

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



Efecto de *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* en el rendimiento de variedades y accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) Pampa del Arco, Ayacucho a 2750 m.s.n.m.

Tesis para optar el título profesional de:

**BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: ECOLOGÍA Y RECURSOS
NATURALES**

PRESENTADO POR:

Bach. Janet CHAUPIN ARONES

ASESOR

Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ

Co-asesor:

Ing. Alejandro CAMASCA VARGAS

AYACUCHO - PERÚ

2024

*A la memoria de mi abuela Adrepina
Contreras Rojas.*

*A mi padre Adalberto y a mi madre
Vicentina.*

*A mis hermanas: Mariela, Katerine
Dafne y Azumi Karolay.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología, por brindarme una formación académica sólida.

Al Dr. Cayo García Blásquez Morote por su valiosa orientación en la parte operativa procedimental de la investigación y en la elaboración de este informe final de tesis.

Al M.Sc. Alejandro Camasca Vargas por su valiosa orientación y asesoramiento del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez por su valiosa orientación y asesoramiento para la concretización del presente trabajo de investigación.

A mis padres, hermanas, a mi hija Amy y toda mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron durante mi vida universitaria.

A todos mis amigos que me apoyaron directa o indirectamente en los estudios y en la conducción del trabajo investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
TABLA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	10
2.3. Bases teóricas	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Ubicación de zona de estudio	26
3.2. Población	26
3.3. Muestra	26
3.4. Diseño experimental y de campo	27
3.5. Descripción de los tratamientos	29
3.6. Instalación y conducción del experimento	30
3.7. Metodología para la evaluación de las variables	34
3.8. Evaluación económica	37
3.9. Rentabilidad	37
3.10. Tipo de investigación	37
3.11. Variables	38
3.12. Análisis estadístico	39
IV. RESULTADOS	40
V. DISCUSIÓN	56
VI. CONCLUSIONES	63
VII. RECOMENDACIONES	64
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXO	70

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de Tratamientos.	30
Tabla 2. Muestreo de plantas en cada tratamiento experimental de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”.	34
Tabla 3. Escala de puntuaciones de Corbin <i>et al.</i> , (1997).	36
Tabla 4. Tabla diseñada por Ramos (1995).	37
Tabla 5. Operación de las variables.	39
Tabla 6. Valores promedios de los tratamientos por bloque de la ubicación de los nódulos de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” durante la etapa de inicio de floración. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	41
Tabla 7. Promedio de puntuación de la ubicación de nódulos por efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	42
Tabla 8. Análisis de la variancia (ANOVA), para el peso seco de nódulos por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.	43
Tabla 9. Análisis de la variancia (ANOVA), para la altura de planta aérea por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.	45
Tabla 10. Análisis de la variancia (ANOVA), para el peso seco del follaje por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.	47
Tabla 11. Análisis de la variancia (ANOVA), para el número de vainas por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.	49

Tabla 12.	Análisis de la variancia (ANOVA), para el rendimiento en vaina verde por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarun</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del Arco – Los Módulos - UNSCH.	
Tabla 13.	Análisis de la variancia (ANOVA), para el porcentaje de proteína por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarun</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.	51
Tabla 14.	Rentabilidad económica en vaina verde por efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarun</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	53
		55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Croquis del campo experimental	28
Figura 2. Determinar la ubicación de los nódulos por escala de puntuación de Corbin et al., (1997)	36
Figura 3. Prueba de Tukey, de promedios de peso seco de nódulos por efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	45
Figura 4. Prueba de Tukey, de promedios de peso seco de nódulos en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	45
Figura 5. Prueba de Tukey, de promedios de altura de planta aérea por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco - Los Módulos - UNSCH.	46
Figura 6. Prueba de Tukey, de promedios de peso seco follaje por efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	49
Figura 7. Prueba de Tukey, de promedios de peso seco follaje en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	49
Figura 8. Prueba de Tukey, de promedios de número de vainas por planta por efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	50
Figura 9. Prueba de Tukey, de promedios de rendimiento en vaina verde por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones	

	de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	52
Figura 10.	Prueba de Tukey, de promedios de contenido de proteína (%) por efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	54
Figura 11.	Prueba de Tukey, de promedios de contenido de proteína (%) en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	54

TABLA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ubicación del campo experimental. Pampa del Arco - Los Módulos - UNSCH.	71
Anexo 2. Análisis de suelo en laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes - multiservicios AGROLAB del campo experimental. Pampa del Arco - Los Módulos -UNSCH.	72
Anexo 3. Trazado y delimitación de las unidades experimentales, empleando wincha, cordel y estacas de acuerdo al croquis del experimento. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.	73
Anexo 4. Tesista realizando el surcado en el campo experimental. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.	73
Anexo 5. Semillas de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” tras un periodo de remojo de 24 horas en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía - Los Módulos – UNSCH.	74
Anexo 6. Tesista aplicando guano natural en las hileras del campo experimental. Pampa del Arco - Los Módulos – UNSCH.	75
Anexo 7. Implementación del sistema de riego por goteo llevada a cabo por un experto en riego tecnificado en el campo experimental. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.	75
Anexo 8. Tesista realizando la peletización de semillas de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” con bacterias de <i>Rhizobium</i> , obtenido del laboratorio de rizobiología de la facultad de agronomía. Pampa del Arco - Los Módulos -UNSCH	76
Anexo 9. Tesista realizando la siembra de semillas de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” en el campo experimental. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.	76
Anexo 10. Crecimiento y desarrollo de las plantas de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” en el campo experimental Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.	77
Anexo 11. Tesista realizando la fumigación preventiva contra hongos y insectos chupaderas con caldo sulfocálcico y bordelés en el	

	campo de cultivo de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.	78
Anexo 12.	Tesista realizando el tutorado de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.	78
Anexo 13.	La tesista juntamente con el apoyo del Dr. Cayo García, llevando a cabo la recolección de <i>Pisun sativum</i> L. “arveja” en etapa de floración. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.	79
Anexo 14.	La tesista juntamente con el apoyo del Dr. Cayo García, realizan procedimientos para evaluar las variables en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía – Los Módulos - UNSCH	80
Anexo 15.	Recolección de nódulos de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía - Los Módulos -UNSCH	81
Anexo 16.	Peso seco de los nódulos de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía - Los Módulos – UNSCH.	81
Anexo 17.	Peso seco de la planta aérea de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía - Los Módulos - UNSCH	82
Anexo 18.	Cosecha de vaina verde de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja. Pampa del Arco - Los Módulos - UNSCH.	83
Anexo 19.	Cosecha de grano seco para la evaluación de nitrógeno total por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarun</i> biovar viciae, en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa del Arco – Los Módulos - UNSCH.	84
Anexo 20.	Resultados de nitrógeno total en fruto seco de variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” analizadas en el laboratorio de Química Agrícola “VALLE GRANDE” en San Vicente de Cañete, Lima - Perú.	85
Anexo 21.	Valores promedio de los tratamientos por bloque de peso seco de nódulos de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” durante la etapa de inicio de floración. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	86

Anexo 22.	Valores promedio de los tratamientos por bloque de altura de planta aérea de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” durante la etapa de inicio floración. Pampa del arco - Los Módulos - UNSCH.	87
Anexo 23.	Valores promedio de los tratamientos por bloque de peso seco de follaje de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” durante la etapa de inicio floración. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	88
Anexo 24.	Valores promedio de los tratamientos por bloque de número de vainas por planta de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” durante la etapa de cosecha. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	89
Anexo 25.	Valores promedio de los tratamientos por bloque de rendimiento en vaina verde de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” durante la etapa de cosecha. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.	90
Anexo 26.	Valores promedio de los tratamientos por bloque de contenido de proteína (%) en grano seco de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja” durante la etapa de cosecha. Pampa del Arco - Los Módulos - UNSCH.	91
Anexo 27.	Promedio de contenido de proteína de los tratamientos por el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar <i>viciae</i> , en variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.	92
Anexo 28.	Costo de instalación de una hectárea de cultivo de <i>Pisum sativum</i> L. “arveja”.	93
Anexo 29.	Matriz de consistencia.	95

RESUMEN

Trabajo de investigación realizado con el objetivo de evaluar la eficiencia de *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* en el rendimiento de las variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. "arveja"- Pampa del Arco. El tipo de investigación fue experimental, con un diseño de bloque completo randomizado (DBCR); con 10 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 30 unidades experimentales. Para determinar una producción sostenible del cultivo se analizaron tres variables; 1) Determinar el efecto de la inoculación, 2) Rendimiento, y 3) Porcentaje de proteína. Los datos obtenidos fueron procesados en los programas, SAS e INFOSTAT. Realizando ANOVAS y Pruebas Post hoc (Tukey), según la naturaleza de los datos. Los resultados encontrados fueron: En la ubicación de nódulos, el T2 obtiene un puntaje de 4,26 calificado como una nodulación excelente y excelente potencial de fijación. El mejor rendimiento en vainas verdes se obtiene con el T2, alcanzando 12 606,67 kg ha⁻¹. Respecto al contenido de proteínas, las variedades y accesiones inoculadas son las más destacadas, con un promedio de 21,69%, siendo la variedad Remate la que sobresalió con un promedio de 23,52%. La rentabilidad económica se logró con el T2(216, 27%). Se concluye que aplicar *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* mejora su efectividad, calidad, implantación, contenido proteico y rendimiento del cultivo de arveja, aminorando los costos de producción.

Palabras clave: *Rhizobium*, rendimiento, *Pisum sativum* L, variedades y accesiones.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se refiere al efecto de *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* en el rendimiento de las variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja” a una altitud de 2750 msnm. El cultivo de “arveja” es altamente valorado debido a su notable contenido nutricional, que abarca un rango de valor proteico de 18 al 30%, además de vitaminas y sales minerales; que lo convierte en un producto muy demandado tanto a nivel nacional como internacional (Soto, 2015). Desde la perspectiva económica, países como Canadá, Rusia, China, USA e India sobresalen como los principales productores de “arveja”, que conforman el 70% de la producción mundial, alcanzando un rendimiento total de 12 400,000 t según datos de la FAO. En el ámbito nacional, la “arveja” adquirió prominencia como la segunda leguminosa más cultivada, destacando las regiones de Cajamarca, Huancavelica, Junín, Áncash y La Libertad, con una producción de 135,000 t y un rendimiento promedio de 4,9 t/ha de grano verde (Barzola y Hermitaño, 2018). Siendo no menos importante, Ayacucho reportó 3,6 t/ha de grano verde, con una superficie cultivada de 1,595 ha (MINAGRI, 2016). Estos rendimientos reportados tanto a nivel mundial como en nuestro contexto nacional dependen en gran medida de la aplicación de fertilizantes nitrogenados; esto se hace con el objetivo de aumentar el rendimiento de los cultivos en respuesta a desafíos como la escasez de alimentos, la subnutrición y a creciente presión demográfica (FAO, 2021).

La mejora del rendimiento promedio de los cultivos de “arveja” puede lograrse sin recurrir al uso irracional de fertilizantes químicos, los cuales pueden provocar un deterioro irreversible de las características químicas y biológicas del suelo, reduciendo su capacidad productiva y generando graves costos medioambientales y económicos. Una alternativa viable es emplear microorganismos beneficiosos como el *Rhizobium*, que pueden incrementar significativamente los rendimientos (Granda *et al.*, 2017).

Como solución, se propone emplear el *Rhizobium*, un género que ha sido objeto de extensos estudios y reconocida durante décadas por su papel en la simbiosis con las leguminosas. El *Rhizobium* destaca por su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico y proveer de forma natural compuestos utilizables, sin riesgo para los organismos vivos, y que pueden ser incorporables al suelo (Granda *et al.*, 2017). Esta asociación no solamente mejora la calidad del suelo y el rendimiento del cultivo de “arveja”, sino que también beneficia a los cultivos sucesivos que carecen de esta capacidad natural, contribuyendo así al medio ambiente y reduciendo la dependencia de fertilizantes nitrogenados (Gourium, 2015).

Este estudio, busca entonces implementar el uso de *Rhizobium leguminosarum* biovar viciae para mejorar el rendimiento de las variedades y accesiones de “arveja” en contraposición al uso de fertilizantes nitrogenados, los cuales representan un riesgo para la salud del suelo y, por ende, para la población, especialmente los lactantes, debido a la presencia de nitratos que pueden contaminar las aguas subterráneas por lixiviación, generando problemas como la metahemoglobinemia (Vega, 2017). Por ende, se tiene los siguientes objetivos:

objetivo general:

- Evaluar la eficiencia de *Rhizobium leguminosarum* biovar viciae en el rendimiento de las variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”.

objetivos específicos:

- Determinar la efectividad de *Rhizobium leguminosarum* biovar viciae en la nodulación de las variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”.
- Determinar el contenido de nitrógeno en grano seco de variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”.
- Determinar el efecto de *Rhizobium leguminosarum* biovar viciae en la rentabilidad económica.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Coque (2021), realizó un estudio en Ecuador, cuyo objetivo fue mejorar el rendimiento del cultivo de *Pisum sativum* L. “arveja” variedad Temprana Perfecta. Para ello, elaboró un biofertilizante a base de *Rhizobium*, y se evaluó la efectividad a través de tratamientos con diferentes dosis (25 cc/L, 50 cc/L y 100 cc/L) y frecuencias (8 y 15 días) de aplicación, utilizando un diseño experimental de Bloques al Azar (DBA). Las muestras se cultivaron en bolsas maceteras con sustrato comercial estéril. La recolección de datos se llevó a cabo en tres fases fenológicas diferentes: el desarrollo vegetativo (45 días), la floración (60 días) y la producción en verde (95 días). Obteniendo los siguientes resultados: en la fase de floración el tratamiento D2F2 (50cc/L, 15 días) con 77, 79 cm en la longitud del tallo; y en la etapa de producción en vaina verde 80,11cm. Este tratamiento alcanzó un rendimiento excepcional de 7 920,40 kg ha⁻¹ en verde, lo que representa un resultado extremadamente positivo en el contexto de la investigación.

En Ecuador, Vallejo (2018) realizó una investigación con el objetivo fue obtener concentrados proteicos a partir de harina de *Pisum sativum* L. “arveja” y evaluar su actividad antioxidante utilizando el método del ácido tiobarbitúrico (TBA). El método utilizado para la obtención de los concentrados proteicos fue la precipitación isoelectrica, siguiendo el protocolo establecido por Martínez y Añón (1996). Durante la extracción de la proteína por precipitación isoelectrica, se variaron los valores de pH a 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 y 7,0, utilizando agua como solvente. Obteniendo mejores resultados de rendimiento proteico, cuando el pH fue ajustado a 4,0 teniendo como resultado 11,40% de contenido de proteico.

Según el estudio realizado por Toresani *et al.* (2013), cuyo objetivo fue evaluar la respuesta del cultivo de *Pisum sativum* L. (arveja) a la inoculación y a la fertilización con fósforo (P) y azufre (S) en ensayos de campo en Argentina, se utilizaron bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados en las tres localidades incluyen: 1) Un control sin inoculación ni fertilización (Testigo), 2) Inoculación con *Rhizobium leguminosarum* (I), 3) Inoculación junto con la aplicación de 18 kg de azufre (I+S), 4) Inoculación más fertilización de 20 kg de fósforo (I+P), 5) Inoculación más fertilización de 20 kg de fósforo y 18 kg de azufre (I+PS), y 6) Fertilización con P y S sin inoculación (PS). Para la evaluación, se tomaron 45 plantas en floración por tratamiento, obteniendo los siguientes resultados: 1) Número de nódulos en la raíz principal (RP): I= 3,8, I+S=2,7, I+P=2,9, I+PS= 2,7. 2) Raíces secundarias (RS): I= 14, I+S= 13,3, I+P=18,3, I+PS=17,5. 3) Peso seco total de los nódulos por planta: I= 0,1013 g, I+S= 0,0952 g, I+P= 0,1258 g, I+PS= 0,0925 g. 4) Materia seca aérea total por planta: I= 2,93 g, I+S= 2,87 g, I+P= 4,10 g, I+PS= 5,11 g. Se concluye que en suelos con baja población de rizobios naturalizados, el inoculante puede alcanzar su máximo potencial. Además, se observará una tendencia de mayor rendimiento en kg/ha en los tratamientos con inoculación, lo que justifica su aplicación en este cultivo.

En Colombia, Camargo y Ávila (2013) realizaron un estudio con el propósito de evaluar los efectos del uso de *Trichoderma sp.* en el progreso y expansión de *Pisum sativum* L. (arveja). Para ello, se aisló una cepa nativa de *Trichoderma sp.* provenientes del suelo de campos de cultivo de arveja, y se prepararon diluciones tanto de la cepa nativa como de una versión comercial, las cuales fueron inoculadas en las plantas. Se implementaron tres tratamientos distintos (T1 a T13) y se registraron las variables de desarrollo y crecimiento. Los resultados resaltaron el impacto positivo del *Trichoderma sp.* comercial en el crecimiento y desarrollo de la arveja, particularmente en aspectos fisiológicos como la germinación, donde los tratamientos T5, T6, T12 y T13 mostraron un incremento del 15% en comparación con el grupo control. En cuanto al área foliar, se observará una mejora del 45%, con una masa seca de 36 g en las plantas tratadas con T12, lo que representa un aumento del 92% en relación al grupo control. Además, el peso fresco experimentó un incremento del 65%, siendo el tratamiento T12 el más efectivo con 14 g. El peso seco de las raíces también presentó una mejora del 68% en comparación con el grupo control, alcanzando 5,8 g bajo el tratamiento T12.

En la investigación de López (2021), en Pomacocha- Huancavelica, teniendo como propósito evaluar el impacto de dos bioestimulantes aplicados en distintas concentraciones en el crecimiento y rendimiento del cultivo de *Pisum sativum* L. “arveja” variedad Alderman, se emplearon los bioestimulantes VigorPlus y Microbiota en dos concentraciones, además de un grupo de control. Los resultados obtenidos demuestran que, al aplicar concentración alta de Vigor Plus, demostró un significativo crecimiento de las plantas de arveja, alcanzando una altura promedio de 144,08 cm, lo que representa ser superior en 17,36% con respecto al control. Asimismo, tuvo efecto en la mayor producción de vainas por planta, con un promedio de 25,67 vainas, superando en un 32,49% al grupo de control. En términos de producción de vainas, la aplicación de Vigor Plus en concentración alta también lideró con valores de 213 g por planta, un incremento del 32% en comparación con el grupo de control. Este rendimiento superior se proyecta a la producción por hectárea, mostrando resultados más elevados que el grupo de control. Cabe destacar que todos los tratamientos con bioestimulantes no tuvieron un impacto significativo en el tamaño de las vainas de arveja, y los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos.

Zavaleta *et al.*, (2020), llevaron a cabo una investigación con el objetivo de evaluar el impacto de un inoculante microbiano de múltiples cepas en el proceso de nodulación en *Pisum sativum* L. en Trujillo. Para ello, se utilizó el cultivar INIA-102 Usui y se aplicó un inoculante compuesto por *Rhizobium leguminosarum*, *Burkholderia ubonensis* y *Trichoderma harzianum*, tanto en forma de soporte sólido (turba) como líquido (caldo extracto de levadura manitol - YMB), dividiendo así el experimento en cuatro tratamientos: T1 como control negativo, T2 como control positivo, T3 con inoculante en soporte sólido, y T4 con inoculante en soporte líquido. Los resultados revelaron que el inoculante promovió la infectividad del rizobio y la formación de nódulos efectivos, principalmente distribuidos en las raíces secundarias. Notablemente, el tratamiento T4 (soporte sólido) demostró un aumento significativo en el número de nódulos (148,7 recuentos/planta) y en el peso seco de los mismos (0,386 g/planta) en comparación con el tratamiento T3 (soporte líquido). De este modo, se concluye que el inoculante microbiano multicepa en formato de soporte sólido ejerce un impacto más significativo en la nodulación de *Pisum sativum* L. Este efecto puede atribuirse a su capacidad para favorecer la expansión de la

longitud y masa del sistema radicular, incrementando así el número de sitios activos para la nodulación.

En la investigación de Barzola y Hermitaño (2018), donde objetivo fue evaluar el rendimiento de varias variedades comerciales de *Pisum sativum* L. en vaina verde en el distrito de Paucartambo - Pasco a 2 948 msnm. Utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar, se evaluaron 6 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, y un total de 24 unidades experimentales. Los resultados revelaron que las variedades Utrillo y Híbrido exhibieron los porcentajes más altos de emergencia, con 99% y 95% respectivamente. Además, las variedades Remate y Alderman demostraron la mayor altura de planta durante la etapa de floración con 88 cm y 84 cm respectivamente, y durante la fructificación la variedad remate con 98 cm y Alderman con 94 cm. En cuanto al número de vainas por planta destaco la variedad Utrillo con 44,54 y en peso de vaina por planta con 0,33 kg. Se concluye, que las variedades Utrillo, Quantum e Híbrido mostraron los mejores rendimientos en términos de producción de grano fresco de arveja.

Según la investigación realizada por Cántaro (2015), en la Universidad Agraria La Molina, su objetivo llevar a cabo la evaluación de la efectividad de la simbiosis *Rhizobium*-frijol. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar, analizando cuatro variedades comerciales de frijol (Canario Centenario, Canario CIFAC, Blanco Molinero y Rojo Molinero) con dos cepas de *Rhizobium* sp. (LMT 10 y LMT15), así como las cepas nativas presentes en el suelo, y una fertilización nitrogenada. El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre las variables estudiadas, pero no entre las fuentes de nitrógeno. Esto sugiere que las cepas inoculadas tuvieron una efectividad comparable a las cepas naturales presentes en el suelo y a la fertilización natural. Los resultados mostraron los rendimientos más altos en Canario Centenario con fertilización nitrogenada (3 062,19 kg ha⁻¹) y Blanco Molinero con cepa nativa del suelo (2 815,11 kg ha⁻¹).

Ccente (2023), llevó a cabo una investigación en el Centro Experimental de Canaán, con el propósito de analizar el impacto de *Rhizobium*, un consorcio de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) y la interacción entre ambos en el rendimiento de vaina verde de dos variedades de *Pisum sativum* L. (arveja): Usui Andahuaylas y Remate. Utilizando el Diseño de Bloque Completo Randomizado con arreglo factorial 2V x 5M, 3 repeticiones y un total de 30 unidades empíricas. Obteniendo resultados

de los tratamientos con la inoculación de consorcio de HMA + *Rhizobium* en ambas variedades reportaron mayor rendimiento en vaina verde 10092,50 kg ha⁻¹ en Remate y 8 560,90 kg ha⁻¹ en Usui Andahuaylas, así como en número de vainas demuestra que la variedad Usui Andahuaylas tiene 26,53 vainas/planta, superando estadísticamente a la variedad Remate que obtuvo 21,61 vainas/planta, en cuanto a las variables evaluadas en etapa de cosecha: en altura de la planta obtiene 129,05 cm con la variedad Usui Andahuaylas y una altura de 108,28 cm para Remate; en cuanto al peso seco de la parte aérea, la variedad Remate predomina con 23,54 g y Usui Andahuaylas con 21,65 g, en cuanto al peso seco de raíz la variedad Usui Andahuaylas con 2,361 g superando a Remate que tiene 0,82 g. Mayor nodulación presentó 86,63% para Remate y 79,8% para Usui Andahuaylas. Enfatizando que el HMA más *Rhizobium* mejora en rendimiento en ambas variedades. JA

En el estudio realizado por Escajadillo (2023), cuyo objetivo es conocer la influencia del *Rhizobium* y las prácticas de labranza de conservación en el rendimiento de este cultivo. El experimento se llevó a cabo en la Ciudad Universitaria - "Pampa del Arco" de la UNSCH, utilizando un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA). Los resultados mostraron que la inoculación con *Rhizobium* más labranza tuvo una respuesta superior de la variedad Usui Andahuaylas, con una altura de 137,39 cm; 8,68 vainas por planta; 6,4 semillas por vaina y un rendimiento de 4 193,96 kg ha⁻¹ de vaina en verde. Por otro lado, la labranza mínima demostró tener una respuesta estadísticamente mejor, con 4,83 semillas por vaina en comparación con la labranza cero, que no utilizó *Rhizobium* y tuvo una altura de planta de 6,68 cm; 6,30 vainas por planta y 4,50 semillas por vaina. En conclusión, se observó que la inoculación con *Rhizobium* y la aplicación de labranza mínima producen resultados más favorables en la producción de arveja en verde.

De acuerdo con la investigación realizada por Muñoz (2018), en Pampa del Arco-Los Módulos - Ayacucho a una altitud de 2750 msnm, se llevó a cabo un experimento con el fin de evaluar el impacto del empleo de inoculante, micronutrientes y extracto de alga nativa en el rendimiento de dos variedades de *Pisum sativum* L: Usui y Remate. Para ello aplico el diseño de bloque completo aleatorizado (DBCR) con tres repeticiones por tratamiento, lo que resultó en un total de 30 parcelas experimentales. Los resultados obtenidos, se observó que las variedades Remate y Usui tratadas con inoculante, micronutrientes (cobalto y molibdeno) y extracto de alga *Spirogyra communis* (Hasall) presentaron las alturas más destacadas. Los tratamientos T4

(Remate con inoculante, micronutrientes y extracto de alga), T3 (Remate con inoculante y microelementos), T2 (Remate con inoculante y extracto de alga) y T1 (Remate más inoculante) mostraron alturas promedio entre 125,33 cm y 135 cm. En cuanto al número de vainas por planta, el tratamiento T4 (Remate con inoculante, micronutrientes y extracto de alga) registró 34 vainas, siendo el más alto a diferencia del tratamiento T3 (Remate con inoculante y microelementos) con 25, 66 vainas por planta. Además, se observaron mayores rendimientos en vaina verde, con producciones de 13 841 kg ha⁻¹ la variedad Remate y 11 350 kg ha⁻¹ en la variedad Usui Andahuaylas, y una rentabilidad del 211% y 155%, respectivamente.

Según la investigación de Quispe (2018), cuyo objetivo fue evaluar el impacto del abonamiento orgánico y la inoculación con el inoculante Rizomack en el rendimiento de diferentes variedades de *Pisum sativum* L. “arveja” en Pampa del Arco, Ayacucho. Mediante el empleo del Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones, se establecieron 48 unidades experimentales para evaluar el efecto de estos tratamientos. Los resultados indicaron que los tratamientos que combinaban la inoculación con Rizomack y el abono con estiércol de ovino mostraron un mayor rendimiento tanto en vaina verde como en grano seco en todas las variedades de *Pisum sativum* L. Sobresaliendo, la variedad Usui que alcanzó el rendimiento más alto, con 7 870,00 kg ha⁻¹ en fruto fresco y 1 500,67 kg ha⁻¹ en grano seco. Además, esta variedad presentó el mejor desempeño en términos de número de vainas por planta (24,67); longitud de vainas (8,79 cm) y cantidad de granos por vaina (6,92) a diferencia de la variedad Común y Remate que tuvieron 20 y 20,33 vainas por planta respectivamente. La rentabilidad económica fue notablemente superior en la variedad Usui inoculada con Rizomack y abonada con estiércol de ovino, con un margen de ganancia del 60, 82% en vaina verde y 60, 59% en grano seco, generando una utilidad de S/ 9 572,50 y S/ 9 547,50 respectivamente. En general, los tratamientos que incluyeron la inoculación y el abonamiento orgánico, ya sea con estiércol de ovino, guano de las Islas o estiércol de vacuno, superaron en rendimiento a aquellos sin inoculante ni abono.

Valdez (2017) llevó a cabo una investigación con el propósito de determinar la precocidad de nuevos cultivares de *Pisum sativum* L. (arveja) y evaluar su rendimiento en vaina verde, tanto con tutor como sin él, en la localidad de Pucaloma, distrito de Socos-Ayacucho. El estudio se desarrolló bajo un Diseño de Bloque Completo al Azar (DBCA) con tres repeticiones en un esquema factorial que incluyó

4 variedades (Remate, Usuy, Rondo y Blanca Criolla) y dos modalidades de manejo (con y sin tutor). Los resultados indicaron que la variedad Remate fue la más temprana, alcanzando la cosecha entre los 93 y 106 días posteriores a la siembra; Usuy presentó un tiempo intermedio de 112 días hasta la cosecha, mientras que las variedades Rondo y Blanca Criolla fueron las más tardías, con tiempos entre 129 y 135 días. Las variedades Usuy Andahuaylas y Blanca Criolla con tutor mostraron los mayores rendimientos, con 8713,8 y 8003,3 kg/ha, respectivamente, y alcanzaron las mayores alturas de planta (1,41 y 1,35 cm). En cuanto al número de vainas, Usuy Andahuaylas (25,8), Blanca Criolla (24,5) y Remate (21,1) destacaron. Las variedades Rondo y Remate con tutor presentaron el mayor contenido de humedad en el grano durante la comercialización, con 67,17% y 64,23%, respectivamente, junto con un peso de 1000 semillas de 693,4 y 619,9 g y una longitud de vaina de 9,96 y 8,58 cm. En resumen, la variedad Usuy Andahuaylas con tutor demostró ser la más rentable, obteniendo un valor del 261%, lo que la coloca por encima de las demás variedades en los distintos tratamientos aplicados.

Según la investigación de Gálvez (2015) en Pampa del Arco - Ayacucho, a una altitud de 2750 msnm, se analizó el impacto del extracto de algas nativas, microelementos y diversas formas de aplicación en el rendimiento de *Pisum sativum* L. "arveja". Se observó que la concentración del extracto de alga nativa, enriquecido con microelementos y aplicado tanto a la semilla como al follaje de la planta como bioestimulante, generó un aumento significativo en el rendimiento de arvejas de la variedad Usui. Las plantas exhibieron 18 vainas con siete granos cada una, alcanzando una longitud de 9,10 cm, con una altura total de 102,6 cm y un rendimiento de 14 500 kg ha⁻¹. Además, se destacó un aumento considerable en la rentabilidad, llegando a un impresionante 178%.

En la investigación de Ochoa (2012), "El impacto del *Rhizobium* en el rendimiento de vainas de cinco variedades de *Pisum sativum* L. a 3 643 msnm en Vinchos, Ayacucho", con el fin de analizar la influencia del *Rhizobium* en el rendimiento de 5 variedades de *Pisum sativum* L. y determinar cuál se adapta mejor a la zona de estudio. El experimento se llevó a cabo mediante un Diseño Experimental de Parcelas Divididas en Bloque Completo al Azar, con 15 tratamientos

y 3 repeticiones, totalizando 45 unidades experimentales. Los resultados encontrados son: la fertilización f1 (00 - 140 - 40 kg ha⁻¹ de NPK + *Rhizobium*) mostró el mayor rendimiento de vainas por planta, destacándose en la variedad Ep-326 con 24,3 y Remate con 22,7 de vainas por planta. En cuanto al rendimiento total de vainas, la fertilización f1 (00 - 140 - 40 kg ha⁻¹ de NPK + *Rhizobium*) también lideró, alcanzando 9 500 kg ha⁻¹ en la variedad Ep-326 y 8 700 kg ha⁻¹ en la variedad Remate. Respecto al número de nódulos con la fertilización f1 (00 - 140 - 40 kg ha⁻¹ de NPK + *Rhizobium*) en la variedad Ep-326, con un promedio de 26,1 nódulos por planta. La variedad Ep-326 con la fertilización f1 (00 - 140 - 40 kg ha⁻¹ de NPK + *Rhizobium*) demostró ser el tratamiento más rentable, con un rendimiento económico del 193%. En conclusión, la inoculación de *Rhizobium* en las variedades de arveja, especialmente en EP-326, Remate y Utrillo, resultó en mayores respuestas y eficiencia, evidenciando la capacidad infectiva del rhizobio en mejorar los rendimientos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Rendimiento

Es la medida de la cantidad de producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide generalmente en toneladas métricas por hectárea (Tm/Ha). En un cultivo, el rendimiento puede verse afectado por la densidad poblacional, las características genéticas que determinan el potencial productivo, la resistencia de la planta, las prácticas agrícolas empleadas y las condiciones del entorno (Quintero y Alonso, 2007).

2.2.2. Variedad

Son poblaciones de plantas dentro de una misma especie que presentan características distintivas. A pesar de que pueden cruzarse libremente con otras poblaciones de la misma especie, mantienen rasgos específicos que las hacen reconocibles. Estas diferencias pueden incluir aspectos como el color de las flores, la forma de las hojas, la resistencia a enfermedades o la adaptación a condiciones ambientales particulares (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

2.2.3. Accesión

Son muestras individuales de plantas conservadas en bancos de germoplasma o colecciones, que no necesariamente tienen características distintivas. Pueden ser muestras de genotipo único, una población local o de una especie silvestre. Se emplean para mantener la diversidad genética y servir como base para la investigación y la mejora de cultivos (Enriquez, 2002).

2.2.4. Biovar

Es una cepa procariótica que difiere fisiológicamente o bioquímicamente de otras cepas de una especie en particular, es decir se refiere a una subespecie o variante biológica de una especie bacteriana que puede distinguirse de otras subespecies por características fenotípicas, como la capacidad para utilizar diferentes sustratos o la respuesta a ciertas condiciones ambientales (Perea *et al.*, 2011).

2.2.5. Rizomack

El inoculante comercial Rizomack son concentrados de la especie de *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, que son producidos en el laboratorio de Rhizobiología (una bolsita contiene 250 g, con un costo de S/ 15.00). Son productos que se inoculan a las semillas o al suelo. Los cuidados que se deben tener en cuenta durante la inoculación son: observar que el inoculante después de la fecha de vencimiento no se debe usar, nunca exponer al sol, la inoculación debe ser realizada en sombra y usarel inoculante específico para cada tipo de semilla de leguminosa (Santillana, 2016).

2.2.6. Nodulación

La generación de una agrupación celular especializada en la fijación de nitrógeno en las raíces de las plantas tras una interacción simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno, como *Rhizobium* (Chen *et al.*, 2024).

2.2.7. Inoculación

Es una estrategia empleada cuando el enemigo natural puede permanecer en el cultivo por un tiempo limitado, pero no es capaz de establecerse de manera permanente en él. Las liberaciones inoculativas se realizan al inicio del cultivo con el fin de que el enemigo natural colonice el área durante el periodo de crecimiento del cultivo o la estación climática, con el objetivo de evitar que aumente la población del agente dañino (Arana y Jiménez, 2009).

2.2.8. Campo experimental

Es un espacio delimitado y meticulosamente controlado destinado a la realización de investigaciones científicas, ensayos o experimentos en condiciones reales. Dentro

del ámbito agrícola, un campo experimental se concibe como un lugar donde se implementan diversas técnicas agrícolas, se experimenta con nuevas especies vegetales o variedades, y se analizan métodos de control de plagas y enfermedades en condiciones controladas pero representativas del entorno de cultivo (Fernández y Trapero, 2010)

2.2.9. Bloques

Todos los tratamientos están incluidos en los bloques. La disposición de los bloques permitirá detectar las diferencias entre los bloques del error experimental, lo que aumentará la precisión del experimento al comparar los tratamientos (Fernández y Trapero, 2010).

2.2.10. Tratamiento

Es un proceso cuyo impacto se evalúa y se contrasta con otros tratamientos, que puede incluir una ración de alimento, una variedad de semillas, un programa de aplicación, la concentración de un medicamento, o una combinación de temperatura y humedad, etc (Fernández y Trapero, 2010).

2.2.11. Parcela

Una parcela se define como una extensión continua de terreno destinada a un único cultivo o tipo de uso del suelo, lo que significa que corresponde a una parte de una superficie más extensa (Papadakis *et al.*, 2016).

2.2.12. Golpe

La siembra por golpe o grupo, se colocan las semillas a intervalos específicos en el suelo. Cada semilla se coloca en un punto determinado de la parcela, lo que permite un control preciso sobre la distancia entre las plantas (Cerna, 2007).

2.3. Bases teóricas

2.3.1. *Pisum sativum* L. “arveja”

a. Origen y distribución de *Pisum sativum* L. “arveja”

Pisum sativum L. es una especie que tiene como origen en Oriente Medio y Asia Central, cultivado miles de años atrás y constituye principal ingrediente gastronómico de las naciones orientales que fueron introducidos al país por los conquistadores. (INIA, 2008).

Diferentes historiadores coinciden que el centro de origen se hallaría comprendida entre el Mediterráneo, atravesando el Medio Oriente, hasta llegar al suroeste de Asia. La arveja como cultivo domestico es una de las más antiguas, hallándose evidencias escritas las cuales indican que eran utilizadas por los neolíticos del Cercano Oriente, 7000 a 6000 años a.c. La expansión de su cultivo se dio a regiones con climas templados y lugares altos de los trópicos alrededor del mundo, siendo hasta ahora extensamente producida y consumida, con opciones de hortaliza fresca o en grano seco, en todos los países del mundo, así como Canadá, Estados Unidos, China, India, Rusia, Francia y Gran Bretaña, los cuales conforman la lista de los más grandes productores de arveja alrededor del mundo (Suasnabar *et al.*, 2022).

b. Importancia del cultivo de *Pisum sativum* L. “arveja”

El cultivo de *Pisum sativum* L. “arveja” tiene una relevancia considerable, particularmente en términos nutricionales, ya que sus vainas contienen una cantidad destacada de proteínas (18 - 30%), así como vitaminas y minerales (Soto, 2015). Las legumbres presentan granos altamente digestibles (95%), así como proteínas digestibles hasta un 20%. Además, al ser una leguminosa, recupera y mejora la fertilidad natural del suelo a través de la simbiosis con unas bacterias del género *Rhizobium* hospedadas en órganos especializados llamados nódulos, produciendo nitratos (Suasnabar., *et al* 2021).

Asimismo, es bien cotizada en nuestro medio local como internacional, teniendo una superficie cultivada a nivel nacional con una extensión total de tierras dedicadas al cultivo de *Pisum sativum* L. fresco en todo el país es de 24 657 ha, con una producción anual de 86 459 t. La región con mayor extensión a este cultivo es Cajamarca, con 8 427 ha, seguida por Huancavelica con 4 231 ha y Junín con 4 009 ha (INEI, 2006)

Este cultivo ha ganado cada vez más relevancia en la industria, ya que puede ser comercializado en formas congeladas y envasadas. Actualmente, Perú exporta legumbres a 63 mercados internacionales, lo que representa un aumento significativo en comparación con el año 2000, cuando sus envíos se dirigían a 42 países. En el año 2007, Perú logró acceder a nuevos mercados como Croacia, Polonia, Togo, Eslovenia, Islandia y Nueva Zelanda; mientras que, en 2008, se expandió hacia Bulgaria y Rumania. Esta tendencia evidencia un enfoque hacia la exploración de nuevos países interesados en importar estos productos (Mamani, 2016).

c. Taxonomía de *Pisum sativum* L. “arveja”

La clasificación taxonómica es de la siguiente manera:

Dominio	: Eukarya
Reino	: Plantae
Subreino	: Fanerógamas
División	: Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase	: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Subclase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Subfamilia	: Faboideae
Tribu	: Fabeae
Género	: <i>Pisum</i>
Especie	: <i>sativum</i>
Nombre Científico	: <i>Pisum sativum</i> L.
Nombre Común	: Arveja, alverja, guisante, chícharo

Fuente: Terranova Enciclopedia Agropecuaria (2001)

d. Morfología de *Pisum sativum* L. “arveja”

Pisum sativum L. “arveja” es una planta anual, con una estructura herbácea y un sistema de raíces que crece de manera principal en forma de raíz pivotante, alcanzando una considerable profundidad. Sus raíces secundarias, que forman una cobertura densa, pueden extenderse hasta unos 70 cm alrededor del eje principal de la planta, al igual que las raíces terciarias. Este sistema radicular se distingue por la formación de nódulos debido a la asociación simbiótica con la bacteria del género *Rhizobium*, responsable de la fijación del nitrógeno atmosférico. La arveja, una dicotiledónea, muestra una germinación hipógea, es decir, su proceso de germinación tiene lugar debajo del suelo (Borja *et al.*, 2001).

Raíz

Su sistema radicular está poco desarrollado, aunque la raíz pivotante primordial puede lograr entre 80 cm de profundidad; y poseen bastantes raicillas secundarias, en estas se encuentran “pegadas” unas bolitas pequeñas o llamadas nodulaciones

de color rosado que contienen bacterias, las cuales mejoran mucho el suelo (INIAF, 2015). Estas nodulaciones son más rebosantes en los primeros diez centímetros de profundidad del suelo, donde las condiciones de aireación son más convenientes. La infección por *Rhizobium* tiene sitio en los pelos radiculares y por tanto la iniciación de los nódulos está ligada inevitablemente a la expansión del sistema radicular (Campos, 1992). El cultivo de *Pisum sativum* L. “arveja” presenta una raíz primordial de forma pivotante bien desarrollada y raíces secundarias rebosantes, que poseen nódulos de bacterias del género *Rhizobium* que fijan el nitrógeno atmosférico (Maroto, 2000).

Tallo

Es largo, delgado y hueco por dentro; según el tamaño de los tallos, la arveja puede clasificarse en: Variedades bajas que llegan hasta 45 cm; variedades de medio enrame, que crecen postradas y llegan hasta 70 cm de alto y las variedades de enrame que llegan a medir hasta 2 metros y necesitan de tutores (INIAF, 2015). Según Camarena *et al.*, (2014) la longitud del tallo puede variar de 0,50 a 0,75 m. en los sembríos prematuras de 0,80 a 1,20 m. en los cultivares semitardíos. y más de 1,50 m. en los cultivares tardíos.

Hojas

Son algo redondeadas o lanceoladas, una a cada lado llamado foliolos y las hojitas terminales se han transformado en “guías” o zarcillos, que le sirven a la planta para trepar y sujetarse a los tutores que se encuentran mientras crecen (INIAF, 2015).

Flores e Inflorescencia

La inflorescencia presenta una disposición en forma de racimo y está acompañada de brácteas con apariencia similar a las hojas, los cuales están unidas por un pedúnculo en la axila foliar. Cada racimo suele contener entre 1 y 8 flores, aunque en algunos casos pueden encontrarse tres, cuatro o incluso cinco flores, aunque estas últimas son menos comunes. Las flores presentan una morfología típica de las papilionáceas y muestran simetría zigomorfa, lo que significa que tienen un único plano de simetría. Están compuestas por 5 sépalos, siendo 2 superiores variables en forma y tamaño, lo cual se utiliza para distinguir entre variedades (Huamanchay, 2013).

Vaina

Las legumbres de *Pisum sativum* L. “arveja” presentan forma de vainas ligeramente curvadas, con un grosor variable, albergando en su interior de 4 a 10 granos cada una. Estos granos, al secarse, adoptan una forma esférica y pueden exhibir tonalidades blancas, crema o verde claro, mostrando superficies tanto arrugadas como lisas según la descripción de Huamanchay (2013).

Semilla

Las semillas de *Pisum sativum* L. tienen una ligera latencia; con peso de 0,20 g por semilla; su capacidad germinativa se conserva durante 3 años aproximadamente, aunque es idóneo emplear semillas que no superen los 2 años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la capacidad germinativa es aún más reducida (INIAF, 2015).

e. Variedades de arveja

Variedad Remate

Variedad con alto potencial de rendimiento, se caracteriza principalmente por su resistencia a plagas y enfermedades, es una variedad de medio enrame que responde bien al uso de espalderas, La recolección se realiza en término medio alrededor de los 100 días después de sembrar, obteniendo granos lisos que son adecuados para su consumo tanto en vaina verde como en estado seco (Camasca, 1994).

Variedad Usui Andahuaylas

Es una variedad con un tamaño y vigor, de altos rendimientos, de 1,37 m de altura, 7-9 granos por vaina. Esta variedad muestra una notable capacidad de ajuste a las variadas condiciones climáticas presentes en diferentes regiones del Perú. Además, cuentan con una sólida demanda tanto en el mercado local como en el regional, gracias a su agradable sabor y atractivo color, aspectos cruciales para garantizar su exitosa comercialización, presenta flores de color blanco amariposadas (INIA, 2008).

Caritas (2004) indica que las principales características de *Pisum sativum* L. “arveja”, variedad Usui son:

Habito de crecimiento	: enrame
Periodo vegetativo	: semi precoz
Cosecha en vaina verde	: 90 días después de la siembra
Cosecha en grano seco	: 140 días después de la siembra
Altura aprox.	: 1,40 m
Color del grano seco	: amarillo cremoso con hilium negro
Rendimiento	: 6 000 kg ha ⁻¹ en verde y 1 500 kg ha ⁻¹ seco
longitud de vaina	: 6,5 cm

f. Accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”

Accesión Blanco Chontaca

Según El Manual del Cultivo de *Pisum sativum* L. “arveja” en la Sierra (2003), manifiesta que es una variedad local, tradicionalmente cultivada por los agricultores, posee un período vegetativo de 6 meses. Las vainas presentan un tamaño intermedio, con una longitud aproximada de 7 cm, y los granos son de textura lisa y color crema.

Accesión Pampa del arco

Conforme al Manual del Cultivo de *Pisum sativum* L. “arveja” en la Sierra (2003), esta variedad se caracteriza por tener un periodo vegetativo semi-precoz y es altamente valorada por los agricultores debido a su alto rendimiento. Su ciclo de crecimiento se extiende de 120 a 130 días. Las vainas tienen un tamaño medio, con una longitud promedio que oscila entre los 5 cm y 8 cm.

Accesión Común

Caritas del Perú (2007), indica que la variedad Común se caracteriza por ser un genotipo con un periodo vegetativo tardío, alcanzando una altura de planta de aproximadamente 1,5 m. Es muy valorado por los agricultores debido a su rendimiento, con un ciclo vegetativo que oscila entre los 120 y 130 días. Sus vainas tienen un tamaño medio, con una longitud promedio de 8,5 cm; y requieren el uso de espalderas para un óptimo desarrollo. Los granos presentan una superficie lisa al alcanzar la madurez durante la cosecha.

2.3.2. Género *Rhizobium*

El género *Rhizobium* fue identificado por Frank en 1889, como bacterias Gram negativas, de 0,5-1,0 x 1,2-3,0 μm , conocidas por su capacidad de formar nódulos en plantas leguminosas. Su nombre enfatiza la peculiaridad que tiene de nodular las raíces (rhiza: raíz, bius: vida, *Rhizobium*: vida en las raíces) (Wang, 2002). No forma espora, fijadores de nitrógeno, bacilos cortos algunas veces pleomórfico, Gram-negativos con pared celular, móviles por flagelos peritricos o un solo flagelo lateral, pertenece a la familia *Rhizobiaceae*, este es heterótrofo, común en el suelo (Mohamed *et al.*, 2012).

Según Cuasquer y Pavón (2010), son bacterias fijadoras de nitrógeno que se encuentran de manera natural en el suelo y han sido conocidas por más de un siglo. Estas bacterias representan una forma de biofertilizante ecológico y se clasifican en dos grupos principales: las simbióticas, que tienen una relación específica con las leguminosas, como el *Rhizobium*; y las libres, que habitan en el suelo y no dependen de la planta para reproducirse, siendo el *Azotobacter* y el *Azospirillum* algunos de los más relevantes en el ámbito agrícola.

Estas bacterias, también conocidas por ser quimiorganotrofos, tienen la capacidad de crecer en medios con una amplia disponibilidad de carbono. Su temperatura óptima de crecimiento es aproximadamente 30°C, y su resistencia a valores extremos de pH varía según la especie. Además, pueden formar nódulos en diversas leguminosas, tanto en regiones templadas como tropicales. (Wang, 2002).

a. Importancia del *Rhizobium* para las leguminosas

Rhizobium desempeña un papel vital al suministrar a la planta un nutriente esencial: el nitrógeno, que se encuentra predominantemente en forma no absorbible en la naturaleza, limitando el crecimiento de la planta. En este proceso, el *Rhizobium* convierte el nitrógeno atmosférico en amonio, una forma que la planta puede absorber y utilizar para su desarrollo, lo que representa una conversión de nitrógeno de una forma no disponible a una disponible para la absorción vegetal (Campaña, 1993).

El uso de la bacteria *Rhizobium* destaca, como un biofertilizante crucial para potenciar la asimilación en los cultivos de leguminosas. Esta bacteria es habitual en los suelos agrícolas, pero los agricultores la utilizan en combinación con otros complementos para aumentar su población y, por ende, su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico. Esta práctica resulta beneficiosa para el medio ambiente, ya que, al promover la fijación simbiótica de nitrógeno, reduce la necesidad de utilizar fertilizantes nitrogenados y disminuye la contaminación asociada con su empleo (Cuasquer y Pavón (2010).

b. Taxonomía del *Rhizobium*

Según Thorsten (2002), describe la categoría taxonómica del *Rhizobium* de la siguiente manera:

Dominio	: Bacteria
Filo	: Proteobacteria
Clase	: Alphaproteobacteria
Orden	:Rhizobiales
Sub Orden	: Eubacterineas.
Familia	: Rhizobiaceae..
Género	: <i>Rhizobium</i> .
Especie	: <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar viceae.

c. Descripción de la asociación simbiótica *Rhizobium*-leguminosa

Los rizobios son bacterias aerobias Gram negativas, obligadas y se clasifican dentro de la familia *Rhizobiaceae*. Esta categoría abarca los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* y *Azorhizobium*. Estos microorganismos presentes en el suelo establecen una simbiosis con diversas especies vegetales, donde son capaces de llevar a cabo la fijación del nitrógeno molecular (Thorsten, 2002).

La relación simbiótica entre *Rhizobium* y las leguminosas es altamente especializada, donde la bacteria invade la planta de manera regulada y se establece en las células del córtex de la raíz con bacteroides que pueden fijar el nitrógeno atmosférico, el cual es transferido a la planta en forma de amonio. A cambio, la planta proporciona a la bacteria un entorno protegido y acceso a compuestos carbonados en forma de ácidos orgánicos. Ni las plantas ni estas bacterias aisladamente podrían fijar el nitrógeno

diatómico para convertirlo luego en amonio (Palacios *et al.*, 2015).

d. Simbiosis

Las leguminosas poseen exclusivamente la capacidad de emplear el nitrógeno en forma de nitrato o amonio para la síntesis de compuestos nitrogenados, como los aminoácidos. Durante la simbiosis con el *Rhizobium*, se generan nódulos rizoidales donde las bacterias simbióticas capturan nitrógeno atmosférico y lo suministran a la planta. Este proceso permite que las leguminosas prosperen incluso en suelos carentes de nitrato o amonio para un desarrollo normal. La utilización de *Rhizobium* como inoculantes, en lugar de fertilizantes, se presenta como una estrategia para potenciar el crecimiento de las leguminosas. Además, las bacterias aprovechan moléculas de la planta, estableciendo así una relación simbiótica ventajosa para ambas partes (Serrano, 1991).

e. Fijación biológica de nitrógeno (FBN)

La fijación biológica de nitrógeno es una fuente eficiente de N_2 fijado, la cual juega un papel importante en la remediación del terreno. El enfoque de la FBN se centra en las interacciones simbióticas entre las plantas leguminosas y *Rhizobium*, debido a que estas asociaciones juegan un papel significativo en el ciclo del nitrógeno. La deficiencia en nitrógeno mineral con frecuencia limita el crecimiento de la planta y así mismo las relaciones simbióticas que han evolucionado entre las plantas y una variedad de organismos fijadores de N_2 . El nitrógeno fijado de manera simbiótica a través de la interacción entre leguminosas y *Rhizobium* constituye una fuente sostenible de este nutriente para la agricultura (Rodríguez y Romero, 2008).

La formación exitosa de la simbiosis implica una interacción altamente específica entre el hospedador y el simbiote, originando la formación un nuevo órgano en la raíz de la leguminosa, conocido como el nódulo. Este nódulo sirve como hábitat para que las bacterias colonicen como simbioses intracelulares, permitiendo así la fijación del nitrógeno atmosférico en forma de amoníaco. En la nodulación, las cepas rizobiales específicas infectan un limitado rango de plantas por *Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae*. A pesar de la considerable diversidad presente en la biodiversidad de las cepas rizobiales, es importante destacar que la arveja no sigue un patrón de nodulación heterogéneo como los granos convencionales, los cuales

pueden desarrollar nódulos con diversas especies de *Rhizobium* (Rodríguez y Romero, 2008).

f. Establecimiento de la simbiosis leguminosa - *Rhizobium*

La asociación beneficiosa entre rizobios y leguminosas comienza con el primer encuentro y reconocimiento entre la bacteria y la planta. Este proceso finaliza con la formación de un nódulo especializado, donde tiene lugar la fijación de nitrógeno, transformando el nitrógeno del aire en amonio. Para satisfacer su necesidad de nitrógeno, una planta que requiere nitrógeno para su desarrollo atraviesa un proceso de varias etapas desde la preinfección, infección y desarrollo de nódulos, que finalmente permite su funcionamiento (Taiz y Zeiger, 2006).

Preinfección

El proceso inicial de establecimiento de la simbiosis comienza con el reconocimiento celular, donde las plantas liberan productos fotosintéticos. Estos incluyen materia orgánica como carbohidratos, ácidos orgánicos, vitaminas, aminoácidos y compuestos fenólicos y los flavonoides que funcionan como atrayentes químicos. Cada planta secreta un conjunto específico de flavonoides, que son detectados por los genes NOD por las bacterias *Rhizobium*. A partir de este punto, se desencadena un proceso de adhesión protagonizado por el microsimbionte (la bacteria). La planta emite glicoproteínas específicas, como la ricadesina y las lectinas, en la región de infección para atraer al microsimbionte hacia ella. Este se acerca a la zona de infección y secreta un compuesto lipopolisacárido llamado factor NOD, el cual induce como primera respuesta la deformación de los pelos radiculares de la planta, que puede variar desde una deformación leve hasta un enrulamiento marcado (más de 360°), lo cual indica una infección exitosa en términos generales. En respuesta, la planta activa la expresión de proteínas que facilitan la expresión de los genes de fijación en el microsimbionte, también conocidos como genes FIX. Estos genes permiten al microsimbionte identificar las áreas de la planta donde puede establecerse y desarrollar el tubo de infección para que la bacteria ingrese y colonice el pelo radicular (Peña, 2011).

Infección

En esta etapa, la bacteria penetra en la raíz de la planta, por medio del hilo o tubo de infección que ha sido formando. Este tubo de infección es esencialmente un depósito

de pared celular generado por la planta en respuesta a la lesión provocada por el microsimbionte al ingresar al pelo radicular. Avanzando a lo largo del pelo radicular, el tubo de infección alcanza finalmente la corteza de la raíz, donde las bacterias se liberan y colonizan el citoplasma de las células vegetales. Durante este proceso, las bacterias experimentan cambios quimiotácticos transformándose en lo que se conoce como bacteroide, de manera que será incorporado como una bacteria alterada. Una vez que ingresan al citoplasma, las bacterias quedan rodeadas por una membrana peribacteroidea, que se origina a partir de los residuos de la membrana celular de la planta. Esta envoltura facilita el proceso, ya que, dentro del citoplasma, las bacterias liberan factores Nod que inducen la división celular y estimulan un desarrollo anormal de las células corticales. Esto conduce a un crecimiento anormal que rompe la superficie de la raíz, formando estructuras capaces de fijar nitrógeno. La proliferación continua de las células corticales y los bacteroides da lugar al desarrollo de estructuras tumorales conocidas como nódulos radiculares. Dentro de estos nódulos, tiene lugar el proceso de Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) mediante el complejo enzimático nitrogenasa, que cataliza la transformación del nitrógeno atmosférico en amoníaco, un proceso que requiere un alto costo energético (Peña, 2011).

Funcionamiento del nódulo

Para el buen funcionamiento del nódulo es importante mencionar las funciones de:

- La leghemoglobina es una proteína que trasborda oxígeno, valioso en hierro, y ejerce como amortiguador al controlar el nivel de oxígeno dentro del nódulo. Esto permite que la enzima nitrogenasa, que es sensible al oxígeno, lleve a cabo la catálisis de la reacción fundamental que transforma nitrógeno en amonio, lo que optimiza su capacidad de fijación de nitrógeno y facilita el desarrollo eficiente de su actividad (Peña, 2011).
- Los bacteroides utilizan nutrientes provenientes de la actividad fotosintética del macrosimbionte (fotosintato), inducen la síntesis de la enzima nitrogenasa y reducen el nitrógeno atmosférico a amonio que entregan al tejido nodular para que finalmente sea vertido como nitrógeno fijado en el torrente circulatorio de la planta (Peña, 2011).

g. Los nódulos

Las estructuras nodulares se componen de dos regiones distintas que desempeñan funciones específicas. La primera región central, formada por células vegetales de gran tamaño, alberga bacteroides modificados que se multiplican rápidamente en su citoplasma. Mientras tanto, la segunda región, conocida como zona meristemática externa, está compuesta por células más pequeñas y ricas en peroxisomas y retículo endoplasmático, donde constantemente se agregan nuevas células para permitir el crecimiento continuo del nódulo. Este crecimiento prolongado contribuye a la capacidad del nódulo para fijar nitrógeno de manera indefinida.

Los nódulos presentan dos tipos de crecimiento diferentes. En un caso, los nódulos con crecimiento determinado tienen un desarrollo restringido y una forma externa esférica, y no contienen células de transferencia. Por otro lado, los nódulos de crecimiento indeterminado o ilimitado siempre contienen células meristemáticas en división que promueven su expansión. Estos últimos nódulos también poseen células de transferencia y exhiben un alto número de vacuolas, especialmente en las células periféricas. La conexión con el floema radicular permite que los nódulos reciban fotosintatos de la planta a cambio del nitrógeno fijado, mientras que su estructura periférica está delimitada por una endodermis que se une directamente a la raíz. El diámetro de estas estructuras puede variar de unas especies a otras, oscilando entre 0.2 a 4 ml (Villalobos, 2006).

h. Mecanismos de infección

De acuerdo con Sprent *et al* (2013), los rizobios utilizan varias estrategias para invadir las raíces de las leguminosas, apoyándose en tres mecanismos fundamentales: los hilos de infección en los filamentos radiculares, a través de fisuras y la inserción a las células por la epidérmicas de la raíz.

- El mecanismo predominante y más estudiado es la utilización de hilos de infección en los pelos radicales. En este proceso, se inicia un intercambio de señales entre el simbiote y el hospedador mediante la secreción de exudados de la raíz, como flavonoides, fenoles, azúcares, ácidos dicarboxílicos y aminoácidos. En respuesta a estos exudados, los rizobios producen factores NOD, específicamente lipochitoooligosacáridos, que desencadenan respuestas a nivel celular, incluyendo cambios en el citoesqueleto de los pelos radicales

inducidos por un flujo de calcio (calcium spiking). Este proceso altera la epidermis de la planta huésped, causando deformaciones y curvaturas en los pelos radiculares que atrapan las bacterias, que, a su vez, forman colonias y crean focos que pueden convertirse en sitios de infección. A partir de estos focos, se desarrollan los hilos de infección que se elongan, ramifican y penetran en el interior del nódulo emergente, guiando así a las bacterias a través del pelo radical y la corteza de la raíz. Una vez dentro del nódulo, los rizobios experimentan cambios morfológicos y se diferencian en bacteroides, caracterizados por la expresión de la actividad nitrogenasa y citocromos específicos. Esta adaptación al nuevo ambiente asegura una infección persistente en el nódulo y la fijación biológica de nitrógeno (FBN), con el amonio asimilado exportado hacia la parte aérea de la planta a través de la xilema (Oldroyd *et al.*, 2010).

- En el proceso de ingreso a través de fisuras, los rizobios comienzan la infección en zonas lesionadas, que surgen debido al desarrollo de raíces laterales o adventicias. La bacteria ingresa mediante estas fisuras y se propaga por los espacios entre las células, ocupando los tejidos por debajo de la capa epidérmica o la capa exterior de la raíz. La muerte de algunas células corticales por acción de los factores NOD crea cavidades que son colonizadas por la bacteria, desempeñando funciones similares a las de los hilos de infección en los filamentos radiculares (Oldroyd *et al.*, 2011).
- El tercer mecanismo conocido hasta la fecha es la penetración directa a través de la epidermis de la raíz sin la formación de hilos de infección. En este caso, los rizobios infectan las células epidérmicas de la raíz de manera directa (Sprent *et al.*, 2013).

i. Localización de los nódulos

En el proceso de ingreso a través de fisuras, los rizobios inician la infección en áreas dañadas, que se generan debido al crecimiento de raíces laterales o adventicias. En ciertas circunstancias, los nódulos se ubican muy alejados de la corona; y algunos a considerable profundidad, mientras que otros se localizan, en su mayor parte, en las raíces laterales. En otras leguminosas de importancia agronómica, los nódulos se encuentran en la raíz principal y pueden ser extraídos con cierta facilidad al cavar cuidadosamente alrededor de la planta utilizando una pala. Sin embargo, es importante no tirar de la planta para sacarla del suelo, ya que esto podría romper la delicada conexión que une los nódulos a las raíces. (Spaink, 2000).

j. Inoculación de *Rhizobium* en leguminosas.

La inoculación de la bacteria en la arveja es fundamental para la buena implantación y persistencia, garantizando la fijación biológica de nitrógeno para el buen rendimiento en calidad y cantidad. La inoculación es la forma más fácil, económica y natural de suministrar nitrógeno a las plantas, sin contaminar el medio ambiente y garantizar una agricultura sostenible (Soto, 2015)

Además, aumenta los rendimientos de los cultivos sin comprometer el medio ambiente, el empleo de biofertilizantes emerge como una estrategia relevante. Dentro de este contexto, se destaca la técnica de inoculación, que implica la incorporación de microorganismos beneficiosos en las semillas, como es el caso de las arvejas, que tienen la capacidad de asociarse con bacterias benéficas conocidas como rizobios. Esta simbiosis facilita a los rizobios la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y transferirlo a la planta, satisfaciendo sus necesidades nutricionales y enriqueciendo la materia orgánica del suelo. Además de su función principal de suministrar nutrientes, estos microorganismos promueven un desarrollo radicular más vigoroso y ofrecen protección contra enfermedades fúngicas de la raíz, lo que sugiere un papel integral en el mejoramiento de la productividad agrícola (Rodríguez y López, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de zona de estudio

El trabajo de investigación se realizó en Pampa del Arco - Los Módulos - UNSCH, perteneciente a la Escuela Profesional de Agronomía ubicada en el campus de la ciudad universitaria.

3.1.1. Ubicación política.

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho

3.1.2. Ubicación geográfica

El campo experimental “Pampa del Arco” se ubica en el campus de la Ciudad Universitaria, a una altitud 2 750 msnm.; cuyas coordenadas son 13° 08' 38" latitud sur y 74° 13' 17" longitud oeste del meridiano de Greenwich.

3.2. Población

La población estuvo conformada por 3 240 plantas entre variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”.

3.3. Muestra

Las muestras sumaron un total de 180 golpes. En la etapa de floración 90 golpes y para la cosecha en vaina verde 90 golpes, de cada tratamiento se analizaron 3 golpes al azar (3 plantas por golpe).

3.3.1. Unidad de muestra

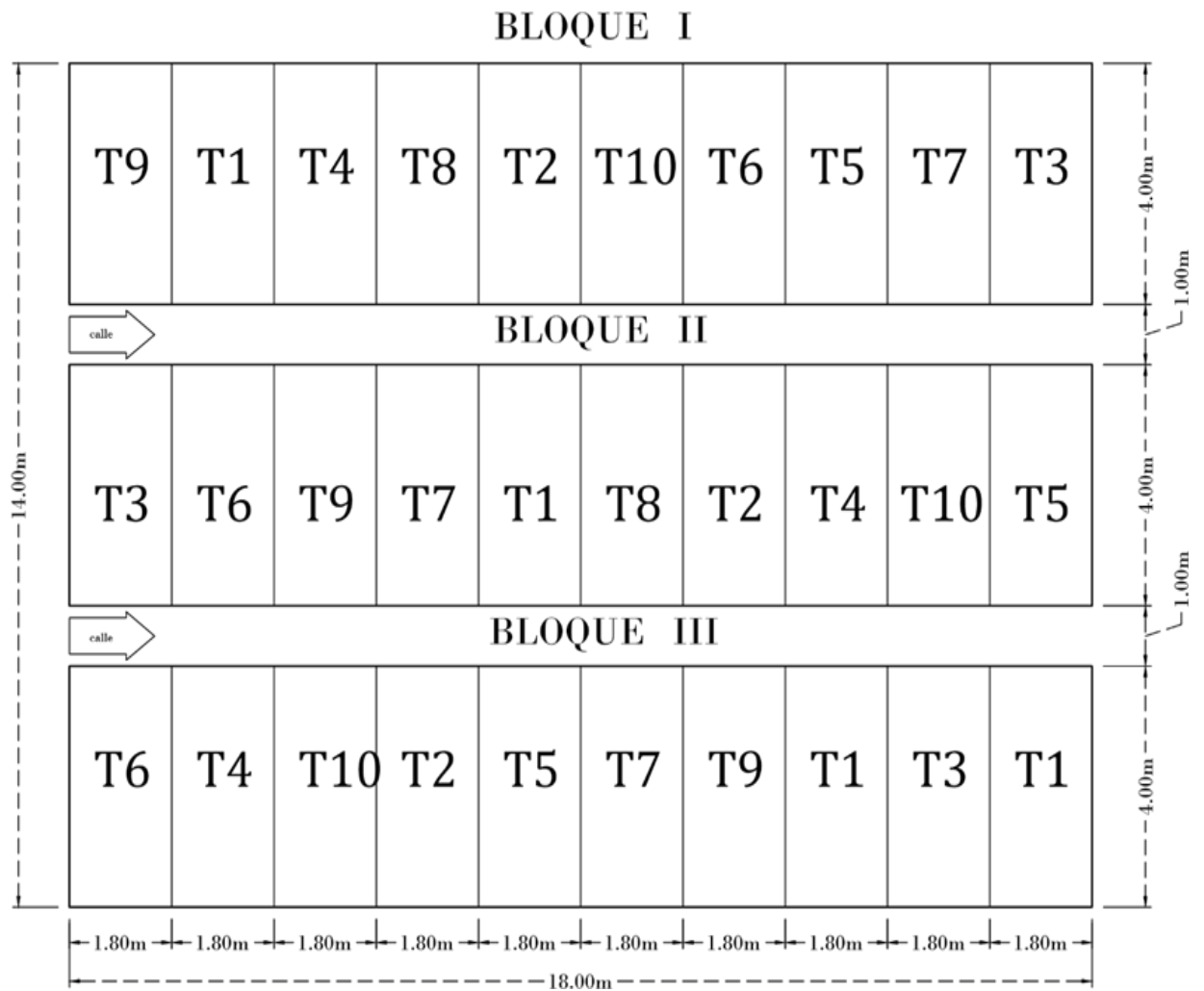
Fueron las plantas de *Pisum sativum* L. “arveja” inoculadas y sin inoculación, sembradas en campo experimental Pampa del Arco – UNSCH “Los Módulos”.

3.4. Diseño experimental y de campo

a. Campo experimental

- Número de repeticiones o bloques: 3
- Número de tratamientos: 10
- Total, de unidades experimentales: 30
- Área de cada unidad experimental o parcela: 7,2 m²
- Área del experimento (14 m x 18 m): 252 m²
- Separación entre bloques: 1 m

Figura 1. *Croquis del campo experimental*



Donde:

T: tratamiento

b. Dimensiones de bloques

- Ancho : 4 m
- Largo : 18 m
- Área total de los bloques : 72 m²
- Ancho de las calles : 1 m

c. Dimensiones de parcelas

- N de parcelas /bloque : 10
- N de parcelas / Camp exp : 30

- Largo : 4 m
- Ancho : 1,80 m
- Área por parcela : 7,2 m²
- Número de surco por tratamiento : 3
- Número de surco por Bloque : 30
- Distancia entre surco : 0,7 m
- Distancia entre golpes : 0,30 m
- Número de golpes por surco : 12

3.5. Descripción de los tratamientos

Factor V (variedades y accesiones)

- V₁: Acc. Pampa del arco
- V₂: Var. Remate
- V₃: Acc. Blanco Chontaca
- V₄: Var. Usui Andahuaylas
- V₅: Acc. Común

Factor I (Inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar viciae)

- I₀: Sin inoculación
- I₁: Con inoculación

Tabla 1. Descripción de Tratamientos

BLOQUES	TRATAMIENTOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
I, II y III	T1	V1*I ₁	Pampa del arco*con inoculación.
	T2	V2* I ₁	Remate*con inoculación.
	T3	V3* I ₁	Blanco Chontaca*con inoculación.
	T4	V4* I ₁	Usui Andahuaylas*con inoculación.
	T5	V5* I ₁	Común*con inoculación.
	T6	V1*I ₀	Pampa del arco*sin inoculación.
	T7	V2* I ₀	Remate*sin inoculación.
	T8	V3* I ₀	Blanco Chontaca*sin inoculación.
	T9	V4* I ₀	Usui Andahuaylas*sin inoculación.
	T10	V5* I ₀	Común*sin inoculación.

3.6. Instalación y conducción del experimento

3.6.1. Limpieza del terreno

El proceso de desmalezado se llevó a cabo el 15 de octubre de 2016, utilizando herramientas como picos, palas, rastrillos, costales y guantes. Se procedió a eliminar las malezas que se encontraban en el área designada para la instalación, trasladándolas a una distancia aproximada de 200 m fuera de dicha área, donde se permitió su descomposición natural.

3.6.2. Preparación del terreno

El terreno final fue acondicionado el 18 de octubre de 2016 mediante el uso de un tractor agrícola, con el propósito de dejarlo suelto, mullido y nivelado para la siembra. El proceso de preparación incluyó arar, rastrillar y mullir, lo cual beneficia la germinación, el crecimiento y el desarrollo óptimo de las semillas.

3.6.3. Trazado y delimitación del terreno

La demarcación y delimitación del área se llevaron a cabo el 29 de octubre de 2016, siguiendo el diseño experimental propuesto, utilizando una cinta métrica, un cordel y estacas para marcar las parcelas, bloques y caminos según lo requerido.

3.6.4. Abonamiento

Se realizó un abonamiento básico, aplicando 12 kg de guano natural al área del experimento.

3.6.5. Surcado

Se llevaron a cabo las labores de surcado en las parcelas experimentales utilizando herramientas como winchas, cuerdas, picos y azadones. Se consideró una separación entre surcos de 0,70 m.

3.6.6. Colocación de letreros

Se llevaron a cabo la instalación de señalizaciones con el propósito de distinguir el tratamiento asignado a cada parcela, de acuerdo con la aleatorización del experimento. Cada indicador exhibía el número correspondiente al tratamiento aplicado.

3.6.7. Desinfección de la semilla

Antes de sembrar, se llevó a cabo la desinfección de las semillas mediante la aplicación del agente químico Vitavax (compuesto por Oxathiina+Dicarboximido) con el objetivo de prevenir posibles infecciones por hongos durante el proceso de cultivo.

3.6.8. Inoculación a la semilla de *Pisum sativum* L. “arveja”.

Se realizó una inoculación directa con *Rhizobium leguminosarum* biovar viciae componente del inoculante comercial Rizomack. Siguiendo las recomendaciones del producto que establecen una proporción de 250 g de inoculante por cada 35 kg de semilla. Este proceso se realizó mediante una inoculación simple, en la cual se combinaron 18 g del inoculante con 100 mL de agua limpia y dos cucharadas de azúcar en un recipiente que contenía 2,8 kg de semillas de arveja. Se aseguró cubrir completamente las semillas con esta mezcla, la cual adquirió un color oscuro. Tras dejar reposar las semillas a la sombra por unos minutos, se procedió a sembrarlas en la parcela correspondiente.

3.6.9. Siembra

La siembra se realizó de manera manual el 31 de octubre de 2016. Se utilizó un zapapico para colocar tres semillas por golpe en el costillar del surco, luego

se cubrieron con delgada capa de tierra. La distancia entre golpes en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 y T10 fue de 0,30 m, mientras que el espaciamiento entre surcos fue de 0,70 m para todos los tratamientos.

3.6.10. Labores culturales

Aporque

A los 50 días posteriores a la siembra, se realizó el aporque que consiste en acumular el suelo a la base del tallo de la arveja, lo que contribuye a la oxigenación del suelo y proporcionar cierta protección contra las heladas o la intensidad del sol. Además, esta actividad favoreció el desarrollo de las raíces en el suelo y promovió el crecimiento vertical de las plantas de *Pisum sativum* L. “arveja”.

Deshierbo

Se realizó en dos ocasiones el deshierbo:

- El primer deshierbo se realizó el 25 de noviembre.
- el segundo deshierbo se realizó el 10 de enero.

Este procedimiento se hace por la presencia e incremento de malezas.

3.6.11. Tutorado

Se llevó a cabo el tutorado en los tres bloques sin establecer distinciones entre los tratamientos. Una vez que las plantas habían desarrollado sus zarcillos, se procedió a instalar los tutores, compuestos por carrizos de 1,5 metros de altura. Se utilizaron amarres de rafia en los tutores para que los zarcillos del cultivo se fijaran en ellos.

3.6.12. Riego

Inmediatamente después de la siembra, se realizó un riego ligero para inducir la emergencia de las plántulas y los riegos posteriores que se realizaron fue con el sistema de riego por goteo, en forma constante de acuerdo a las condiciones de humedad del suelo y las condiciones medio ambientales y de acuerdo al estado de crecimiento y desarrollo del cultivo y la necesidad.

Los riegos se realizaron de la siguiente manera:

- En los primeros 40 días se regó cada 3 días por un tiempo de hora y media.
- Desde los 40 hasta los 60 días (etapa de floración), se regó cada 3 días por un tiempo de media hora.
- Desde los 70 hasta los 110 días (madurez fisiológica), se regó cada 3 días por un tiempo de 1 hora.

3.6.13. Control fitosanitario

Plagas

Se detectó la presencia de plagas en el cultivo, las cuales fueron gestionadas mediante métodos mecánicos como la recolección manual y el uso de trampas de colores. Para abordar las infestaciones de insectos chupaderas: mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*) y trips (*Trips sp.*), fue necesario aplicar tratamiento con caldo sulfocálcicos.

Enfermedades

El área de investigación tuvo antecedentes de haber sido afectada por oídio (*Erysiphe polygoni*), lo que resultó la aparición de manchas cloróticas en los foliolos y la formación de micelios blancos de aspecto ceniciento. Como respuesta a esta situación, se emplearon caldo bordelés para abordar el problema.

3.6.14. Cosecha

La cosecha se realizó en tres fechas distintas:

- Para estimar las variables asociadas con el estado de floración de la planta, se llevó la cosecha justo en el momento donde se detectó una adecuada formación de nódulos en las raíces del *Pisum sativum* L.
- Para evaluar el rendimiento en vaina verde se realizó la cosecha el 9 de febrero de 2017, lo que equivale a 99 días después de la siembra. Esta recolección se llevó a cabo en el momento en que los granos alcanzaron su completo desarrollo. Se procedió a la recolección manual de las vainas verdes de las plantas ubicadas en el surco central de cada unidad experimental. Se llevó a

cabo con precaución para evitar el aplastamiento entre vainas y su exposición al sol, asegurando así que no se redujera su peso. Las vainas cosechadas fueron colocadas en bolsas etiquetadas según el tratamiento correspondiente y posteriormente pesadas en el laboratorio.

- Para determinar la concentración de nitrógeno (nitrógeno total) en grano seco, se llevó a cabo la cosecha el 23 de febrero de 2017, lo que representa 113 días después de la siembra. Las plantas fueron dejadas al sol hasta que perdieran por completo su humedad, después de lo cual se colocaron en bolsas etiquetadas para su posterior análisis del porcentaje de nitrógeno.

Tabla 2. *Muestreo de plantas en cada tratamiento experimental de Pisum sativum L. “arveja”.*

Lugar	Punto de muestreo	Estado de desarrollo de la planta	Edad de la planta	Cantidad de muestra	Variables evaluadas
Pampa del Arco - Ciudad universitaria- UNSCH	Parcela	Floración	48 días	90 golpes	Peso seco de nódulos (g) Ubicación de los nódulos Altura de la planta (cm) Peso seco de la planta aérea(g)
			99 días	90 golpes	Número de vainas
	Parcela	Madura	113 días		Concentración de nitrógeno %

3.7. Metodología para la evaluación de las variables

Para las determinaciones de rendimiento, características morfológicas y parámetros de calidad se tuvo en cuenta los estados de madurez, las cuales se realizaron cuando la mayoría de las plantas alcanzaron el estado de floración según (Kalu y Fick, 1981)

De acuerdo con los objetivos del estudio se evaluó las variables efectividad de la inoculación, rendimiento, contenido de proteína de la siguiente manera.

3.7.1. Determinar la efectividad de la inoculación

Para determinar la efectividad de la inoculación se midieron los siguientes indicadores según los autores Somasegaran y Hoben (1985).

- Peso seco de nódulos.
- Ubicación de los nódulos.

Para la evaluación de la nodulación se siguió la metodología de Corbin *et al.*, (1997) donde el procedimiento implica desenterrar cuidadosamente 3 golpes por tratamiento al azar en un cultivo (asegurando que las raíces y los nódulos no se dañen).

Peso seco de nódulos

Se procedió a extraer los nódulos de la planta y se los sometió a un proceso de disección en una estufa a 50 °C durante un día. Posteriormente, se pesaron y se volvieron a colocar en la estufa durante una hora para asegurar que estuvieran libres de humedad. Después de este segundo proceso de secado, se realizó otro pesado. Al observar que los pesos ya no variaban, se utilizaron estos datos para el análisis estadístico.

Ubicación de los nódulos

De acuerdo con la metodología de Corbin *et al.*, (1997), se empleó el enfoque que evalúa la calidad de los nódulos mediante el recuento de los nódulos efectivos en la región corona-raíz (es decir, los 5 cm ubicados por debajo de las primeras raíces laterales), asignando una puntuación a cada planta utilizando el criterio de clasificación establecido. Por ejemplo, si se observa una planta con 15 nódulos en los primeros 5 cm de raíz y 8 nódulos en la región inferior de la raíz, le corresponde una valoración de 5 según la figura 2 e indicaría que "la planta posee un excelente potencial de fijación" conforme a la tabla 3.

Figura 2. Determinar la ubicación de los nódulos por escala de puntuación de Corbin et al., (1997)

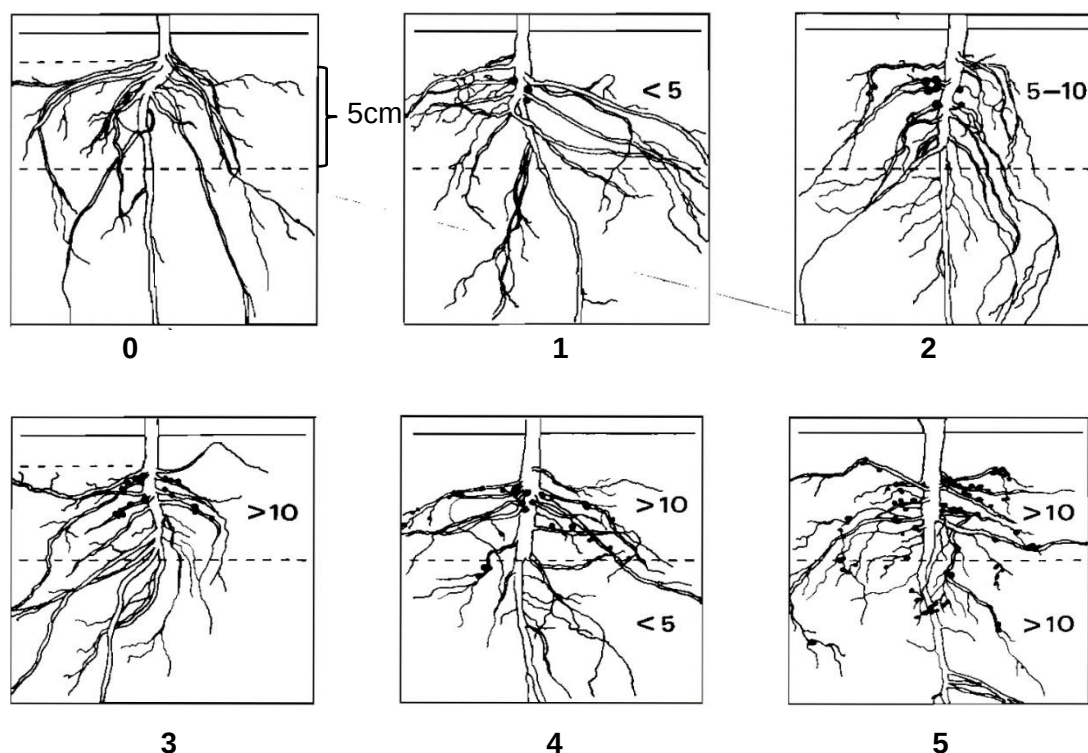


Tabla 3. Escala de puntuaciones de Corbin et al., (1997)

Escala	Puntuación
Excelente nodulación; excelente potencial de fijación	[5 ; 4)
Buena nodulación; buen potencial para la fijación	[4 ; 2)
Nodulación justa; La fijación de N_2 puede no ser suficiente	[2 ; 1)
pobre nodulación, poca o ninguna fijación de N_2	[1 ; 0]

3.7.2. Rendimiento

Se analizaron 3 golpes por tratamiento para evaluar los siguientes parámetros del rendimiento del cultivo de arveja.

- Altura de la planta
- Peso seco de follaje en g
- Número de vainas por planta
- Rendimiento en vaina verde en kg ha^{-1}

3.7.3. Contenido de proteína en grano seco

Para el contenido de proteína o llamado también proteína bruta (PB) se ha

realizado mediante el método descrito por Kjeldal, un método oficial y normada por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC.,1990), donde al contenido total de nitrógeno analizada en el laboratorio de “VALLE GRANDE” se le ha multiplicado por el factor 6,25.

Posteriormente, se creó una tabla utilizando la metodología de Likert, utilizando las puntuaciones proporcionadas por Ramos (1995), quien categoriza la calidad de la arveja en función de su contenido de nitrógeno en porcentaje, y este para estimar el contenido de proteína.

Tabla 4. Tabla diseñada por Ramos (1995).

Calidad	Intervalo (%)	Contenido proteico (C.P)
Extra	23 >	C.P. Excelente
Primera	[23; 20]	C.P. bueno
Segunda	⟨20; 17]	C.P. medio
Tercera	⟨17; 15]	C.P. bajo
Cuarta	< 15	C.P. deficiente

3.8. Evaluación económica

Se realizó la comparación de costos de una hectárea de producción de *Pisum sativum* L. “arveja” usando bacterias fijadoras de nitrógeno *Rhizobium* y sin usar estas bacterias.

3.9. Rentabilidad

Para la rentabilidad del cultivo de la arveja se determinó mediante la ficha técnica agronómica, para sacar el costo de producción del cultivo de *Pisum sativum* L.

3.10. Tipo de investigación

La naturaleza de la investigación llevada a cabo fue experimental aplicativo.

Método

- Analítico

Diseño de investigación

- Experimental

Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se dispuso en un arreglo factorial de 5V x 2I dispuesto en el diseño de bloque completo randomizado (DBCR) con tres repeticiones por tratamiento que permitió 30 unidades experimentales, el número de tratamientos resulta de la combinación de 5 niveles del factor variedades de arveja (V) y dos niveles de inoculante (I), considerando como significativo un $p < 0,05$.

El modelo lineal aditivo es:

$$Y_{ij} = u + \alpha_i + \delta_j + B_k + \alpha\delta_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ij} : Observación del i – ésimo tratamiento y el j – ésimo bloque
- u : Promedio de las unidades experimentales
- α_i : Efecto del i – ésimo nivel del factor I
- δ_j : Efecto del j – ésimo nivel del factor V
- B_k : Efecto del k – ésimo bloque
- E_{ijk} : Efecto de la interaccion de i – ésimo nivel factor V y el j ésimo del factor I del k – bloque
- Sub índices:
- $i = 1, 2, 3 \dots 10$ tratamientos.
- $j = 1, 2, 3$ bloques.

3.11. Variables

Variable independiente

- Variedad y accesiones

Variable dependiente

- Efectividad de la inoculación.
- Rendimiento
- Concentración de nitrógeno

Operacionalización de las variables

Tabla 5. Operación de las variables

Variable independiente	Indicador
Variedad y accesiones	▪ Con inoculación y sin inocular (V_1 , V_2 , V_3 , V_4 , V_5)

Variable dependiente	Indicador
Efectividad de la inoculación	▪ Ubicación de los nódulos ▪ Peso seco de los nódulos ▪ Altura de la planta
Rendimiento	▪ Peso seco del follaje ▪ Número de vainas por planta ▪ Rendimiento en vaina verde
Concentración de nitrógeno	▪ Contenido de proteína

3.12. Análisis estadístico

Se representan en tablas de ANOVA junto a los contrastes ortogonales, prueba post hoc de Tukey al 95% de confianza, representadas en gráfico de barras para un mejor entendimiento.

Se construyeron tablas para las regresiones simples y múltiples.

IV. RESULTADOS

Tabla 6. Valores promedio de los tratamientos por bloque de la ubicación de los nódulos de *Pisum sativum* L. “arveja” durante la etapa de inicio de floración. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.

Bloque	Ubicación de los nódulos en la raíz									
	Tratamiento									
	T1*	T2*	T3*	T4*	T5*	T6*	T7*	T8*	T9*	T10*
I	3,28	3,62	3,12	4	3,14	1	1,8	0,83	1,17	1
II	3	4,5	3,28	4,11	2,42	1,25	1	1,8	1,67	1
III	3,14	4,67	3,25	4	2,5	1,6	1,25	1,67	0,86	1,37
Promedio	3,14	4,26	3,21	4,03	2,68	1,28	1,35	1,43	1,23	1,12

*T1 (Acc. Pampa del Arco con inoculación), T2 (Var. Remate con inoculación), T3 (Acc. Blanco Chontaca con inoculación), T4 (Var. Usui Andahuaylas con inoculación), T5 (Acc. Común con inoculación), T6 (Acc. Pampa del Arco sin inoculación), T7 (Var. Remate sin inoculación), T8 (Acc. Blanco Chontaca sin inoculación), T9 (Var. Usui Andahuaylas sin inoculación), T10 (Acc. Común sin inoculación).

Tabla 7. Promedio de puntuación de la ubicación de nódulos por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.

Tratamiento	Variedad/ accesión	Inoculación	Puntuación $\bar{x}$.	Interpretación
T2*	Remate	Inoculación	4,26	Nodulación excelente
T4*	Usui Andahuaylas	Inoculación	4,03	Nodulación excelente
T3	Blanco Chontaca	Inoculación	3,21	Buena Nodulación
T1	Pampa del arco	Inoculación	3,14	Buena Nodulación
T5	Común	Inoculación	2,68	Buena Nodulación
T8	Blanco Chontaca	Sin Inoculación	1,43	Nodulación justa
T7	Remate	Sin Inoculación	1,35	Nodulación justa
T6	Pampa del arco	Sin Inoculación	1,28	Nodulación justa
T9	Usui Andahuaylas	Sin Inoculación	1,23	Nodulación justa
T10	Común	Sin Inoculación	1,12	Nodulación justa

* La tabla muestra los mejores resultados respecto a la ubicación de los nódulos en los tratamientos T2 (Var. Remate con inoculación) y T4 (Var.Usui Andahuaylas con *inoculación*).

**Puntuación asignada según la metodología de Corbin *et al.* (1997).

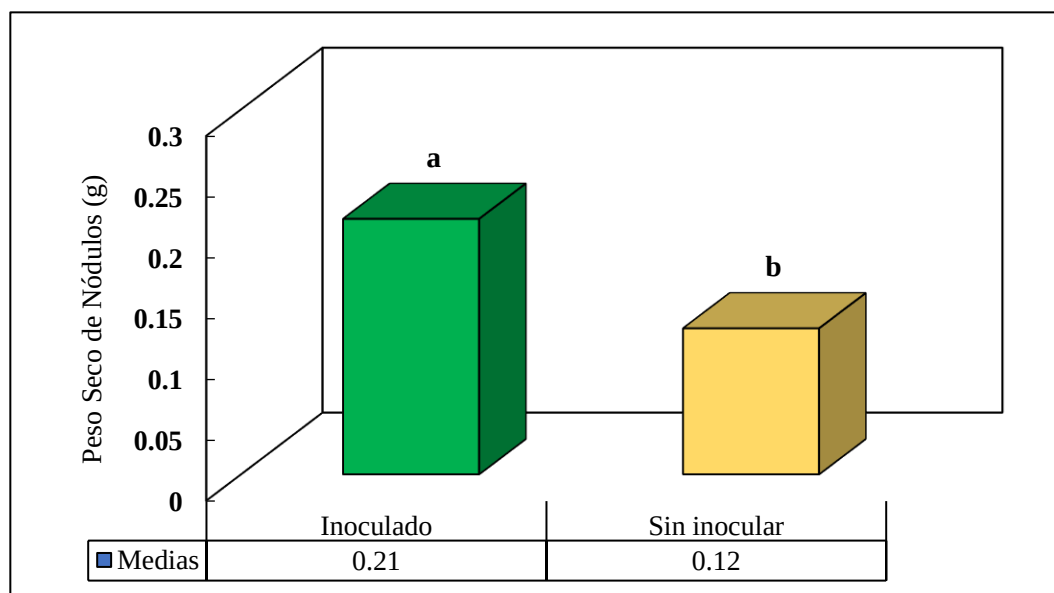
Tabla 8. Análisis de la variancia (ANOVA), para el peso seco de nódulos por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo.	11	0,16	0,01	7,05	0,0002
Bloque	2	4.50E-04	2.20E-04	0,11	0,8952
Inoculante (I)	1	0,06	0,06	28,97	<0,0001**
variedad (V)	4	0,08	0,02	10,5	0,0001**
Inoculante*variedad	4	0,01	3.20E-03	1,59	0,2209
Inoculado en V1	1	0,01	0,01	4,55	0,0469
Inoculado en V2	1	0,03	0,03	16,53	0,0007
Inoculado en V3	1	0,02	0,02	9,88	0,0056
Inoculado en V4	1	2.20E-03	2.20E-03	1,08	0,313
Inoculado en V5	1	6.00E-05	6.00E-05	0,03	0,8646
Sin Inocular en V1	1	2.80E-04	2.80E-04	0,14	0,7122
Sin Inocular en V2	1	0,03	0,03	13,62	0,0017
Sin Inocular en V3	1	0,01	0,01	5,59	0,0295
Sin Inocular en V4	1	2.40E-03	2.40E-03	1,2	0,2877
Sin Inocular en V5	1	0,02	0,02	7,82	0,0119
Error	18	0.04	2.00E-03		
Total	29	0.19			
CV (%) =	27.08				

En el anexo 21 se muestra en el ANOVA realizado para la variable peso seco de nódulos se observa que P es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, en los ítems Inoculante ($P = 0.0001$) y Variedad ($P = 0.0001$). Entonces hay evidencia suficiente para sustentar la aseveración de que las medias de los pesos secos. Paralelo se utilizó la prueba Post Hoc (Tukey) para saber cuáles son las medias que difieren unas de otras, ya que con base en la prueba ANOVA, no concluimos que alguna media en particular sea distinta de la otra.

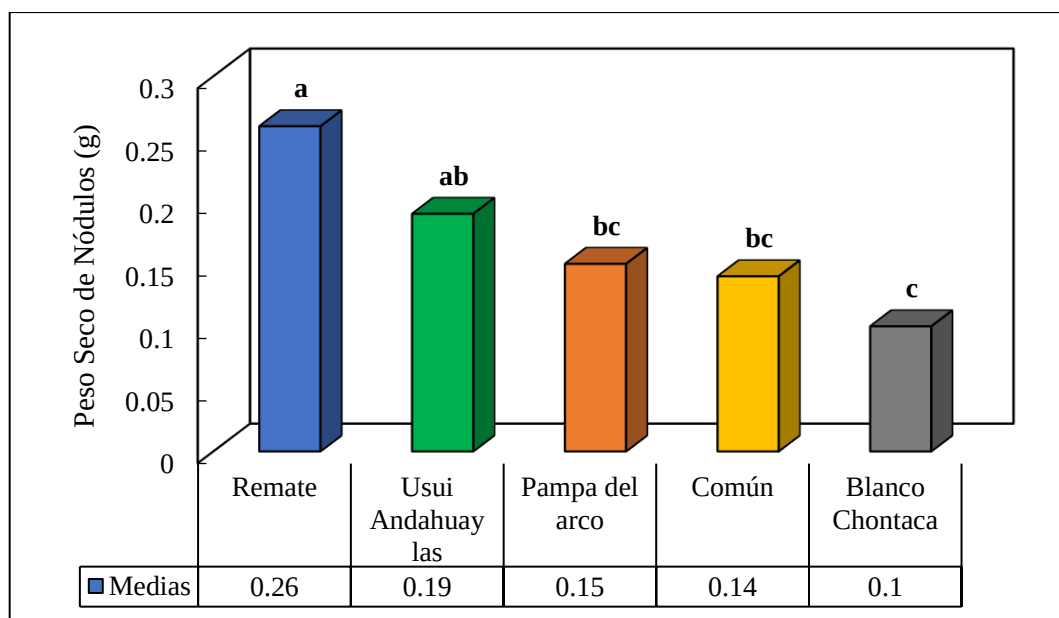
El coeficiente de variación es 27,08%, encontrándose dentro del rango establecido por Calzada (1970).

Figura 3. Prueba de Tukey, promedio de peso seco de nódulos por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.



*Prueba t ($\alpha=0,05$). Letras iguales no difieren significativamente.

Figura 4. Prueba de Tukey, promedio de peso seco de nódulos en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.



*Prueba t ($\alpha=0,05$). Letras iguales no difieren significativamente.

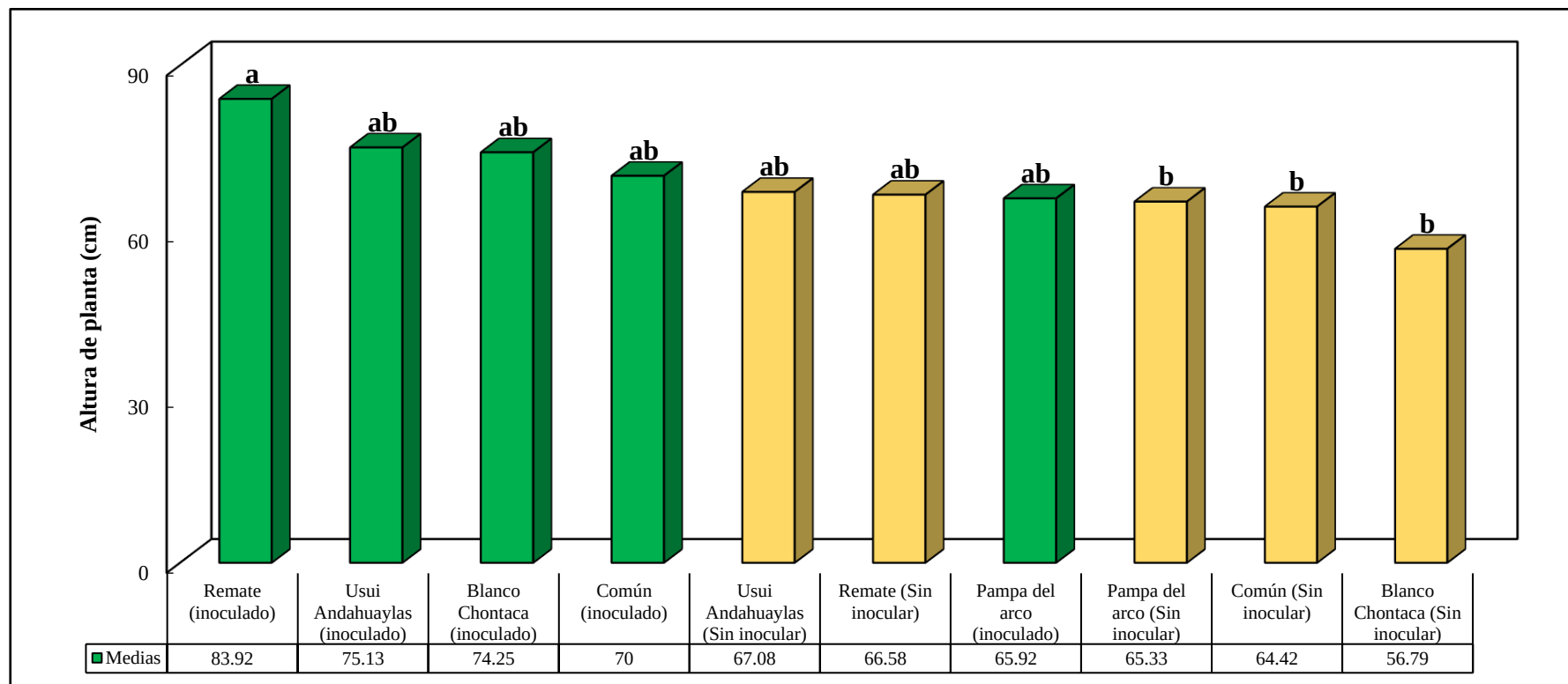
Tabla 9. Análisis de la variancia (ANOVA), para la altura de planta aérea por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo.	11	1931,98	175,63	4,46	0,0026
Bloque	2	458,11	229,05	5,82	0,0113
Inoculante (I)	1	2,56	2,56	0,06	0,8017
variedad (V)	4	421,28	105,32	2,67	0,0654
Inoculante*variedad	4	1050,04	262,51	6,67	0,0018**
Inoculado en V1	1	41,27	41,27	1,05	0,3196
Inoculado en V2	1	808,43	808,43	20,53	0,0003
Inoculado en V3	1	581,01	581,01	14,75	0,0012
Inoculado en V4	1	130,51	130,51	3,31	0,0854
Inoculado en V5	1	87,03	87,03	2,21	0,1544
Sin Inocular en V1	1	41,25	41,25	1,05	0,3197
Sin Inocular en V2	1	16,02	16,02	0,41	0,5317
Sin Inocular en V3	1	117,6	117,6	2,99	0,1011
Sin Inocular en V4	1	9,2	9,2	0,23	0,6346
Sin Inocular en V5	1	6,83	6,83	0,17	0,6819
Error	18	708,89	39,38		
Total	29	2640,87			
CV (%) =	21,26				

En la Tabla 9 se muestra en el ANOVA realizado para la variable altura de planta, resultando significativo para la fuente de bloque ($P = 0.0026$) y en el ítem Inoculante*Variedad ($P = 0.0018$), por ello se realizó la prueba de Tukey (<0.05) para saber cuáles son las medias que difieren una de otras. Las demás fuentes resultan no significativo.

El coeficiente de variación observado es del 21,26%, encontrándose dentro del rango considerado aceptable por Calzada (1970) para experimentos agronómicos, quien estableció que no debe exceder el 30%. Superar este restará confiabilidad a los resultados estadísticos.

Figura 5. Prueba de Tukey, promedio de altura de planta aérea por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco - Los Módulos - UNSCH.



*Prueba t ($\alpha=0,05$). Letras iguales no difieren significativamente.

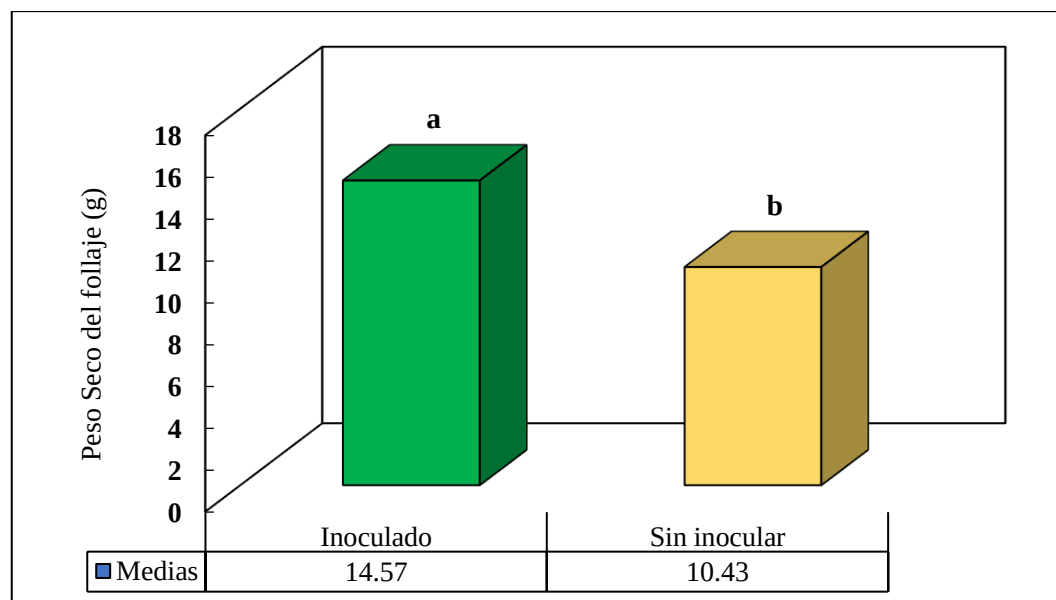
Tabla 10. Análisis de la variancia (ANOVA), para el peso seco del follaje por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo.	11	32435	29,49	5,65	0,0006
Bloque	2	10,62	5,31	1,02	0,3818
Inoculante (I)	1	128,59	128,59	24,62	0,0001**
variedad (V)	4	158,46	39,61	7,59	0,0009**
Inoculante*variedad	4	26,69	6,67	1,28	0,3154
Inoculado en V1	1	2,28	2,28	0,44	0,517
Inoculado en V2	1	41,92	41,92	8,03	0,011
Inoculado en V3	1	63,96	63,96	12,25	0,0026
Inoculado en V4	1	44,38	44,38	8,5	0,0092
Inoculado en V5	1	13,16	13,16	2,52	0,1298
Sin Inocular en V1	1	0,15	0,15	0,03	0,8678
Sin Inocular en V2	1	7,05	7,05	1,35	0,2606
Sin Inocular en V3	1	2,01	2,01	0,39	0,5425
Sin Inocular en V4	1	23,76	23,76	4,55	0,0469
Sin Inocular en V5	1	32,77	32,77	6,27	0,0221
Error	18	94,01	5,22		
Total	29	418,36			
CV (%) =	18,28				

En la tabla 10 se muestra en el ANOVA realizado para la variable peso seco del follaje, resultando no significativo para la fuente Bloque y para ítems Inoculante * variedad, pero resulta significativo para la fuente Inoculante(I) ($P = 0.0001$) y Variedad(V) ($P = 0.0009$), para ello se realizó la prueba de Tukey (<0.05) para saber cuáles son las medias que difieren una de otras.

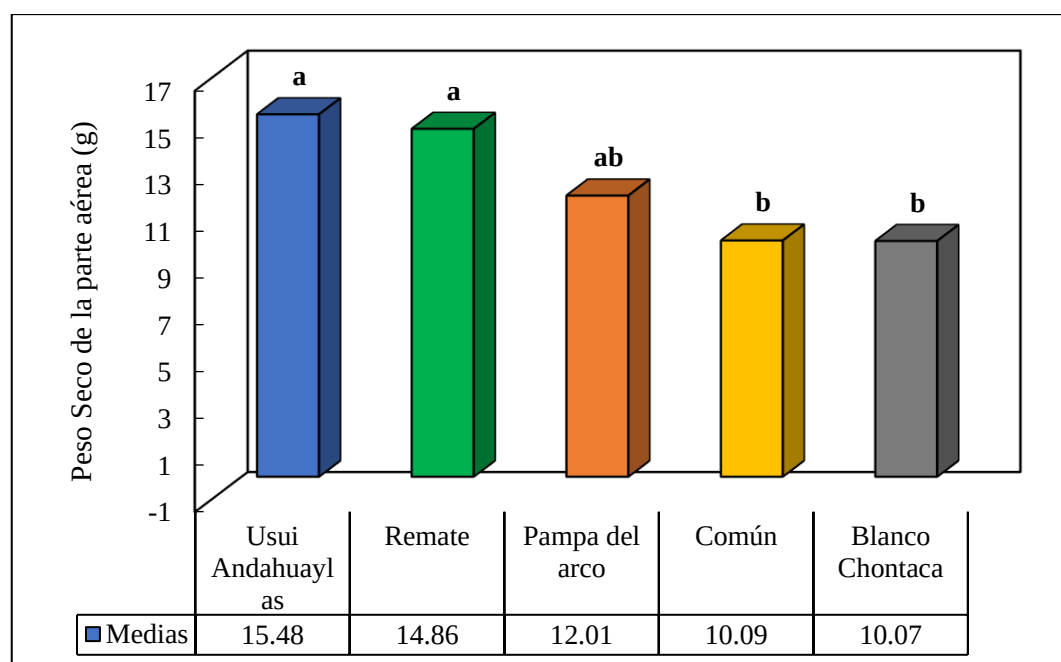
El coeficiente de variación es 18,28%, encontrándose dentro del rango establecido por Calzada (1970).

Figura 6. Prueba de Tukey, promedio de peso seco follaje por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.



*Prueba t ($\alpha=0,05$). Letras iguales no difieren significativamente.

Figura 7. Prueba de Tukey, promedio de peso seco follaje en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.



*Prueba t ($\alpha=0,05$). Letras iguales no difieren significativamente.

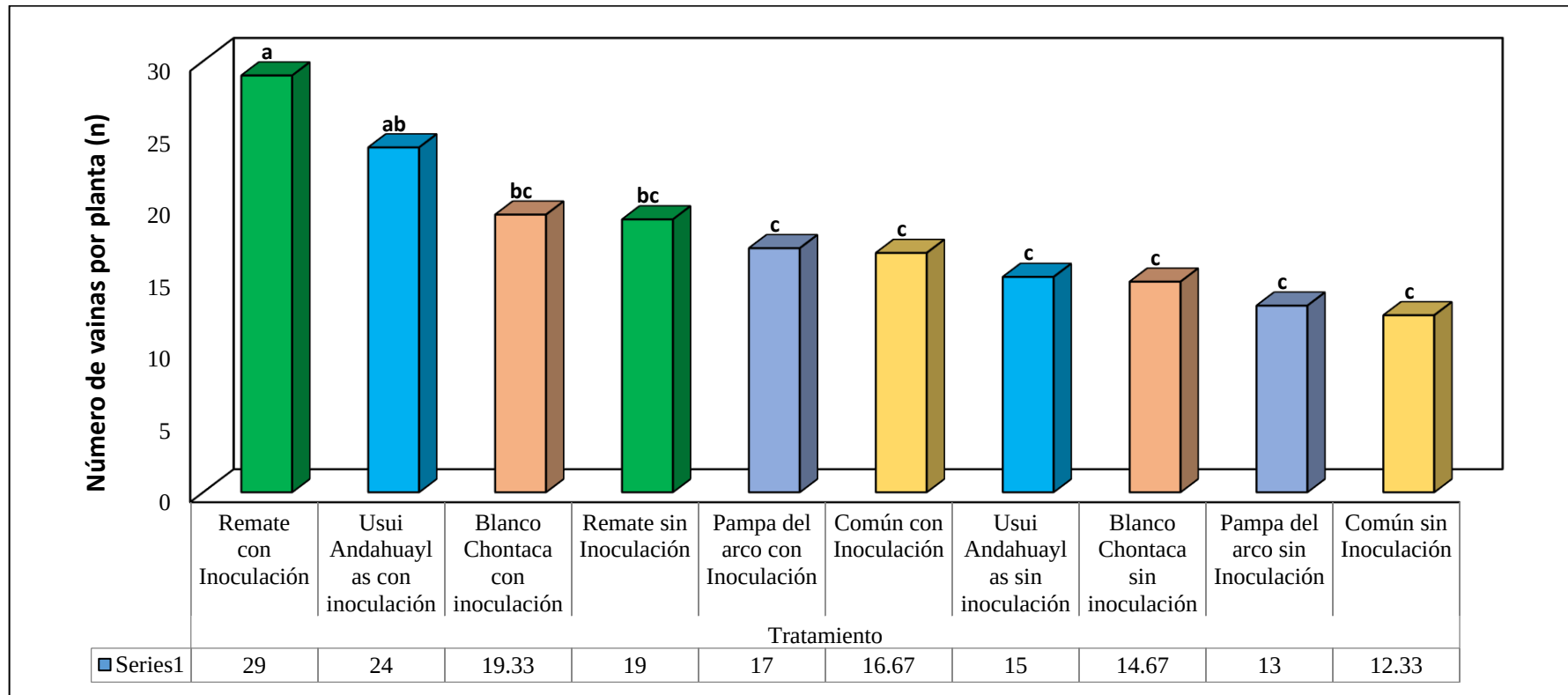
Tabla 11. Análisis de la variancia (ANOVA), para el número de vainas por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo.	11	782,23	71,11	9,75	<0,0001
Bloque	2	55,4	27,7	3,8	0,0421
Inoculante (I)	4	339	84,75	11,62	0,0001
variedad (V)	1	288,3	288,3	39,53	<0,0001
Inoculante*variedad	4	99,53	24,88	3,41	0,0304**
Inoculado en V1	1	91,27	91,27	12,51	0,0024
Inoculado en V2	1	14,02	14,02	1,92	0,1826
Inoculado en V3	1	3,27	3,27	0,45	0,5118
Inoculado en V4	1	459,27	459,27	62,98	<0,0001
Inoculado en V5	1	40,02	40,02	5,49	0,0308
Sin Inocular en V1	1	6,02	6,02	0,83	0,3757
Sin Inocular en V2	1	16,02	16,02	2,2	0,1556
Sin Inocular en V3	1	180,27	180,27	24,72	0,0001
Sin Inocular en V4	1	84,02	84,02	11,52	0,0032
Sin Inocular en V5	1	7,35	7,35	1,01	0,3287
Error	18	131,27	7,29		
Total	29	913,5			
CV (%) =	16,37				

En la tabla 11 se muestra en el ANOVA realizado para la variable número de vainas por planta se observa que P es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, en los ítems Inoculante ($P = 0.0001$) y Variedad ($P = 0.0003$). Entonces hay evidencia suficiente para sustentar la aseveración de que las medias del número de vainas. Usaremos la prueba Post Hoc (Tukey) para saber cuáles son las medias que difieren unas de otras ya que con base en la prueba ANOVA, no concluimos que alguna media en particular sea distinta de la otra.

El coeficiente de variación es 16,37%, encontrándose dentro del rango establecido por Calzada (1970).

Figura 8. Prueba de Tukey, promedio de número de vainas por planta por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarun* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.



*Prueba t ($\alpha=0,05$). Letras iguales no difieren significativamente

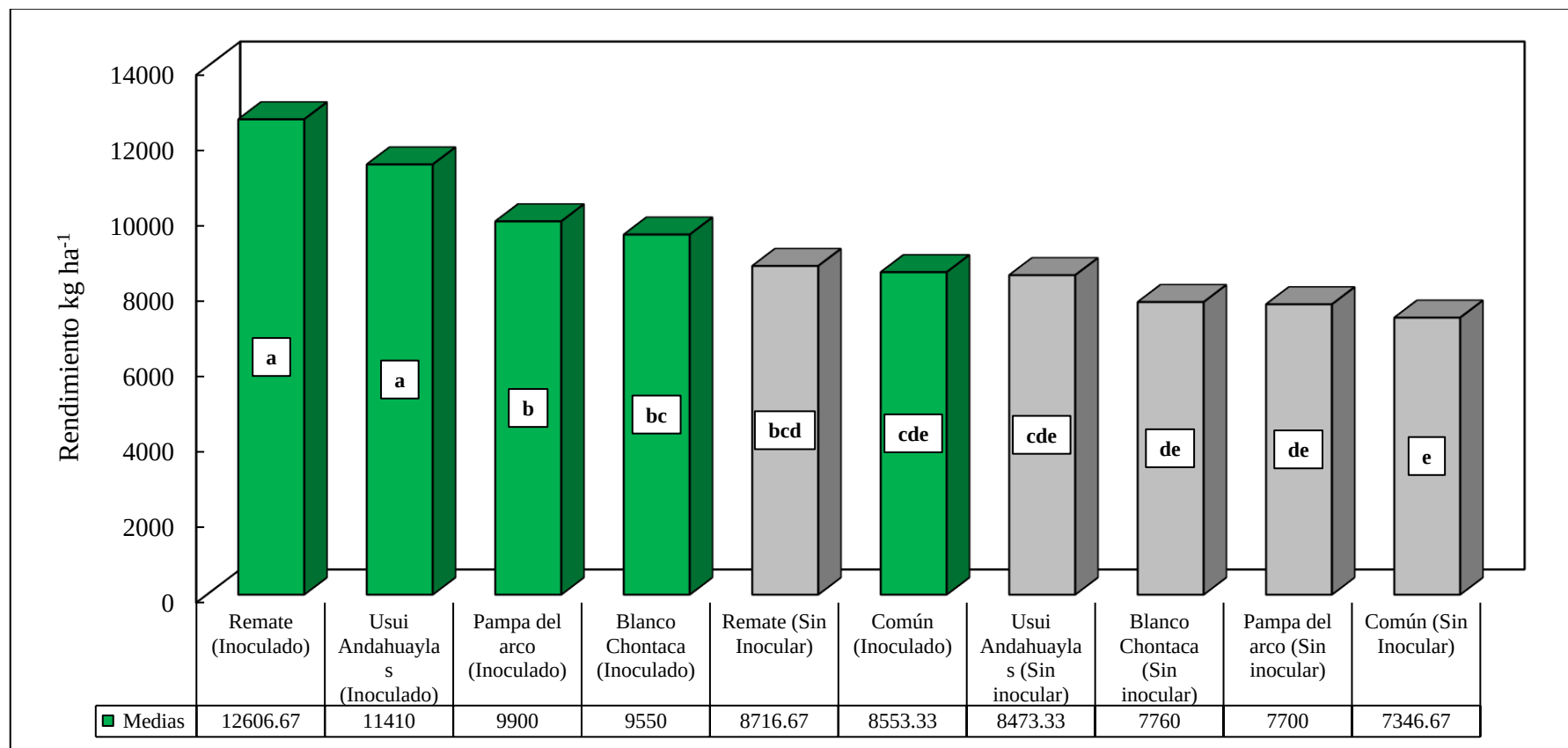
Tabla 12. Análisis de la variancia (ANOVA), para el rendimiento en vaina verde por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del Arco – Los Módulos - UNSCH.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo.	11	78360490	7123680,91	38,44	<0,0001
Bloque	2	239806,67	119903,33	0,65	0,5353
Inoculante (I)	1	43368163,3	43368163,3	234,05	<0,0001
variedad (V)	4	28236300	7059075	38,1	<0,0001
Inoculante*variedad	4	6516220	1629055	8,79	0,0004**
Inoculado en V1	1	952560	952560	5,14	0,0359
Inoculado en V2	1	18194026,7	18194026,7	98,19	<0,0001
Inoculado en V3	1	2734935	2734935	14,76	0,0012
Inoculado en V4	1	3795135	3795135	20,48	0,0003
Inoculado en V5	1	12843626,7	12843626,7	69,31	<0,0001
Sin Inocular en V1	1	336001,67	336001,67	1,81	0,1948
Sin Inocular en V2	1	1929626,67	1929626,67	10,41	0,0047
Sin Inocular en AC.3	1	214801,67	214801,67	1,16	0,2958
Sin Inocular en V4	1	842535	842535	4,55	0,047
Sin Inocular en V5	1	1597401,67	1597401,67	8,62	0,0088
Error	18	3335326,67	185295,93		
Total	29	81695816,7			
CV (%) =	17,45				

En la tabla 12 se muestra el análisis de variancia para la variable rendimiento en vainas verdes resultando no significativo para la fuente de bloque, mientras que para las demás fuentes de variación resultó altamente significativo por lo que se realizó la Prueba de Tukey (<0.05) para saber son las medias que difieren unas de otras.

El coeficiente de variación es 17,45%, encontrándose dentro del rango establecido por Calzada (1970).

Figura 9. Prueba de Tukey, promedio de rendimiento en vaina verde por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.



*Prueba t ($\alpha=0,05$). Letras iguales no difieren significativamente.

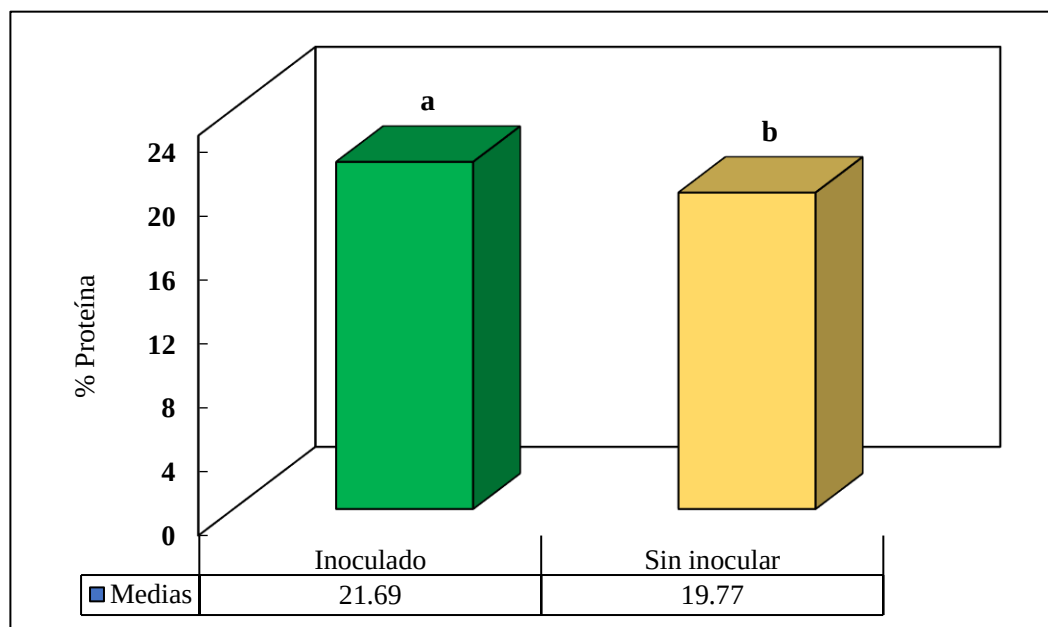
Tabla 13. Análisis de la variancia (ANOVA), para el porcentaje de proteína por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo.	11	112,45	10,22	45,5	<0,0001
Bloque	2	0,17	0,08	0,38	0,6906
Inoculante (I)	1	27,57	27,57	122,71	<0,0001**
variedad (V)	4	82,96	20,74	92,31	<0,0001**
Inoculante*variedad	4	1,75	0,44	1,95	0,1461
Inoculado en V1	1	15,89	15,89	70,73	<0,0001
Inoculado en V2	1	25,51	25,51	113,52	<0,0001
Inoculado en V3	1	2,98	2,98	13,28	0,0019
Inoculado en V4	1	3,61	3,61	16,07	0,0008
Inoculado en V5	1	1,53	1,53	6,81	0,0178
Sin Inocular en V1	1	7,05	7,05	31,39	<0,0001
Sin Inocular en V2	1	33,35	33,35	148,41	<0,0001
Sin Inocular en V3	1	6,85	6,85	30,48	<0,0001
Sin Inocular en V4	1	3,49	3,49	15,55	0,001
Sin Inocular en V5	1	5,62	5,62	25,03	0,0001
Error	18	4,04	0,22		
Total	29	116,5			
CV (%) =	15,5				

En la tabla 13 se muestra en el ANOVA realizado el contenido de proteína. Se observa P menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$) en los ítems Inoculante ($P=0.0001$) y Variedad ($P=0.0001$). Entonces hay evidencia suficiente para sustentarla aseveración del contenido proteico en variedades y accesiones de arveja. Por lo tanto, se utilizó la prueba post hoc (Tukey) para determinar qué medias son significativamente diferentes entre sí, ya que el análisis ANOVA por sí solo no permite concluir cuál o cuáles son distintas.

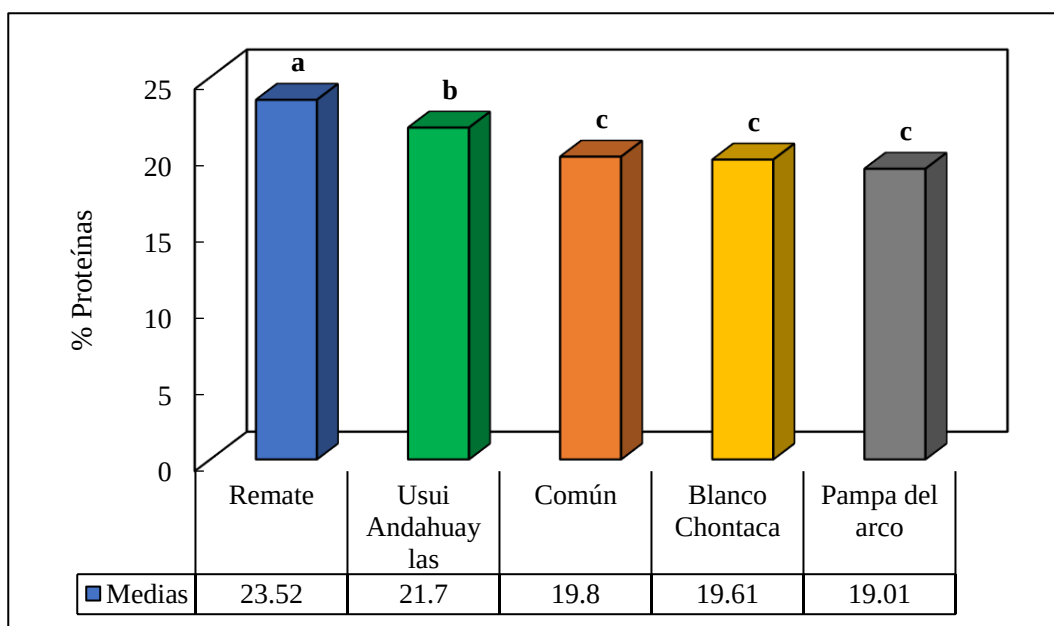
El coeficiente de variación es 15,5%, encontrándose dentro del rango establecido por Calzada (1970).

Figura 10. Prueba de Tukey, promedio de contenido de proteína (%) por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.



*Prueba t ($\alpha=0,05$). Letras iguales no difieren significativamente.

Figura 11. Prueba de Tukey, promedio de contenido de proteína (%) en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.



*Prueba t ($\alpha=0,05$). Letras iguales no difieren significativamente

Tabla 14. Rentabilidad económica en vaina verde por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.

Trat	Descripción de Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Precio de venta (s/.)	Ingreso (s/.)	Costo de Producción (s/.)	Utilidad	Rentabilidad (%)
T ₁	Pampa del arco con inoculación	9900	2.5	24750	9965	14785	148,37
T ₂	Remate con inoculación	12606,67	2.5	31516,68	9965	21551,68	216,27
T ₃	Blanco Chontaca con inoculación	9550	2.5	23875	9965	13910	139,59
T ₄	Usui Andahuaylas con inoculación	11410	2.5	28525	9965	18560	186,25
T ₅	Común con inoculación	8553,33	2.5	21383,33	9965	11418,33	114,58
T ₆	Pampa del arco sin inoculación	7700	2.5	19250	9945	9305	93,56
T ₇	Remate sin inoculación	8716,67	2.5	21791,68	9945	11846,68	119,12
T ₈	Blanco Chontaca sin inoculación	7760	2.5	19400	9945	9455	95,07
T ₉	Usui Andahuaylas sin inoculación	8473,33	2.5	21183,33	9945	11238,33	113,00
T ₁₀	Común sin inoculación	7346,67	2.5	18366,68	9945	8421,68	84,68

*T₁ (Acc. Pampa del Arco con inoculación), T₂ (Var. Remate con inoculación), T₃ (Acc. Blanco Chontaca con inoculación), T₄ (Var. Usui Andahuaylas con inoculación), T₅ (Acc. Común con inoculación), T₆ (Acc. Pampa del Arco sin inoculación), T₇ (Var. Remate sin inoculación), T₈ (Acc. Blanco Chontaca sin inoculación), T₉ (Var. Usui Andahuaylas sin inoculación), T₁₀ (Acc. Común sin inoculación).

V. DISCUSIÓN

En la Tabla 7 se observa los promedios de puntuación de la ubicación de nódulos por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”, para ello se empleó la metodología de Corbin *et al.* (1977). Teniendo como resultado que los nódulos se concentraron 5 cm por debajo de las primeras raíces laterales, principalmente en las raíces secundarias, destacando el T2 (Var.Remate con inoculación) y T4 (Var.Usui Andahuaylas con inoculación), las cuales obtuvieron puntajes de 4,26 y 4,03 respectivamente, calificados como una nodulación excelente y excelente potencial de fijación. Como contribución, dado que no se encontraron estudios previos sobre la relevancia de la localización de los nódulos en las raíces de *Pisum sativum* L. “arveja”, hacemos referencia a otros trabajos similares que demostraron el efecto de la inoculación y que podrían ser aplicados para nuestro caso) tenemos a Zavaleta *et al.*, (2020), donde obtiene en su investigación que la nodulación se distribuyó mayormente en las raíces secundarias, y registrando el mayor número de nódulos, con un promedio de 148,7 recuentos por planta. Por otro lado, Campos (1992) afirma que las nodulaciones son más rebosantes en los primeros 10 cm de profundidad del suelo, donde las condiciones de aireación son más apropiadas para el comienzo de la formación de nódulos y está relacionada con la proliferación del sistema radicular a esa profundidad. Así mismo Spaink (2000) manifiesta que la ubicación de los nódulos depende principalmente de la especie hospedante y de las condiciones ambientales. Al respecto, Yang *et al.*, (2022) manifiesta que la formación de nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces de las leguminosas necesariamente requiere coordinación de infección rizobiana en la epidermis de la raíz. Por lo tanto, el cultivo de arveja presenta una raíz primordial de forma pivotante bien desarrollada y raíces secundarias rebosantes, que poseen nódulos de bacterias del género *Rhizobium*, que tienen un papel importantísimo en fijar el nitrógeno atmosférico para servir de nutriente a la planta, y mejorar las condiciones del suelo, como lo afirma Maroto (2000).

En la Figura 3 se muestra promedios de peso seco de nódulos por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Se observa una diferencia significativa

($p < 0,05$) para el factor inoculante, donde las variedades y accesiones inoculadas evidencian 0,21 g, superando a los no inoculados (0,12 g). Por otra parte, en la Figura 4 se muestra promedios de peso seco follaje en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”, observándose diferencia significativamente ($p < 0,05$) para el factor variedad, donde se observa tres grupos de similitudes. Destacando el primer grupo, compuesto por la variedad Remate con 0,26 g y Usui Andahuaylas con 0,19 g. El segundo grupo con el tercer grupo no difieren significativamente, sin embargo la variedad Remate es superior a la accesión Blanco Chontaca. Estos resultados se asemejan a la investigación de Toresani *et al.*, (2013) quienes identificaron la respuesta del cultivo de arveja a la inoculación con cepas específicas de *Rhizobium leguminosarum*, así como a la fertilización con fósforo (P) y azufre (S) en cultivo de arvejas, los resultados obtenidos en relación al peso seco de los nódulos fueron los siguientes: I= 0,1013 g, I+S =0,0952 g, I+P=0,1258 g, I+PS= 0,0925 g. Además, nos respaldamos en la investigación llevada a cabo por Zavaleta *et al.*, (2020), quienes evidenciaron una marcada disparidad entre los tratamientos. En particular, el tratamiento T4 con inoculante en soporte líquido, registró un peso seco de nódulos significativamente superior, alcanzando los 0,386 g. Toresani *et al.*, (2013) afirma en su investigación que esto puede deberse a que el suelo al presentar una baja población naturalizada de rizobios, el inoculante puede expresar su máxima potencialidad para la formación de nódulos, por ende, mayor peso resultaría.

En la Figura 5 se muestra promedios de altura de planta aérea por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Se observa una diferencia significativa ($p < 0,05$) para el factor inoculante*variedad. El primer grupo conformado por el T2 (Var.Remate con inoculación), T4 (Var.Usui Andahuaylas con inoculación), T3 (Acc. Blanco Chontaca con inoculación), T5 (Acc. Comun con inoculación), T1 (Acc. Pampa del Arco sin inoculación), T7 (Var. Remate sin inoculación), y T9 (Var. Pampa del Arco con inoculación), con alturas comprendidas entre el rango de 83,92 cm a 65,92 cm; y el segundo grupo constituido por T6 (Acc. Pampa del Arco+sin *Rhizobium*), T10 (Acc. Comun+sin *Rhizobium*), y al T8 (Acc. Blanco Chontaca+sin *Rhizobium*) con alturas entre el rango 65,33 cm a 56,79 cm, estos dos grupos de similitudes resultan estadísticamente homogéneos, a excepción del T2 (Var.Remate con inoculación) que fue superior al segundo grupo (presenta

diferencia significativa). Estos resultados son similares con los resultados obtenidos por Barzola y Hermitaño (2018), quienes encontraron que las variedades Remate y Alderman alcanzaron alturas de 88 cm y 84 cm, respectivamente, durante el período de floración. Coque (2021), en su estudio sobre el rendimiento del cultivo de arveja utilizando un biofertilizante a base de *Rhizobium*, concluyó que el tratamiento D2F2 produjo un mayor crecimiento del tallo, alcanzando 77,79 cm en la etapa de floración y 80,11 cm en la etapa de producción. Los resultados obtenidos de 83,92 cm con la variedad Remate; son corroborados con las características morfológicas mencionados por Camarena *et al.*, (2014). Por otro lado, León (1998) citado por Ccente (2023) menciona que el crecimiento y desarrollo de las plantas se encuentran influenciados por factores clave, tales como el genotipo, que representa la constitución genética inherente, el ambiente circundante y las prácticas culturales implementadas. Asimismo, la altura de la planta, una característica cuantitativa, está bajo el control de poligenes. En la investigación se evidencia de manera notable que la variedad Remate y Usui Andahuaylas exhiben una mayor altura en comparación a las accesiones Pampa del Arco, Común y Blanco Chontaca. La predominancia de la variedad es evidente en todos los tratamientos analizados, coincidiendo con los hallazgos de Valdez (2017). Según este autor, el carácter varietal del genotipo evaluado impacta significativamente en la altura de la planta, destacando a la variedad Usui, Remate y Blanca Criolla como dominante en términos de altura en diversas modalidades de siembra.

En la Figura 6 se muestra promedios de peso seco follaje por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Se observa una diferencia significativa ($p < 0,05$) para el factor inoculante, donde las variedades y accesiones inoculadas evidencian 14,57 g, superando a los no inoculados. Por otra parte, en la Figura 7 se muestra promedios de peso seco follaje en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”, observándose diferencia significativamente ($p < 0,05$) para el factor variedad, donde se observa dos grupos de similitudes. Destacando el primer grupo, compuesto por la variedad Usui Andahuaylas, Remate y la accesión Pampa del Arco con pesos secos de follaje dentro del rango de 15,48 g a 12,01 g. Siendo superior al segundo grupo de similitud la accesión Común y Blanco Chontaca con 10,09 g y 10,07 g, respectivamente. Los resultados presentados guardan similitud

con los resultados alcanzados por Huamán (2022) aplicando diferentes bioestimulantes obtiene pesos secos de follaje con promedios de 18,12 y 17,09 g con la variedad Quantum. Por otro lado, los resultados de Huaynalaya (2016), al inocular bajas concentraciones de la cepa de *Pseudomonas putida* en “arveja” *Pisum sativo* L. obteniendo 11,55 g de peso seco de follaje. A si mismo Camargo y Ávila (2013), al aplicar *Trichoderma* sp. en el desarrollo y crecimiento de la arveja, registraron un peso seco foliar de 36 g. Sin embargo, Ccente (2023), quien, al emplear la interacción entre *Rhizobium* y con consorcio de HMA, logró obtener, en relación al peso seco de la parte aérea, valores de 23, 54 g para la variedad Remate y 21, 65 g para Usui Andahuaylas, aclarando que son pesos obtenidos en etapa de cosecha.

En la Figura 8 se muestra promedios de un número de vainas por planta por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar viciae, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. Se observa una diferencia significativa ($p < 0,05$) para el factor inoculante*variedad. El primer grupo conformado por T2 (Var. Remate con inoculación) y T4 (Var. Usui Andahuaylas con inoculación) con 29 y 24 vaina por planta respectivamente; sobreponiéndose a los otros dos grupos que estadísticamente no tienen diferencia significativa. Semejantes a los resultados obtenidos por Quispe (2018) quien presentó el mejor desempeño en términos de número de vainas por planta 24,67 con la variedad Usui Andahuaylas, mientras tanto con la accesión Común 20,33 y variedad Remate 20 vainas por planta. Por otro lado, Muñoz (2018) obtiene los mejores resultados en su investigación con el tratamiento T4 (Remate con inoculante, micronutrientes y extracto de alga) que registró 34 vainas, siendo el más alto; a diferencia del tratamiento T3 (Remate con inoculante y microelementos) con 25, 66 vainas por planta. Además Valdez, (2017) en su investigación teniendo como fin incrementar la productividad de arveja, con el uso de variedades de arveja introducidas de alto rendimiento con y sin tutor bajo condiciones de campo, obtuvo resultados favorables con la variedad Usui Andahuaylas 25,8 vainas por planta, seguido por la variedades Blanca Criollo 24,5 y Remate con 21,1. En tanto Ochoa (2012) concluye que el mayor rendimiento de vainas por planta se logró con la fertilización (00-140-40 kg ha⁻¹ de 34NPK + *Rhizobium*) en las variedades Ep-326 y Remate, con 24,3 y 22,7 vainas por planta, respectivamente. Mientras tanto Barzola y

Hermitaño (2018), obtuvieron un promedio de número de vainas por planta 44,50 con la variedad Utrillo y de 29,9 con Remate. Mientras tanto Escajadillo, (2023) aplicando *Rhizobium* juntamente con prácticas de labranza obtuvo resultados inferiores de 8,68 vainas por planta con la variedad Usui Andahuaylas. Frente a la variabilidad de resultados se puede deducir que influye las condiciones agroclimáticas y los factores genotípicos, como lo indica Alvino *et al.*, (2018).

En la Figura 9 se evidencia los promedios de rendimiento en vaina verde por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar viciae, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Se observa una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre inoculante y variedad, donde se distingue que el primer grupo de similitud estadísticamente exhibe el mejor rendimiento en vaina verde al T2 (Var. Remate con inoculación) con 12 606,67 kg ha⁻¹ y T4 (Var. Usui Andahuaylas con inoculación) con 11 410 kg ha⁻¹. En el segundo grupo se encuentran el T1 (Acc. Pampa del Arco con inoculación) con 9 900 kg ha⁻¹, T3 (Acc. Blanco Chontaca con inoculación) con 9 550 kg ha⁻¹ y T7 (Var. Remate sin inoculación) con 8 716,67 kg ha⁻¹, siendo superiores al resto de los grupos conformados por T5 (Acc. Común con inoculación), T9 (Var. Usui Andahuaylas sin inoculación), T8 (Acc. Blanco Chontaca sin inoculación), T6 (Acc. Pampa del Arco sin inoculación) y T10 (Acc. Común sin inoculación) comprendidas entre el rango 8 553,33 kg ha⁻¹ a 7346,67 kg ha⁻¹. Estos resultados son similares a los resultados obtenidos por Muñoz (2018), cuya investigación reveló rendimiento en vaina verde, con una producción de 13 841 kg ha⁻¹ en la variedad Remate y 11 350 kg ha⁻¹ en la variedad Usui Andahuaylas; así como con los resultados de Gálvez (2015), quien utilizando bioestimulantes logró incrementar el rendimiento de arvejas en vaina verde, obteniendo 14 500 kg ha⁻¹ con la variedad Usui Andahuaylas. Sin embargo, nuestros resultados obtenidos son superiores a las de Ochoa (2012), quien obtuvo un rendimiento de 9 500 kg ha⁻¹ en la variedad Ep-326 y 8 700 kg ha⁻¹ en la variedad Remate con inoculación más fertilización. Por otro lado, Quispe (2018) informó un rendimiento en vaina verde de 7 870 kg ha⁻¹ para la variedad Usui Andahuaylas y 6 605,00 kg ha⁻¹ para Remate con inoculación, agregando micronutrientes y abono de estiércol en este último caso. Además, Escajadillo (2023), reporta en su investigación de trabajo, un rendimiento en vaina verde de 4 193,96 kg ha⁻¹ para la variedad Usui Andahuaylas aplicando inoculación con *Rhizobium* más labranza. Esta variabilidad de resultados con los

resultados de nuestro experimento es posiblemente por las diferentes zonas y épocas en la que se condujo y cuidado el experimento, por lo que López (1994) menciona que son muchos los factores que elevan los rendimientos como; el medio ambiente, la fertilidad del suelo, el manejo agronómico, presencia de plagas y enfermedades y un factor muy importante es el potencial genético que posee cada variedad. Así mismo coincide Graham (1977), señalando lo siguiente; la luz, el aire, el agua, el calor, los nutrientes y el suelo son factores de rendimiento.

En la Figura 10 se muestra Prueba de Tukey, de promedios de contenido de proteína por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Se observa una diferencia significativa ($p < 0,05$) para el factor inoculante, donde las variedades y accesiones inoculadas evidencian 21,69 % superando a los no inoculados (19,77%). Por otra parte, en la Figura 11 se muestra los promedios de contenido de proteína en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. , observándose diferencia significativamente ($p < 0,05$) para el factor variedad, donde se observa tres grupos de similitudes. Mostrando superioridad la variedad Remate con 23,52 % de proteína, frente a la variedad Usui Andahuaylas con 21,7% y al tercer grupo de similitudes conformado por las accesiones Común, Blanco Chontaca y Pampa del Arco con contenido de proteína comprendidas entre el rango de 19,8% a 19,01%. Estos resultados están respaldados por el trabajo de Soto (2015), quien reportó que la arveja (*Pisum sativum* L.) generalmente contiene entre 18-30% de proteínas. Además, el estudio de Vallejos (2018) concluye que, al extraer y caracterizar las proteínas presentes en la harina de arveja a diferentes valores de pH utilizando agua como solvente, encontró 11,40% de proteína.

En la tabla 14 muestra la rentabilidad económica en vaina verde por efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Se presentan los resultados de los 10 tratamientos junto con sus respectivas producciones en kg ha^{-1} , considerando un precio por kilogramo de S/ 2.5. El costo de producción se establece en S/ 10 585,5 con inoculación y S/ 10 535,5 sin inoculación. Destacan particularmente los tratamientos T2 (Remate con *Rhizobium*) y T4 (Usui Andahuaylas con *Rhizobium*), que registran rentabilidades del 216,27% y 186,25%, respectivamente.

Asemejándose a los resultados obtenidos con la investigación de Muñoz (2018), quien aplicó inoculante (I), micronutrientes (ME) y extracto de alga nativa (EA) en dos variedades de *Pisum sativum* L, Remate y Usui Andahuaylas, obteniendo rentabilidades económicas que oscilaron entre 210% y 110%. Gálvez (2015) reportó una utilidad del 178% al investigar el efecto del extracto de algas nativas y microelementos de la variedad Usui. Por otro lado, Quispe (2018), concluye en su investigación que el tratamiento T2 mostró el mayor beneficio en rentabilidad económica, alcanzando un promedio del 60,82%. De manera similar los resultados de Zapata (2004) en su investigación en Canaán, demostraron que la variedad Usui Andahuaylas alcanzó una rentabilidad promediodel 94,58%. Durante la venta, se observó una variación en el precio, alcanzando los 2,5 soles por kilogramo. En este contexto, se evidencia que la rentabilidad delos tratamientos resulta favorable bajo estas circunstancias. Frente a ello Quispe (2018), señala en su trabajo de investigación que esta disparidad puede atribuirsea diversos factores, entre ellos el precio de mercado, la época de cosecha, los costos de producción y el rendimiento logrado de los tratamientos.

VI. CONCLUSIONES

1. La inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* influenció en la mejora del rendimiento de las variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”, evidenciando estadísticamente que las plantas inoculadas superaron en rendimiento a las no inoculadas, obteniéndose los mejores rendimientos en el T2 (Var. Remate + *Rhizobium*) 12 606,67 kg ha⁻¹. Y con una rentabilidad económica de 216,27%.
2. La efectividad de *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* influenció en la nodulación de las variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. El T2 (Var. Remate + *Rhizobium*) obtuvo un promedio de puntaje 4,26 en cuanto a la ubicación de nódulos. En lo que respecta al peso seco de los nódulos, se observó que predominaron las variedades y accesiones inoculadas, con un promedio de 0,12 g.
3. La inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* influenciaron en la mejora del contenido de proteína de *Pisum sativum* L., obteniéndose los mejores resultados con variedades y accesiones inoculadas con 21,69%. Siendo la variedad Remate con 23,52% que mejor responde al tratamiento.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para mejorar tanto los rendimientos como la viabilidad económica en la producción de *Pisum sativum* L. “arveja”, además de promover una agricultura sostenible y reducir la contaminación ambiental causada por el uso excesivo de fertilizantes inorgánicos, se recomienda optar por la siembra de arvejas utilizando el inoculante *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*. Esta alternativa no solo aumenta la producción y reduce los costos, sino que también contribuye a la preservación del medio ambiente.
2. Se sugiere la comercialización de arvejas en vaina verde debido a su mayor rentabilidad económica y como producto orgánico.
3. Se propone la continuidad de la investigación, haciendo uso de inoculantes de *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, con el fin de validar y ampliar los resultados obtenidos en este trabajo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvino, Y., y Paucar, A. (2018). *Estudio Comparativo de Rendimiento en Vaina Verde con Cinco Variedades de Pisum sativum L. "arveja" en la Comunidad de Yanatambon a 3,350 msnm*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1356>
- AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Chemists*. Digital Library.
- Arana, I., y Jiménez, C. (2009). *Inoculantes Microbianos*. Zaragoza.
- Barzola, M., y Hermitaño, Y. (2018). *Evaluación de rendimiento de variedades comerciales de grano fresco de Pisum sativum L. "arveja", en el distrito de Paucartambo – Pasco*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1423>
- Borja, C., Burbano, H., Caamaño, E., y Canavides, J. (2001). *El cultivo de arveja china (Pisum sativum L. var. Macrocarpon)*. Zamorano.
- Calzada, B. J. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación*. Jurídica.
- Camarena, F., Huaranga, A., y Osorio, U. (2014). *Innovación fitotecnia de Vicia faba L. "haba", Pisum sativum L. "arveja" y Lens culinaris Medik "lenteja"*. Universidad Nacional La Molina Agraria.
- Camargo, D., y Ávila, E. (2013). *Efectos del Trichoderma sp. sobre el crecimiento y desarrollo de la Pisum sativum L. "arveja"*. *Ciencia y Agricultura*, 11(1), <http://doi.org/10.19053/01228420.3492>.
- Camasca, A. (1994). *Horticultura Práctica*. CONCYTEC.
- Campaña, D. (1993). *Evaluación de tres cepas de Rhizobiumetli bajo condiciones del campo y de 8 soportes de la bacteria para la producción de inoculantes en dos variedades de Phaseolus vulgaris L. "frejol"*. Tesis pregrado. Universidad Central del Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789>.
- Campos, S. (1992). *Aspectos Botánicos y Agronómicos de la arveja y haba*. Misión Agrícola. Universidad de Carolina del Norte Ancash.
- CARITAS. (2004). *Manuel del cultivo de arveja*. Caritas Huancayo - INIA.
- Ccente, D. (2023). *Rhizobium y consorcio de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) en el rendimiento de vaina verde de dos variedades de Pisum sativum L. "arveja", Ayacucho, 2750 msnm*. Tesis pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6003>

- Cerna, L. A. (2007). *Agrotecnia sostenible*. Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo. <https://static.upao.info/descargas/7bba2c13845f7>
- Chen, J., Xu, H., Liu, Q., Ke, M., Zhang, Z., Wang, X., . . . Chen, X. (2024). *La comunicación entre brotes y raíces a través de la fotoseñalización GmUVR8-GmSTF3 y la biosíntesis de flavonoides afina la nodulación de la soja bajo luz UV-B*. *New Phytologist Foundation*, 241(1), <https://doi.org/10.1111/nph.19353>.
- Coque, A. (2021). *Evaluación de un biofertilizante a base de Rhizobium en la producción del cultivo de Pisum sativum L. "arveja" variedad temprana perfecta*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato de Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33478>
- Corbin, E., Brockwell, J., y Gault, R. (1997). *Nodulation studies on chickpea (Cicer arietinum)*. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*.
- Cuásquer, F., y Pabón, W. (2010). *Evaluar diferentes alternativas de control fitosanitario, en tres variedades de Pisum sativum L. "arveja" con el uso de biofertilizantes (Rhizobium y Micorrizas), silicio y pesticidas en Bolívar – Carchi*. Tesis de pregrado. Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/794>.
- Enríquez, P. (2002). *Glosario de términos útiles para el manejo de recursos fitogenéticos*. Instituto Interamericana de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Escajadillo, P. (2023). *Influencia del Rhizobium y labranza de conservación en la producción de Pisum sativum L. en verde, Ayacucho*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5766>.
- FAO. (2021). *Producción de Pisum sativum L. a escala mundial*.
- Fernández, R., y Trapero, A. (2010). *Experimentación en Agricultura*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Gourion, B. (2015). *Simbiosis Rhizobium-leguminosas: el papel crucial de la inmunidad vegetal*. *Trends in Plant Science*, 20(3). <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.11.008>
- Grahan, H. (1977). *Nitrógeno: fuentes químicas y biológicas en la fertilización del frijol*. CGIAR. <https://hdl.handle.net/10568/71335>
- Granda, K., Alvarado, Y., y Torres, R. (2017). *Efecto en campo de la cepa nativa COL6 de Rhizobium leguminosarum bv. viciae sobre frijol común cv. Percal en Ecuador*. *Centro Agrícola*, 44(2). <https://www.researchgate.net/publication/316257209>

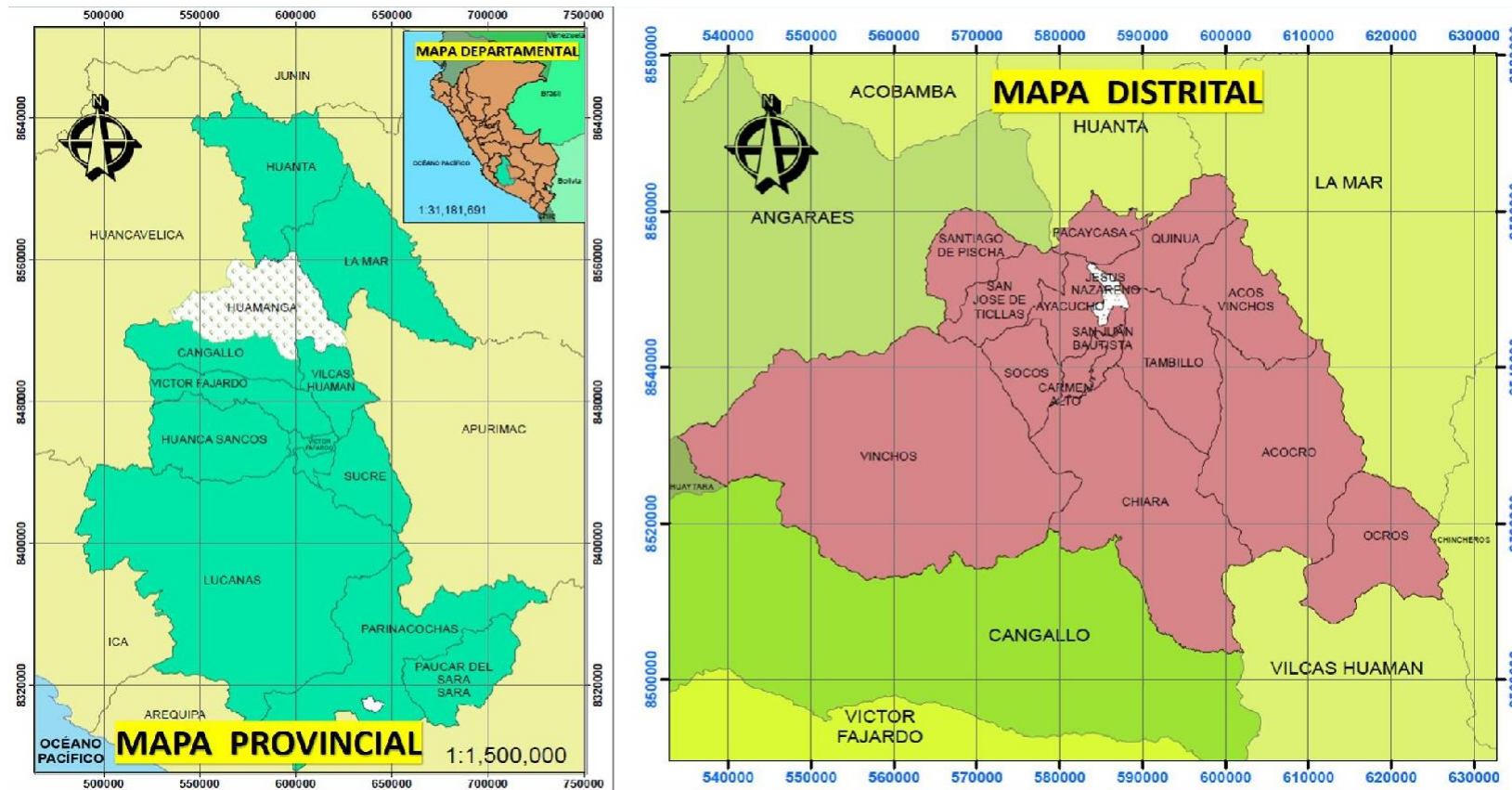
- Huamanchay, W. (2013). *Manual de cultivo de Pisum sativum L. "arveja"*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- INEI. (2006). *Compendio Estadístico*. Perú.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0704/Libro.pdf
- INIA. (2008). *Cultivo de la Pisum sativum L. "arveja"*. Serie folleto 24 - 08. Lima - Perú.
- INIAF. (2015). *Manual de producción de semilla certificada de Pisum sativum L. "arveja"*. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, 42(1), 34-42. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403459>
- López, T. (1994). *Horticultura*. Trillas México.
- Mamani, I. (2016). *Tres biofertilizantes y guano de isla en la producción de arveja verde Pisum sativum L. "arveja" CV. Quantum en Quequeña - Arequipa*. Tesis pregrado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3703>.
- Manual del cultivo de la arveja en la sierra. (2003). Huancavelica: Caritas.
- Maroto, J. (2000). *Manual Horticultura Herbácea Especial*. Madrid.
- MINAGRI. (2016). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola Ganadera*. Sistema Integrado de Estadística Agraria.
- Mohamed, H., Gordo, M., Wahab, A., y Ohyama, T. (2012). *Aislamiento y caracterización de un aislado resistente a metales pesados de Rhizobium leguminosarum biovar viciae potencialmente aplicable para biosorción de Cd²⁺ y Co²⁺*. ResearchGate, 23(1), 48-55.
<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.224013>
- Muñoz, J. (2018). *Inoculación, micronutrientes y extracto de alga nativa en el rendimiento de variedades de Pisum sativum L. "arveja", Pampa del Arco - Ayacucho, 2017*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3268>
- Ochoa, K. (2012). *El Rhizobium en el rendimiento en vaina de cinco variedades de Pisum sativum L. "arveja" Vinchos 3643 msnm*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2025>
- Oldroyd, G., Murray, J., Poole, P., y Downie, A. (2010). *Las reglas de enfrentamiento en la simbiosis leguminosa-rizobia*. National Library of Medicine, 8(1). <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-genet-110410-132549>.

- Palacios, J., Rey, L., Durán, D., García, R., Pacheco, A., Bautista, A., . . . Ruiz, T. (2015). *Microbiología de plantas*. Sociedad Española de Microbiología.
- Peña, A. (2011). *Manual de histología vegetal*. España: Mundi-Prensa.
- Perea, J., García, R., Allende, R., Carrillo, J., León, J., Valdez, B., y Mell, F. (2011). Identificación de razas y Biovares de *Ralstonia solanacearum* Aisladas de plantas de tomate. *Sociedad Mexicana de Fitopatología*, 29(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61222864002>
- Quintero, E., y Alonso, A. (2007). *Ecología agrícola*. Poligráfica Félix Varela.
- Quispe, E. (2018). *Abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento de variedades de Pisum sativum L. "arveja". Pampa del Arco - Ayacucho*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3094>
- Ramos , A. (1995). *Calidad del forraje y del heno*. Departamento de Producción Agraria.
- Rodriguez, R., y Romero, A. (2008). *Caracterización de cepas de Rhizobium Leguminosarum biovar viciae, mediante fuentes nitrogenadas y carbonadas y resistentes a antibióticos*. Tesis de pregrado. Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/5516/1/77110>
- Santillana, N. (2016). *Rhizomack para leguminosas*. Biblioteca Agrícola Nacional. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1557>
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Diferencia entre especie y variedad vegetal*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos>.
- Serrano, G. (1991). *Biotecnología Vegetal*. España: Biovegen.
- Somasegaran, P., y Hoben, J. (1985). *Handbook for Rhizobia: Methods in legume-Rhizobium technology*. Reseachgate. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8375-8>.
- Soto, J. (2015). *Efecto de la aplicación de fertilizantes biológicos en el rendimiento del cultivo de Pisum sativum L. "arveja" variedad usui en condiciones de Chuclaccasa) yauli - Huancavelica*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/206>.
- Spaink, H. P. (2000). *Nodulación de raíces y factores de infección producidos por bacterias rizobianas*. Universidad de Leiden. Revisión anual de microbiología.
- Sprent, J., Ardley, K., y James, E. (2013). *From North to South: A latitudinal look at legume nodulation processes*. South African Journal of Botany.

- Suasnabar, C. (2022). cultivo de *Pisum sativum* L. "arveja". Universidad Nacional del Centro del Perú, Junín. Huancayo: UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7485>.
- Suasnabar, C., Gutarra, D. M., Torres, G., Munive, R., Valverde, A., y Gamarra, G. (2021). *Cultivo de Pisum sativum* L. "arveja". Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal*. Castellon de la plana.
- Terranova Enciclopedia Agropecuaria. (2001). *Producción agrícola 1*. Panamericana Formas e Impresos S.A, Bogotá - Colombia.
- Thorsten, B. (2002). *Microbiología aplicada*. Alemania.
- Toresani, S., Prieto, G., Salvaggioti, F., Vita, E., Tirelli, M., y Zari, F. (2013). *Respuesta a la inoculación y a la nutrición con fósforo y azufre del cultivo de Pisum sativum* L. "arveja" en el sur de Santa Fe. IPNI Canadá. <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2013/06/17>
- Valdez, N. (2017). *Rendimiento en vaina verde de variedades de Pisum sativum* L. "arveja" con o sin tutor A 3200 msnm – Ayacucho. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/2666>.
- Vallejos, Y. (2018). *Obtención de concentrados proteícos de la harina de Pisum sativum "arveja" y determinación de su actividad antioxidante por el método del ácido tiobarbitúrico (TBA)*. Tesis de pregrado. Universidad técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27136/1/AL%20657>.
- Vega, O. (2017). *Problemas ambientales y de salud, derivados del uso de fertilizantes nitrogenados*. Tesis de posgrado. Universidad Complutense de Madrid. Web/TFG/TFG/Memoria/CRISTINA%20VEGA%20OLIVA.pdf
- Villalobos, E. (2006). *Fijación simbiótica de nitrógeno*. Costa Rica.
- Wang, T. (2002). *Taxonomía de Rhizobium*. Syst Bacteriol.
- Zavaleta, D., Soriano, B., y López, M. (2020). Inoculante constituido por *Rhizobium leguminosarum*, *Burkholderia ubonensis* y *Trichoderma harzianum* incrementa el número de sitios activos para la nodulación de *Pisum sativum*. *El Manglar*. <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2020.015>

ANEXO

Anexo 1. Ubicación del campo experimental. Pampa del Arco - Los Módulos - UNSCH.



Anexo 2. Análisis de suelo en laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes - multiservicios AGROLAB del campo experimental Pampa del Arco - Los Módulos -UNSCH.



MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN EVALUACIÓN,
MUESTREO DE SUELOS, INTERPRETACIÓN DE
RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA, USO,
MANEJO, CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN
DE SUELOS.

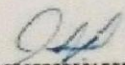
1850605

Solicitante: Srta. Delia Mallqui Palomino

Departamento: Ayacucho Provincia: Huamanga Distrito: Ayacucho

Fecha: 11/01/2016

Lab	Número de muestra Campo	pH (1:2.5)	C.E. ds.m ⁻¹	CO ₃ ²⁻ %	Ni %	MO %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na	Al ³⁺ + H ⁺	
5886	Pampa del Arco	7.23	0.3	0.00	0.07	1.36	22.83	425	43	20	37	Fr Ar A	17.26	9.98	2.52	1.92	0.84	0.00	100



.....
P.D. MANUELA CERDA GÓMEZ
Responsable de Laboratorio

A = arena, AFr = Arena franca; FrA = Franco arenoso; Fr = Franco; FrL = Franco limoso; L = Limoso; FrArA = Franco arcillo arenoso; FrAr = Franco arcilloso; FrArL = Franco arcillo limoso; ArA = Arcillo arenoso; ArL = Arcillo limoso; Ar = Arcilloso.

Jrb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / ☎ [066] 312049 - 📠 966938028 - 966631889 / RPM: *758028; *751889 / 📧 agrolab01@yahoo.es

Anexo 3. Trazado y delimitación de las unidades experimentales, empleando wincha, cordel y estacas de acuerdo al croquis. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.



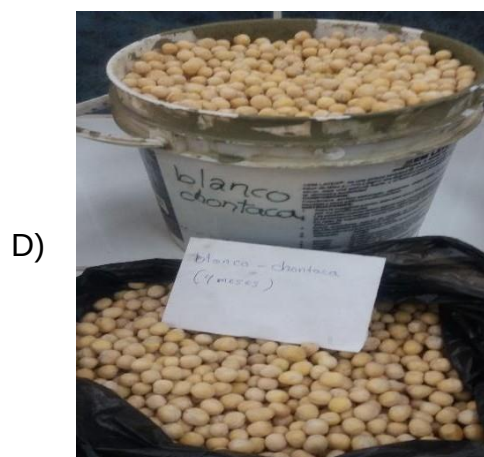
Anexo 4. Tesista realizando el surcado en el campo experimental Pampa del Arco –Los Módulos – UNSCH.



Anexo 5. Semillas de *Pisum sativum* L. “arveja” tras un periodo de remojo de 24 horas en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía - Los Módulos – UNSCH.



Var.
Usui



A)Andahuaylas, B) Var. Remate, C) Acc. Pampa del Arco, D) Acc. Blanco Chontaca y E) Acc. Común.

Anexo 6. Tesista aplicando guano natural en las hileras del campo experimental Pampa del Arco - Los Módulos – UNSCH.



Anexo 7. Implementación del sistema de riego por goteo llevada a cabo por un experto en riego tecnificado en el campo experimental Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.



A) conexión de mangueras para cada surco y B) completo instalado de mangueras de 16 MM x 500 m.

Anexo 8. Tesista realizando la peletización de semillas de *Pisum sativum* L. “arveja” con bacterias de *Rhizobium*, obtenido del laboratorio de rizobiología de la facultad de agronomía. Pampa del Arco - Los Módulos -UNSCH.



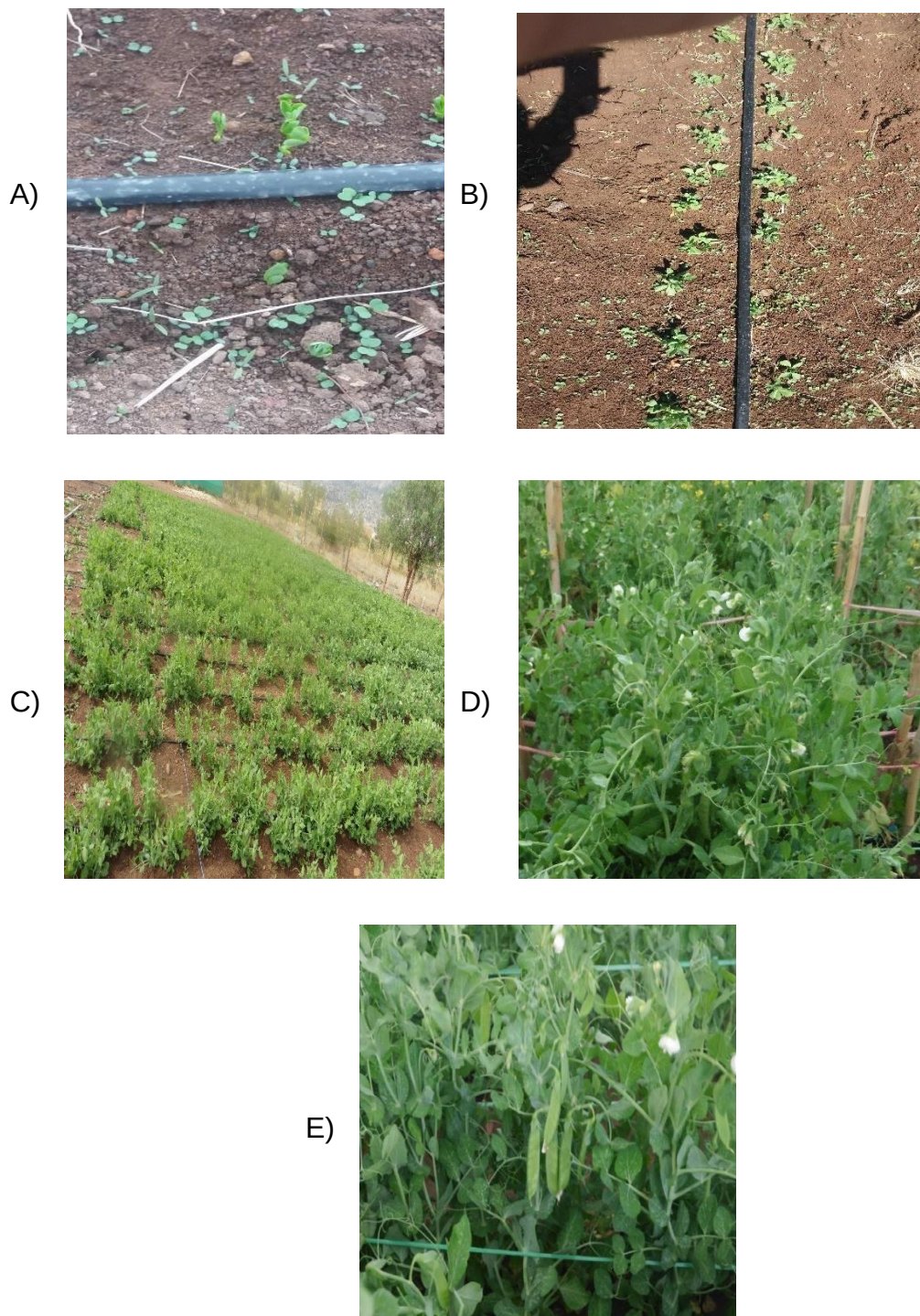
A) inoculante para leguminosas RIZOMACK con peso neto 250 g para 35 kg de semilla, B) peletizado de semillas.

Anexo 9. Tesista realizando la siembra de semillas de *Pisum sativum* L. “arveja” en el campo experimental. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.



A) golpe a 0.30 cm y B) siembra de 3 semillas por golpe.

Anexo 10. Crecimiento y desarrollo de las plantas de *Pisum sativum* L. “arveja” en el campo experimental Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.



A) germinación de 0 a 4 días, B) formación de hojas verdaderas de 0 a 14 días, C) plantas en desarrollo vegetativo, D) inicio de floración a los 48 días de siembra y E) inicio de llenado de granos.

Anexo 11. Tesista realizando la fumigación preventiva contra hongos y insectos chupaderas con caldo sulfocálcico y bordelés en el campo de cultivo de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.



Anexo 12. Tesista realizando el tutorado de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del Arco – Los Módulos – UNSCH.

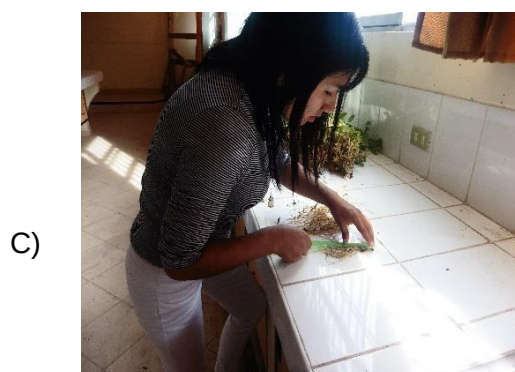
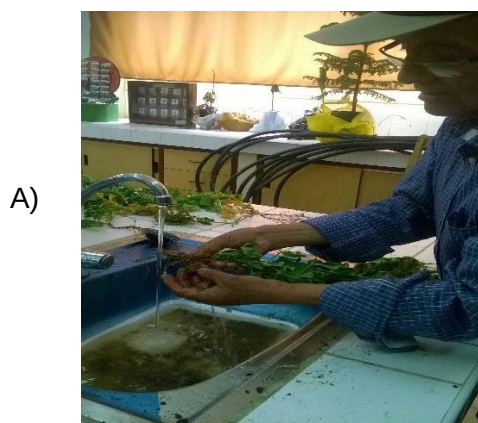


Anexo 13. Tesista juntamente con el apoyo del Dr. Cayo García, llevando a cabo la recolección de *Pisun sativum* L. “arveja” en etapa de floración. Pampa del Arco – LosMódulos – UNSCH.



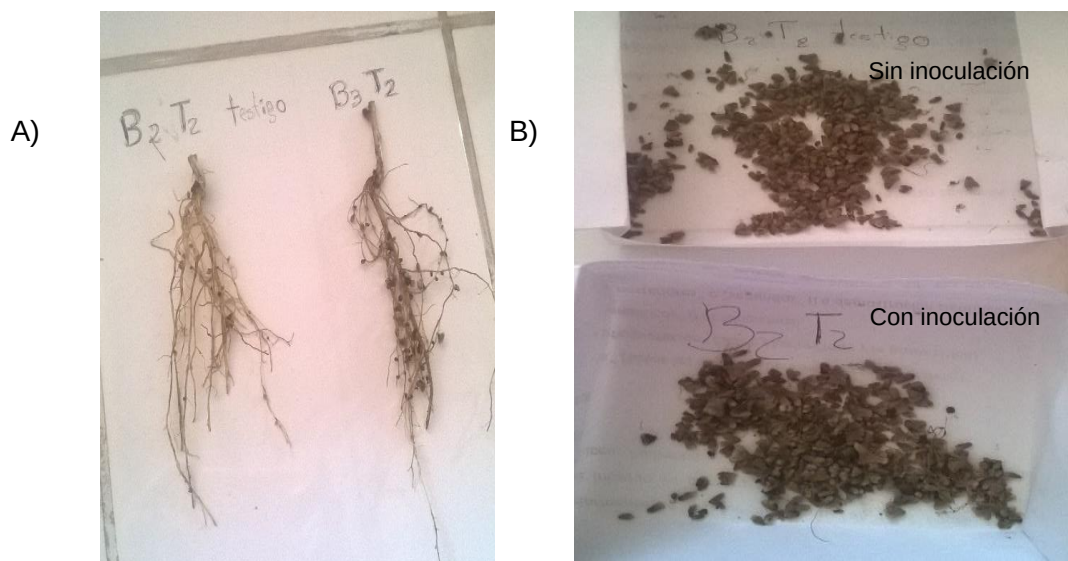
A) retiro de muestras de planta aleatoriamente a los 48 días de siembra y B) las muestras son puestas en bolsas etiquetadas.

Anexo 14. Tesista juntamente con el apoyo del Dr. Cayo García, realizan procedimientos para evaluar las variables en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía – Los Módulos - UNSCH.



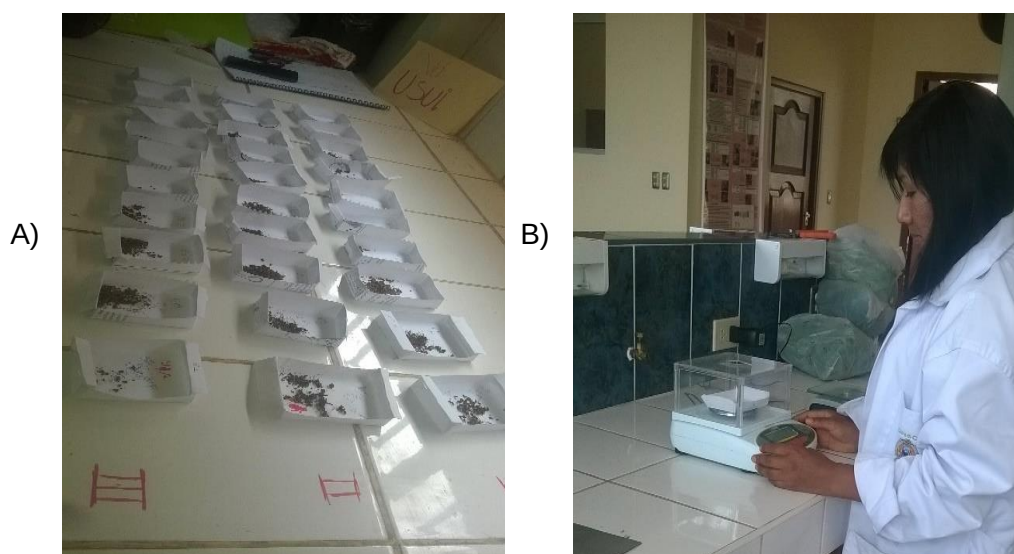
A) lavado de raíz, utilizando un tamizador; B) medida de la planta aérea, C) medida de raíz, D) raíz con nódulos, E) búsqueda de nódulos sueltos en el suelo y F) peso fresco de la planta aérea de los tres bloques con sus respectivos tratamientos.

Anexo 15. Recolección de nódulos de *Pisum sativum* L. “arveja” en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía - Los Módulos - UNSCH.



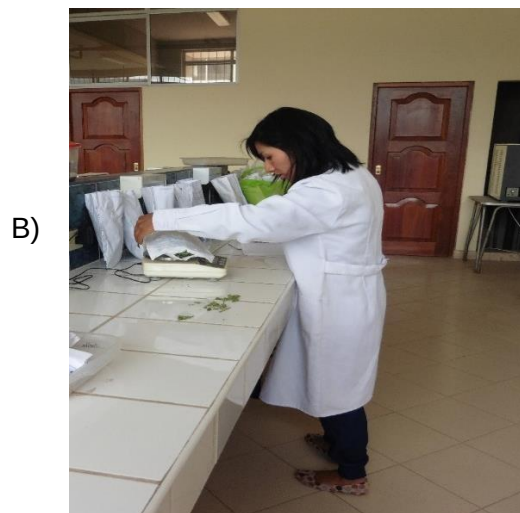
A) muestra de raíz de la variedad Remate sin y con inoculación. B) Recolección de nódulos de la variedad Remate.

Anexo 16. Peso seco de los nódulos de *Pisum sativum* L. “arveja” en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía - Los Módulos - UNSCH.



A) muestra de nódulos por bloque con sus respectivos tratamientos y B) peso seco de nódulos en balanza analítica.

Anexo 17. Peso seco de la planta aérea de *Pisum sativum* L. “arveja” en el laboratorio de horticultura y semillas de la facultad de agronomía - Los Módulos - UNSCH.



A) muestras de la planta aérea en la estufa a 70 °C y B) peso seco de la planta aérea con la balanza analítica.

Anexo 18. Cosecha de vaina verde de *Pisum sativum* L. “arveja. Pampa del Arco - Los Módulos - UNSCH.

A)



B)



C)



D)



E)



F)



A) cosecha en vaina verde a los 99 días de la siembra, B) muestras del bloque I, C) muestras del bloque II, D) muestras del bloque III, E) Acc. Común con sus vainas y D) número de vainas .de la Acc, común.

Anexo 19. Cosecha de grano seco para la evaluación de nitrógeno total por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa del Arco – Los Módulos - UNSCH.

A)



B)



C)



D)



A) cosecha de arveja a los 113 días de siembra, B) secado de las vainas cosechadas, C) sobres que contienen vainas secas de los tres bloques y E) etiquetado de los granos secos para su análisis de porcentaje de proteína.

Anexo 20. Resultados de nitrógeno total en fruto seco de variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja” analizadas en el laboratorio de Química Agrícola “VALLE GRANDE” en San Vicente de Cañete, Lima - Perú.



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965-2015

SOLICITANTE : CHAUPÍN ARONÉS, Janet

ANÁLISIS N.º

: 2230-01FRUT-24FRUT-2020

PREDIO : CHAUPÍN ARONÉS, Janet

LUGAR

: AYACUCHO

MATRIZ : Sem: Arveja (*Pisum sativum*, L)

FECHA DE RECEP.

: 31/08/2020

INFORME DE ANÁLISIS DE FRUTO-ESPECIAL
PARÁMETRO: NITRÓGENO TOTAL

BLOQUE	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	RESULTADO	UNIDAD
I	USUY ANDAHUAYLAS	3.59	%
	REMATE	3.88	%
	BLANCO CHONTACA	3.23	%
	USUY PAMPA DEL ARCO	3.08	%
	COMÚN	3.38	%
	USUY ANDAHUAYLAS (T)	3.23	%
	USUY PAMPA DEL ARCO (T)	2.97	%
II	COMÚN	3.34	%
	BLANCO CHONTACA	3.31	%
	USUY ANDAHUAYLAS	3.68	%
	USUY PAMPA DEL ARCO	3.28	%
	REMATE	3.96	%
	BLANCO CHONTACA (T)	2.90	%
	COMÚN (T)	2.96	%
III	REMATE (T)	3.60	%
	USUY ANDAHUAYLAS (T)	3.34	%
	BLANCO CHONTACA	3.44	%
	USUY PAMPA DEL ARCO	3.06	%
	REMATE	3.82	%
	COMÚN	3.38	%
	USUY ANDAHUAYLAS	3.61	%
	USUY ANDAHUAYLAS (T)	3.38	%
	BLANCO CHONTACA (T)	2.97	%
	USUY PAMPA DEL ARCO (T)	2.90	%

Los resultados están expresados en muestra seca

Donde:

% : masa/masa

Técnica : Dumas

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima-Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: Laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 21. Valores promedio de los tratamientos por bloque de peso seco de nódulos de *Pisum sativum* L. “arveja” durante la etapa de inicio de floración. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.

Bloque	Peso seco de nódulos (g)									
	Tratamiento									
	T1*	T2*	T3*	T4*	T5*	T6*	T7*	T8*	T9*	T10*
I	0,164	0,346	0,152	0,188	0,128	0,142	0,103	0,102	0,142	0,102
II	0,197	0,324	0,139	0,262	0,245	0,124	0,141	0,109	0,126	0,124
III	0,248	0,203	0,118	0,216	0,152	0,076	0,156	0,114	0,102	0,101

*T1 (Acc. Pampa del Arco con inoculación), T2 (Var. Remate con inoculación), T3 (Acc. Blanco Chontaca con inoculación), T4 (Var. Usui Andahuaylas con inoculación), T5 (Acc. Común con inoculación), T6 (Acc. Pampa del Arco sin inoculación), T7 (Var. Remate sin inoculación), T8 (Acc. Blanco Chontaca sin inoculación), T9 (Var. Usui Andahuaylas sin inoculación), T10 (Acc. Común sin inoculación).

Anexo 22. Valores promedio de los tratamientos por bloque de altura de planta aérea de *Pisum sativum* L. “arveja” durante la etapa de inicio floración. Pampa del arco - Los Módulos - UNSCH.

Bloque	Altura de planta aérea (cm)									
	Tratamiento									
	T1*	T2*	T3*	T4*	T5*	T6*	T7*	T8*	T9*	T10*
I	73	80,8	73,75	72,8	67,5	62,8	75,25	55,4	74,5	63,75
II	65,75	87,3	76,25	78,9	73,7	67,5	73,25	58,15	75,5	67,35
III	59	83,7	72,75	73,7	68,8	65,7	51,25	56,81	51,25	62,15

*T1 (Acc. Pampa del Arco con inoculación), T2 (Var. Remate con inoculación), T3 (Acc. Blanco Chontaca con inoculación), T4 (Var. Usui Andahuaylas con inoculación), T5 (Acc. Común con inoculación), T6 (Acc. Pampa del Arco sin inoculación), T7 (Var. Remate sin inoculación), T8 (Acc. Blanco Chontaca sin inoculación), T9 (Var. Usui Andahuaylas sin inoculación), T10 (Acc. Común sin inoculación).

Anexo 23. Valores promedio de los tratamientos por bloque de peso seco de follaje de *Pisum sativum* L. “arveja” durante la etapa de inicio floración. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.

Bloque	Peso seco de follaje (g)									
	Tratamiento									
	T1*	T2*	T3*	T4*	T5*	T6*	T7*	T8*	T9*	T10*
I	14,61	15,48	11,38	18,19	12,11	10	11	9,07	13	9,2
II	14,17	17,2	11	21,42	12,02	10,06	12,04	10	12,28	10,04
III	16,33	18,35	10,13	15,3	11,13	10,13	10,1	9	11	10

*T1 (Acc. Pampa del Arco con inoculación), T2 (Var. Remate con inoculación), T3 (Acc. Blanco Chontaca con inoculación), T4 (Var. Usui Andahuaylas con inoculación), T5 (Acc. Común con inoculación), T6 (Acc. Pampa del Arco sin inoculación), T7 (Var. Remate sin inoculación), T8 (Acc. Blanco Chontaca sin inoculación), T9 (Var. Usui Andahuaylas sin inoculación), T10 (Acc. Común sin inoculación).

Anexo 24. Valores promedio de los tratamientos por bloque de número de vainas por planta de *Pisum sativum* L. “arveja” durante la etapa de cosecha. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.

Bloque	Número de vainas por planta									
	Tratamiento									
	T1*	T2*	T3*	T4*	T5*	T6*	T7*	T8*	T9*	T10*
I	15	32	23	24	19	13	20	18	14	11
II	19	29	21	27	18	11	21	16	12	14
III	17	26	14	21	13	15	16	10	19	12

*T1 (Acc. Pampa del Arco con inoculación), T2 (Var. Remate con inoculación), T3 (Acc. Blanco Chontaca con inoculación), T4 (Var. Usui Andahuaylas con inoculación), T5 (Acc. Común con inoculación), T6 (Acc. Pampa del Arco sin inoculación), T7 (Var. Remate sin inoculación), T8 (Acc. Blanco Chontaca sin inoculación), T9 (Var. Usui Andahuaylas sin inoculación), T10 (Acc. Común sin inoculación).

Anexo 25. Valores promedio de los tratamientos por bloque de rendimiento en vaina verde de *Pisum sativum* L. “arveja” durante la etapa de cosecha. Pampa del arco-Los Módulos- UNSCH.

Bloque	Rendimiento vaina verde									
	Tratamiento									
	T1*	T2*	T3*	T4*	T5*	T6*	T7*	T8*	T9*	T10*
I	9 748	12 738,77	9 327	11 338,9	8 598,3	7 733,4	8 664,6	7 737,3	8 381,2	7 287,7
II	9 971	12 868,55	9 847	11 454,5	8 988,5	7 844,5	8 951,1	7 996,7	8 655,5	7 465,8
III	9 981	12 212,68	9 476	11 436,6	8 073,2	7 522,1	8 534,3	7 546	8 383,3	7 286,5

*: T1 (Acc. Pampa del Arco con inoculación), T2 (Var. Remate con inoculación), T3 (Acc. Blanco Chontaca con inoculación), T4 (Var. Usui Andahuaylas con inoculación), T5 (Acc. Común con inoculación), T6 (Acc. Pampa del Arco sin inoculación), T7 (Var. Remate sin inoculación), T8 (Acc. Blanco Chontaca sin inoculación), T9 (Var. Usui Andahuaylas sin inoculación), T10 (Acc. Común sin inoculación).

Anexo 26. Valores promedio de los tratamientos por bloque de contenido de proteína (%) en grano seco de *Pisum sativum* L. “arveja” durante la etapa de cosecha. Pampa del Arco - Los Módulos - UNSCH.

Bloque	Contenido de proteína (%)									
	Tratamiento									
	T1*	T2*	T3*	T4*	T5*	T6*	T7*	T8*	T9*	T10*
I	19,25	24,25	20,19	22,44	21,13	18,56			20,29	
II	20,50	24,75	20,69	23,00	20,88		22,68	18,43	20,98	18,54
III	19,13	23,88	21,50	22,56	21,13	18,13		18,56	21,13	

*T1 (Acc. Pampa del Arco con inoculación), T2 (Var. Remate con inoculación), T3 (Acc. Blanco Chontaca con inoculación), T4 (Var. Usui Andahuaylas con inoculación), T5 (Acc. Común con inoculación), T6 (Acc. Pampa del Arco sin inoculación), T7 (Var. Remate sin inoculación), T8 (Acc. Blanco Chontaca sin inoculación), T9 (Var. Usui Andahuaylas sin inoculación), T10 (Acc. Común sin inoculación).

Anexo 27. Promedio de contenido de proteína de los tratamientos por el efecto de la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae*, en variedades y accesiones de *Pisum sativum* L. “arveja”. Pampa de Arco – Los Módulos - UNSCH.

Trat	Descripción de Tratamiento	% Proteína $\bar{x}$	Contenido proteico
T2	Var. Remate con inoculación	23,29	C.P. Excelente
T7	Var. Remate sin inoculación	22,75	C.P. bueno
T4	Var. Usui Andahuaylas con inoculación	22,67	C.P. bueno
T5	Acc. Común con inoculación	21,04	C.P. bueno
T3	Acc. Blanco Chontaca con inoculación	20,79	C.P. bueno
T9	Var. Usui Andahuaylas sin inoculación	20,73	C.P. bueno
T1	Acc. Pampa del arco con inoculación	19,63	C.P. medio
T10	Acc. Común sin inoculación	18,54	C.P. medio
T8	Acc. Blanco Chontaca sin inoculación	18,42	C.P. medio
T6	Acc. Pampa del arco sin inoculación	18,40	C.P. medio

*T2 se clasifican en contenido proteico excelente; T3, T4, T5, T7, T9 se clasifica en contenido proteico bueno T3, T4, T5, T7, T9 y el resto de los tratamientos con contenido proteico medio.

Anexo 28. Costo de instalación de una hectárea de cultivo de *Pisum sativum* L. “arveja”.

COSTO DE PRODUCCIÓN DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.)

CULTIVO	: Arveja	SISTEMA DE RIEGO	: Goteo
VARIEDAD	: Remate y Usuy.	PERIODO VEGETATIVO	: 3 meses
ACCESION	: B.chontaca, P.arco y común.	RENDIMIENTO	: 2,0 t/ha
EPOCA DE SIEMBRA	: Noviembre - diciembre	TIPO DE CAMBIO	: s/ 2,5
EPOCA DE COSECHA	: Enero – Febrero	FECHA	: Mar-17
NIVEL TECNOLÓGICO:	Medio – alto		

COSTO DE PRODUCCION ARVEJA EN VAINA VERDE				
SEMILLA	Semilla comercial			
FECHA	Marzo 2017			
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO(S/.)	COSTO TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DEL CULTIVO				
1. Mano de obra:				
1.1 Preparación del terreno				
Limpieza del terreno	jornal	5	35	175
Surcado	jornal	6	35	210
Riego	jornal	2	35	70
1.2 Siembra				
Inoculación de semillas	jornal	2	35	70
Aplicación de abonos	jornal	8	35	280
Distribución de las semillas	jornal	8	35	280
1.3 Labores culturales				
Deshierbo	jornal	8	35	280
Aporque	jornal	12	35	420
Tutorado	jornal	8	35	280
Riegos	jornal	3	35	105
1.4 Control fitosanitario				
aplicación de pesticidas	jornal	2	35	70
1.5 Cosecha				
Recolección	jornal	10	35	350
Selección y encostado	jornal	8	35	280
Carguío	jornal	5	35	175
SUB TOTAL EN MANO DE OBRA				3045

2. Maquinaria agrícola:				
Aradura	H/M	5	50	250
Rastra	H/M	3	50	150
SUB TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA				400
3. Insumos				
Semilla	Kg	40	5	200
inoculante (Rizomack)	Kg	2	15	30
Guano de isla	Sacos	85	35	2975
insecticidas	L	2	70	140
fungicidas	L	2	75	150
SUB TOTAL DE INSUMOS				3495
4. Materiales				
Rafia	Rollo	15	10	150
Carrizo	Ciento	5	65	325
Instalación de sistema de riego			800	800
SUB TOTAL DE MATERIALES				1275
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				250
SUB TOTAL DE GASTOS GENERALES				250
I. TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				8465
II. TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				
Asistencia técnica				1500
III. COSTO TOTAL DE LA PRODUCCIÓN				9965

Anexo 29. Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Efecto de <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar viciae en el rendimiento de variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. "arveja".	Problema general: ¿Cuál será el efecto de <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar viciae en el rendimiento de las variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. "arveja"?	Objetivo General Determinar el efecto de la inoculación con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar viciae en el rendimiento de variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. "arveja". Objetivo Específico • Determinar el efectividad de <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar viciae en la nodulación de las variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. "arveja". • Determinar el contenido de proteína en grano seco de variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. "arveja" inoculadas con <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar viciae. • Determinar el efecto de <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar viciae en la rentabilidad económica.	Hipótesis general El <i>Rhizobium leguminosarum</i> biovar viciae incrementa el rendimiento de las variedades y accesiones de <i>Pisum sativum</i> L. "arveja". Hipótesis Específicos • Incrementa la nodulacion en <i>Pisum sativum</i> L. "arveja" • La inoculación con <i>Rhizobium</i> mejora el contenido proteico de <i>Pisum sativum</i> L. "arveja" • La inoculación con <i>Rhizobium</i> disminuye los costos de producción del cultivo de arveja.	INDEPENDIENTES: Variedades • V1= var. Usuy Andahuaylas • V2= var. Remate Accesiones • V3= Acc. Blanco Chontaca • V4= Acc. Pampa del arco • V5= Acc. Común DEPENDIENTES: Inoculación • b0= sin <i>Rhizobium</i> • b1= con <i>Rhizobium</i> Rendimiento • Altura de la planta • Número de vainas por planta. • Peso seco (gr) • Localización de nódulos Concentración de nitrógeno • Peso de nódulos • % de Nitrógeno en grano seco	TIPO DE INVESTIGACIÓN: • Aplicada NIVEL DE INVESTIGACIÓN: • Experimental MÉTODO: • Aplicada - deductivo DISEÑO ESTADÍSTICO: • DBCR, con tratamiento factorial 5V x 2B, con tres repeticiones. POBLACIÓN: • Plantas del experimento. MUESTRA: • Plantas de parcela. TÉCNICAS: • ANVA de Rendimiento. • Prueba de Tukey. • Redacción de Informe.

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Janet CHAUPIN ARONES
RESOLUCIÓN DECANAL N° 241-2024-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del veintisiete de junio del año dos mil veinticuatro; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, actuando como presidente encargado a su vez miembro de jurado evaluador el Dr. Fidel Rodolfo MUJICA LENGUA mediante Memorando N° 198-2024-UNSCH-FCB con fecha veintisiete de junio del año dos mil veinticuatro; Ph.D. Nery Luz SANTILLANA VILLANUEVA (Miembro – Jurado); Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ (Miembro – Asesor); Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ (Miembro -4to. Jurado); actuando como secretario docente el Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Efecto de *Rhizobium leguminosarum biovar viciae* en el rendimiento de variedades y accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) Pampa del Arco, Ayacucho a 2750 m.s.n.m.**, presentado por la Bach. Janet CHAUPIN ARONES; el presidente encargado luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

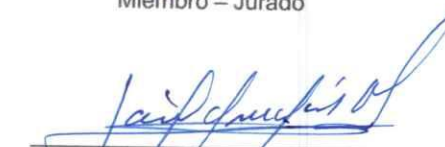
Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Fidel Rodolfo MUJICA LENGUA	17	17	17
Ph.D. Nery Luz SANTILLANA VILLANUEVA	16	15	16
Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ	17	17	17
		PROMEDIO	17

La sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis y quince de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.


Dr. Fidel Rodolfo MUJICA LENGUA
Presidente (e)


Ph.D. Nery Luz SANTILLANA VILLANUEVA
Miembro – Jurado


Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ
Miembro – 4to. Jurado


Dr. Saúl Alonso CHUCHÓN MARTÍNEZ
Miembro-Asesor


Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR
Secretario docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA – ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 71-2024-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director Encargado de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Efecto de *Rhizobium leguminosarum biovar viciae* en el rendimiento de variedades y accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) Pampa del Arco, Ayacucho a 2750 m.s.n.m., por JANET CHAUPIN ARONES** he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, similitud de 27%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 16 de octubre de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

Dr. Víctor Luis Cárdenas López
DIRECTOR(e)

Efecto de Rhizobium
leguminosarum biovar viciae
en el rendimiento de
variedades y accesiones de
arveja (Pisum sativum L.)
Pampa del Arco, Ayacucho a
2750 m.s.n.m.

por JANET CHAUPIN ARONES

Fecha de entrega: 16-oct-2024 07:22a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2487033037

Nombre del archivo: d_CHAUPIN_ARONES_-JANET_-pregrado_-2024_TURNITIN_word_1.pdf (1.1M)

Total de palabras: 17604

Total de caracteres: 89398

Efecto de Rhizobium leguminosarum biovar viciae en el rendimiento de variedades y accesiones de arveja (Pisum sativum L.) Pampa del Arco, Ayacucho a 2750 m.s.n.m.

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

8%

2

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

5%

3

eprints.uanl.mx

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

www.scielo.cl

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

1%

7

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

apirepositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

9

sired.udenar.edu.co

Fuente de Internet

1 %

10

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

1 %

11

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

12

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

1 %

13

sedici.unlp.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

14

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

15

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1 %

16

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

17

www.ipni.net

Fuente de Internet

<1 %

18

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

19

www.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

20	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Santana Jimenez, Manuel. "Fijacion biologica de nitrogeno por leguminosas arboreas para sombra de cafe en Puerto Rico", Proquest, 20111108 Publicación	<1 %
23	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
24	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
25	1library.co Fuente de Internet	<1 %
26	html.rincondelvago.com Fuente de Internet	<1 %
27	documents.mx Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo