a un suelo franco, pH fuertemente alcalino, salinidad muy ligera, contenido de carbonato de calcio medio, materia orgánica baja, fósforo disponible bajo, potasio disponible muy alto y capacidad de intercambio catiónico alto (Palomino et al., 2019).

2.2.3. Material de cultivo en estudio

La semilla de arveja variedad Usui, es procedente de los campos de cultivo de Huamanguilla, distrito del mismo nombre, provincia de Huamanga.

2.2.4. Factores de estudio

Los factores considerados en el presente ensayo se detallan a continuación:

a) Prácticas de labranza de conservación

Indicadores:

- ✓ Labranza cero
- ✓ Labranza mínima

b) Aplicación de bacteria de género *Rhizobium*

Indicadores:

- ✓ Sin *Rhizobium*
- ✓ Con *Rhizobium*

2.2.5. Tratamientos

De la combinación de los factores en estudio, se tiene los siguientes tratamientos:

Tabla 2.3

Tratamientos del experimento

Nº	Tratamientos	Descripción
1	T1 = 10 x r0	Labranza cero x sin <i>Rhizobium</i>
2	T2 = 10 x r1	Labranza cero x con <i>Rhizobium</i>
3	T3 = 11 x r0	Labranza mínima x sin <i>Rhizobium</i>
4	T4 = 11 x r1	Labranza mínima x con <i>Rhizobium</i>

2.2.6. Distribución del campo experimental

En la figura 2.2 se muestra el esquema de distribución al azar de las unidades experimentales en el campo experimental:

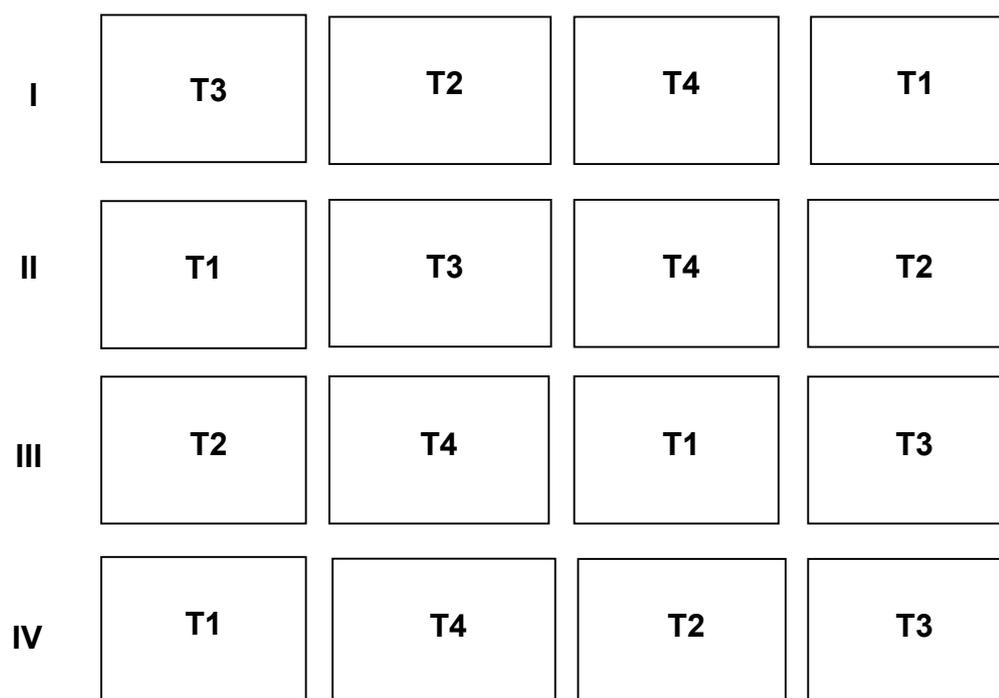
El campo experimental tiene las siguientes características:

Largo de la parcela	: 3.00 m
Ancho de la parcela	: 1.80 m
Área de la parcela	: 5.40 m ²
Ancho del surco	: 0.80 m
Orientación del surco	: Surco horizontal
Forma de siembra	: Chorro continuo
Número de surcos por parcela	: 3,0 surcos
Número de surcos a evaluar	: Surco central
Número de bloques	: 4 bloques

Número de parcelas (U. E.) : 16
 Ancho de la calle entre bloques : 1.00 m
 Ancho del campo experimental : 10.2 m
 Lago del campo experimental : 12.0 m
 Área total del campo experimental : 122.4 m²

Figura 2.2

Esquema de campo experimental



2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el trabajo de investigación, se utilizó Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2L*2R (2 tipos de labranza de conservación por 2 formas de aplicación de *Rhizobium*) con cuatro repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + P_j + (\alpha P)_{ij} + \epsilon_{ijk};$$

Donde;

Y_{ijk} : Observación del i-ésimo nivel del factor labranza de conservación, j-ésimo nivel del factor *Rhizobium* y k-ésimo bloque

μ : Promedio general

β_k	: Efecto del k-ésimo bloque
α_i	: Efecto del i-ésimo nivel del factor labranza de conservación
P_j	: Efecto del j-ésimo nivel del factor <i>Rhizobium</i>
$(\alpha P)_{ij}$: Efecto de la interacción labranza de conservación por <i>Rhizobium</i>
ε_{ijk}	: Error experimental en el i-ésimo nivel del factor labranza de conservación, j-ésimo nivel del factor <i>Rhizobium</i> y k-ésimo bloque

2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con los resultados obtenidos, utilizando el InfoStat, se efectuó el análisis de variancia (ANVA) y su correspondiente prueba de contraste de Tukey, con nivel de significación $p \leq 0,05$.

2.5. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

En la conducción del presente trabajo de investigación, se ha considerado las diversas labores agronómicas, las mismas fueron aplicadas durante las diferentes etapas de proceso y fenológicas de cultivo en estudio, tales como preparación de terreno, tratamiento de la semilla (inoculación), fertilización, siembra, riego, deshierbe, control de plagas y enfermedades.

2.5.1. Instalación del experimento

a) Actividad preliminar

Consistió en limpiar las áreas propuestas para la instalación del trabajo de investigación, eliminando las plantas herbáceas y retirando los objetos extraños que obstaculicen la demarcación y preparación del terreno a utilizar en el experimento.

b) Demarcación de campo experimental

Se realizó empleando cordel, wincha, yeso y estacas, según el diseño del experimento, demarcando los bloques, parcelas y calles.

c) Preparación del terreno

Se efectuó el 18 de enero de 2021, habilitando los surcos con la ayuda de un pico, según los tipos de labranza en estudio. En cada unidad experimental se dispuso de tres surcos con una separación de 0.8 m entre ellos y un distanciamiento de 3.0 m de largo.

c.1. Labranza cero. Consiste en abrir una estrecha franja en el suelo, solo con la finalidad de colocar las semillas en el fondo del surcado, de modo que el suelo entre las franjas surcadas permanezca sin perturbar.

c.2. Labranza mínima. Consiste primero en labrar y voltear una franja del suelo y luego abrir el surco con la finalidad de colocar la semilla en el fondo del surcado, de modo que el suelo entre las franjas surcadas permanezca sin perturbar.

d) Inoculación

Consistió en preparar una solución azucarada al 10% (100 g de azúcar por litro de agua), sobre esta solución, se vertió *Rhizobium* para cultivo de arveja, proveniente del proyecto de fortalecimiento de laboratorio de Rhizobiología de la UNSCH, luego se mezcló hasta formar una suspensión del inoculante. Una vez obtenida la suspensión del producto, se añadió las semillas de arveja para luego remover y mezclar con la mano hasta cubrir la superficie de la semilla con la suspensión del inoculante. Finalmente se oreó bajo sombra durante 15 minutos, dejando listo para la siembra.

e) Siembra

Se llevó a cabo el mismo día 18 de enero de 2021, actividad que consistió en depositar las semillas en el fondo del surco, según los tipos de labranza en estudio. Se utilizó una densidad de siembra de 60 kg. ha⁻¹, a chorro continuo, con una distancia de 0.8 m entre surco. (Pinillos, 2004, p. 13)

c) Fertilización

En el trabajo de investigación, no se aplicó fertilizante mineral, a pesar de baja disponibilidad de fósforo en el suelo, porque el propósito del trabajo es demostrar la influencia del *Rhizobium* y la labranza, bajo las condiciones naturales del suelo.

2.5.2. Conducción del experimento

Consistió en realizar diversas labores agronómicas complementarias durante el ciclo vegetativo del cultivo.

a) Riego

Al margen de que el trabajo de investigación se instaló en temporada de lluvia, en el periodo prolongado de ausencia de las lluvias, fue necesario suministrar agua, mediante el riego por goteo.

b) Deshierbe

Según la presencia de malezas en el cultivo, se realizó el deshierbe en forma manual, hasta antes del inicio de la floración.

c) Control fitosanitario

Tomando en cuenta la presencia exagerada de langosta en estado de “mosquilla”, se utilizó el producto Cyperklin 25, en una dosis de 15 ml por mochila de 20 L, aplicando en dos oportunidades entre los meses de febrero y marzo.

d) Cosecha y recolección de datos

Se realizó a la madurez de cosecha de vaina en verde, efectuándose el 28 de abril de 2021. A partir de la presente cosecha se obtuvo los datos de acuerdo a los parámetros evaluados.

2.6. VARIABLES EVALUADAS

La evaluación de las variables en estudio, se efectuó al momento y posterior de la cosecha, es decir a la madurez de cosecha de vaina en verde, recolectando la información a nivel del surco central de cada unidad experimental.

2.6.1. Altura de la planta (cm)

Para obtener la información del tamaño de la planta, utilizando el flexómetro se efectuó la medición de todas las plantas, a nivel del surco central de cada unidad experimental, cuyos resultados son expresados en centímetros (cm).

2.6.2. Número de vainas por planta (N° vainas/planta)

Para obtener dicha información, se contabilizaron la cantidad de vainas que poseen cada planta, a nivel del surco central de cada unidad experimental, cuyos resultados son expresados en número de vainas por planta (N° de vainas planta⁻¹).

2.6.3. Longitud de vaina en verde (cm)

Para obtener la información de la longitud de vainas de arveja en verde, una vez cosechada las vainas (fruto), a nivel del surco central de cada unidad experimental, utilizando una regla graduada se efectuó las medidas correspondientes, cuyos resultados son expresados en centímetros (cm).

2.6.4. Número de semillas por vaina (N° semillas/vaina)

Para obtener la información de número de semillas por vaina, cosechada las vainas (fruto), a nivel del surco central de cada unidad experimental, luego de extraer los granos de semilla por vaina, independientemente se contabilizaron la cantidad de semillas que posee cada vaina, cuyos resultados son expresados en número de semillas por vaina (N° de semillas/vaina).

2.6.5. Rendimiento de vaina en verde (kg ha⁻¹)

Para obtener el rendimiento de vaina en verde, cosechada las vainas, a nivel del surco central de cada unidad experimental, utilizando una balanza analítica se controló los pesos, cuyos resultados son expresados en kilogramos por hectárea (kg ha⁻¹).

2.6.6. Materia seca de vaina en verde (%)

A la madurez de cosecha para consumo en verde, lograda la muestra, a nivel del surco central de cada unidad experimental, se obtiene una sub muestra de 100 gramos de peso fresco de grano, luego de picar la sub muestra, ésta fue colocada a una estufa con temperatura de 60° C, por un espacio de tiempo de 48 horas, hasta lograr un peso constante en gramos. El porcentaje de materia seca se obtiene utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$MS = \frac{PS}{PF} \times 100$$

Donde;

MS = Materia seca

PS = Peso seco del grano a la madurez comercial en verde en laboratorio.

PF = Peso fresco del grano a la madurez comercial en verde en campo.

2.6.7. Índice de cosecha en vaina (%)

A la madurez de cosecha para consumo en verde, cosechada las plantas, a nivel del surco central de cada unidad experimental. Luego de obtener el rendimiento biológico, es decir el peso fresco de la planta (follaje + vaina) y el rendimiento agronómico (peso fresco de vaina), utilizando la siguiente fórmula matemática se efectuó el cálculo del índice de cosecha (%):

$$IC = \frac{RA}{RB} \times 100$$

Donde;

IC = Índice de cosecha

RA = Rendimiento agronómico, peso de vaina en verde
(peso del producto comercial)

RB = Rendimiento biológico, peso de la planta total en verde
(peso del follaje + vaina)

2.7. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Cómo el uso de *Rhizobium* responde en el rendimiento de arveja en verde?
2. ¿Cómo las prácticas de labranza de conservación responden en el rendimiento de arveja en verde?

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ALTURA DE PLANTA (cm)

Tabla 3.1

ANVA para la altura de la planta de arveja (Pisum sativum L.), por influencia de Rhizobium y labranza de conservación. Ayacucho, 2021

F. V.	GL	SC	CM	Fc	p-Valor
Bloque	3	8885.8650	2961.9550	19.1110	0.0003 **
Labranza	1	210.2500	210.2500	1.3566	0.2741 ns
<i>Rhizobium</i>	1	1059.5025	1059.5025	6.8361	0.0281 *
Lab * <i>Rhiz</i>	1	39.0625	39.0625	0.2520	0.6277 ns
Error	9	1384.8800	154.9867		
Total	15	1589.5600			

C.V. 9.63%

Promedio: 129.25 cm

Según la tabla 3.1, el ANVA para la altura de la planta, demuestra significación estadística para el *Rhizobium*, no habiendo diferencias estadísticas para la demás fuente de variación ($p \leq 0.05$). El coeficiente de variabilidad de 9.63% expresa un buen nivel de grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y regularidad del experimento, vale decir, que los resultados de la investigación no están alejados del promedio, manifestando para el presente trabajo de investigación de 129.25 cm de altura de planta.

Tabla 3.2

Prueba de Tukey para altura de planta por influencia del Rhizobium

<i>Rhizobium</i>	N	Altura de planta	Tukey 0.05
Con <i>Rhizobium</i>	2	137.39	a
Sin <i>Rhizobium</i>	2	121.11	b

DMS = ALS (T)= 14.08

Efectuado la prueba de contraste Tukey para la influencia del *Rhizobium*, tabla 3.2, demuestra que la inoculación con el microorganismo *Rhizobium*, estadísticamente tiene mejor respuesta en relación a la sin aplicación de la bacteria con 137.39 cm de altura de planta frente a 121.11 cm.

Respecto a la altura de planta de planta de arveja, el promedio de 129.25 cm de altura encontrado en el presente trabajo, resulta ser ligeramente inferior a 148.63 cm de tamaño de planta reportado por Gálvez (2021), para la misma variedad Usui.

3.2. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA

Tabla 3.3

ANVA para el número de vainas por planta de arveja (*Pisum sativum L.*), por influencia de *Rhizobium* y labranza de conservación. Ayacucho, 2021

F. V.	GL	SC	CM	Fc	p-Valor
Bloque	3	74.2719	24.7573	12.9615	0.0013 **
Labranza	1	9.1506	9.1506	4.7907	0.0564 ns
<i>Rhizobium</i>	1	10.4006	10.4006	5.4452	0.0445 *
Lab * <i>Rhiz</i>	1	0.0006	0.0006	0.0003	0.9860 ns
Error	9	17.1906	1.9101		
Total	15	111.0144			

C.V. 17.56%

Promedio: 7.87 vainas

Según la tabla 3.3, el ANVA para el número de vainas por planta, demuestra significación estadística para el *Rhizobium*, no habiendo diferencias estadísticas para las demás fuentes de variación ($p \leq 0.05$). El coeficiente de variabilidad de 17.56% expresa un buen nivel de grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y regularidad del experimento, vale decir, que los resultados de la investigación no están alejados del promedio, manifestando para el presente trabajo de investigación de 7.87 vainas por planta.

Tabla 3.4*Prueba de Tukey para número de vainas por planta por influencia del Rhizobium*

Rhizobium	N	Número de vainas por planta	Tukey 0.05
Con <i>Rhizobium</i>	2	8.68	a
Sin <i>Rhizobium</i>	2	7.06	b

DMS = ALS (T)= 1.56

Realizado la prueba de contraste Tukey para la influencia del *Rhizobium*, tabla 3.4, demuestra que la inoculación con el microorganismo *Rhizobium*, estadísticamente tiene mejor respuesta en relación a la sin aplicación de la bacteria con 8.68 vainas por planta frente a 7.06 frutos.

Tabla 3.5*Prueba de Tukey para número de vainas por planta de los tratamientos (labranza * Rhizobium)*

	Tratamientos	Número de vainas por planta	Tukey 0.05	
T4	Labranza mínima * con <i>Rhizobium</i>	9.43	a	
T2	Labranza cero * con <i>Rhizobium</i>	7.93	a	b
T3	Labranza mínima * sin <i>Rhizobium</i>	7.83	a	b
T1	Labranza cero * sin <i>Rhizobium</i>	6.30		b

DMS = ALS (T)= 1.56

Mientras la tabla 3.5 de la prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos de labranza por *Rhizobium*, la combinación de la labranza mínima por con *Rhizobium* (T4), estadísticamente tiene mejor respuesta frente a las demás interacciones, con 9.43 frutos, siendo similares la combinación de la labranza cero por con *Rhizobium* (T2) y la labranza mínima por sin *Rhizobium* (T3), con 7.93 y 7.83 frutos, respectivamente, y finalmente la labranza cero por sin *Rhizobium* (T1), estadísticamente tiene la menor respuesta en relación a los demás, con 6.30 vainas por planta.

En relación al número de vainas por planta, el promedio de 7.87 reportado en el presente ensayo, resulta ser inferior al resultado reportado por Quispe (2018) con 24.67 y Ochoa (2012) con 24.3 vainas por planta para la variedad Ep-326 y ligeramente superior a 7.42 vainas por planta reportado por Gálvez (2021) y a 5.86 vainas por planta Gálvez (2016), para la misma variedad Usui.

3.3. LONGITUD DE VAINA (cm)

Tabla 3.6

ANVA para la longitud de vaina de arveja (*Pisum sativum L.*), por influencia de *Rhizobium* y labranza de conservación. Ayacucho, 2021

F. V.	GL	SC	CM	Fc	p-Valor
Bloque	3	0.5874	0.1958	21.9160	0.0002 **
Labranza	1	0.0110	0.0110	1.2341	0.2954 ns
<i>Rhizobium</i>	1	0.1560	0.1560	17.4655	0.0024 **
Lab * <i>Rhiz</i>	1	0.0009	0.0009	0.1007	0.7582 ns
Error	9	0.0804	0.0089		
Total	15	0.8357			

C.V. 1.39%

Promedio: 6.80 cm

Según la tabla 3.6, el ANVA para la longitud de vaina, demuestra alta significación estadística para el *Rhizobium*, no habiendo diferencias estadísticas para las demás fuente de variación ($p \leq 0.05$), El coeficiente de variabilidad de 1.39% expresa un buen nivel de grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y regularidad del experimento, vale decir, que los resultados de la investigación no están alejados del promedio, manifestando para el presente trabajo de investigación de 6.80 cm de longitud de vaina.

Tabla 3.7

Prueba de Tukey para longitud de vainas por influencia del *Rhizobium*

<i>Rhizobium</i>	N	Longitud de vaina (cm)	Tukey 0,05
Con <i>Rhizobium</i>	2	6.90	a
Sin <i>Rhizobium</i>	2	6.70	b

DMS = ALS (T)= 0.106

Realizado la prueba de contraste Tukey para la influencia del *Rhizobium*, tabla 3.7, demuestra que la inoculación con el microorganismo *Rhizobium*, estadísticamente tiene mejor respuesta en relación a la sin aplicación de la bacteria con 6.90 cm de longitud frente a 6.70 cm de tamaño.

Tabla 3.8*Prueba de Tukey para longitud de vainas de los tratamientos (labranza * Rhizobium)*

	Tratamientos	Longitud de vaina (cm)	Tukey 0.05
T4	Labranza mínima * con <i>Rhizobium</i>	6.93	a
T2	Labranza cero * con <i>Rhizobium</i>	6.86	a b
T3	Labranza mínima * sin <i>Rhizobium</i>	6.72	b
T1	Labranza cero * sin <i>Rhizobium</i>	6.68	b

DMS = ALS (T)= 0.106

Mientras la tabla 3.8 prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos de labranza por *Rhizobium*, donde las combinaciones de la labranza mínima por con *Rhizobium* (T4), y la labranza cero por con *Rhizobium* (T2), estadísticamente tienen mejores respuestas frente a las demás interacciones, con 6.93 y 6.86 cm, respectivamente, sin embargo, la combinación de la labranza mínima por sin *Rhizobium* (T3) y la labranza cero por sin *Rhizobium* (T1), estadísticamente son similares y tienen menor respuesta en relación al resto, con 6.72 y 6.68 cm de longitud de vaina, respectivamente.

Respecto a la longitud de vaina, el promedio de 6.80 cm obtenido en la presente investigación, resulta ser ligeramente inferior a 7.07 cm logrado por Gálvez (2021), a 7.30 cm Gálvez (2016) y a 8.79 cm Quispe (2018), para la misma variedad Usui.

3.4. NÚMERO DE SEMILLAS POR VAINA

Tabla 3.9*ANVA para el número de semillas por vaina de arveja (*Pisum sativum* L.), por influencia de *Rhizobium* y labranza de conservación, Ayacucho, 2021*

F, V,	GL	SC	CM	Fc	p-Valor
Bloque	3	4.3513	1.4504	47.6849	0.0001 **
Labranza	1	0.2025	0.2025	6.6575	0.0297 *
<i>Rhizobium</i>	1	0.2025	0.2025	6.6575	0.0297 *
Lab * <i>Rhiz</i>	1	0.0025	0.0025	0.0822	0.7808 ns
Error	9	0.2738	0.0304		
Total	15	5.0325			

C.V. 3.70%

Promedio: 4.71 semillas

Tabla 3.10*Prueba de Tukey para número de semillas por vaina por efecto del tipo de labranza*

Tipos de labranza	N	Número de semilla por vaina	Tukey 0.05
Labranza mínima	2	4.83	a
Labranza cero	2	4.60	b

DMS = ALS (T)= 0.197

Según la tabla 3.9, el ANVA para número de semillas por vaina, demuestra significación estadística para el tipo de labranza y el *Rhizobium*, no habiendo diferencias estadísticas para la interacción de labranza por *Rhizobium* ($p \leq 0.05$), El coeficiente de variabilidad de 3.70% expresa un buen nivel de grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y regularidad del experimento, vale decir, que los resultados de la investigación no están alejados del promedio, manifestando para el presente trabajo de investigación de 4.71 semillas por vaina.

Efectuado la prueba de contraste Tukey para los tipos de labranza, tabla 3.10, estadísticamente la labranza mínima tiene mejor efecto que la labranza cero, con 4.83 semillas, en relación a 4.60 semillas por vaina.

Tabla 3.11*Prueba de Tukey para número de semillas por vaina por influencia del Rhizobium*

<i>Rhizobium</i>	N	Número de semilla por vaina	T Tukey 0.05
Con <i>Rhizobium</i>	2	4.83	a
Sin <i>Rhizobium</i>	2	4.60	b

DMS = ALS (T)= 0.197

Asimismo, la tabla 3.11 expresa, que la inoculación con el microorganismo *Rhizobium*, estadísticamente tiene mejor respuesta en relación a la sin aplicación de la bacteria, con 4.83 semillas por vaina frente a 4.60 semillas.

Tabla 3.12

*Prueba de Tukey para número de semilla por vaina de los tratamientos (labranza * Rhizobium)*

	Tratamientos	Número de semilla por vaina	Tukey 0.05
T4	Labranza mínima * con <i>Rhizobium</i>	4.95	a
T2	Labranza cero * con <i>Rhizobium</i>	4.70	a b
T3	Labranza mínima * sin <i>Rhizobium</i>	4.70	a b
T1	Labranza cero * sin <i>Rhizobium</i>	4.50	b

DMS = ALS (T)= 0.197

Según la tabla 3.12, prueba de Tukey para el efecto de los tratamientos de labranza por *Rhizobium*, la combinación de la labranza mínima por con *Rhizobium* (T4), estadísticamente tiene mejor respuesta frente a las demás combinaciones, con 4.95 semillas, siendo similares la combinación de la labranza cero por con *Rhizobium* (T2) y la labranza mínima por sin *Rhizobium* (T3), con 4.70 semillas para ambos tratamientos, y finalmente la labranza cero por sin *Rhizobium* (T1), estadísticamente tiene menor respuesta en relación a los demás, con 4.50 semillas por vaina.

Con relación al número de semillas por vaina, el promedio de 4.71 semillas obtenido en el presente ensayo, resulta ser ligeramente inferior a 5.22 semillas reportado por Gálvez (2021), a 5.86 semillas Gálvez (2016) y a 6.92 semillas por vaina Quispe (2018), para la misma variedad Usui.

3.5. RENDIMIENTO DE VAINA EN VERDE (kg ha⁻¹)

Tabla 3.13

ANVA para el rendimiento de vaina en verde de arveja (Pisum sativum L.), por influencia de Rhizobium y labranza de conservación, Ayacucho, 2021

F, V,	GL	SC	CM	F	p-Valor
Bloque	3	44883645.955	14961215.3185	53.4560	0.0001 **
Labranza	1	308955.3264	308955.3264	1.1039	0.3208 ns
<i>Rhizobium</i>	1	2758364.5931	2758364.5931	9.8556	0.0119 *
Lab * <i>Rhiz</i>	1	3700.5931	3700.5931	0.0132	0.9110 ns
Error	9	2518910.3626	279878.9292		
Total	15	50473576.8307			

C.V. 14.00%

Promedio: 3 778.75 kg

Según la tabla 3.13, el ANVA para el rendimiento de vaina en verde, demuestra significación estadística para el *Rhizobium*, no habiendo diferencias estadísticas para las demás fuente de variación ($p \leq 0.05$), El coeficiente de variabilidad de 14.00% expresa un buen nivel de grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y regularidad del experimento, vale decir, que los resultados de la investigación no están alejados del promedio, manifestando para el presente trabajo de investigación un promedio de 3 778.75 kg ha⁻¹ de vaina en verde.

Tabla 3.14

Prueba de Tukey para rendimiento de vaina en verde por influencia del Rhizobium

<i>Rhizobium</i>	N	Rendimiento de vaina en verde (kg ha ⁻¹)	T Tukey 0.05
Con <i>Rhizobium</i>	2	4 193.96	a
Sin <i>Rhizobium</i>	2	3 353.64	b

DMS = ALS (T)= 598.38

Ejecutado la prueba de contraste Tukey para la influencia del *Rhizobium*, tabla 3.14, demuestra que la inoculación con el microorganismo *Rhizobium*, estadísticamente tiene mejor respuesta con 4 193.96 kg ha⁻¹ en relación a la sin aplicación de la bacteria que alcanzó 3 353.64 kg ha⁻¹ de rendimiento de vaina en verde.

En relación al rendimiento de vaina en verde, el promedio de 3 778.75 kg ha⁻¹ alcanzado en el presente trabajo de investigación, resulta ser inferior a los resultado reportados por Ochoa (2012) con 9 500.00 kg ha⁻¹ para la variedad Ep-326 y Quispe (2018) para las variedades Usui con 7 870.0 kg ha⁻¹, Remate 6 605.00 kg ha⁻¹, Común 6 463.33 kg ha⁻¹ y Andina 6 423.00 kg ha⁻¹, y ligeramente superior a 3 257.23 kg ha⁻¹ reportado por Gálvez (2021) y a 2 677.651 kg ha⁻¹ Gálvez (2016), para la misma variedad Usui.

3.6. PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE VAINA EN VERDE (%)

Según la tabla 3.15, el ANVA para el porcentaje de materia seca de vaina en verde, no hay diferencias estadísticas para todas las fuentes de variación ($p \leq 0.05$), El coeficiente de variabilidad de 9.98% expresa un buen nivel de grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y regularidad del experimento, vale decir, que los resultados de la investigación no están alejados del promedio, manifestando para el presente trabajo de investigación el 22.08% de materia seca de vaina en verde.

Del mismo modo en la tabla 3.16, el ANVA para el índice de cosecha, no hay diferencias estadísticas para todas las fuentes de variación ($p \leq 0.05$), El coeficiente de variabilidad de 18.82% expresa un buen nivel de grado de homogeneidad entre las unidades de análisis y regularidad del experimento, vale decir, que los resultados de la investigación no están alejados del promedio, manifestando para el presente trabajo de investigación el 51.58% de índice de cosecha del cultivo.

Tabla 3.15

*ANVA para el porcentaje de materia seca de vaina en verde de arveja (*Pisum sativum* L.), por influencia de *Rhizobium* y labranza de conservación, Ayacucho, 2021*

F, V,	GL	SC	CM	Fc	p-Valor
Bloque	3	23.0200	7.6733	1.5777	0.2617 ns
Labranza	1	0.8510	0.8510	0.1750	0.6855 ns
<i>Rhizobium</i>	1	6.7730	6.7730	1.3926	0.2682 ns
Lab * <i>Rhiz</i>	1	4.6118	4.6118	0.9482	0.3556 ns
Error	9	43.7714	4.8635		
Total	15	79.0271			

C.V. 9.98%|

3.7. ÍNDICE DE COSECHA (% IC)

Tabla 3.16

*ANVA para el índice de cosecha de arveja (*Pisum sativum* L.), por influencia de *Rhizobium* y labranza de conservación, Ayacucho, 2021*

F, V,	GL	SC	CM	Fc	p-Valor
Bloque	3	203.2264	67.7421	0.7190	0.5653 ns
Labranza	1	13.7270	13.7270	0.1457	0.7115 ns
<i>Rhizobium</i>	1	73.6164	73.6164	0.7814	0.3997 ns
Lab * <i>Rhiz</i>	1	22.2312	22.2321	0.2360	0.6387 ns
Error	9	847.9221	94.2136		
Total	15	1160.7231			

C.V. 18.82%

Respecto al contenido de materia seca de vaina en verde, el promedio de 22.08% encontrado en el presente ensayo, resulta ser inferior a los resultados reportados por

Gálvez (2021) con 30.21% y con 35.22% de materia seca Gálvez (2016), para la misma variedad Usui. Mientras el índice de cosecha de arveja en verde, el promedio de 51.58% encontrado en el presente ensayo, resulta ser superior al valor encontrado por Gálvez (20021) con 45.07% e inferior a 65.65% Gálvez (2016), para la misma variedad Usui.

Los resultados de la investigación demuestran diferencia estadística para el uso de *Rhizobium*, donde la inoculación del microorganismo tiene mejor respuesta en la altura de la planta, número de vainas por planta, longitud de vaina, número de semillas por vaina y rendimiento de vaina en verde, más no así para el contenido de materia seca e índice de cosecha. Mientras la labranza mínima manifiesta diferencia estadística, solo para el número de semillas por vaina, y no así para los demás parámetros evaluados. Asimismo, la interacción de la labranza mínima con *Rhizobium*, muestra diferencia estadística para el número de vainas por planta, longitud de vaina y número de semillas por vaina, y más no para la altura de planta, rendimiento de vaina en verde, contenido de materia seca de vaina en verde e índice de cosecha.

Tomando en cuenta la diferencia de los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación en relación a otros ensayos similares, se puede inferir que se debe a los otros factores en estudio diferente a los aplicados en el ensayo, asimismo a los propios factores climáticos y edáficos, correspondiente a cada año agrícola y lugares del ensayo, respectivamente.

Los resultados de la presente investigación expresan que la aplicación del *Rhizobium* y la práctica de labranza mínima, influyen directamente en el resultado de los diferentes parámetros productivos evaluados, contribuyendo positivamente en la producción del cultivo de arveja en vaina verde.

CONCLUSIONES

1. La inoculación con *Rhizobium*, permite mejor respuesta en los parámetros productivos, altura de planta, número de vainas por planta, longitud de vaina, número de semillas por vaina y en cuanto al rendimiento de vaina en verde, genera un incremento de 22.23%, en relación al cultivo de arveja sin inoculación.
2. El rendimiento de arveja en vaina verde no responde a los tipos de labranza, siendo estadísticamente similares.
3. La combinación de la labranza mínima e inoculación con *Rhizobium*, produjo respuesta superior en los parámetros productivos: número de vainas por planta (9.43 vainas), longitud de vaina (6.93 cm) y número de semillas por vaina (4.95 semillas), respecto a la labranza cero, sin *Rhizobium* (6.30 vainas, 6.68 cm y 4.50 semillas), respectivamente.

RECOMENDACIONES

Los resultados del presente trabajo de investigación son relevantes para el medio agroecológico del lugar de trabajo, hecho que motiva formular las siguientes recomendaciones.

1. Aprovechar los beneficios que tiene el *Rhizobium* en la producción del cultivo de arveja.
2. Promover el empleo de la práctica de labranza mínima en la producción del cultivo de arveja.
3. Promover las prácticas de agricultura de conservación, recurriendo a la labranza mínima asociado al uso del *Rhizobium* en la producción del cultivo de arveja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonio, M. J. (2018). Optimización de NPK para arveja (*Pisum sativum* L.), variedad Remate, por la técnica de parcelas de inclusión y omisión, Canaán 2735 msnm, Ayacucho. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3104>
- Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W. R., Chamen, W. C., Reicosky, D. C., Ribeiro, M. F., Justice, S. E. & Hobbs P. R. (2008). *Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación*. Zaragoza, España. ACRIBIA, S.A.
- Bedmar, E. (2016). *Co-evolución de leguminosas y microorganismos: ¿selección natural para la mejora vegetal?*”. XXVIII Foro INIA de Colaboración Público-Privada Año Internacional de las Legumbres. <http://wwwsp.inia.es/Investigacion/OtrasUni/TransferenciaTecnologia/ForosINI A/Legumin/Lists/Presentaciones/Attachments/3/03EulogioBedmarEEZ.pdf>
- Contreras, S. CH., Iriarte, M., J. & Muñoz, A. A. (2007). Aislamiento y caracterización bioquímica, fisiológica y morfológica de géneros *Rhizobium* sp. y *Bradyrhizobium* sp. asociados a la leguminosa *Cajanus cajan* en parcelas agrícolas del municipio de Sampaús, departamento de Sucre. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/72/2/633.3072C764.pdf>
- Gálvez, G. Y. (2013). Labranza conservacionista y cobertura muerta (mulch) en la producción del maíz (*Zea mays* L.), Canaán 2 750 m.s.n.m. Trabajo de investigación. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Gálvez, G. Y. (2014). Labranza conservacionista y asociación con frijol en el rendimiento del maíz morado, Canaán, Ayacucho. Trabajo de investigación, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Gálvez, G. Y. (2016). Labranza de conservación y mulch en la productividad de arveja (*Pisum sativum* L.) en verde, Canaán 2 750 msnm, Ayacucho, 2013. Trabajo de investigación. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Gálvez, G. Y. (2021). Agricultura de conservación en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.) en grano verde, Ayacucho, 2016. Tesis doctoral. Universidad Nacional Federico Villarreal. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4865>
- García, R. D., Cárdenas, H. J. & Silva, P. A. (Enero-Junio de 2018). Evaluación de sistemas de labranza sobre propiedades físico-químicas y microbiológicas en un

- Inceptisol. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 16-25.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v35n1/0120-0135-rcia-35-01-00016.pdf>
- Gonzales, M. E. (2013). Estudio de la diversidad de cepas de *Rhizobium* provenientes de nódulos de tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3847/gonzales-medina-erika-yovana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA. (2001). *Nuevo cultivar de arveja verde para la costa y sierra central del Perú*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria - INIA. (2004). *Nueva variedad de arveja*. Lima, Perú. https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/arveja/INIA_103.pdf
- López-Alcocer, J., Lépiz-Ildelfonso, R., González-Eguiarte, D., Rodríguez-Macias, R., López-Alcocer, E. & Olalde-Portugal, V. (2017). Caracterización morfológica y bioquímica de cepas de *Rhizobium* colectadas en frijol común silvestre y domesticado. *Rev. Fitotec. Mex.*, 40(1), 73-81.
<https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/40-1/8a.pdf>
- Luchsinger, A., Villa, R., Ocqueteau, G. & Suter, F. (2006). Siembra con labranza tradicional y cero labranzas, mediante la adaptación de una sembradora de cereales y dos distancias entre hileras en cultivares de frejol para verde y seco. *In IDESIA*, 24(2), 77-84. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000200009>
- Marín, B. M., Mena, C. J., Chavelí, Ch. P., Morán, V. R. & Pimentel, V. E. (2013). Interacción de *Tsukamurella paurometabola* C-924 con *Rhizobium leguminosarum* biovar phaseoli CFH en el cultivo de frijol. *Acta Agronómica*, 62(1), 52-58. <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v62n1/v62n1a08.pdf>
- Martínez, R., J. & López, L. I. (s/f). *Rhizobium y su destacada simbiosis con plantas*. Laboratorio de Microbiología Agrícola. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ochoa, Z., K. (2012). El *Rhizobium* en el rendimiento en vaina de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Vinchos 3643 msnm, Ayacucho. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2025>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2002). *Agricultura de conservación*. Estudio de casos en América Latina y África. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Servicio de Gestión de la Nutrición de la Tierra y las Plantas. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Boletín de suelos de la FAO 78. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2011). *Agricultura de conservación*. Viale delle Terme di Caracalla-00100. TC/I/Y3783S/1/6.03/500. <https://docplayer.es/21470284-Agricultura-de-conservacion.html>
- Pinillos, M. E. O. (2004). Manejo integrado de la pudrición radicular en el cultivo de arveja. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Innovación Agraria. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/760/1/Pinillos-Manejo_integrado_cultivo_Arveja.pdf
- Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos - PRONAMACHCS. (2004). *Manejo y conservación del suelo. Fundamentos y Prácticas*. Lima, Perú.
- Proyecto LUPE. (1987). *Manual práctico de manejo de suelos en ladera*.
- Quispe, G. E. (2018). Abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) Pampa del Arco, Ayacucho. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3094>
- Rojas, L. (2001). La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos. Análisis y comentarios. En *Agronomía Mesoamericana* 12(2). 209-212. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43712213.pdf>
- Rondinel, R. R. (2014). Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación, Canaán a 2 750 msnm, Ayacucho. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1009>
- Saldaña, R. M. (2014). Tres tipos de cobertura vegetal y su efecto sobre las características de un suelo degradado. Tesis, Universidad de la Amazonía Peruana. Facultad de Agronomía, Loreto, Iquitos. <https://1library.co/document/qo5x9m7y-tres-tipos-cobertura-vegetal-efecto-caracteristicas-suelo-degradado.html>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación -

SAGARPA. (s.f). *Labranza de conservación*. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación de México. México.

Zambrano, O. L. (2007). Fijación biológica del nitrógeno y su efecto en el rendimiento del frijol reventón (*Phaseolus vulgaris* L.). Plan de tesis doctoral. Universidad Nacional Federico Villarreal.

ANEXOS

Anexo 1. Datos ordenados

Bloque	Labranza	Rhizobium	Tratamientos	Y1= Altura de planta (cm)	Y2= Nº de vaina/planta (Nº/planta)	Y3= Longitud de vaina (cm)	Y4= Nº de semillas/vaina	Y5= Rdto vaina en verde (kg/ha)	Y6= % de materia seca (%)	Y7= Índice de cosecha de vaina en verde $\frac{100}{L}$
B1	L0	R0	T1	133.20	6.40	7.12	5.10	4162.50	23.77	57.02
B1	L0	R1	T2	157.80	7.50	7.17	5.15	6454.17	19.95	48.03
B1	L1	R0	T3	167.10	10.50	6.93	5.25	4858.33	17.46	24.70
B1	L1	R1	T4	172.90	11.10	7.28	5.90	6779.17	23.61	54.18
B2	L0	R0	T1	129.70	8.20	6.58	4.50	4533.33	22.69	50.65
B2	L0	R1	T2	166.50	8.90	6.71	4.75	4887.50	20.95	47.74
B2	L1	R0	T3	118.00	8.30	6.74	4.60	4666.67	22.90	51.97
B2	L1	R1	T4	152.40	9.30	6.72	4.85	4945.83	21.06	53.60
B3	L0	R0	T1	109.60	7.20	6.46	4.85	3537.50	19.90	49.88
B3	L0	R1	T2	123.70	11.20	6.71	4.95	3680.83	24.27	54.67
B3	L1	R0	T3	124.80	8.00	6.53	4.90	3654.17	18.33	58.91
B3	L1	R1	T4	135.00	12.50	6.88	4.95	3816.67	22.06	55.82
B4	L0	R0	T1	91.20	3.40	6.56	3.55	604.17	22.44	41.19
B4	L0	R1	T2	93.30	4.10	6.86	3.95	1258.33	24.54	56.03
B4	L1	R0	T3	95.30	4.50	6.67	4.05	891.67	23.97	61.14
B4	L1	R1	T4	97.50	4.80	6.84	4.10	1729.17	25.43	59.71
Promedio				129.25	7.87	6.80	4.71	3778.75	22.08	51.58

Anexo 2. Resultado de análisis de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN EN PASTOS Y GANADERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANÁLISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 966942996
 Ayacucho – Perú

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

HR. 00509

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Localidad : Pampa del Arco
 Proyecto : "Tesis"
 Solicitante : Sr. Pedro Escajadillo Paredes

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

Muestra	Análisis mecánico (%)		pH (H ₂ O)	C. E. (dS/m)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	Ni (%)	Elementos Disp. (ppm)				Cationes intercambiables (Cambi.)(%)				C.I.C. (Cambi.)(%)	
	Arena	Limu						Arilla	P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺		H ⁺
01	50.1	32.3	17.6	8.18	0.85	2.5	1.62	0.08	6.2	184.7	11.4	4.08	0.94	1.12	0.0	0.0	32.4

Ayacucho, 10 de Enero del 2021

INSTITUTO DE APUNTES DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 0800-000-000

Juan G. Girón Molina
 C.I.P. 77126

Anexo 3. Panel fotográfico



Foto 1. Muestreo del suelo.



Foto 2. Mezcla de submuestras y obtención de muestra de 1kg que se enviara al laboratorio.



Foto 3. Limpieza del terreno agrícola.



Foto 4. Preparación del terreno agrícola y apertura de surcos para siembra.



Foto 5. Inoculación de arveja con *Rhizobium*.



Foto 6. Arveja sin *Rhizobium* y arveja con *Rhizobium*.



Foto 7. Siembra de Arveja sin *Rhizobium* y arveja con *Rhizobium*.



Foto 8. Terreno con siembra de arveja con sus diferentes tratamientos.



Foto 9. Crecimiento de la arveja.



Foto 10 y 11. Floración y vainado de la arveja.



Foto 12 y 13. Maduración de las vainas de arveja.



Foto 14. Cosecha de las arvejas.

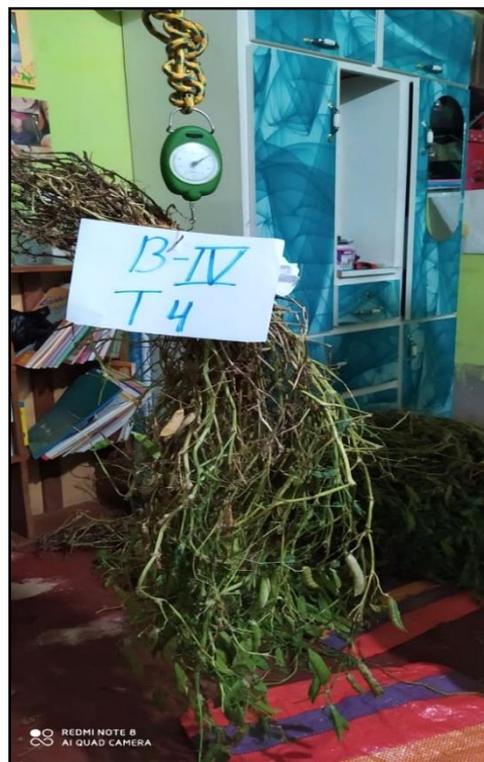


Foto 15 y 16. Medición de la longitud (cm) y peso (gr y/o kg), en verde.

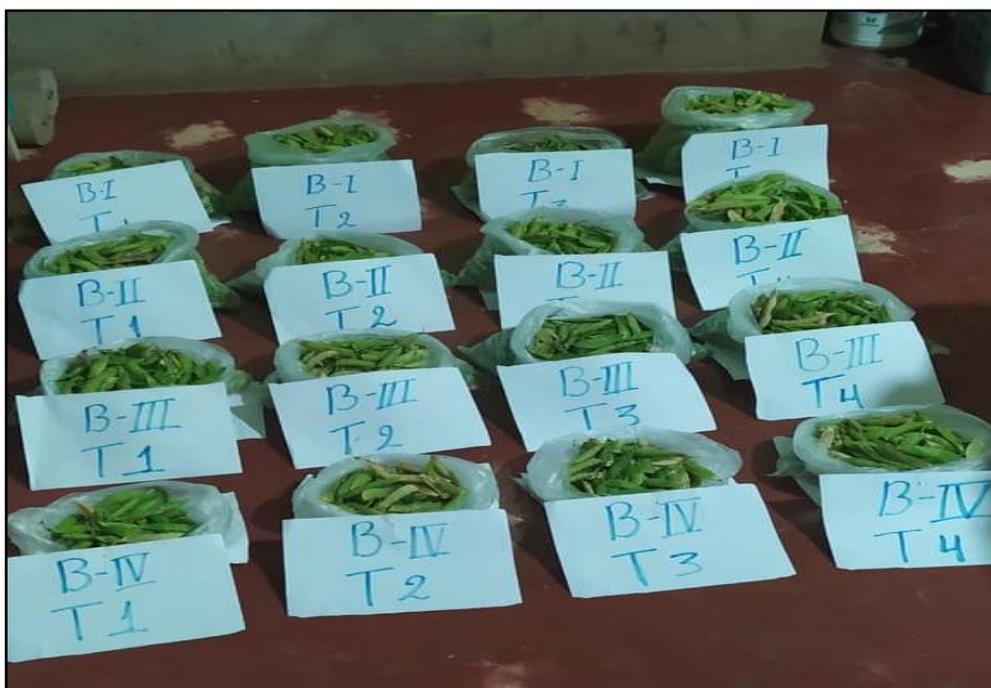


Foto 17. Obtención de muestras de vainas en verde de arveja de cada tratamiento.



Foto 18 y 19. Pesado de las muestras en verde.



Foto 20 y 21. Secado de muestra en estufa a 52 °C por 5 días.



Foto 22 y 23. Muestras secas de los diferentes tratamientos de arveja.



Foto 24 y 25. Pesado de Materia seca de la arveja.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. PEDRO ESCAJADILLO PAREDES
R.D.N° 017-2022-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los doce días del mes de enero del año dos mil veintitrés, siendo las once horas con cinco minutos, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Dr. Rolando Bautista Gómez, el jurado calificador conformado por los siguientes docentes: Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva, Dr. Yuri Gálvez Gastelú como asesor, M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez y el Ing. Edgar Tenorio Mancilla, actuando como secretario docente el Mtro. Ennio Chauca Retamozo para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Influencia del Rhizobium y labranza de conservación en la producción de arveja en verde (Pisum sativum L.), Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal presentado por el Bachiller **PEDRO ESCAJADILLO PAREDES**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó al bachiller **PEDRO ESCAJADILLO PAREDES** que proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente.

Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

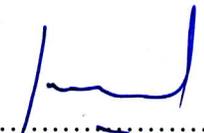
Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva	15	14	14	14
Dr. Yuri Gálvez Gastelú	16	13	16	15
M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez	13	13	15	14
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	13	12	13	13
PROMEDIO GENERAL				14

NOTA: Consideraron por consenso modificar el título a: **Influencia del Rhizobium y labranza de conservación en la producción de arveja en verde (Pisum sativum L.), Ayacucho**.

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



Ph.D. Nery Luz Santillana Villanueva
Presidente



Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Asesor



M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez
Jurado



Ing. Edgar Tenorio Mancilla
Jurado



Mtro. Ennio Chauca Retamozo
Secretario/Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y contolar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hacen constar que el trabajo titulado;

Influencia del *Rhizobium* y labranza de conservación en la producción de arveja en verde (*Pisum sativum* L.), Ayacucho

Autor : Pedro Escajadillo Paredes

Asesor : Yuri Gálvez Gastelú

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **cuatro por ciento (4 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

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

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2023673047

Ayacucho, 26 de febrero de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Walter A. Mateu Mateo
M. Sc. Walter A. Mateu Mateo
Pate. Comisión Turnitin - FCA

Influencia del Rhizobium y labranza de conservación en la producción de arveja en verde (*Pisum sativum* L.), Ayacucho

por Pedro Escajadillo Paredes

Fecha de entrega: 26-feb-2023 08:43p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2023673047

Nombre del archivo: TESIS_Pedro_Escajadillo_23_-_02_-_2023.docx (16.8M)

Total de palabras: 13036

Total de caracteres: 69135

Influencia del Rhizobium y labranza de conservación en la producción de arveja en verde (*Pisum sativum* L.), Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	docobook.com Fuente de Internet	<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo