

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento
de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.)**

Pampa del Arco – Ayacucho

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

PRESENTADO POR:

Edwin Trinidad Quispe Gonzales

Ayacucho - Perú

2018

A la memoria de mi padre Cecilio Quispe.

A mi padre político Octavio y a mi madre Dionisia.

A mis hermanos: Maribel, Zenaida, Luz, César, Raúl, José y Cristian.

AGRADECIMIENTO

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

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

Al Dr. Cayo García-Blásques Morote por su valiosa orientación y asesoramiento en el desarrollo de la investigación y en la elaboración de este informe final de tesis.

A mis padres, hermanos 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
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
1.1. ANTECEDENTES DEL TRABAJO	5
1.2. GENERALIDADES SOBRE EL CULTIVO DE ARVEJA	7
1.2.1. Importancia del cultivo	7
1.2.2. Usos y valor nutritivo.....	7
1.2.3. Origen del cultivo de arveja	8
1.2.4. Descripción morfológica.....	9
1.2.5. Clasificación botánica de la arveja.....	10
1.2.6. Variedades y cultivares	10
1.2.7. Variedades comerciales utilizadas	11
1.2.8. Fenología y desarrollo del cultivo.....	12
1.2.9. Principales Plagas.....	14
1.2.10. Principales enfermedades.....	16
1.2.11. Requerimientos medio ambientales	16
1.2.12. Requerimientos nutricionales.....	18
1.2.13. Manejo agronómico	18
1.3. GENERALIDADES SOBRE ABONOS ORGÁNICOS.....	22
1.3.1. Guano de isla.....	23
1.3.2. Estiércol de vacuno	24
1.3.3. Estiércol de ovino.....	25
1.4. GENERALIDADES SOBRE INOCULANTES Y RHIZOBIUM.....	25
1.4.1. Importancia y uso de los inoculantes	25
1.4.2. Clasificación taxonómica del Rhizobium	27

1.4.3. La Simbiosis Rhizobium – Leguminosa	28
1.4.4. Rhizobium en la Rizósfera	29
CAPÍTULO II	31
METODOLOGÍA	31
2.1. CAMPO EXPERIMENTAL	31
2.1.1. Ubicación	31
2.1.2. Historia del campo	31
2.1.3. Información meteorológica	31
2.1.4. Suelo.....	32
2.2. MATERIALES Y HERRAMIENTAS	35
2.2.1. Semillas de arveja	35
2.2.2. Abonos orgánicos.....	36
2.2.3. Inoculante.....	36
2.2.4. Materiales y herramientas	37
2.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO	37
2.3.1. Factores en estudio.....	37
2.3.2. Tratamientos.....	38
2.3.3. Diseño experimental.....	38
2.3.4. Análisis estadístico.....	39
2.3.5. Características del experimento	39
2.3.6. Instalación y manejo agronómico	40
2.3.7. Labores culturales complementarias	42
2.4. VARIABLES EN EVALUACIÓN.....	43
2.4.1. Variables de precocidad	43
2.4.2. Variables de rendimiento	44
2.4.3. Evaluación de raíces y nodulación.....	45
2.4.4. Evaluación de rentabilidad económica.....	46
CAPÍTULO III.....	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD	47
3.1.1. Emergencia del cultivo.....	47
3.1.2. Inicio de floración	50

3.1.3. Madurez fisiológica.....	53
3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO	55
3.2.1. Rendimiento en vaina verde.....	55
3.2.2. Rendimiento en grano seco	60
3.2.3. Número de vainas por planta	64
3.2.4. Número de granos por vaina	67
3.3. EVALUACIÓN DE RAÍCES Y NODULACIÓN	69
3.3.1. Longitud de raíces	69
3.3.2. Número de nódulos por planta	71
3.3.3. Peso fresco de nódulos por planta.....	73
3.3.4. Características morfológicas de los nódulos en las raíces	74
3.4. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA	76
3.4.1. Rentabilidad económica del cultivo de arveja en vaina verde	76
3.4.2. Rentabilidad económica del cultivo de arveja en grano seco	76
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. 1. Composición química y nutritiva de la arveja	8
Tabla 1. 2. Contenido de nutrientes en estiércol de ovino y vacuno.....	25
Tabla 1. 3. Especies de <i>Rhizobium</i> y leguminosas de grano a las que nódula.....	30
Tabla 2. 1. Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico estación meteorológica INIA – Ayacucho 27850 msnm.	33
Tabla 2. 2. Resultados del análisis y caracterización del suelo.....	35
Tabla 2. 3. Características morfogénicas de las variedades de arveja.....	36
Tabla 2. 4. Composición química de los abonos orgánicos utilizados.....	36
Tabla 2. 5. Tratamientos utilizados en campo.....	38
Tabla 2. 6. Cantidad de abonos orgánicos utilizados.	41
Tabla 3.1. Análisis de variancia de la emergencia de variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculante.....	47
Tabla 3.2. Prueba de contraste Tukey (>0.05) de la emergencia de las variedades de arveja.	48
Tabla 3.3. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) de la emergencia en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	48
Tabla 3.4. Análisis de variancia del inicio de floración de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	50
Tabla 3.5. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del inicio de floración de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	51
Tabla 3.6. Análisis de variancia de la madurez fisiológica de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	53
Tabla 3.7. Prueba de Tukey ($P>0.05$) de la madurez fisiológica de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	54
Tabla 3.8. Análisis de variancia del rendimiento en vaina de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	55
Tabla 3.9. Prueba de contraste Tukey ($P> 0.05$) del rendimiento en vaina verde de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	56
Tabla 3.10. Análisis de variancia del rendimiento en grano seco de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	60

Tabla 3.11. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del rendimiento en grano seco de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	61
Tabla 3.12. Análisis de variancia del número de vainas por planta de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	64
Tabla 3.13. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del número de vainas por planta en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	65
Tabla 3.14. Análisis de variancia del número de granos por vaina en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	67
Tabla 3.15. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del número granos por vaina en las variedades de arveja.	67
Tabla 3.16. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del número granos por vaina en las variedades de arveja con abonos orgánicos e inoculante.	68
Tabla 3.17. Análisis de variancia de la longitud de raíces en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	69
Tabla 3.18. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) de la longitud de raíces en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	70
Tabla 3.19. Análisis de variancia del número de nódulos por planta en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	71
Tabla 3.20. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del número de nódulos por planta en las variedades de arveja.	72
Tabla 3.21. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del número de nódulos por planta con abonos orgánicos e inoculante.	72
Tabla 3.22. Análisis de variancia del peso fresco de los nódulos en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.	74
Tabla 3.23. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del peso fresco de los nódulos en las variedades de arveja con abonos orgánicos e inoculante.	74
Tabla 3. 24. Caracterización morfológica y tipificación de los nódulos.	75
Tabla 3. 25. Rentabilidad económica del cultivo de arveja en vaina verde.	77
Tabla 3. 26. Rentabilidad económica del cultivo de arveja en grano seco.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2. 1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente del 2016 y 2017, Estación Meteorológica INIA - Ayacucho 2750 msnm.	34
Figura 2. 2. Croquis de los tratamientos en el campo experimental	40

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Panel fotográfico	88
Anexo 2. Análisis de abonos orgánicos	99
Anexo 3. Análisis de suelo.....	102
Anexo 4. Fichas de evaluación	103
Anexo 5. Costos de producción	106

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en Pampa del Arco ubicada en la ciudad universitaria de la UNSCH - Ayacucho, en el periodo comprendido de noviembre del 2016 a noviembre del 2017, con el objetivo de evaluar el efecto de los abonos orgánicos y la inoculación con el inoculante Rizomack en el rendimiento de variedades de arveja. Para la evaluación del experimento, los tratamientos se dispusieron en un arreglo factorial de cuatro variedades de arveja con cuatro abonos orgánicos e inoculante dispuesto en el Diseño Bloque completo Randomizado (DBCR) con tres repeticiones, que permitió tener un total 48 unidades experimentales. Los tratamientos inoculados y abonados con estiércol de ovino reportaron mayor rendimiento en vaina verde y grano seco, en todas las variedades de arveja cultivadas. En la variedad Usui 7870,0kg.ha⁻¹, Remate 6605,00 kg. ha⁻¹, Común 6463.33 kg. ha⁻¹ y Andina 6423,00 kg ha⁻¹ en vaina verde; los rendimientos obtenidos en grano seco fueron en la variedad Usui 1500,67 kg ha⁻¹, Remate 1293,00 kg ha⁻¹, común 1248.00kg ha⁻¹ y Andina 1166,87 kg ha⁻¹. La variedad de arveja Usui ocupó el primer lugar en los parámetros evaluados: número de vaina 24.67 por plantas, 8.79 cm de longitud de vainas, 6.92 granos por vaina. La mayor rentabilidad económica se obtuvo con la variedad Usui inoculado y abonado con estiércol de ovino en vaina verde con 60,82% y grano seco con 60,59% y con una utilidad de S/.9572,50 y S/.9547,50 vaina verde y grano seco respectivamente. Todos los tratamientos inoculados y abonados con estiércol de Ovino, guano de Isla y estiércol de Vacuno fueron significativamente superiores a los tratamientos sin inoculante y abonamiento.

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.) es fuente de proteína en la alimentación y nutrición, aporta entre el 8,9 y el 22,5% de proteína de la porción comestible, en grano verde y seco respectivamente. Económicamente hablando, las cifras de la FAO para el 2008 indican que la producción mundial de arveja verde (incluidos los guisantes), fue de 8,4 millones de toneladas, siendo China el primer productor, seguido de India y Estados Unidos, mientras que el Perú figuró en el puesto 35 entre los 95 países productores de arveja. El mismo año se transaron en el mercado mundial 228.000 toneladas de arveja fresca, siendo Bélgica, Estados Unidos, Holanda, Japón, Reino Unido y Malasia los principales importadores de arveja verde; mientras los principales exportadores son Guatemala, Francia y China (FAO, 2008).

A nivel nacional se siembra en una superficie de 34300 ha con una producción de 135000 tn y un rendimiento promedio en grano verde de 4.9 t.ha⁻¹ Ayacucho reporta un rendimiento promedio de 3.6 t.ha⁻¹ de grano verde, una producción de 4068 t y una superficie cultivada de 1595 ha, siendo las principales zonas productoras: Cajamarca, Huancavelica, Junín, Huánuco y Ayacucho. (MINAGRI, 2016).

Los cultivos se basan en la aplicación de fertilizantes químicos para mejorar la nutrición vegetal, sin embargo su uso irracional ocasiona el deterioro de las características químicas, y biológicas de los suelos, entre otros problemas que en la mayoría de los casos son de carácter irreversible y conllevan a la reducción de su capacidad productiva (Bocanegra, 1972).

En los últimos años, el uso de biofertilizantes y abonos orgánicos se han convertido en una alternativa para mejorar el rendimiento de los cultivos a través de un mejor suministro de nutrientes al medio ambiente, favoreciendo el desarrollo de una

agricultura ecológicamente sostenible, permitiendo una reducción en los costos de producción, hasta en un 20% a largo plazo, si la respuesta de las plantas ante el *Rhizobium* es de alta dependencia; siendo una alternativa amigable con el medio ambiente y que garantiza la conservación del suelo con respecto a su fertilidad y biodiversidad (Alfonso, et al., 2005).

En sentido estricto, la eficiencia simbiótica de *Rhizobium* resulta interesante por la capacidad de la asociación en satisfacer los requerimientos de N y otros nutrientes a la planta hospedera (Camarena, 2003). El presente trabajo de investigación fue encaminada a buscar la mejor fuente de abono orgánico y la inoculación de las semillas a la siembra con inoculante RIZOMACK que al ser aplicadas mejoran la productividad y la calidad de cosecha en las leguminosas. Por estas consideraciones se planteó la ejecución del trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

Objetivo principal

Evaluar la influencia del abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento de variedades de Arveja (*Pisum sativum* L.) Pampa del Arco - Ayacucho.

Objetivos específicos

1. Determinar la mejor fuente de abono orgánico e inoculante Rizomack que optimice el rendimiento de la arveja.
2. Establecer la variedad de arveja de mayor rendimiento en vaina verde y grano seco.
3. Determinar la rentabilidad económica del cultivo de arveja con abonos orgánicos e inoculación en el rendimiento en vaina verde y grano seco.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DEL TRABAJO

En el Instituto Nacional de Innovación Agraria el Donoso (Huaral - Lima), se realizó tratamiento de semillas y plantas de frijol con *Trichoderma spp* y biofertilizante Aminovigor, para prevenir y controlar enfermedades radiculares, en el cual observaron que las plantas sometidas a un tratamiento biológico, usando *Trichoderma spp* y el fertilizante biológico Aminovigor a base de *Rhizobium leguminosarum*, logró tener un mejor crecimiento, con raíces abundantes en aproximadamente 75% más que el testigo tratado en forma convencional. Indican que en relación al testigo, la diferencia en rendimiento fue de 200.00 kg ha⁻¹ aproximadamente que en condiciones de campo significó una mejora en la productividad y mayor margen en el ingreso de los agricultores (Salvador, 2010).

En Canaán - Ayacucho a 2750 msnm. Evaluaron la fertilización biológica de la arveja (*Pisum sativum* L.), variedad Remate con *Rhizobium leguminosarum biovar viceae*. Como resultado obtuvieron que los rendimientos promedio en los tratamientos testigo fue de 6050 kg ha⁻¹ y con *Rhizobium* 7951 kg ha⁻¹ de arveja en vaina verde. El incremento en el rendimiento fue de 1901 kg ha⁻¹ al realizar la fertilización biológica (Cabrera, 2004).

En Pampa del Arco – Ayacucho a 2750 msnm, evaluaron el efecto del extracto de las algas nativas, microelementos y formas de aplicación en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L), observando que la concentración del extracto de la alga nativa enriquecido con microelemento, aplicado a la semilla y al follaje de la planta, utilizada como bioestimulante incrementó el rendimiento de arveja en vaina verde variedad Usui; las plantas tuvieron 18 vainas con siete granos y una longitud de 9.10

cm, la altura de la planta fue de 102.6 cm. y con un rendimiento 14500 kg ha⁻¹ (Gálvez, 2015).

En Pampa del Arco - Ayacucho a 2750 msnm. Evaluaron el efecto residual del abonamiento orgánico - mineral, en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate, observando el efecto residual de la combinación de Guano de Isla y NPK sintético influye en el rendimiento en vaina verde y grano seco, aportando un incremento de 1050 kg ha⁻¹ en vaina verde y 350 kg ha⁻¹ grano seco de arveja, respecto a los tratamientos testigo (Tacas, 2015).

En Chincheros - Apurímac a 2900 msnm. Evaluaron el efecto de los niveles de N, K e inoculante Rizomack en las nodulaciones y rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.). En el que reporta los tratamientos con inoculante Rizomack reportaron mayor número de nódulos por planta, con mayor tamaño, nódulos de color rojizo y un con rendimiento similar a los tratamientos con fertilizante nitrogenado y potásicos (Contreras, 2002).

Durante el año 2010 en Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), realizó ensayos en campo relacionados con la nutrición nitrogenada del cultivo de arveja con microorganismos simbióticos con leguminosas, que al ser aportados como biofertilizantes afectaron positivamente los rendimientos, en una magnitud considerable, constituyendo una de las prácticas de mayor impacto en el cultivo. Explica, que los incrementos obtenidos en los experimentos mostraron resultados positivos con respuesta económica a la inoculación de los microorganismos (Ferraris y Couretot, 2012; Ferraris et al., 2012, 2013).

En Colombia, estudios realizados han estado relacionadas con los beneficios de la simbiosis en diferentes hospederos, especialmente en aspectos de productividad, nutrición vegetal y sustitución de fertilizantes nitrogenados, lo cual ha permitido determinar el potencial de uso de estos microorganismos en sistemas de producción convencional o en sistemas de producción limpia (Rey, 2005).

Estudios más centrados en las relaciones simbióticas con leguminosas, han estado enfocadas principalmente en su asociación con *Rhizobium* conjuntamente con micorrizas las cuales han posibilitado incrementos en el crecimiento y rendimiento de ejemplares como la arveja, soya y el frijol (Corbera, 1998).

La relación *Rhizobium* – leguminosa además de establecer asociaciones de gran importancia tanto en la agricultura, como en ecosistemas naturales conlleva a un aumento significativo del nitrógeno disponible para las plantas y es la principal forma de incorporar el nitrógeno atmosférico a los suelos lo cual demuestra que las plantas inoculadas con *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* crecen mejor que las no en suelos con bajos contenidos de Nitrógeno disponible, habiéndose reportado altos incrementos en el rendimiento (Ernst, 2004).

1.2. GENERALIDADES SOBRE EL CULTIVO DE ARVEJA

1.2.1. Importancia del cultivo

La arveja (*Pisum sativum* L.), también conocida como guisante es un cultivo importante en los sistemas de producción de la sierra peruana, es una leguminosa que se cultiva entre los 1700 y 3200 msnm., en los más diversos agroecosistemas, en áreas de clima lluvioso o seco con riego, en terrenos de pequeños, medianos y grandes agricultores, el consumo de la arveja en estado tierno es muy alto, tanto en la región de la sierra, como en la costa y el oriente del país los productores producen como monocultivo y generalmente la siembran asociadas al con el maíz junto, o después de la cosecha de esta gramínea de esta forma es posible cultivarla hasta dos veces al año. Una de las ventajas de la arveja es que se puede cosechar entre los 90 y a 120 días como grano seco y 60 a 90 días en vaina después de la siembra (Peralta, 1998).

1.2.2. Usos y valor nutritivo

La arveja o guisante es una legumbre muy utilizada en todo el mundo y en el Perú, ya que es una fuente excelente de proteínas, fibra, carbohidratos, vitaminas y minerales como se muestra en la tabla 1.1, además de estas propiedades mencionadas la arveja tiene un contenido bajo de sodio, colesterol, gluten libre, lo que permite ser

consumida por diabéticos, una característica importante es su alto contenido de fibra dietética.

Tabla 1.1. Composición química y nutritiva de la arveja

COMPONENTES	GRANO VERDE	GRANO SECO
Agua	78%	10.64%
Proteínas	6.3g.	24.6%
Lípidos	0.4g.	1%
Hidratos de Carbono	14.4g.	62%
Fibra	2g.	ND
Cenizas	0.9g.	ND
Vitamina A	640(UI)	ND
Vitamina B1 o Tiamina	0.35mg.	ND
Riboflavina	0.14mg.	ND
Niacina	2.9mg.	ND
Ac. Ascórbico	27mg.	ND
Calcio	26mg.	0.084%
Potasio	316mg.	0.903%
Sodio	20mg.	0.104%
Fósforo	116mg.	0.4%
Hierro	1.9mg.	0.006%
Valor energético	84cal.	3,57 cal

Fuente: citado por (Puga, 1992)

1.2.3. Origen del cultivo de arveja

Según Moreira (1998) el centro de origen exacto y el progenitor silvestre de la arveja son desconocidos, sin embargo diversos autores concuerdan que éste se encontraría en la zona comprendida desde el Mediterráneo, pasando por el Oriente medio, hasta el suroeste de Asia. La arveja es una de las plantas cultivadas más antiguas, encontrándose referencias escritas de haber sido ya utilizada por pueblos neolíticos del Cercano Oriente, 7000 a 6000 años a.C. su cultivo se expandió a regiones templadas y zonas altas de los trópicos de todo el mundo, siendo hoy ampliamente cultivada y consumida, ya sea como hortaliza fresca o como semilla seca, en casi todos los países, siendo Estados Unidos, India, Rusia, Francia y Gran Bretaña, los mayores productores de arveja verde del mundo.

La arveja como planta cultivada se origina probablemente en Etiopía de donde se difundió a la región mediterránea y de ahí al Asia a las zonas templadas de todo el mundo. América fue traída por los españoles. (Joice, 1999).

Riojas (2006) menciona que la arveja es una planta de la familia de las leguminosas ampliamente cultivadas en el mundo, tanto por su valor nutricional como por sus distintas formas de consumo y por utilizarse como un cultivo de rotación, siendo un cultivo de clima frío posee una amplia adaptación a diversos climas y es importante en los hábitos de consumo en América del Sur. Está considerada como una de las principales hortalizas de las legumbres y está ampliamente distribuida, desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm. Uno de los factores limitantes para la siembra de arveja en la costa es la alta temperatura, mientras que en la sierra es la disponibilidad de agua en época seca y la presencia de las heladas.

1.2.4. Descripción morfológica

Según Riojas (2006) la arveja pertenece a la familia de las leguminosas; su nombre botánico es *Pisum sativum* L; es una planta anual herbácea, los tallos son trepadores y angulosos; respecto al desarrollo vegetativo existen variedades de crecimiento determinado y otras de crecimiento indeterminado, dando lugar a tres tipos de variedades: enanas, de medio enrame y de enrame. Las hojas tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. Las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según variedades; a excepción del tirabeque, las valvas de la vaina tienen un pergamino que las hace incomedibles. Las semillas de arveja tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0.20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la facultad germinativa es aún menor. Desde que nacen las plantas hasta que se inicia la floración, cuando las temperaturas son óptimas, suelen transcurrir entre 90 y 140 días, según variedades (Riojas, 2006).

1.2.5. Clasificación botánica de la arveja

Villareal (2006) clasifica la arveja en:

Reino:	Plantae
Subreino:	Fanerógamas
División:	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminosae
Subfamilia:	Papilionoideae
Género:	<i>Pisum</i>
Nombre Científico:	<i>Pisum sativum</i> L.
Nombre Común:	arveja, guisante, chícharo

1.2.6. Variedades y cultivares

Casseres (1980) establece en cuanto a variedades, que los genetistas y fitomejoradores han desarrollado un buen número de ellas, las cuales, desde el punto de vista agronómico y basado en sus características.

Álvares (2007) menciona que el *Pisum sativum* L. es una planta de la clase Magnoliopsida, perteneciente a la sub familia de las Papilionáceas. En esta especie es posible distinguir tres variedades botánicas de arveja:

a. *Pisum sativum* L. ssp. *Sativum* var. *Macrocarpon*

Es cultivada para consumo de las vainas; estas resultan comestibles por no presentar fibra en la unión de las valvas (pericarpio) y por carecer de endocarpio; esta última estructura, conocida también como pergamino, corresponde a un tejido de fibras esclerenquimáticas ubicado en la cara interna de las valvas. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría flores de color blanco a púrpura. Los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad son: cómelo todo, arveja china, show pea, china pea, pois mangue-tout, etc.

b. *Pisum sativum* L. ssp. *Sativum* var. *Sativum*

Es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos tiernos inmaduros; éstos pueden destinarse directamente al consumo humano y procesarse, ya sea para la obtención de producto congelado o enlatado. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco. Los nombres importantes más comunes que se utilizan para denominar a esta variedad son: arveja, guisante, garden pea, green pea, canning pea, pois, etc.

c. *Pisum sativum* L. ssp. *Sativum* var. *Arvense* (L.)

Es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos secos, los cuales pueden ser utilizados en la alimentación humana y animal. Los cultivares usados con fines forrajeros corresponden también a esta variedad botánica. Las flores que presentan los cultivares de esta variedad son de color púrpura. Entre los nombres comunes más importantes que se utilizan para denominar a esta variedad, están los siguientes: arveja seca, arveja forrajera, field pea, etc.

Casseres (1980) menciona que la arveja se puede agrupar en dos tipos según la naturaleza de la superficie de la semilla: el tipo de semilla lisa y el tipo de semilla arrugada, habiendo más variedades con semillas arrugadas que con lisa.

1.2.7. Variedades comerciales utilizadas

a. Variedad Andina

Es una variedad generada en el centro de Investigación Obonuco desde el año 1992, resultado del cruzamiento entre las líneas L-48 y E.E.U.U., del bloque de cruzamientos del programa de mejoramiento del IICA de esta especie en Nariño. Posteriormente, durante los años 2000 y 2001, se realizaron ensayos de rendimiento, pruebas de eficiencia agronómica y pruebas sami comerciales que definieron la adaptación de estabilidad del material para la zona óptima de producción de arveja del sur de Nariño. Entre las principales características de variedad sobresalen: resistencia a Antracnosis y Ascochyta, alto rendimiento en verde y grano seco para producción de semilla en el sistema de siembra de enmallado o tutorado, alta adaptación ente los 2600 a 2900 msnm. y buena calidad física y fisiológica del grano en estado verde para la comercialización, variedad de crecimiento voluble o

indeterminado. La planta crece de 0,76 a 2,25 metros, con flores blancas, vainas de 5,3 a 8,5 centímetros de largo y 4 a 7 semillas, granos de forma redonda lisa de color verde con hiliium de color blanco. Presenta rendimientos de 6.608 kilogramos de vainas verdes y 1.849 kilogramos de grano seco por hectárea. El ciclo de vida a partir de la siembra es: floración a los 65 días, cosecha de grano verde a los 128 días y cosecha de grano seco a los 155 días (FENALCE, 2006).

b. 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 espaldaderas variedad semiprecoz, se cosecha en promedio a los 100 días después de la siembra de grano liso apto para el consumo en vaina verde y en grano seco (Camasca, 1994).

c. Variedad Usui

Según INIA (2008) es una variedad con un tamaño y vigor, de altos rendimientos, de 1.37m de altura, 7-9 granos por vaina. Se adaptan fácilmente a los diversos climas del Perú y tiene buena demanda el mercado local y regional, tienen buen sabor y color que son factores indispensables para su buena comercialización, presenta flores de color blanco amariposadas.

d. Variedad Común

Según Caritas del Perú (2007) la variedad Común es un genotipo de periodo vegetativo tardío, cuya altura de planta es de 1.5m, es muy apreciado por los agricultores debido a su rendimiento su ciclo vegetativo es de 120 y 130 días. Presenta vainas medianas con una longitud promedio 8.5cm. Necesitan espaldaderas para un buen desarrollo. El grano es de superficie lisa a la madurez de cosecha.

1.2.8. Fenología y desarrollo del cultivo

a. Pregerminación

Camasca (1994) menciona que cuando hay condiciones adecuadas de temperatura y de humedad de la semilla comienza a embeber agua a través de la testa y el micrópilo, aumentando gradualmente de tamaño hasta el segundo día, luego

comienza un proceso de gran actividad para posteriormente germinar, existe pérdida de la permeabilidad de las membranas, lo que provoca que una serie de exudados constituidos de glucosa, sacarosa, fructosa y maltosa que se difundan en la superficies circundante e induzcan la germinación.

b. Germinación

Puga (1992) menciona que la germinación empieza al cuarto día de la siembra; aparecen el hipocótilo y la radícula que empiezan a crecer el primero hacia la superficie del suelo y el otro en sentido contrario, la germinación es hipogea con la particularidad de que sus cotiledones no salen a la superficie debido a que el hipocótilo no se alarga.

c. Formación de hojas verdaderas

Según Puga (1992) una vez emergido la pequeña planta, empieza a desarrollarse el primer par de hojas verdaderas a la vez que se desprenden los cotiledones o falsas hojas. Esta emergencia ocurre a los 10 a 15 días de la siembra en donde la plúmula da paso al primer par de hojas verdaderas a partir de ese momento y bajo estas se hace visible el epicótilo estructura que lleva consigo dos hojas rudimentarias llamadas brácteas trífidias.

d. Desarrollo vegetativo

Empieza cuando la planta desarrolla las primeras hojas verdaderas, sucesivamente se forman los nudos vegetativos y el tallo principal comienza a ramificarse a partir del segundo nudo, el crecimiento del tallo continúa, las hojas, foliolos y zarcillos van apareciendo y las ramas se desarrollan igual que el tallo principal, pero de menor tamaño, esta fase se cumple entre tres y seis semanas según el tipo y la variedad de arveja (Villareal, 2006).

La floración se inicia de los 40 a 45 días de la siembra, en las variedades precoces y a los 40 a 60 días en las variedades de arvejas para consumo en fresco. Los botones florales, al formarse crecen encerrados por las hojas superiores, produciéndose la fase de fecundación poco antes de que ocurra la apertura de flores (Puga, 1992).

La fecundación dura de dos a tres días, verificándose únicamente en horas de máxima intensidad solar, la dehiscencia de las anteras se realiza antes de la apertura de la flor, agrupándose el polen en los extremos de la quilla. Franco y Ramos (1996).

La formación y desarrollo de los frutos se inicia de ocho a diez días de la aparición de flores. Indica que una vez que ocurre el proceso de fecundación, los pétalos se vuelven al ovario fecundado, a continuación se marchitan y se desprenden, dejando en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice. Por otra parte los filamentos de los estambres rodean inicialmente a la vaina, pero prontamente se secan y caen. Este hecho netamente morfológico comienza a los 125 días de la siembra y tiene una duración de 25 días aproximadamente (Puga, 1992).

e. Maduración de los frutos

Según Camarena (2003) los granos que durante los primeros días crecen muy lentamente, entran muy pronto en una fase de rápido crecimiento, el cual se manifiesta mediante un abultamiento de las vainas; este se va haciendo cada vez mayor, producto del crecimiento progresivo de los granos. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde las vainas de los primeros nudos reproductivos, luego de lograr una primacía en el crecimiento sufren un retraso, que se presenta hasta el estado de madurez para consumo en verde.

Villareal (2006) menciona que la madurez para consumo en verde se logra con un contenido promedio de humedad en los granos de 72 a 74 %. y el tamaño promedio de los granos al obtener este estado de madurez es dependiente de los cultivares.

1.2.9. Principales Plagas

Dentro de las plagas insectiles que afectan el cultivo de arveja, pueden citarse por el impacto que tienen sobre el rendimiento, a los pulgones de la arveja (*Acyrtosiphon pisum*) y el pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*). Las primeras colonias aparecen previo a la floración, y si bien no hay en el país umbrales para esta especie en arveja, es necesario monitorear semanalmente y ante la aparición de las primeras colonias controlar, dado que en general la evolución de la población en la primavera

es rápida, pudiendo producir mermas importantes en la productividad, especialmente en estados reproductivos y bajo condiciones ambientales desfavorables para arveja (Tamayo, 2000).

a. Pulgón primaveral (*Acyrtosiphon pisum*)

Según Tamayo (2000) con frecuencia se presentan alrededor de la floración el pulgón típico en arveja tiene el color del follaje. Las ninfas y adultos succionan la savia de las hojas jóvenes de los brotes ocasionando un encrespamiento y en infestaciones intensas se desarrolla el hongo de fumagina; se recomienda revisar los puntos de crecimiento de la planta, donde se concentran por ser los tejidos más tiernos. Pueden controlarse con insecticidas piretroides como alfacipermetrina (Mageos, Point Alfamax,) carbamatos como pirimicarb (Paton, Pirimor), o sistémicos como dimetoato (Dimetoato, Perfekthion). La misma aplicación ayuda a reducir la población de brucos, insecto dañino para la producción de grano seco pero poco relevante cuando se produce vaina verde entre otras plagas encontramos

b. Gusano de tierra (*Feltia sp.* y *Agrotis sp.*)

Las larvas se caracterizan porque durante las noches producen daños al cortar las plántulas recién emergidas a la altura del cuello lo que provoca la caída de éstas y por consiguiente el secado de las mismas, durante el día es posible observarlas enrolladas en forma espiral cerca la base de las plantas.

c. Mosca minadora (*Liryomiza huidobrensis*)

Ocasiona galerías o minas de forma irregular de color blanco sucio en las hojas.

d. Barrenador de brotes y vainas (*Laspeyresia leguminis*)

Las larvas en legumbres unen los brotes y hojas superiores mediante hilos de seda, formando una especie de estuche dentro del cual se alimenta la larva. Además el brote es barrenado ocasionando la muerte de éste.

e. Cigarrita verde (*Empoasca kraemeri*)

Ataca a los diferentes órganos de la planta, ocasionando clorosis o amarillamiento del follaje y encrespamiento de las hojas.

f. Gorgojo de los granos (*Bruchus pisorum*)

Los adultos frecuentan las flores, vuelan bien pero caminan mal y al molestarles. Se hacen los muertos, dejándose caer de espaldas. Las larvas con patas en su primer estadio, las pierden al hacer la primera muda y durante todo el tiempo larvario ya son ápodas, blancas, carnosas y arqueadas en forma de C. Las viven en el interior de las semillas maduras o secas de las leguminosas e incluso almacenadas ninfando en su interior.

1.2.10. Principales enfermedades

Según Tamayo (2000) entre las enfermedades más importantes está el Oidium (*Erysiphe poligoni*), que ataca al tallo, vainas y hojas, en forma de manchas blanquecinas pulverulentas aisladas y circulares que cubre toda la hoja, los síntomas corresponde a una masa de esporas y micelio blanquecino-grisáceo que cubre todas las partes aéreas de las plantas de arveja, dependiendo de lo temprano en que se presente la enfermedad, llega a destruir completamente al cultivo. A fines de temporada, con los tejidos en proceso de senescencia, es posible observar puntos negros que corresponden a los cleistotecios o fase sexuada de *Erysiphe poligoni*. Las plantas enfermas, presentan a diferencia del mildiú, los signos en ambas caras de la hoja.

a. Chupadera (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp.)

Ocasionan lesiones en los tallos, pudrición de vainas en contacto con el suelo y muerte de la planta.

b. Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

Ocasionan lesiones oscuras hundidas en los granos, los tallos afectados se debilitan y quiebran fácilmente, en las hojas las nervaduras toman una coloración rojiza.

1.2.11. Requerimientos medio ambientales

a. Suelo

FENALCE (2006) el suelo debe ser de textura medias, franco limoso (f1) a franco-arcillo-arenosas (Fa Ar), con profundidad efectiva de 45 a 60 centímetros, bien

drenados, ricos en materia orgánica, pH o acidez de 5,5 a 6,5 y buena fertilidad natural o disponibilidad de nutrientes.

Maroto (1990) menciona que, las arvejas prefieren suelos de textura ligera o media, bien drenadas, pudiendo cifrar su pH óptimo entre 6 – 6,5. Rechaza los suelos arcillosos cuando se busca calidad; pero si se trata de mucha producción se puede optar por un suelo consistente, ligeramente fresco, sustancioso, estercolado el año anterior y que se encuentre en una situación ventilada; así se procurara elegir siempre que sea posible tierras sanas, fértiles y de mediana consistencia, con tal que no hayan estado sembradas arvejas dos años anteriores.

b. Temperatura

Casseres (1966) señala que, como hortaliza las arvejas prosperan bien en climas templado fresco, la temperatura óptima media para su mejor desarrollo está entre los 15° C y 18°C, con máximas de 21 – 24°C; y mínimas de 7°C.

La arveja se cultiva en climas fríos y medios, en alturas sobre el nivel del mar que van desde los 1.800 a los 2.800 metros, temperatura óptima de 13 a 18°C, con media máxima de 21°C y mínima de 9°C. Las flores, las vainas y los granos tiernos son fuertemente afectados cuando se presentan heladas a temperaturas de -1 a -2 °C.

c. Humedad

Según Mateo (1961) dentro de las leguminosas, la arveja y haba no toleran suelos y ambientes muy secos, y prosperan con una humedad mínima.

Apolitano (1976) indica que la arveja es afectado por el exceso de humedad, tanto del suelo como de la atmósfera, considerándose que después de la siembra deben darse dos riegos, uno antes de la floración y otro al principio de la fructificación, y es aconsejable no regar en plena floración, porque produce caída de flores; estos riegos deben ser ligeros.

CIAT (1976) la humedad del ambiente (manifestada en garúa) puede evitar la caída de flores e incrementar los rendimientos en un 27%.

d. Requerimiento hídrico

FENALCE (2006) indica que los requerimientos de agua para el cultivo son de 250 a 380 mm de agua bien distribuidos durante el ciclo del cultivo, con mayor demanda durante la etapa de crecimiento y floración.

Maroto (1990) menciona que la campaña se logra con precipitaciones pluviales de 400 a 600 mm siendo el momento en el que más necesita la etapa de macollaje, pre floración, formación de vainas y llenado de granos, en caso de riego por surcos, se recomienda dar unos seis riegos durante la campaña, evitando hacerlo en plena floración para prevenir la caída de flores.

1.2.12. Requerimientos nutricionales

Leñano (1980) menciona que la arveja responde mucho menos a los fertilizantes, en relación a otras legumbres, la respuesta de nitrógeno es rara, si adicionamos este elemento en suelos con un contenido adecuado de fósforo y potasio, puede disminuir la producción, responde mejor a las aplicaciones de potasio que de fósforo. En suelos con bajo contenido de potasio es aconsejable la aplicación de 250 kg.ha⁻¹ de fertilizante, con NPK en proporción 0; 1; 2, para obtener resultados óptimos de fertilizante se debe aplicar a 2.5 cm por debajo de la semilla, y a 5 cm de distancia de la misma.

Mateo (1961) señala que una cosecha de 1000 kg de granos y 2000 kg de paja por hectárea extrae 52.8 kg de N, 18.1 kg de P₂O₅, 74.6 kg de K₂O y 34.3 kg de Ca. Menciona también que la arveja es exigente en nutrientes y efectúa la simbiosis con la misma intensidad que otras leguminosas, si las condiciones climáticas y edáficas son favorables, siendo no necesario el uso de fertilizantes nitrogenados.

1.2.13. Manejo agronómico

a. Época de siembra

Los períodos vegetativos se acortan cuando las variedades son sembradas en épocas no óptimas. Cuando se siembra en épocas calurosas el desarrollo vegetativo no se manifiesta en su verdadera dimensión, obteniéndose plantas raquílicas, poco

vigorosas y con menor rendimiento. Las siembras atrasadas dan por lo general rendimientos bajos (Apolitano, 1976).

b. Preparación de terreno

Mateo (1961) menciona que una buena preparación del terreno es absolutamente indispensable para buena cosecha. Las labores necesarias para la siembra dependen de la época de ésta, de la clase de suelo y de la cosecha anterior. Para la siembra las labores de arado deben darse con alguna anticipación a la siembra y alcanzar una adecuada profundidad.

c. Siembra y densidad

Maroto (2000) menciona que la arveja para consumo en fresco, si la variedad es de enrame o semienrame, la siembra suele efectuarse en surcos separados 1 a 1.20 m de pasillo. La siembra puede realizarse a “chorrillo” o a “golpes”, siendo este último el procedimiento más usual en el cultivo hortícola intensivo, dejando entre golpes una distancia de unos 50 cm, como cifras medias puede gastarse de 60 a 100 kg.ha⁻¹ de semillas.

Camarena (2003) manifiesta que se recomienda realizar la siembra en surcos y por golpes, si son terrenos con pendientes hacer los surcos y depositar la semilla al fondo del surco. En terrenos planos y secos, se deposita la semilla en la costilla del surco o en el lomo del surco, si es un suelo retentivo de humedad para evitar pudriciones de la raíz.

d. Fertilización y abonado

Dongo (1969) menciona que no existe fórmula única de fertilización y que depende del suelo, de los requerimientos del cultivo y básicamente de los nutrientes. En el caso de la arveja, para lograr una producción de 4 a 5 toneladas de vainas verdes por hectárea, el cultivo extrae del suelo 12,5 kilogramos de nitrógeno (N), 30 kilogramos de fósforo (P) y 5 kilogramos de potasio (K), y requiriendo adicionalmente de 65 a 100 kilogramos de calcio (Ca) y 4.5 kilogramos de magnesio (Mg) por hectárea.

Según FENALCE (2006) la fertilización consiste en el suministro de los nutrientes requeridos por la planta para su buen desarrollo, sanidad y producción; los tipos y cantidades de fertilizantes como de correctivos deben obedecer a un plan de fertilización formulado por el profesional responsable de la asistencia técnica, basado en los resultados de los análisis de suelos y las demandas del cultivo. El suministro, o bien sus limitantes nutricionales, están en estrecha relación con la textura del suelo, puesto que en la medida que aumenta la fracción fina partículas sólidas de menor granulometría aumenta la capacidad de intercambio de iones (capacidad de intercambio catiónico, CIC, y capacidad de intercambio aniónico, CIA, con lo cual aumenta también la capacidad de reserva nutricional.

Guerrero (1990) indica que la cantidad de fósforo a suministrarse será abundante, ya que se observa que la riqueza de azúcar es mayor en arveja verde y en el caso de arvejas comestibles, el tiempo de cocción de la semilla, se reduce cuando tiene una buena disponibilidad de fósforo y en el caso del potasio será aplicado en cantidad más elevada que el fósforo ya que aumenta la calidad del producto haciendo más tierno y dulce.

e. Riego

INIA (2008) menciona que el cultivo de arveja tiene mayor necesidad de agua en el momento de formación de vainas. La frecuencia de los riegos depende de la época de siembra y del tipo de suelo, recomienda realizar el primer riego de los 20 a los 25 días después de la siembra, para permitir un mejor desarrollo vegetativo. Posteriormente regar antes y después de la floración, finalmente en el llenado de vainas evitar el exceso de humedad porque favorece la presencia de patógenos, preferentemente los hongos.

f. Control de malezas

Las operaciones del cultivo de arveja tienen como una de sus tantas finalidades mantener el cultivo libre de malezas; estas labores pueden hacerse a partir de los 20 días. Al comenzar la floración no conviene realizar ninguna labor de cultivo para evitar el desprendimiento de flores. Las operaciones de deshierbo deben efectuarse a

mano, utilizando lampa, con cultivadora mecánica o químicamente con herbicidas (Apolitano, 1976).

El período crítico de competencia de malezas se estima entre los 30 a 60 días después de la siembra. Las malezas ofrecen una seria competencia a las plantas de arveja en el campo y causan una reducción del 40 al 100 % del rendimiento (Cubero, 1983).

g. Aporque

Apolitano (1998) indica que el aporcado consiste en amontonar tierra en el cuello o base de la planta con fines diversos según el cultivo. El aporcado consiste en cubrir con tierra en la base de los tallos del cultivo para dar soporte, aireación a las raíces y poder desarrollarse mejor.

h. Tutorado

Cannonck (1990) comparó los sistemas de conducción con y sin espaldera, y encontró que el usar espalderas fue superior a no usarlas ya que las diferencias fueron altamente significativas. El rendimiento y número de vainas fueron superiores estadísticamente cuando se usaron espalderas. Se logró en promedio un incremento en los rendimientos del 64 % en la siembra de primavera - verano y del 125% en la de otoño - invierno. Este sistema de conducción tiene justificación cuando son variedades de crecimiento indeterminado, se usa también para mejorar la calidad, facilitar la cosecha e incrementar el rendimiento.

Caritas del Perú (2007) menciona que el uso del sistema espalderas es necesario en las plantas de enrame, este sistema permite colocar mayor número de plantas por área, lo que aprovecha mejor el espacio y se obtiene mayores rendimientos y las cosechas será de mejor calidad, por otra parte, se realiza con facilidad o eficiencia las labores complementarias y la cosecha sin dañar las plantas. Se instalarán los tutores a los 30 a 40 días después de la siembra dependiendo de la variedad cuando las plantas emiten zarcillos y estos trepan en las rafias; sin embargo, necesitan que las plantas se guíen conforme van creciendo.

i. Cosecha

Kay (1979) menciona que los guisantes verdes se recolectan en el estado inmaduro, cuando las vainas están bien llenas, pero los guisantes son dulces y están blandos. La cosecha se realiza a mano, revisando las plantas y recogiendo las vainas en sacos o en redes, o por recolección selectiva, que implica revisar las plantas varias veces; en ocasiones se realiza de 7 a 8 recolecciones entre 5 y 7 semanas.

Cubero (1988) señala que la arveja se puede iniciar la cosecha de 80 a 120 días después de sembrada, cuando el grano este verde o seco. En verde esta entre los 50 a 80 días después de la siembra mientras que en seco se encuentra entre los 80 a 120 días, dependiendo del clima y de la variedad sembrada. El grano verde se cosecha a mano, mientras que la cosecha del grano seco se hace cortando la planta a ras del suelo.

j. Rendimiento

Rodríguez (1993) menciona que el componente del rendimiento más afectado por la sequía en la arveja, es el número de vainas por unidad de superficie. El número de vainas por unidad de superficie puede disminuir por una pérdida de número de yemas florales, producidas o por abortos en el desarrollo del fruto y la semilla.

Cubero (1988) menciona que los rendimientos en verde que se puede obtener son de 8000 a 10000 kg.ha⁻¹ en variedades enanas. En los cultivares de semienrame puede sobrepasar los 12 a 15 t.ha⁻¹.

1.3. GENERALIDADES SOBRE ABONOS ORGÁNICOS

Las materias orgánicas y los nutrientes de las plantas en los fertilizantes orgánicos provienen de los alimentos consumidos por el animal y utilizados de los lechos o camas. Los animales solos no crean ni añaden fertilidad, ellos solamente excretan parte de los nutrientes y materias orgánicas contenidos en los alimentos que consumen. La mayoría de los nutrientes en los alimentos son absorbidos por el cuerpo del animal, aproximadamente en una quinta parte, mientras que las tres cuartas partes son excretadas como compuestos orgánicos (Morales, 1984).

Los compuestos de origen animal y vegetal pueden aparecer con el nombre de abonos o como fertilizantes, según el fin que se persiga al ser aplicados estos a un suelo; estos reciben el nombre de fertilizantes orgánicos si son utilizados para aumentar los rendimientos agrícolas de las cosechas y, serían considerados como abonos orgánicos cuando no solo apliquemos desde ese punto de vista, sino también para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas en el medio de cultivo, además de mejorar la relación agua, aire, reducir la erosión del suelo, estabilizar la acidez del sustrato y contribuir a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) (Morales, 1984).

1.3.1. Guano de isla

Vitorino (1989) indica el guano de Isla es un recurso natural renovable, que procede de las islas y puntas del litoral peruano, lugares donde se aposentan y reproducen las aves guaneras. Guano de Isla es una mezcla de excremento de diferentes especies de aves marinas, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc. los cuales experimentan un proceso de fermentación lenta.

El guano de islas es uno de los abonos de mejor calidad en el mundo, por su alto contenido de nutrientes, y puede tener hasta 12% de N, 11% de P y 2% K, debe aplicarse realizando la pulverización adecuada, a una profundidad aceptable para evitar pérdida por volatilización del amoníaco (Vitorino, 1989).

Cruz (1986) indica que el guano de isla es considerado entre los mejores abonos de origen orgánico comerciales debido a su producción y sus cualidades excepcionales como fertilizantes. El guano de isla para su descomposición en el suelo debe poseer cierta flora microbiana, esta varía considerablemente según el tratamiento que esta ha sufrido, así el guano secado al horno contiene poco microelemento siendo el fresco rico en nitrobacterias, el abono rico debe aplicarse pulverizando a una profundidad de 10 cm como mínimo para evitar la pérdida de amoníaco bajo la forma carbonatos.

A pesar que la materia orgánica del guano se nitrifica rápidamente en los suelos es deseable para iniciar la nutrición nitrogenada en las plantas, aplicarlos conjuntamente con el guano, un tercio del nitrógeno, bajo la forma de nitrato de preferencia salitre

potásico a fin de compensar parcialmente la pobreza del guano en potasio. Los efectos del guano son: Aumenta la capacidad del suelo para retener humedad, reduce las pérdidas del material fino debido a la erosión, aumenta la actividad biológica y química en el suelo, suministra al suelo el nitrógeno aprovechable para los cultivos (Caritas del Perú, 2007).

Según Berrocal (2013) el guano de las Islas además de suministrar nutrientes y microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo, incrementando la actividad microbiana notablemente, lo que le confiere al suelo la propiedad de “organismo viviente”. Entre los microorganismos más importantes se encuentran las bacterias nitrificantes, del grupo Nitrosomonas y Nitrobácter, la primera transforma el amonio a nitrito y Nitrobácter oxida el nitrito a nitrato, que es la forma cómo las plantas toman mayormente el nitrógeno del suelo (NO_3^-).

1.3.2. Estiércol de vacuno

Gianconi (1988) indica que el estiércol de vacuno es el más importante de los abonos orgánicos debido a su composición; el estiércol de bovinos fermenta despacio y demuestra acción prolongada, es recomendado para suelos arenosos y áridos, la bovinaza es el abono orgánico que más abunda y que se dispone más fácilmente sin embargo su composición en nutrientes es pobre especialmente fósforo con relación a otras materias orgánicas.

Contiene 1.1-3% de N, 0.3-1% de P y 0.8-2% de K, estos nutrientes se liberan paulatinamente (al contraste con el fertilizante químico), libera aproximadamente la mitad de sus nutrientes en el primer año, el contenido de nutrientes en el estiércol varía dependiendo de la clase de animal, su dieta y el método de almacenamiento y aplicación (Guerrero, 1999).

El estiércol bovino en 2-3 días en el sol puede perder el 50% de su N y puede perder por lluvias en poco tiempo gran parte de su N y K. para evitar la pérdida de calidad del estiércol hay que recogerlo diariamente y ponerlo a resguardo en la sombra. El estiércol fresco se puede incorporar (para evitar volatilización) en los surcos 2-3 semanas antes de la siembra, es mejor recoger y acumular el estiércol diariamente en

la mañana por medio de la abonera completando los otros ingredientes del compost (rastros, malezas, hojas de madreado, etc.), Se puede utilizar en zonas secas como en zonas húmedas (Cruz,1986).

1.3.3. Estiércol de ovino

FAO (2008) señala que el estiércol de ovino tiene una importante presencia de compuestos de lenta degradabilidad. Su descomposición es lenta pero contribuye altamente a la mejora de la estructura del suelo, su efecto nutritivo puede equivaler en el primer año de su aportación hasta el 30% del N total presente y el efecto residual tiene importancia relevante después de varios años del caso de aportes, en función del tipo de suelo, del clima, de las labores, de otros abonados y de los cultivos que se siembran.

El estiércol ovino conforman excrementos y orina del ganado ovino y en cuya composición también pueden aparecer restos de distintos materiales de sus camas, como la paja de cereales y otros. El estiércol de ovino es catalogado como mejorador del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros Al aumentar la CIC del suelo, pueden mantener mas nutrientes absorbidos, reduciendose por ende las pérdidas por su lixiviación . (SERPAR, 2004).

Tabla 1.2. Contenido de nutrientes en estiércol de ovino y vacuno

Estiércol	% M. seca	% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% MgO	% SO
Ovino	16	2	0.5	1.8	0.25	0.36
Vacuno	18	1.7	0.6	1.0	0.34	0.44

Fuente: (SERPAR, 2004)

1.4. GENERALIDADES SOBRE INOCULANTES Y *RHIZOBIUM*

1.4.1. Importancia y uso de los inoculantes

La importancia están más centrada en la relación simbiótica con leguminosas, éstas han estado enfocadas principalmente en su asociación con *Rhizobium* conjuntamente con micorrizas las cuales han posibilitado incrementos en el crecimiento y

rendimiento de ejemplares como la soya el frijol y otras legumbres (Bocanegra, 1972).

Además de establecer asociaciones de gran importancia tanto en la agricultura, como en ecosistemas naturales conlleva a un aumento significativo del nitrógeno disponible para las plantas y es la principal forma de incorporar el nitrógeno atmosférico a los suelos (Rey, 2005).

Graham (1980) señala que los inoculantes son cultivos puros de *Rhizobium* específicos, para diferentes especies de leguminosas, que son seleccionadas por su alta capacidad de fijación del nitrógeno atmosférico, los inoculantes están constituido a base de turba con alta concentración de *Rhizobium*.

CORPOICA (2008) menciona que la biofertilización puede definirse como el mejoramiento de la nutrición de las plantas con organismos vivos o productos originados de su acción, su uso se relaciona básicamente con la fertilización nitrogenada, la mayoría de los suelos no contienen la cantidad necesaria de nitrógeno por tanto este nutriente es adicionado al suelo en forma de fertilizante nitrogenado el cual, además de su alto costo, contamina el suelo y las fuentes de agua. Para la biofertilización de leguminosas como la arveja se utiliza su característica de asociarse con bacterias benéficas, llamadas *Rhizobium*. Dicha asociación permite al *Rhizobium* obtener de la atmósfera el nitrógeno requerido para su normal desarrollo y transportado a la planta contribuyendo a suplir sus necesidades nutricionales, este proceso se denomina fijación de nitrógeno y ocurre en pequeños nódulos en la raíz de las leguminosas.

CIAT (1987) señala que el inoculante es la mezcla de un cultivo de una cepa de *Rhizobium* con un soporte. El soporte más utilizado es la turba (suelo con alto contenido de materia orgánica). La función de los inoculantes es permitir la supervivencia y la fácil manipulación de los rhizobios para asociarlos con la leguminosa deseada.

FENALCE (2006) señala que las leguminosas como la arveja tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire mediante nódulos nitrificantes que se forma sobre la raíz de la planta, gracias a una simbiosis que se establece con la bacteria *Rhizobium leguminosarum* biovar *viceae*, por lo que es necesario aplicar el fertilizante nitrogenado inmediatamente después de la siembra dado que la simbiosis no ha sido activada. En terrenos en donde no se hayan realizado siembras de arveja, se deberá adelantar la inoculación de la cepa de la bacteria a razón de 6 gramos por kilogramo de semilla, utilizando goma arábica para una mejor adherencia; igualmente, se debe tener en cuenta que el pH del suelo no debe ser bajo o ácido, condición que no favorece la nodulación de la bacteria, igual ocurre en condiciones de temperaturas bajas. La deficiencia de este nutriente, se manifiesta por la presencia de plantas largas y delgadas, con hojas de color amarillo a verde pálido, empezando por las hojas más viejas o bajas; así mismo se presenta floración reducida y caída prematura de las hojas.

Santillana (1997) menciona que el proceso de inoculación se realiza en recipientes, se prepara la solución azucarada al 10% en cantidad recomendada, sobre esta solución se agrega el inoculante Rizomack en cantidad indicada en el sobre, luego se efectúa la mezcla hasta formar una suspensión del inóculo, a esta suspensión se añade la semilla homogenizado bien hasta que estas queden húmedas y cubiertas del inóculo. Después de inoculación se deja orear la semilla a la sombra en capa delgada de 1cm; luego se procede a la siembra, protegiendo las semillas inoculadas de la luz directa del sol. Rizomack inoculante específico con bacterias eficientes de *Rhizobium Leguminosarum* biovar *viceae*, en formulación sólida a base de turba para uso de semillas de arveja, formulado por el Programa de Investigación de Pastos de la UNSCH.

1.4.2. Clasificación taxonómica del *Rhizobium*

Salazar (1983) clasifica *Rhizobium* taxonómicamente en:

Súper Reino: Procariotae

Reino: Mónera

División: Bacteria

Familia: Rhizobiaceae
Género: Rhizobium
Especie: *Rhizobium leguminosarum viobar viceae*

1.4.3. La Simbiosis *Rhizobium* – Leguminosa

La simbiosis *Rhizobium* – Leguminosa ha sido objeto de detallados estudios estructurales, fisiológicos y genéticos desde su descubrimiento, debido a la importancia agrícola de muchos de los cultivos de leguminosas, y al aporte nitrogenado derivado de la fijación biológica de nitrógeno (CIAT, 1987).

La familia de las leguminosas es una de las más extensas y diversificadas. Son Angiospermas del orden Rosales y se dividen en tres subfamilias: Mimosoideas, Caesalpinoideas y Papilonoideas. Una característica importante es su capacidad de establecer simbiosis con bacterias del grupo *Rhizobium* (Graham, 1980).

Méndez (2005) menciona que las bacterias del grupo *Rhizobium* son bacilos Gram negativos, proteobacterias del grupo - son aeróbicas y en muchos casos aeróbicas estrictas. Son mótils por medio de flagelos peritricos, y su hábitat natural es el suelo. Se reconocen cinco géneros: *Rhizobium* y *Sinorhizobium* (ambas de crecimiento rápido), *Bradyrhizobium* (de crecimiento lento), *Mesorhizobium* y *Azorhizobium*.

Las bacterias del grupo *Rhizobium*, además de poder desarrollarse como organismos de vida libre en el suelo, son capaces de formar asociaciones fijadoras de nitrógeno con plantas de la familia de las leguminosas. Esta asociación, que conecta la capacidad fotosintética de la planta con la capacidad de las bacterias de reducir el nitrógeno atmosférico, es el resultado de un complejo proceso de desarrollo que requiere la expresión coordinada en el espacio y en el tiempo de un gran número de genes, tanto de la planta como de la bacteria. La simbiosis es altamente específica, y su establecimiento comienza por un intercambio de señales químicas entre ambas partes. (Downie, 1994).

El reconocimiento e invasión de la leguminosa hospedadora apropiada por el rizobio, seguido por la proliferación y diferenciación de una estructura altamente especializada denominada “nódulo”. Estos nódulos están localizados en las raíces, salvo en el caso de *Azorhizobium* que también es capaz de inducir nódulos en los tallos. En su interior, las bacterias, transformadas en bacteroides, como se denomina la forma simbiótica de los rizobios, fijan nitrógeno, para lo cual reciben fuentes de carbono y energía suministradas por la planta (Méndez,2005).

1.4.4. *Rhizobium* en la Rizósfera

La rizósfera es la zona del suelo que está modificada por la presencia y actividad de las raíces de las plantas.

Méndez (2005) menciona que se establece un microclima cuyas condiciones están alteradas por la presencia de estas raíces. Así por ejemplo, se produce un cambio en la composición química del suelo debido a exudados radiculares, tales como aminoácidos, ácidos orgánicos, azúcares, factores de crecimiento, nucleótidos, flavonoides y enzimas, que pueden suponer hasta un 20 % del fotosintato de la planta, siendo la exudación mayor en los ápices radiculares. Algunos de los compuestos exudados que aparecen en la rizósfera no sólo son utilizados por los microorganismos como nutrientes sino que además tienen gran importancia en la atracción de microorganismos hacia la raíz.

La rizósfera es fundamentalmente heterogénea, existiendo zonas más o menos ricas en determinados compuestos y está condicionada por diversos factores como son el tipo de planta, edad de la raíz y tipo de suelo. Es precisamente en la rizósfera donde tiene lugar el inicio de la interacción *Rhizobium* – Leguminosa que dará lugar a la formación de nódulos radiculares. No todas las especies de leguminosas forman simbiosis con *Rhizobium*. Las más conocidas son las que tienen valor comercial y alimentario para el ser humano o para el ganado, como el fríjol, la soja, arveja, la lenteja, el haba y la alfalfa (Méndez, 2005)

Tabla 1.3. Especies de *Rhizobium* y leguminosas de grano a las que nódula

Bacterias	Plantas nóduladas	
	Género	Especie
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	<i>Vicia</i>	Alverjones
		Algarrobas
		Habas
		Veas
		Yeros
	<i>Pisum</i>	Guisantes
	<i>Lathyrus</i>	Almortas
		Titarros
	<i>Lens</i>	Lentejas
	<i>Biovariedad phaseoli</i>	<i>Phaseolus</i>
<i>Rhizobium sp.(Cicer)</i>	<i>Cicer</i>	Garbanzo
<i>Rhizobium meliloti</i>	<i>Trigonella</i>	Alholva
<i>Rhizobium loti</i>	<i>Lupinus</i>	Altramuz
<i>Bradyrhizobum sp.(Lupinus)</i>		
<i>Bradyrhizobum japonicum</i>	<i>Glycine</i>	Soja

Fuente: (Méndez; F. 2005)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. CAMPO EXPERIMENTAL

2.1.1. Ubicación

El trabajo de investigación fue conducido en Pampa del Arco, ubicado en el distrito de Ayacucho provincia de Huamanga departamento de Ayacucho. Geográficamente ubicado a $74^{\circ} 13'18''$ longitud oeste y a $13^{\circ}08'38''$ latitud sur; a una altitud de 2750 msnm, con una pendiente que varía de 1.5 a 2 %, ecológicamente según Holdrige (1970) se encuentra dentro de la zona de vida natural bosque seco montano bajo.

2.1.2. Historia del campo

La campaña agrícola anterior al trabajo de investigación, estuvo ocupado por el cultivo de papa con fertilización orgánica, sin fines de investigación.

2.1.3. Información meteorológica

Los datos meteorológicos que se muestran en la tabla 2.1 fueron obtenidos de la Estación Meteorológica Canaán del Instituto Nacional Innovación Agraria INIA, ubicado en el distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga ubicado a 2750 msnm. Los cálculos realizados para la evapotranspiración potencial se realizó mediante la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN ,1987). señala que el clima de la Provincia de Huamanga, tiene una característica bosque seco montano bajo, ecosistema del clima seco y templado frío, 250mm a 500mm de precipitación pluvial promedio anual y 12°C a 15°C de biotemperatura media anual y encontrándose en un piso ecológico 2200 a 3200m.s.n.m. generalmente la atmósfera es seca, produciéndose un calentamiento del suelo y del aire, que a su vez produce baja presión y ascensión de una corriente conectiva de aire que eleva las gotas de agua y los solidifica, produciendo

ocasionales granizadas que afectan los cultivos y heladas. Las características de temperatura y precipitación durante el periodo Octubre 2016 a Septiembre del 2017 indica en la tabla 2.1 y figura 2.1, durante este periodo la precipitación total alcanzó los 563,3mm; las condiciones de temperatura máxima, media y mínima promedio anual fueron de 26.32, 6.88 y 16.6°C, respectivamente.

El balance hídrico correspondiente, presentó condiciones húmedas los meses de Diciembre del 2016 y Enero, Febrero, Marzo del 2017 y en los meses de Octubre, Noviembre del 2016 y Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto del 2017 hubo un déficit de humedad como se puede observar en el balance hídrico, las condiciones de humedad favorecieron al cultivo de arveja, ya que el periodo vegetativo del cultivo en mención fue de noviembre del 2016 a Abril del 2017, el exceso de lluvias en estos meses favoreció la aparición de enfermedades fungosas como oídium entre otros.

2.1.4. Suelo

El suelo donde se realizó el trabajo es de relieve ligeramente plana, con una pendiente de 1 a 3%, drenaje moderado a bueno y con poca pedregosidad. En los resultados del análisis que se presentan la interpretación nos permite afirmar que se trata de un suelo de textura franco areno arcillosa, bajo en sales, el pH es ligeramente neutro, contenido de materia orgánica es bajo, el nivel de fósforo disponible está en un nivel medio y el contenido de potasio disponible en forma de K_2O está en un nivel alto. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) está en un nivel medio. Respecto a los cationes cambiables predomina el catión calcio, siguiéndolo en abundancia el potasio, magnesio, y sodio. El porcentaje de saturación de bases es del 100% y la acidez es nula.

Tabla 2.1. Temperatura máxima, media, mínima, precipitación y balance hídrico estación meteorológica INIA – Ayacucho 27850 msnm.

AÑO	2016			2017									Total	Promedio.
MESES	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.		
T° Max.(°c)	28.1	27.5	27.3	25.8	24.5	25.3	24.3	25.4	25.8	26.8	27.2	27.8	26.32	
T° Min.(°c)	7.8	8.4	8.1	7.6	9	8.2	7.2	6.2	4.8	4.2	4.4	6.6	6.88	
T° Media.(°c)	17.95	17.95	17.7	16.7	16.75	16.75	15.75	15.8	15.3	15.5	15.8	17.2	16.60	
Factor	5.1	4.8	4.8	4.6	3.9	4.3	4.3	4.8	5.3	5.7	5.7	5.3	FC	
ETP (mm)	90.8	91.8	90.2	88.8	84	90.2	82.2	81.8	77.8	77.4	82.4	90.6	1028	0.55
Precipitación (mm)	43.8	44.8	70.5	110.2	120.2	60.2	45.2	15.2	5	4	3.5	40.8	563.4	
ETP Ajust.(mm)	45.9	45.9	45.1	44.4	42	45.1	41.1	40.9	38.9	38.7	41.2	45.3		
Déficit (mm)	-2.1	-1.1						-25.7	-33.9	-34.7	-37.7	-4.5		
Exceso (mm)			25.4	65.8	78.2	15.1	4.1							

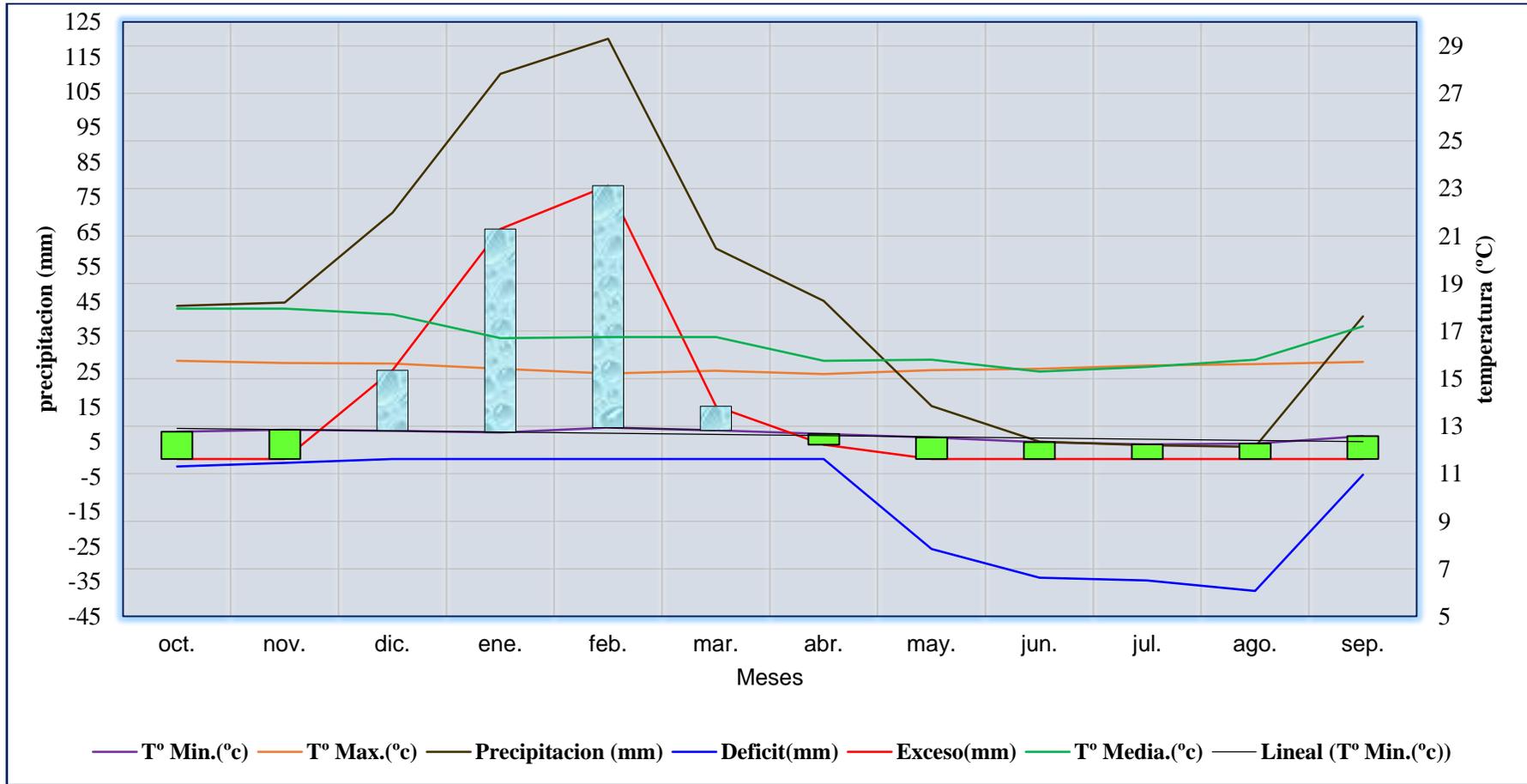


Figura 2.1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente del 2016 y 2017, Estación Meteorológica INIA - Ayacucho 2750 msnm.

Tabla 2.2. Resultados del análisis y caracterización del suelo

Tipo de análisis	Valor	Método	Interpretación
ANÁLISIS FÍSICO			
Arena (%)	43,00	Bouyocus	Clase textural: franco arcilloso arenoso
Limo (%)	20,00		
Arcilla (%)	37,00		
ANÁLISIS QUÍMICO			
pH	7,23	Potenciometría	Suelo neutro
C.E. (dSm ⁻¹)	0,30	Conductimetría	Sin salinidad
CO ₃ ⁼ (%)	0,00	Volumétrico	
Nt (%)	0,07	Semi- micro kjeldahl	Bajo
MO (%)	1,36	Walkey y Black	Bajo
P (ppm)	22,83	Olsen Modificado	Medio
K (ppm)	425,00	Absorción atómica	Alto
CIC (Cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹)	17, 26	Extr. Acetato de amonio	
Ca ⁺⁺ (Cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹)	9, 98	Absorción atómica	
Mg ⁺⁺ (Cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹)	2, 52	Absorción atómica	
K ⁺ (Cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹)	3, 92	Absorción atómica	
Na ⁺ (Cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹)	0,84	Absorción atómica	
Al ⁺³ + H ⁺ (Cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹)	0,00	Volumetría	

Fuente: Análisis y caracterización por Multi servicios Agro Lab

2.2. MATERIALES Y HERRAMIENTAS

2.2.1. Semillas de arveja

Las semillas de la arveja fueron adquiridas de una tienda comercializadora de semillas, haciendo la prueba de geminación se obtuvo 95% de germinación. Para la siembra realizó con una densidad de 90 kg sem. ha⁻¹ para todas las variedades. En la tabla 2.3, muestra las características de las variedades de arveja instaladas.

Tabla 2.3. Características morfogénicas de las variedades de arveja.

Características	Andina	Remate	Usui	Común
Hábito de crecimiento	Enrame	Medio enrame	Medio enrame	Medio enrame
Periodo vegetativo	Tardío	Semi precoz	Semi precoz	Semi tardío
Días a la floración	75	60	70	73
Inicio de cosecha /vaina	105	75	85	90
Altura de planta (m)	1.95	1.15	1.30	1.40
Longitud de vaina (cm)	12	9.13	8.5	7.5
Nº de vainas por planta	16	21	26	18
Nº de granos por vaina	5 - 8	5 - 8	6 - 8	5 - 7
Rdto en vaina (kg.ha ⁻¹)	5400 - 9000	6300	6800	5000 - 7500

Fuente: Manual del Cultivo de la Arveja Cáritas del Perú (2003).

2.2.2. Abonos orgánicos

La composición química de los abonos orgánicos utilizados en el abonamiento del terreno experimental se muestran en la tabla 2.4, en base a estos datos se determinó la cantidad de abono a utilizar.

Tabla 2.4. Composición química de los abonos orgánicos utilizados.

Fuente	%Nt.	%P ₂ O ₅	%K ₂ O
Guano de isla	1.54	3.25	2.78
Estiércol ovino	1.98	2,10	1,65
Estiércol vacuno	0,83	3,10	2,18

Fuente: Análisis de abonos por el Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

2.2.3. Inoculante

Se utilizó inoculante Rizomack a base de *Rhizobium Leguminosarum biovar viceae*; que es específico para la arveja y otras leguminosas, se adquirió del laboratorio de Rhizobiología programa de Investigación en Pastos y Ganadería, Facultad de Ciencias Agrarias UNSCH.

2.2.4. Materiales y herramientas

a. Materiales de trabajo

- Herramientas de trabajo (palas, azadón, picos etc)
- Herramientas para identificar las parcelas (estacas, flexómetro, etc)
- Materiales de oficina
- Libreta de campo
- Recipientes de medición
- Carrizos para tutorado

b. Equipos

- Equipo de Fumigación
- Carretilla
- Cámara Fotográfica
- Computador
- G.P.S.
- Balanza de precisión
- Calculadora

2.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTO

2.3.1. Factores en estudio

En el trabajo se utilizó dos factores en estudio:

a. Variedades de arveja (V)

v₁: variedad Usui

v₂: variedad Remate

v₃: variedad común

v₄: variedad Andina

b. Abonos orgánicos e inoculante (A)

a₁: Guano de isla más inoculante

a₂: Estiércol ovino más Inoculante

a₃: Estiércol vacuno más inoculante

a₄: Testigo absoluto sin ningún abono y sin inoculante

2.3.2. Tratamientos

Los tratamientos resultaron de la combinación de los factores variedades de arveja (V) y abonos orgánicos e inoculante (A) que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.5. Tratamientos utilizados en campo

Tratamiento	Combinación	Descripción
T1	V1xA1	Usui inoculado más guano de isla
T2	V1xA2	Usui inoculado más estiércol de ovino
T3	V1xA3	Usui inoculado más estiércol vacuno
T4	V1xA4	Usui sin inoculante y sin abono (testigo)
T5	V2xA1	Remate inoculado más guano de isla
T6	V2xA2	Remate inoculado de estiércol de ovino
T7	V2xA3	Remate inoculado de estiércol de vacuno
T8	V2xA4	Remate sin inoculante y sin abono (testigo)
T9	V3xA1	Común inoculado de guano de isla
T10	V3xA2	Común inoculado de estiércol de ovino
T11	V3xA3	Común inoculado de estiércol de vacuno
T12	V3xA4	Común sin inoculante y sin abono (testigo)
T13	V4xA1	Andina inoculado más guano de isla
T14	V4xA2	Andina inoculado más estiércol de ovino
T15	V4xA3	Andina inoculado más estiércol de vacuno
T16	V4xA4	Andina sin inoculante y sin abono (testigo)

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Diseño experimental

Los tratamientos resultan de un factorial de cuatro variedades de arveja (V), cuatro aplicaciones de abonos orgánicos e inoculación (A) y tres repeticiones que permitió tener 48 unidades experimentales dispuestos en el Diseño Bloque Completo al Azar (DBCR), cuyo modelo lineal aditivo es:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij}: Observación del i-esimo tratamiento y el j-esimo bloque

u: promedio de las unidades experimentales

T_i: efecto del I-esimo tratamiento

B_j: efecto del j-esimo bloque

E_{ij}: Error experimental en el I-esimo tratamiento y el j-esimo bloque

Sub índice:

i: 1,2...16 tratamientos

j: 1, 2,3 bloques

2.3.4. Análisis estadístico

Para evaluar las diferencias entre tratamientos, se utilizó el análisis de variancia y la prueba de contraste Tukey.

2.3.5. Características del experimento**a. Unidad experimental**

La unidad experimental estuvo constituida por 7.2 m² (4 m x 1.8 m), tres surcos, en los cuales se sembró 3 semillas por golpe con una densidad de siembra 0.3 m entre golpes y 0.6 m entre surco, 26 golpes por surco y 78 por unidad experimental.

b. Características del campo experimental

- Número de repeticiones o bloques: 3
- Número de tratamientos: 16
- Total de unidades experimentales: 48
- Área de cada unidad experimental: 7.2m²
- Área del experimento (14mx29): 406 m²
- Separación entre bloques: 1 m

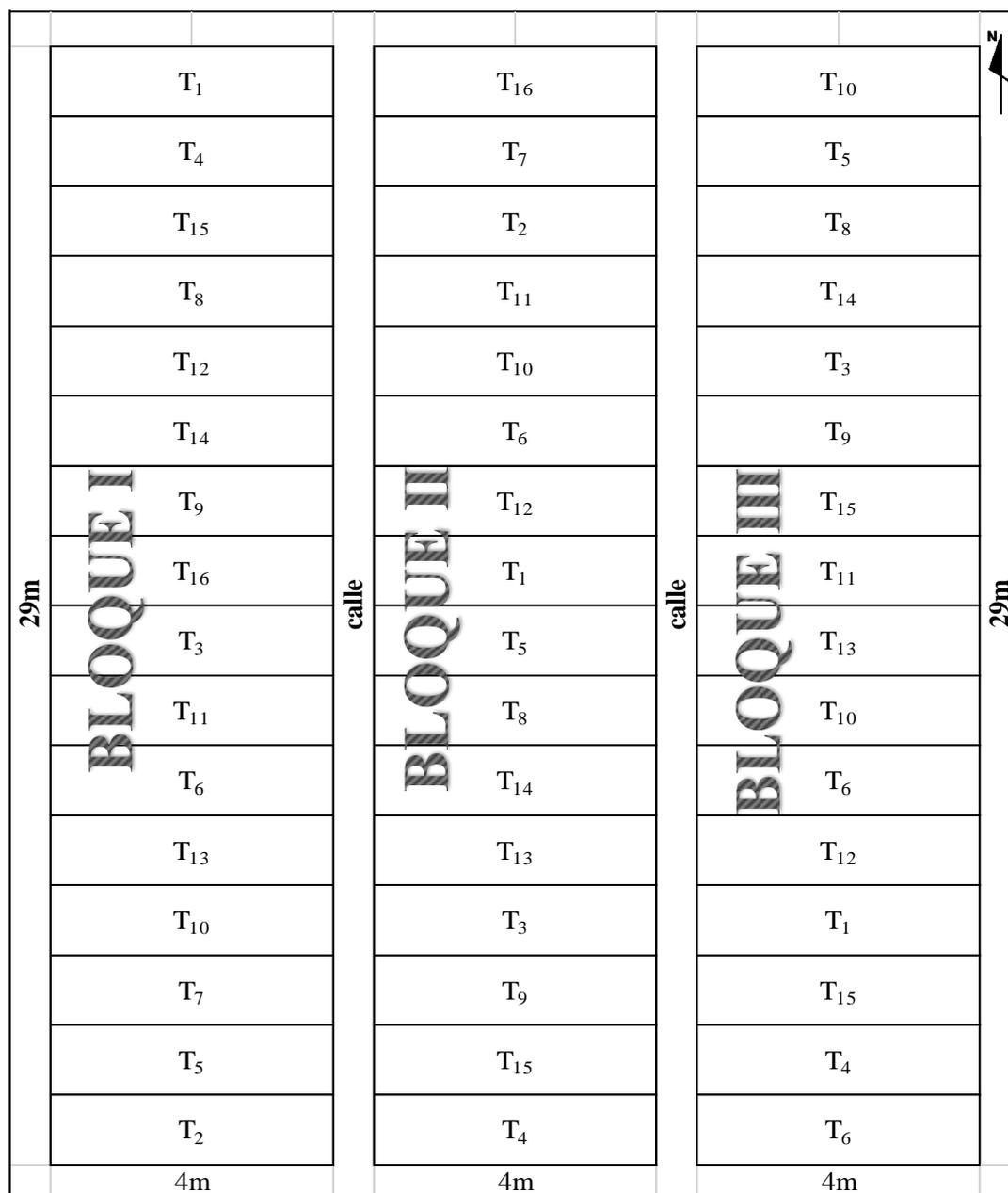


Figura 2.2. Croquis de los tratamientos en el campo experimental

2.3.6. Instalación y manejo agronómico

a. Arado y Rastrado del terreno

Estas actividades se realizó el 20 de octubre del 2016, utilizando un tractor agrícola con arado de disco y seguida de una pasada de rastra a una profundidad de 25 cm. de esta manera quedo listo el terreno para el mullido y nivelado.

b. Trazado de parcelas

Se delimitó las parcelas con dimensiones de 4 m de largo por 1.8 m de ancho, siendo el área total de 7.2 m² para cada tratamiento.

c. Surcado

El proceso de surcado se llevó a cabo el 5 de noviembre del 2016, dicha labor se ejecutó mediante el uso de picos cordel y cinta métrica, tomando un distanciamiento entre surcos de 0.6 m obteniendo 03 surcos por cada tratamiento.

d. Abonamiento del suelo

El abonamiento del terreno se realizó al momento de la siembra usándose el guano de isla, estiércol de ovino y estiércol de vacuno. Las cantidades aplicadas de cada abono fue en base a los análisis de suelo, abonos y para un rendimiento de 1000 kg ha⁻¹ de arveja en grano seco, que según Guerrero (1999) las extracciones medias de nutrientes (kg tn⁻¹ grano) de arveja es de 43 – 20 – 30 kg de N, P₂O₅ y K₂O, en promedio, las cantidades usadas se muestra en la tabla 2.6.

Tabla 2.6. Cantidad de abonos orgánicos utilizados.

Abono orgánico	% N	kg ha ⁻¹	kg / trat.	cantidad total (kg)
Guano de isla	1,54	2000	1,45	18,5
Estiércol de ovino	1,98	3000	2,20	26,4
Estiércol de vacuno	0,83	3250	2,34	28,10

Fuente: Elaboracion propia a partir de los análisis de abonos.

e. Inoculación de las semillas

La inoculación se realizó de forma directa, para lo cual se siguió la recomendación indicada en el producto Rizomack (250 g de inoculante por 35 kg semilla), se pesó la cantidad necesaria de semilla e inoculante, luego se preparó una solución inoculante más agua, este se añadió a las semillas y se mezcló en recipientes, hasta que las semillas estén bien cubiertos del inóculo, luego dejó orear a la sombra por algunos minutos, con las cuales se procedió a la siembra en su parcela correspondiente. La cantidad total de inoculante Rizomack utilizado en el trabajo fue de 20g. Esta actividad se llevó a cabo el mismo día la siembra 05/11/2015.

f. Siembra

La siembra se realizó el cinco de noviembre del 2016 de manera directa, se colocó 3 semillas por golpe, la distancia entre golpes fue de 30 cm y 60 cm entre surcos, el número de posiciones por unidad experimental fue de 80, primero se sembró los tratamientos sin inoculante y después los inoculados, para evitar posibles contaminaciones entre tratamientos.

2.3.7. Labores culturales complementarias

a. Riego

Se instaló el sistema de riego por goteo con la finalidad de proporcionar el agua de acuerdo la demanda del cultivo en el momento oportuno. El primer riego se realizó horas después de la siembra, luego un riego cada 4 días y a partir del mes de enero del 2017 no fue necesaria la dotación del riego por la presencia de las lluvias.

b. Deshierbo y aporque

Las labores deshierbo se realizó a los treinta y cinco días y sesenta días después de la siembra y el aporque se realizó a los treinta y cinco días después de la siembra, las mismas que fueron realizadas de forma manual y con azadón.

c. Desahije

Se realizó con el propósito de tener una distribución uniforme de la población de plantas en el campo experimental, para lo cual se dejó 2 plantas por golpe. esta actividad se llevó a cabo el mismo día de aporque 10/12/2016

d. Colocación de tutores en el cultivo

Se procedió a la colocación de postes de metro y medio de altura con un distanciamiento de 3 metros entre postes, y luego se realizó el amarre de piola a una altura de 50 y 70 cm. Esta actividad se realizó cuando la planta tenía en una edad de 50 días, contados desde la siembra.

e. Control de plagas

Durante el ciclo vegetativo del cultivo, la plaga de alta incidencia y con una población muy alta fue el pulgón de primaveral (*Aphis gossypii*). Para reducir la

población de este insecto se aplicó un producto específico conocido comercialmente Confidor 350 Sc insecticida sistémico, en una dosis 75-120ml/cil., que actúa selectivamente a los insectos benéficos y respeta a las arañas, se realizó dos aplicaciones durante la campaña.

f. Control de enfermedades

Durante el ciclo vegetativo del cultivo se presentó con alta incidencia y de manera perjudicial el Oidium (*Erysiphe cichoracearum*), causando daños en las hojas adultas hojas jóvenes y vainas tiernas que a causa de esta enfermedad se observó la caída de las hojas infectadas, para este problema se aplicó un fungicida específico conocido comercialmente con Bayfidan 250 DC Fungicida con acción preventiva, curativa y erradicativa, en una dosis 50 ml/cil dos aplicaciones en toda la campaña.

g. Cosecha en vaina verde

La cosecha en vaina verde comenzó con la variedad más precoz que fue remate, Usui, Común y Andina, a los 60, 67, 72 y 85 respectivamente, días después de la siembra, cuando las plantas llegaron a su madurez fisiológica.

h. Cosecha en grano seco

La cosecha en grano seco se inició con la variedad más precoz que fue remate, Usui, Común y Andina, a los 115, 125, 129 y 135 respectivamente, días después de la siembra, cuando las plantas llegaron a su madurez de cosecha.

2.4. VARIABLES EN EVALUACIÓN

2.4.1. Variables de precocidad

a. Emergencia

Esta evaluación se llevó a cabo a partir de los cinco días hasta los 10 días después la siembra hasta que aproximadamente el 50 % de las plantas hayan emergido en las unidades experimentales y los cotiledones se presenten fuera del nivel del suelo.

b. Inicio de floración

Se tomó en cuenta el número de días transcurrido desde la siembra hasta que el 50% de las plantas se encuentren con flores completamente abiertas en cada unidad experimental.

c. Madurez fisiológica

Se realizó la evaluación de los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las vainas tengan aproximadamente de 72 -74% de humedad también un tamaño adecuado para su consumo. Se eligió una muestra de 10 plantas tomadas al azar por tratamiento de toda la parcela neta, dos días antes de realizar la cosecha.

d. Madurez de cosecha

Se determinó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de vainas estén maduras y listos para ser cosechados (20 % de humedad). La madurez de cosecha se determinó cuándo las vainas perdieron su pigmentación al secarse.

2.4.2. Variables de rendimiento**a. Altura de planta**

Se midió cuando las plantas estaban en madurez fisiológica, desde el cuello de la planta hasta el ápice, se registró el promedio de diez plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento y en cada bloque.

b. Número de vainas por planta

Se contó el número total de vainas en diez plantas al azar dentro de cada tratamiento y por cada bloque en el momento de la cosecha, dentro de cada parcela y luego el promedio se registró para cada tratamiento.

c. Número de granos por vaina

Se contó el número de granos presentes de diez vainas al azar dentro de cada tratamiento y en cada bloque, luego se determinó el promedio de la cantidad granos por vainas para cada tratamiento.

d. Longitud de vainas

Con la ayuda de una regla graduada se realizó la medición en centímetros la cantidad de diez vainas al azar dentro de cada tratamiento y por cada bloque durante la madurez fisiológica, el que sirvió para registrar el promedio de longitud de vainas por planta.

e. Rendimiento en vaina verde

Esta evaluación se realizó cuando las vainas de todas las variedades de arveja alcanzaron la madurez fisiológica, esta operación se realizó en forma escalonada en cada unidad experimental para luego expresarlos el rendimiento en kg ha^{-1} .

f. Rendimiento en grano seco

Esta evaluación se realizó cuando la vaina llegó a la madurez de cosecha, se determinó mediante el peso total de los granos cosechados de cada tratamiento para luego expresarlos en kg ha^{-1} .

2.4.3. Evaluación de raíces y nodulación**a. Longitud de raíces**

La longitud de las raíces se midió al inicio de la floración desde las raíces principales hasta las raíces laterales, expresados en centímetros.

b. Nódulos por planta

El conteo del número de nódulos por planta, se realizó al inicio de floración, se registró la cantidad de nódulos por planta en una muestra de cinco plantas por tratamiento en cada repetición.

c. Localización de nódulos

Para la localización de los nódulos formados se utilizó la misma muestra usadas para otras evaluaciones en cual se evaluó la ubicación de los nódulos. Para tal evaluación se usó la siguiente escala parte alta, parte media y parte baja.

d. Tamaño de nódulos

Para esta evaluación se usó la siguiente escala: grande, mediano y pequeño. Tal como muestra el registro de evaluación con 5 muestras por tratamiento.

e. Peso de nódulos por planta

Para esta evaluación se cosechó todos los nódulos de las muestras y luego se pesó en una balanza de precisión, se usó 5 plantas por tratamiento en cada repetición.

2.4.4. Evaluación de rentabilidad económica**a. Rentabilidad económica en vaina verde**

Para determinar la rentabilidad económica del cultivo en vaina verde se realizó los cálculos usando los datos de costos de producción, rendimiento de los tratamientos y el precio de venta, con el que se obtuvo el porcentaje de rentabilidad y el beneficio económico.

b. Rentabilidad económica grano seco

Para determinar la rentabilidad económica del cultivo en grano seco se realizó los cálculos usando los datos de costos de producción, rendimiento de los tratamientos y el precio de venta, con el que se obtuvo el porcentaje de rentabilidad y el beneficio económico.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD

3.1.1. Emergencia del cultivo

Tabla 3.1. Análisis de variancia de la emergencia de variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculante.

FV	GL	SC	CM	FC	P-valor
Bloque	2	0,500	0,250	0,413	0,665 ns
Variedad (V)	3	16,229	5,410	8,933	0,000 **
Abono e Inoculante (A)	3	7,729	2,576	4,254	0,013 *
V x A	9	5,188	0,576	0,952	0,497 ns
Error	30	18,167	0,606		
Total	47	47,813			

CV(%) = 11,86

La tabla 3.1. muestra el análisis de variancia de la emergencia de las variedades de arveja, donde no se observa diferencias significativas en las fuentes bloque e interacción (VxA), esto nos indica la homogeneidad entre bloques y tratamientos en la emergencia de las variedades de arveja, también se observa diferencia significativa en las fuentes de abono e inoculante (A), indica que la emergencia varía en los abonos y se observa diferencia altamente significativo para la fuente de variedad (V) que nos indica la emergencia difiere en las variedades. Por lo que es necesario realizar la prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) de los efectos principales. El coeficiente de variabilidad (11.86%), según Calzada (1982) es considerado dentro del rango permisible, que nos indica que la emergencia de la arveja está influenciado por los abonos orgánicos e inoculante, pues es menor al 30%.

Tabla 3.2. Prueba de contraste Tukey (>0.05) de la emergencia de las variedades de arveja.

Variedad arveja	Emergencia (días)	n	Tukey ($P>0.05$)	
Andina	7,250	12	a	
Común	6,833	12	a	
Usui	6,500	12	a	b
Remate	5,667	12	b	

La tabla 3.2. muestra la prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) de la emergencia en las variedades de arveja; la emergencia en las variedades Remate y Usui fue estadísticamente similar en un promedio de 5.7 y 6.5 días respectivamente, en las variedades Común y Andina la emergencia se dio en un promedio de 6.3 y 6.83 días después de la siembra respectivamente, que estadísticamente fueron similares. También se observa que la emergencia entre variedad Remate y Andina varía en 1.58 días.

Según Puga (1992) y Casseres (1996) la emergencia de la arveja inicia desde el momento en que se coloca la semilla al suelo, el cual deberá tener bastante humedad. El tiempo que transcurre en emerger está determinado por tres factores: el tipo de suelo, la humedad y la variedad, que de acuerdo a las condiciones climáticas prevalecientes varía.

Según Camasca (1994) la arveja emerge entre 5 y 10 días después de la siembra. Esto es importante para el productor, porque después de este período podrá determinar el porcentaje de emergencia y la población que tendrá por área en el ciclo del cultivo.

Tabla 3.3. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) de la emergencia en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

Abono e inoculante	Emergencia (días)	n	Tukey ($P>0.05$)	
Testigo	7,0	12	a	
Estiércol de ovino e inoculante	6,9	12	a	b
Estiércol de vacuno e inoculante	6,3	12	a	b
Guano de isla e inoculante	6,1	12	b	

Tabla 3.3. muestra la prueba de significación Tukey ($P > 0.05$) de la emergencia con abonamiento orgánico e inoculante, donde la emergencia con guano de Isla e inoculante se dio 6 días después de la siembra y que estadísticamente es similar a los demás abonos, entre el estiércol de vacuno y ovino, no se observó diferencia significativa entre en sus promedios, siendo 6.3 y 6.9 días respectivamente y la emergencia con el abono e inoculante testigo se dio en 7 días después de la siembra.

Con respecto a los resultados cabe indicar que los valores de emergencia sin abonamiento y sin inoculación se dio en mayor número de días respecto a los abonos e inoculante. La emergencia en las variedades Remate, Usui, Común y Andina, en promedio se dio a los 5.7, 6.5, 6.8 y 7.3 días después de la siembra respectivamente.

Morales (2004) realizó ensayos en la variedad Remate, utilizando una densidad de 380900 plantas.ha⁻¹, para las condiciones de Chiara, en el que reporta emergencias promedio a los 8,7 días después de la siembra.

Velasco (2004) en su trabajo de investigación con las variedades Remate y Andina, con una siembra a chorro continuo y con densidades de 90 a 100 kg.ha⁻¹ de semilla, para las condiciones de Canaán - INIA, obtuvo un promedio de emergencia que varía de 10.4 y 10.3 días después de la siembra en promedio, respectivamente.

Esta diferencia en cuanto a la emergencia de las plantas está relacionada a las condiciones de humedad del suelo, temperatura, oxígeno, viabilidad de las semillas y características genotípicas de las variedades de arveja.

3.1.2. Inicio de floración

Tabla 3.4. Análisis de variancia del inicio de floración de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

FV	GL	SC	CM	FC	P-valor
Bloque	2	9,875	4,938	5,670	0,088 ns
Variedad (V)	3	1309,563	436,521	501,268	0,000 **
Abono e Inoculante (A)	3	13,229	4,410	5,064	0,059 ns
V x A	9	89,521	9,947	11,422	0,000 **
Variedad en guano de Isla + inocul.	3	255,001	85,000	97,608	0,000 **
Variedad en estiér. Ovino + inocul.	3	81,501	27,167	31,197	0,000 **
Variedad en estiér. Vacuno + inocul.	3	213,834	71,278	81,850	0,000 **
Variedad en abono e inocul. Testigo	3	185,834	61,945	71,133	0,000 **
Abono e inoculante en Usui	3	48,167	16,056	18,437	0,000 **
Abono e inoculante en Remate	3	22,334	7,445	8,549	0,000 **
Abono e inoculante en Común	3	18,834	6,278	7,209	0,001 **
Abono e inoculante en Andina	3	20,834	6,945	7,975	0,001 **
Error	30	26,125	0,871		
Total	47	1448,313			

CV(%) = 1,784

Tabla 3.4. muestra el análisis de variancia del inicio de floración en las variedades de arveja, donde no se observa diferencias significativas en las fuentes de bloques y abonos orgánicos e inoculante (A), significa que hubo homogeneidad en el inicio de floración en los bloques y en los abonos e inoculante, mientras que en las demás fuentes de variación se observa diferencias altamente significativas, indica que hay diferencias entre los promedios de los tratamientos, por lo que es necesario realizar la prueba de contraste Tukey de los tratamientos.

El coeficiente de variación (1.78 %), obtenido indica la homogeneidad de las unidades experimentales y han sido bien manejados.

Según Calzada (1982), el valor de CV. en experimentos agronómicos no debe ser mayor del 30 %, de ser mayor, restará confiabilidad a los resultados estadísticos. En experimentos conducidos en invernadero, laboratorios o centros bajo control ambiental, el CV. permitido debe ser menor del 15 %.

Tabla 3.5. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del inicio de floración de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

Variedad	Abonos e inoculante	Días	n	Tukey ($P>0.05$)
Andina	guano de Isla e inoculante	61,667	3	a
Andina	estiércol de Vacuno e inoculante	60,667	3	a b
Andina	testigo	60,333	3	a b
Andina	estiércol de Ovino e inoculante	58,333	3	b
Usui	testigo	54,000	3	c
Usui	estiércol de Vacuno e inoculante	53,000	3	c
Usui	estiércol de Ovino e inoculante	52,667	3	c d
Común	testigo	52,333	3	c d
Común	estiércol de Ovino e inoculante	52,000	3	c d
Común	guano de Isla e inoculante	51,333	3	c d
Usui	guano de Isla e inoculante	50,000	3	d e
Remate	estiércol de Ovino e inoculante	48,000	3	e f
Común	estiércol de Vacuno e inoculante	48,000	3	e f
Remate	estiércol de Vacuno e inoculante	45,333	3	f g
Remate	testigo	45,000	3	g
Remate	guano de Isla e inoculante	44,333	3	g

En la tabla 3.5. se observan los resultados de la prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del inicio de floración en las variedades de arveja. En la variedad Remate no existe diferencias significativas entre tratamientos, con abonos e inoculante en el inicio de floración, se dio en el orden siguiente: guano de Isla e inoculante, abono e inoculante testigo, estiércol de Vacuno e inoculante y el estiércol de Ovino e inoculante en un promedio de 44, 45, 45 y 48 días después de la siembra, respectivamente.

En la variedad Común entre los tratamientos con guano de Isla, estiércol de Ovino y abono e inoculante Testigo no hubo diferencias significativas en el inicio de floración, los promedios fueron 51, 52 y 52.33 días respectivamente, mientras con el estiércol de Vacuno e inoculante, se dio en 48 días después de la siembra, siendo este tratamiento inferior estadísticamente a los demás.

En la variedad Usui no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con estiércol de Ovino e inoculante, estiércol de Vacuno e inoculante y abono e

inoculante testigo, el número días a la floración en promedio fue de 51.33, 52.00 y 52.33 días después de la siembra respectivamente, mientras que con el tratamiento guano de Isla e inoculante el inicio de floración se dio a los 50 días, siendo menor a los demás abonos orgánicos e inoculante.

En la variedad Andina en el inicio de floración no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con abonos orgánicos e inoculante, iniciándose en el orden siguiente: guano de Isla e inoculante, estiércol de Vacuno e inoculante, abono e inoculante testigo y estiércol de Ovino e inoculante en promedio de 58.33, 60.33, 60.67 y 61.67 días después de la siembra respectivamente.

En el trabajo se encontró diferencias significativas entre variedades en iniciar la floración, según Murty (1975) la precocidad de la planta se debe al potencial genético.

Según Angus y Moncur (1980) la arveja es una planta de días largos pero en algunos cultivares la vernalización puede reemplazar este requerimiento, precisamente en los meses de julio y agosto meses de invierno se tiene días cortos con mayor intensidad de luz y noches largas que dan como resultado plantas precoces a la floración.

La mayoría de las variedades evaluadas se comportaron como plantas precoces a la floración en promedio 60 días, se ajusta a lo señalado por Murty (1975) que menciona que la arveja es precoz cuando florea en un promedio de 55 a 65 días después de la siembra.

3.1.3. Madurez fisiológica

Tabla 3.6. Análisis de variancia de la madurez fisiológica de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

FV	GL	SC	CM	FC	P-valor
Bloque	2	0,792	0,396	0,337	0,72 ns
Variedad (V)	3	4882,06	1627,35	1386,63	0,00 **
Abono e Inoculante (A)	3	92,563	30,854	26,290	0,00 **
V x A	9	70,854	7,873	6,708	0,00 **
Variedad en guano Isla + inoc.	3	652,334	217,445	185,280	0,00 **
Variedad en estiérc. Ovino + inoc.	3	897,667	299,222	254,961	0,00 **
Variedad en estiérc Vacuno + Inoc.	3	998,001	332,667	283,459	0,00 **
Variedad en abono e inocul. testigo	3	996,501	332,167	283,033	0,00 **
Abono e inoculante en Usui	3	12,000	4,000	3,408	0,00 **
Abono e inoculante en Remate	3	32,834	10,945	9,326	0,00 **
Abono e inoculante en Común	3	38,834	12,945	11,030	0,00 **
Abono e inoculante en Andina	3	156,834	52,278	44,545	0,00 **
Error	30	35,208	1,174		
Total	47				

CV (%) = 1,5

En la tabla 3.6. se muestra el análisis de variancia de la madurez fisiológica de las variedades de arveja donde, no existe diferencias significativas entre bloques indica la homogeneidad de los bloques y se observa diferencias altamente significativas en la fuente interacción (VxA) y en los demás fuentes que nos indica la diferencia entre los promedios de los tratamientos en la madurez fisiológica de las variedades de arveja. Por lo que se realiza la prueba de contraste Tukey de los promedios.

El coeficiente de variación de (1.50%), indica que el diseño siguió un manejo apropiado, por lo tanto se puede aseverar que los datos son confiable.

Según (Calzada, 1982) el valor CV. en experimentos agronómicos no debe ser mayor del 30 %, de ser mayor, restará confiabilidad a los resultados estadísticos. En experimentos conducidos en invernadero, laboratorios o centros bajo control ambiental, el CV. permitido debe ser menor del 15 %.

Tabla 3.7. Prueba de Tukey ($P>0.05$) de la madurez fisiológica de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

Variedad	Abonos e Inoculante	días	n	Tukey ($P>0.05$)
Andina	Est.Vacuno + Inoculante	91,333	3	a
Andina	Testigo	91,000	3	a
Andina	Est.Ovino + Inoculante	87,667	3	b
Andina	Guano Isla + Inoculante	84,333	3	c
Común	Testigo	74,333	3	d
Común	Est.Ovino + Inoculante	73,000	3	d e
Común	Est.Vacuno + Inoculante	72,000	3	d e
Común	Guano Isla + Inoculante	70,333	3	e
Usui	Est.Vacuno + Inoculante	66,667	3	f
Usui	Testigo	66,667	3	f
Usui	Guano Isla + Inoculante	66,667	3	f g
Usui	Est.Ovino + Inoculante	66,667	3	f g
Remate	Est.Ovino + Inoculante	66,667	3	f g
Remate	Testigo	63,000	3	g h
Remate	Est.Vacuno + Inoculante	61,333	3	h
Remate	Guano Isla + Inoculante	60, 667	3	h

En la tabla 3.7. se observan los resultados obtenidos de la prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) de la variable madurez fisiológica de las variedades de arveja.

En la variedad Remate no hubo diferencias significativas entre los abonos orgánicos e inoculante respecto a la madurez fisiológica, iniciándose la madurez a partir de 60.7 a 66.7 días

En la variedad Usui no hubo diferencias significativas entre los abonos orgánicos e inoculante, iniciándose la madurez fisiológica a partir de los 66.7 días después de la siembra, en todos los abonos e inoculante.

En la variedad común respecto a la madurez fisiológica no se observa diferencias significativas entre los abonos guano de Isla, estiércol de Vacuno y estiércol de ovino, cuyos promedios fue de 70, 72 y 73 días después de la siembra respectivamente, mientras que en el abono e inoculante testigo el número de días fue de 74 días.

En la variedad Andina se observa diferencias significativas entre los tratamientos con los abonos orgánicos inoculante, iniciándose la madurez fisiológica en el orden siguiente: guano de Isla, estiércol de Ovino, abono e inoculante testigo y estiércol de Vacuno, a partir de 84.3, 87.7, 91 y 91.3 días respectivamente. Cabe indicar que en el trabajo se encontró diferencias altamente significativas en la madurez fisiológica entre variedades.

Los valores de la madurez fisiológica obtenido con los tratamientos son menores en las variedades de remate y Andina a los obtenidos por Velasco (2004) quien en su trabajo de investigación reportó 77 días para la variedad Remate y 85 días para la variedad Andina. Esta variación precocidad a las condiciones de fertilización que fueron distintas. También los resultados indican que los caracteres de precocidad en número de días después de la siembra están influenciados por el carácter varietal y el ambiente.

3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1. Rendimiento en vaina verde

Tabla 3.8. Análisis de variancia del rendimiento en vaina de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	4010,375	2005,19	0,56	0,574 ns
Variedad (V)	3	8332497,417	2777499,14	782,23	0,000 **
Abono e Inoculante (A)	3	2811590,417	937196,81	263,94	0,000 **
V x A	9	2227436,083	247492,90	69,70	0,000 **
Variedad en G. Isla + Inoc.	3	3230290,917	1076763,64	303,25	0,000 **
Variedad en Est. Ov. + Inoc.	3	4295674,000	1431891,33	403,26	0,000 **
Variedad en Est. Vac. + Inoc.	3	2970494,917	990164,97	278,86	0,000 **
Variedad en Testigo	3	63473,667	21157,89	5,96	0,003 **
Abono e Inoculante en Usui	3	4510686,917	1503562,31	423,45	0,000 **
Abono e Inoculante en Remate	3	187388,250	62462,75	17,59	0,000 **
Abono e Inoculante en Común	3	209178,667	69726,22	19,64	0,000 **
Abono e Inoculante en Andina	3	131772,667	43924,22	12,37	0,000 **
Error	30	106522,958	3550,77		
Total	47	13482057,250			

CV (%) = 0,90

La tabla 3.8. muestra el análisis de variancia del rendimiento en vaina verde donde, no se encontró significación estadística entre bloques, lo cual indica la homogeneidad del área experimental. Se observó diferencias altamente significativas en la fuente variedad por abono e inoculante (VxA), nos indica que el comportamiento de las variedades de arveja difiere en el rendimiento con el abonamiento orgánico e inoculación. También se observó diferencias altamente significativas de las variedades en los abonos orgánicos e inoculante y de los abonos orgánicos e inoculante en las variedades de arveja, significa que hay diferencia en la respuesta de rendimiento de arveja en las cuatro variedades, por tanto se debe efectuar una prueba de significancia de los promedios que nos indique esta diferencia, esto se consigue con la prueba de contraste de Tukey.

El coeficiente de variabilidad (0,90 %) es un valor de buena precisión, indica que rendimiento está influenciado por la aplicación de abonos orgánicos e inoculación.

Tabla 3.9. Prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) del rendimiento en vaina verde de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

Variedad*Abono e Inoculante	VxA	n	Kg. ha ⁻¹	Tukey ($P > 0,05$)
T2 Usui Inoc.+ est. Ovino.	V1xA2	3	7870,00	a
T1 Usui Inoc. + guano Isla	V1xA1	3	7643,33	b
T3 Usui Inoc.+ est. Vacuno	V1xA3	3	7560,00	b
T6 Remate Inoc.+ est. Ovino	V2xA2	3	6605,00	c
T5 Remate Inoc.+ guano Isla	V2xA1	3	6570,00	c d
T7 Remate Inoc.+ est. Vacuno	V2xA3	3	6479,00	c d e
T10 Común Inoc.+ est. Ovino	V3xA2	3	6463,33	c d e f
T9 Común Inoc. + guano Isla	V3xA1	3	6462,00	c d e f
T11 Común Inoc.+ est. Vacuno	V3xA3	3	6459,33	c d e f
T14 Andina Inoc.+ est. Ovino	V4xA2	3	6423,00	d e f
T13 Andina Inoc. + guano Isla	V4xA1	3	6345,67	e f
T15 Andina Inoc.+ est. Vacuno	V4xA3	3	6320,67	e f g
T4 Usui Testigo	V1xA4	3	6299,67	e f g h
T8 Remate Testigo	V2xA4	3	6283,00	f g h
T12 Común Testigo	V3xA4	3	6156,67	g h
T16 Andina Testigo	V4xA4	3	6137,33	h

Tabla 3.9. muestra la prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) del rendimiento promedio en vaina verde de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación en que se observa.

En la variedad Usui el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento V1xA2 (Usui con estiércol de Ovino más inoculante), es significativamente superior a los demás tratamientos con un promedio de $7870,00 \text{ Kg ha}^{-1}$, seguido por V1xA1 (Usui guano de Isla más inoculante) y V1xA3 (Usui con estiércol de Vacuno más inoculante) que entre estos dos tratamientos fueron estadísticamente similares, dando un rendimiento $7643,33 \text{ kg ha}^{-1}$ y $7560,00 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente mientras en V1xA4 (Usui sin abono y sin inoculante) se obtuvo un rendimiento inferior a los demás tratamientos en un promedio de $6299,67 \text{ kg ha}^{-1}$.

En la variedad Remate se observa resultado similar a la variedad Usui en cuanto al orden de mérito, el rendimiento en el tratamiento V2xA2 (Remate con estiércol de Ovino más inoculante) fue superior a los demás tratamientos con un promedio de $6605,0 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido por V1xA1 (Remate con guano de Isla más inoculante) y V2xA3 (Remate con estiércol de Vacuno más inoculante) que entre estos dos tratamientos fueron estadísticamente similares con rendimientos de $6570,00 \text{ kg ha}^{-1}$ y $6479,00 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente mientras en V2xA4 (Remate sin abono y sin inoculante) se obtuvo un rendimiento inferior a los demás tratamientos, en un promedio de $6283,00 \text{ kg ha}^{-1}$.

Para la variedad Común se observa un rendimiento estadísticamente similar entre los tratamientos V3xA2 (Común con estiércol de Ovino más inoculante), V3xA1 (Común con guano de Isla más inoculante) y V3xA3 (Común con estiércol de Vacuno más inoculante), con promedios de $6463,33 \text{ kg ha}^{-1}$, $6462,0 \text{ kg ha}^{-1}$ y $6459,33 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente, mientras en el tratamiento V3xA4 (Común sin abono y sin inoculante) se obtuvo un rendimiento inferior a los tratamientos con abono e inoculante con un promedio de $6156,67 \text{ kg ha}^{-1}$.

En la variedad Andina se observa resultado similar a las variedades Usui y Remate en cuanto al orden de mérito, el rendimiento en V4xA2 (Andina con estiércol de Ovino más inoculante), superó a los demás tratamientos, llegando a un promedio de

6423,0 Kg ha⁻¹, seguido por V4xA1 (Andina con guano de Isla más inoculante), V4A3 (Andina con estiércol de Vacuno más inoculante) y V4xA4 (Andina sin abono y sin inoculante), que entre estos tratamientos fueron similares estadísticamente, con rendimientos 6345,67 kg ha⁻¹, 6320,67 kg ha⁻¹ y 6137,33 kg ha⁻¹ respectivamente.

Esta variación de rendimientos en un mismo campo de cultivo y en un misma variedad de planta se debe a las propiedades físicas, químicas, biológicas de los abonos usados (FAO, 2008).

Los rendimientos obtenidos en el trabajo son menores a los obtenidos por Gálvez (2015) quien al estudiar el efecto del extracto de algas nativas, micro elementos y formas de aplicación en el rendimiento en verde de arveja variedad Usui Pampa del Arco 2750 msnm reportó un rendimiento de 16342 kg ha⁻¹ al respecto. 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.

Zapata (2004) en su trabajo de investigación en Canaán 2750 msnm, reportó para la variedad Usui en vaina verde 12230 kg ha⁻¹, con riego por goteo, espalderas y con un abonamiento 80-60-40 de NPK, los rendimientos en vaina verde obtenidos fue con abonamiento químico, época de siembra y un manejo agronómico diferente al trabajo realizado.

INIA (2008) con abonamiento de 40-80-60 de NPK, la arveja variedad INIA 103 Remate, reportó un rendimiento en vaina más grano verde de 6383 kg.ha⁻¹, con manejo sin tutores y 10000 kg.ha⁻¹, con tutores; en condiciones del Valle del Mantaro a 3200 msnm. El rendimiento obtenido en el trabajo en la variedad Remate con los tratamientos estudiados varía de 6283,00 Kg.ha⁻¹ hasta 6605 Kg.ha⁻¹, el rendimiento máximo alcanzado en trabajo es mayor al rendimiento máximo con manejo sin tutores obtenido por INIA. Cabe mencionar que los resultados obtenidos en todos los tratamientos del trabajo fueron con el uso de abonos orgánicos e inoculante, Esta variación de rendimiento se debe a las condiciones edafoclimáticas diferentes, la eficiencia de los abonos y al potencial genético de la planta.

En la variedad común el rendimiento varía según el abono e inoculante aplicado de 6156,67 a 6463,33 kg ha⁻¹, siendo estos valores inferiores a los trabajos obtenidos por Rodríguez (2005) quien al estudiar dos métodos de siembra y cuatro variedades en Canaán a 2750 msnm, reportó un rendimiento en vaina verde de 6963 kg ha⁻¹ para la variedad Común con un abonamiento de 30-30-70 NPK y utilizando espalderas. Rondinel (2014) al estudiar el rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja y tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación Canaán 2750 msnm., reportó un rendimiento promedio de 6809.5 kg ha⁻¹. Cabe mencionar, en el trabajo los resultados obtenidos fue con el uso de abonos orgánicos e inoculante. Esta variación de rendimiento se debe a las condiciones épocas de siembra, eficiencia del abono aplicado, suelos con distintas propiedades físicas químicas y biológicas.

En la variedad Andina el mayor rendimiento promedio fue de 6423,00 kg ha⁻¹ con abonamiento con estiércol de ovino e inoculante. Se corrobora en parte con los rendimientos que reportó el institutito MAGAP (2004) a nivel de la provincia del Carchi Ecuador, un rendimiento en la variedad Andina en vaina verde de 15200.00 kg ha⁻¹, este rendimiento es superior al obtenido en el trabajo, esto debido a muchos factores como las condiciones edafoclimáticas y al uso de nuevas tecnologías en el cultivo de arveja practicadas.

3.2.2. Rendimiento en grano seco

Tabla 3.10. Análisis de variancia del rendimiento en grano seco de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	253,500	126,750	1,867	0,172 ns
Variedad (V)	3	269722,896	89907,632	1324,010	0,000 **
Abono e Inoculante (A)	3	902285,229	300761,743	4429,118	0,000 **
V x A	9	50595,521	5621,725	82,787	0,000 **
Variedad en g. de Isla + Inoc.	3	61452,250	20484,083	301,655	0,000 **
Variedad en est. Ov. + Inoc.	3	182323,667	60774,556	894,987	0,000 **
Variedad en est. Vac.+ Inoc.	3	50868,250	16956,083	249,701	0,000 **
Variedad en Testigo	3	25674,250	8558,083	126,029	0,000 **
Abono e Inocul. en Usui	3	409390,667	136463,556	2009,608	0,000 **
Abono e Inocul. en Remate	3	178668,917	59556,306	877,046	0,000 **
Abono e Inocul. en Común	3	211288,917	70429,639	1037,170	0,000 **
Abono e Inocul. en Andina	3	153532,250	51177,417	753,656	0,000 **
Error	30	2037,167	67,906		
Total	47	1224894,313			

CV (%) = 3,71

La tabla 3.10. muestra el análisis de variancia del rendimiento en grano seco de las variedades de arveja; donde no se encontró diferencias significativas entre bloques, lo cual indica la homogeneidad del área experimental. Se observa diferencias altamente significativas en las fuentes variedad (V), abono e inoculante (A) e interacción (VxA), indica que el comportamiento de las variedades de arveja difiere en el rendimiento con el abonamiento orgánico e inoculación en las variedades, también de las variedades en los abonos orgánicos e inoculante. Por tanto, se debe efectuar una prueba de los promedios que indique la diferencia para ello se realiza la prueba de contraste de Tukey.

El coeficiente variación (3,71%) nos indica que el rendimiento en grano seco está influenciada por la aplicación de abonos orgánicos e inoculación, el desarrollo del experimento fue satisfactorio, pues no supera al valor límite del 30 % (Calzada, 1982).

Tabla 3.11. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del rendimiento en grano seco de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

Variedad*Abono e Inoculante	VxA	n	kg ha ⁻¹	Tukey($P>0,05$)
T2 Usui inocul.+ estiér. ovino	V1xA2	3	1500,67	a
T1 Usui inocul. + guano Isla	V1xA1	3	1326,00	b
T6 Remate inocul.+ estiér. Ovino	V2xA2	3	1293,33	c
T3 Usui inocul.+ estiér. Vac.	V1xA3	3	1288,67	c
T10 Común inocul.+ estiérc. Ovino	V3xA2	3	1248,00	d
T5 Remate inocul.+ guano Isla	V2xA1	3	1242,67	d
T7 Remate inocul.+ estiér. Vacu.	V2xA3	3	1214,33	e
T9 Común inocul.+ guano Isla	V3xA1	3	1177,67	f
T14 Andina inocul.+ estiér. Ovino	V4xA2	3	1166,67	f
T11 Común inocul.+ estiér. Vacu.	V3xA3	3	1138,67	g
T13 Andina inocul.+ guano Isla	V4xA1	3	1136,67	g
T15 Andina inocul.+ estiér. Vacu.	V4xA3	3	1126,67	g
T4 Usui testigo	V1xA4	3	987,33	h
T8 Remate testigo	V2xA4	3	976,00	h
T12 Común testigo	V3xA4	3	895,33	i
T16 Andina testigo	V4xA4	3	884,33	i

En la tabla 3.11. se muestra la prueba de contraste Tukey ($P> 0.05$) del rendimiento promedio en grano seco de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación; En la variedad Usui el tratamiento que reportó mayor rendimiento fue V1xA2 (Usui con estiércol de Ovino más inoculante), es significativamente superior a los demás tratamientos con un promedio de 1500,67 kg ha⁻¹, seguido por V1xA1 (Usui con guano de Isla más inoculante) y V1xA3 (Usui con estiércol de Vacuno más inoculante) que entre estos tratamientos no hubo diferencias significativas, dando rendimientos 1326,00kg ha⁻¹ y 1288,67 kg ha⁻¹ respectivamente, sin embargo en el tratamiento V1xA4 (Usui sin abono y sin inoculante) obtuvo un rendimiento inferior a los demás tratamientos con un promedio de 987,33 kg ha⁻¹.

En la variedad Remate los rendimientos en el tratamiento V2xA2 (Remate con estiércol de Ovino más inoculante) y V2xA1 (Remate con guano de Isla más inoculante), resultaron tener respuestas similares con promedios de 1293,33 kg ha⁻¹ y 1243,67 kg ha⁻¹ respectivamente y siendo superiores a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento V2xA3 (Remate con estiércol de Vacuno más inoculante)

tuvo un rendimiento de 1214,33 kg ha⁻¹ que superó al V2xA4 (Remate sin abono y sin inoculante), que tuvo un rendimiento inferior a los demás con un promedio de 976,00 kg ha⁻¹.

En la variedad Común el tratamiento V3xA2 (Común con estiércol de Ovino más inoculante) tuvo un rendimiento superior a los demás tratamientos, llegando a un rendimiento de 1248,00 kg ha⁻¹, seguido por el tratamiento V3xA1 (Común con guano de Isla más inoculante) y V3xA3 (Común con estiércol de Vacuno más inoculante), que entre estos tratamientos resultaron ser similares reportando promedio de 1177,67 kg ha⁻¹ y 1138,67 kg ha⁻¹ respectivamente, mientras en el tratamiento V3xA4 (Común sin abono y sin inoculante) se obtuvo un rendimiento inferior a los demás con un promedio de 895,33 kg ha⁻¹.

En la variedad Andina los tratamientos V4xA2 (Andina con estiércol de Ovino más inoculante), V2xA1 (Andina con guano de Isla más inoculante) y V4xA3 (Andina con estiércol de Vacuno más inoculante) reportaron rendimientos similares con promedios de 1166,67 kg ha⁻¹, 1136,67 kg ha⁻¹ y 1126,67 kg ha⁻¹ respectivamente, se observa diferencias mínimas entre estos tratamientos, mientras en el tratamiento V4xA4 (Andina sin abono y sin inoculante) se obtuvo un rendimiento inferior a los demás tratamientos con abonos orgánicos e inoculante con un promedio de 884,33 kg ha⁻¹.

Esta variación en el rendimiento en un mismo campo de cultivo y en una misma variedad de planta según FAO (2008) se debe a las propiedades físicas, químicas, biológicas del abono orgánico.

En el trabajo de investigación, los mayores rendimientos obtenidos en todas las variedades de arveja en grano seco se dio con abonamiento con estiércol de ovino e inoculante. Villarroel (1990) menciona que el estiércol de ovino como abono orgánico aumenta la producción de los cultivos, da resistencia a las plantas contra, el ataque de plagas y enfermedades permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequía y helada.

Tacas (2015) en su trabajo de investigación efecto residual del abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de arveja variedad remate Pampa del Arco 2750 msnm, reportó rendimientos con los tratamientos que varían de 1652.80 kg.ha⁻¹ hasta 2732.80 kg.ha⁻¹, se puede observar el rendimiento máximo alcanzado es mayor al rendimiento máximo obtenido en el trabajo, cabe mencionar los resultados obtenidos en los tratamientos fue con el uso abonos orgánicos e inoculación.

Palomino (2003) al estudiar el efecto de tres formas de fertilización en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.); Matará a 3200 msnm. reportó rendimientos en grano seco; Usui 2612 kg.ha⁻¹, Común 2426 kg. ha⁻¹, Andina 2986 ha⁻¹ y Tarma 3021 ha⁻¹.

En el trabajo se obtuvo un rendimiento máximo de 1500,67 kg. ha⁻¹ en la variedad Usui, los rendimientos obtenidos por Palomino son superiores al obtenido en el trabajo. Se debe a la eficiencia y riqueza del abono aplicado en el cultivo y al efecto de fertilización química.

INIA (2008) reportó con un abonamiento de 40-80-60 de NPK, la arveja variedad INIA 103 Remate un rendimiento en grano seco de 1605 kg.ha⁻¹, con manejo sin tutores y 2000 kg.ha⁻¹, con tutores; en condiciones del Valle del Mantaro a 3200 msnm. Estos valores de rendimientos son mayores a los obtenidos en el trabajo, esto se debe a la fertilización química y al manejo fisionutricional que utilizó, cabe mencionar en el trabajo solo se utilizó abonos orgánicos e inoculante a parte que se cultivaron en campañas y condiciones de manejo edafoclimáticas diferentes.

3.2.3. Número de vainas por planta

Tabla 3.12. Análisis de variancia del número de vainas por planta de las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

FV	GL	SC	CM	FC	P-valor
Bloque	2	0,167	0,083	0,111	0,895 ns
Variedad (V)	3	85,833	28,611	38,148	0,000 **
Abono e Inoculante (A)	3	154,500	51,500	68,667	0,000 **
V x A	9	26,667	2,963	3,951	0,002 **
Variedad en guano Isla + Inoc.	3	38,250	12,750	17,000	0,000 **
Variedad en est. Ovino + Inoc.	3	53,667	17,889	23,852	0,000 **
Variedad en est. Vacuno+ Inoc.	3	15,000	5,000	6,667	0,001 **
Variedad en abono e inoc. testigo	3	5,583	1,861	2,481	0,080 ns
Abono e inoculante en Usui	3	100,917	33,639	44,852	0,000 **
Abono e inoculante en Remate	3	40,250	13,417	17,889	0,000 **
Abono e inoculante en Común	3	25,000	8,333	11,111	0,000 **
Abono e inoculante en Andina	3	15,000	5,000	6,667	0,001 **
Error	30	22,500	0,750		
Total	47	289,667			

CV (%) = 4,46

En la tabla 3.12. las observaciones de la variable de respuesta para el número de vainas por planta mediante el análisis de variancia determina que no hubo diferencias significativas en las fuentes de bloques y variedad en testigo, se observa diferencias significativas en la fuente interacción variedad por abono (VxA) y se encontró diferencias altamente significativas en el resto de las fuentes de variación lo que nos indica que hubo diferencias en el número de vainas por planta en las variedades de arveja y en los abonos e inoculante. Por tanto se debe realizar una prueba de contraste de los promedios, esto se logra con la prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$).

El coeficiente variación obtenido (4.46%) en el trabajo de investigación nos indica que el número de vainas por planta está influenciada por la aplicación de abonos orgánicos e inoculante, Según Calzada (1982) el desarrollo de un experimento es satisfactorio cuando el coeficiente de variación es menor al 30 %.

Tabla 3.13. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del número de vainas por planta en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

	Tratamiento	VxA	n	Vainas	Tukey ($P>0,05$)		
T2	Usui inocul.+ estiér. Ovino	V1xA2	3	24,67	a		
T6	Remate inocul.+estiér. Ovino	V2xA2	3	23,00	a		
T1	Usui inocul. + guano Isla	V1xA1	3	23,00	a		
T3	Usui inocul.+ estiér. Vac.	V1xA3	3	20,33	b		
T10	Común inocul.+ estiér. Ovino	V3xA2	3	20,33	b		
T5	Remate inocul.+ guano Isla	V2xA1	3	20,00	b		
T7	Remate inocul.+ estiér. Vacu.	V2xA3	3	19,33	b	c	
T14	Andina inocul.+ estiér. Ovino	V4xA2	3	19,33	b	c	
T9	Común inocul.+ guano Isla	V3xA1	3	19,00	b	c	
T11	Común inocul.+ estiér. Vacu.	V3xA3	3	18,33	b	c	d
T13	Andina inocul.+ guano Isla	V4xA1	3	18,33	b	c	d
T8	Remate testigo	V2xA4	3	18,00	b	c	d
T15	Andina inocul.+ estiér. Vacu.	V4xA3	3	17,33		c	d
T4	Usui testigo	V1xA4	3	17,00		c	d
T16	Andina testigo	V4xA4	3	16,33			d
T12	Común testigo	V3xA4	3	16,33			d

En la tabla 3.13. se muestra la prueba de contraste Tukey ($P> 0.05$) del número de vainas por planta en la arveja con abonamiento orgánico e inoculación donde; El mayor número de vainas por planta en la variedad Usui se dio con el T2 (Usui con estiércol de Ovino más inoculante), seguido por el T1 (Usui con guano de Isla más inoculante) con 24.67 y 32 vainas por planta respectivamente, mientras que en el T3 (Usui con estiércol de Vacuno más inoculante), se obtuvo un promedio de 20 vainas por planta y en el T4 (Usui sin abono y sin inoculante) se obtuvo 17 vainas por planta que fue inferior a los tratamientos con abono e inoculante. Los resultados obtenidos muestran un rango de diferencia de 8 vainas por planta entre el mínimo y máximo valor, esto se debe a que la planta tiene mayor número de vainas con abonamiento con estiércol de ovino e inoculación.

Gálvez (2015) al estudiar el efecto del extracto de algas nativas, micro elementos y formas de aplicación en el rendimiento en verde de arveja variedad Usui en Pampa del Arco 2750 msnm, reportó un rango que varía de 8 a 18 vainas por planta, este rango es menor a lo obtenido en el trabajo.

En la variedad Remate el mayor número de vainas resultó en el T6 (Usui inoculado y abonado con estiércol ovino) con un promedio 23.00 vainas por planta, seguido por T5 (Remate con guano de Isla e inoculante), T7 (Remate con estiércol Vacuno e inoculante) y el con T8 (Remate sin abono y sin inoculante) con 18 vainas por planta. Rondinel (2014) al estudiar el rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja y tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación en Canaán a 2750 msnm, en la variedad Remate reportó un rango de 20.2 a 25.9 vainas por planta, al comparar estos valores son similares al obtenido en el trabajo.

En la variedad Común el tratamiento con mayor número de vainas es T10 (Usui inoculado y abonado con estiércol de Ovino), con un promedio 20.33 vainas por planta siendo mayor a los tratamientos T₉ (Común inoculado y abonado con guano de Isla), T₁₁ (Común inoculado y abonado con estiércol Vacuno) y al T12 (Común sin inoculante y sin abono).

En la variedad Andina el mayor número de vainas resultó con el tratamiento T14 (Usui inoculado y abonado con estiércol ovino), con un promedio 19.3 vainas por planta seguido de los tratamientos T13 (Común inoculado y abonado con guano de Isla), T15 (Común inoculado y abonado con estiércol Vacuno) y al T16 (Común sin inoculante y sin abono) con 16.33 vainas por planta.

Cabrera (2004) en su trabajo investigación con fertilización biológica en la variedad Común y remate en Canaán a 2750 msnm, obtuvo valores máximos de 25.60 vainas por planta, mientras tanto en el trabajo se obtuvo un menor número de vainas por planta. Cabe señalar que utilizó tutorado más una fertilización química de 108-27-36 NPK. Velasco (2004) al estudiar el rendimiento de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), con distintas formas de manejo en Canaán a 2720 msnm. reportó valores de 12.6, 25.0, 25.0 y 25.6, vainas por planta para las variedades Rondo, Remate, Común y Usui, respectivamente. Si comparamos los resultado podemos decir que los valores obtenidos son similares. Cabe resaltar que las comparaciones de los resultados obtenidos en los trabajos mencionados son con una fertilización convencional.

3.2.4. Número de granos por vaina

Tabla 3.14. Análisis de variancia del número de granos por vaina en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

FV	GL	SC	CM	FC	P-valor
Bloque	2	0,500	0,250	0,918	0,410 ns
Variedad (V)	3	7,896	2,632	9,668	0,000 **
Abono e Inoculante (A)	3	17,896	5,965	21,913	0,000 **
V x A	9	1,854	0,206	0,757	0,656 ns
Error	30	8,167	0,272		
Total	47	36,313			

CV (%) = 8,27

En la tabla 3.14. se muestra el análisis de variancia del número de granos por vaina, donde no se observa diferencias significativas en las fuentes bloque e interacción (VxA), nos indica que el número de granos por vaina es homogéneo en todos los bloques y tratamientos, se observa diferencia altamente significativa en las fuentes de variedad (V) y abono e inoculante (A), indica que el número granos por vaina varía en los abonos y en las variedades de arveja. Por lo que se realiza la prueba de contraste Tukey de los efectos principales de los abonos e inoculantes y de las variedades de arveja.

Tabla 3.15. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del número granos por vaina en las variedades de arveja.

Variedad	n	Granos/vaina	Tukey ($P>0.05$)		
V1 Usui	12	6,92	a		
V2 Remate	12	6,42	a	b	
V3 Común	12	6,08		b	c
V4 Andina	12	5,83			c

Tabla 3.15. muestra la prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) en donde, no se observa diferencias significativas entre Usui y Remate, Remate y Común, también en Común y Andina, pero si existe diferencia significativa entre Usui y las variedades Común y Andina, en donde la variedad Usui V1 fue superior en el número de granos por vaina respecto a las variedades Remate y Andina. Los promedios del número de granos por vaina varían dependiendo de la variedad desde 5.83 a 6.92 granos por vaina.

Mateo Box (1961) menciona que el número de granos por vaina depende de la variedad, la posición de la legumbre respecto a la planta, las condiciones meteorológicas, etc., generalmente no exceden los 10 granos por vaina. Dentro de una misma variedad, las vainas de la parte media de la planta son las que más grano tienen.

Tabla 3.16. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) del número granos por vaina en las variedades de arveja con abonos orgánicos e inoculante.

Abono e inoculante		n	Granos/vaina	Tukey ($P>0.05$)	
A2	Estiércol de ovino e inoculante	12	7,08	a	
A1	Guano de isla e inoculante	12	6,58	a	b
A3	Estiércol de vacuno e inoculante	12	6,17	b	
A4	Testigo	12	5,42	c	

En la tabla 3.16. se observa la prueba de contraste tukey del número granos por vaina, en los abonos orgánicos e inoculante; en el cual existe diferencias significativas entre los abonos orgánicos e inoculante A1 y A3, A1 y A4. En el A2 (estiércol de Ovino e inoculante), se observa mayor número de granos por vaina que es superior a los demás abonos orgánico e inoculante, A3 (estiércol de Vacuno e inoculante) y A4 (abono e inoculante testigo) con un promedio de 7.08 granos por vaina, mientras el abono testigo con 5.42 vainas por planta. Esta diferencia del número de granos por vaina se debe a la eficiencia de cada abono orgánico en las condiciones edafológicas del terreno.

En el trabajo se obtuvo un máximo de 7.1 granos por vaina, que es ligeramente superior a lo obtenido por Rodríguez (2005) quien en su trabajo de investigación reportó valores de 6.94, 6.50, 5.45 y 4.91, granos por vaina para las variedades Remate, Usui, Criolla y Andina. Si comparamos el resultado podemos decir que los valores obtenidos en el trabajo fueron superiores. La diferencia encontrada entre estos trabajos se debe básicamente al uso del tutor de los tallos de quinua, al control de la humedad basado en el riego oportuno y la fertilización utilizada.

3.3. EVALUACIÓN DE RAÍCES Y NODULACIÓN

3.3.1. Longitud de raíces

Tabla 3.17. Análisis de variancia de la longitud de raíces en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

FV	GL	SC	CM	FC	P-valor
Bloque	2	2,167	1,084	1,168	0,325 ns
Variedad (V)	3	174,896	58,299	62,838	0,000 **
Abono e Inoculante (A)	3	55,729	18,576	20,023	0,000 **
V x A	9	31,354	3,484	3,755	0,003 **
Variedad en guano de Isla + inoc.	3	49,334	16,445	17,725	0,000 **
Variedad en estiércol de Ovino + inoc	3	60,667	20,222	21,797	0,000 **
Variedad en estiércol de Vacuno + inoc	3	17,001	5,667	6,108	0,002 **
Variedad en Testigo	3	26,167	8,722	9,401	0,000 **
Abono e inoculante en Usui	3	52,167	17,389	18,743	0,000 **
Abono e inoculante en Remate	3	16,167	5,389	5,809	0,003 **
Abono e inoculante en Común	3	3,501	1,167	1,258	0,307 ns
Abono e inoculante en Andina	3	14,001	4,667	5,030	0,006 **
Error	30	27,833	0,928		
Total	47	291,979			

CV (%) = 4,78

La tabla 3.17. muestra el análisis de variancia de la longitud de las raíces en las variedades de arveja; donde no hay diferencias significativas en las fuentes de bloque y abono e inoculante en común, se observa diferencias altamente significativas en las fuentes de interacción (VxA) y demás fuentes de variación lo que indica la diferencia entre del promedio de los tratamientos, por lo que es necesario realizar la prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) de los efectos simples de la interacción de los tratamientos.

El coeficiente variación obtenido (4,78%) en el trabajo de investigación nos indica que la longitud de la raíz está influenciada por la aplicación de abonos orgánicos e inoculante que, Según Calzada (1982) el desarrollo de un experimento es satisfactorio cuando el coeficiente de variación es menor al 30 %.

Tabla 3.18. Prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) de la longitud de raíces en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

Variedad	Abonos e inoculante	Long.(cm)	n	Tukey($P>0.05$)
Andina	guano de Isla e inoculante	23.67	3	a
Andina	Testigo	23.00	3	a
Usui	guano de Isla e inoculante	23.00	3	a
Usui	estiércol de Ovino e inoculante	23.00	3	a
Andina	estiércol de Ovino e inoculante	22.33	3	a b
Remate	estiércol de Ovino e inoculante	21.00	3	a b c
Remate	guano de Isla e inoculante	21.00	3	a b c
Andina	estiércol de Vacuno e inoculante	21.00	3	a b c
Remate	Testigo	19.67	3	b c d
Usui	Testigo	19.00	3	c d e
Usui	estiércol de Vacuno e inoculante	18.67	3	c d e
Remate	estiércol de Vacuno e inoculante	18.00	3	d e
Común	Testigo	18.00	3	d e
Común	guano de Isla e inoculante	17.67	3	d e
Común	estiércol de Ovino e inoculante	17.00	3	d e
Común	estiércol de Vacuno e inoculante	16.33	3	e

En la tabla 3.18. se muestra la prueba de contraste Tukey ($P>0.05$) de la longitud de raíz promedio en las variedades de arveja.

En la variedad Andina no hay diferencias significativas entre los abonos orgánicos e inoculante en la longitud de la raíz, varía de 21.0 a 23.67 cm.

Para la variedad Usui no se observa diferencias significativas en la longitud de la raíz entre guano de Isla e inoculante y estiércol de Ovino e inoculante, siendo estos superiores en cuanto a la longitud al abono testigo y estiércol de Vacuno, la longitud de la raíz en esta variedad varía de 18.67 a 23 cm.

Para la variedad Remate no se observa diferencias significativas en la longitud de la raíz entre el Guano de Isla e inoculante y estiércol de Ovino e inoculante, siendo estos superiores en la longitud al abono testigo y estiércol de vacuno, la longitud de la raíz varía de 18.0 a 21cm.

En la variedad común no se observa diferencias significativas en la longitud de la raíz entre todos los abonos inoculante, la longitud de la raíz varía de 16.3 a 18cm. Según Faiguenbaum (1990) que la raíz continua creciendo hasta transformarse en una característica raíz pivotante, esta puede alcanzar hasta 90cm de profundidad, lo normal es que no penetra más allá de los 50 cm. a partir de las raíces secundarias, que incluso pueden llegar hasta la profundidad alcanzada por la raíz pivotante, se origina una cobertura densa de raíces terciarias. Campos (1992) señala que en conjunto el sistema radicular es poco desarrollado, aunque la raíz principal de crecimiento pivotante puede alcanzar entre los 80 y 100 cm, de profundidad.

Maroto (2000) el sistema radicular es poco desarrollado en conjunto, presenta una raíz principal forma pivotante bien desarrollada y raíces secundarias abundantes, que contienen nódulos de bacterias del género *Rhizobium* que fijan el nitrógeno atmosférico. En comparación con los autores citados y en el trabajo la longitud de las raíces son menores, esto es debido a que la medición se realizó solo de la parte donde se desarrollan y forman el mayor número de los nódulos de *Rhizobium*, que están comprendido y ubicados entre las raíces principales, los laterales y secundarios que varía según la variedad.

3.3.2. Número de nódulos por planta

Tabla 3.19. Análisis de variancia del número de nódulos por planta en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

FV	GL	SC	CM	Fc	P-valor
Bloque	2	0,792	0,396	0,325	0,725 ns
Variedad (V)	3	240,417	80,139	65,792	0,000 **
Abono e Inoculante (A)	3	551,583	183,861	150,946	0,000 **
V x A	9	8,583	0,954	0,783	0,634 ns
Error	30	36,542	1,218		
Total	47	837,917			

CV (%) = 3,39

La tabla 3.19. muestra el análisis de variancia del número de nódulos por planta, en donde no hay diferencias significativa en las fuentes de bloque e interacción (V*A) y se observa diferencias altamente significativas en las fuentes variedad (V) y Abono e

inoculante (A) por lo que es necesario realizar prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) en los efectos principales.

Tabla 3.20. Prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) del número de nódulos por planta en las variedades de arveja.

	Variedades	n	Nódulos /planta	Tukey($P > 0,05$)
V1	Usui	12	36	a
V2	Remate	12	32	b
V3	Común	12	31	b c
V4	Andina	12	30	c

La tabla 3.20. muestra la prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) longitud de raíz en las variedades arveja, en la que se observa mayor número de nódulos en la variedad Usui en promedio de 36 nódulos por planta, que fue superior a las demás variedades. Entre las variedades Remate y común el promedio de nódulos por planta fueron similares con 32 y 31 nódulos por planta respectivamente, no hubo diferencia significativa entre estas variedades. El número de nódulos en la variedad Andina es similar estadísticamente a la variedad Común, con promedio de 30 nódulos por planta.

Tabla 3.21. Prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) del número de nódulos por planta con abonos orgánicos e inoculante.

	Abonos e inoculante	n	Nódulos/planta	Tukey ($P > 0,05$)
A2	Estiércol ovino e inoculante	12	36	a
A1	Guano de Isla e inoculante	12	34	b
A3	Estiércol Vacuno e inoculante	12	33	c
A4	Testigo	12	27	d

La tabla 3.21, muestra la prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) del número de nódulos por planta en los abonos orgánicos e inoculante, en la que se observa que hubo diferencia entre los abonos e inoculante, siendo el estiércol de ovino más inoculante superior a todos los abonos orgánicos e inoculante, con un promedio de 36 nódulos por planta, el guano de Isla con 34 nódulos por planta, estiércol de Vacuno con 33 nódulos por planta en promedio y en el abono testigo, en promedio es de 27 nódulos por planta que es inferior el número de nódulos respecto a todos los abonos orgánicos.

El número de nódulos por planta, cuando son más numerosos, los rendimientos son mayores, pero siempre y cuando los nódulos sean de morfología y característica de eficiencia, nódulos grandes con abundante masa celular y cuando al presionar el nódulo presente una coloración roja intensa, que indica presencia de Leg Hemoglobina, tratándose de un nódulo en actividad de fijación de nitrógeno, el mayor número de nódulos por sí solo no es buen indicador de la eficiencia de los rizobios (Downie,1994).

Subía (2001) en Sangolquí en la zona Interandina, se realizó una investigación donde evaluaron tres cepas introducidas de *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* en cuatro variedades de arveja *Pisum sativum* L. habiéndose encontrado que las tres cepas introducidas a pesar de no diferenciarse estadísticamente para formación de nódulos, al menos dos se comportaron de igual manera o mejor que la cepa nativa; así como también se llegó a determinar que cierta fertilización inicial beneficia tanto a la nodulación como a la absorción de nitrógeno por la planta esto permitió como era de esperarse mejor desarrollo plantas.

CORPOICA (2008) en una investigación sobre la inoculación de diferentes fuentes de Nitrógeno (*Rhizobium*, úrea y un testigo sin fertilizar) en el rendimiento de dos variedades de arveja realizada en Santa Fé de Bogotá Colombia, obtuvo como resultado que la inoculación indujo los mayores rendimientos en comparación con los otros tratamientos sin inoculante.

3.3.3. Peso fresco de nódulos por planta

La tabla 3.22. muestra el análisis de variancia del peso fresco de los nódulos por planta; se observa diferencias no significativas en las fuentes bloque, variedad e interacción (V*A), lo que nos indica que no hay diferencia entre promedios, mientras que para la fuente abono e inoculante es altamente significativo, por lo que es necesario realizar la prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) de los efectos principales.

Tabla 3.22. Análisis de variancia del peso fresco de los nódulos en las variedades de arveja con abonamiento orgánico e inoculación.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.421	0.211	1.089	0.350 ns
Variedad (V)	3	1.454	0.485	2.507	0.078 ns
Abono e Inoculante (A)	3	5.527	1.842	9.529	0.000 **
V x A	9	3.114	0.346	1.790	0.112 ns
Error	30	5.800	0.193		
Total	47	16.316			

CV (%) = 3.289

Tabla 3.23. Prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) del peso fresco de los nódulos en las variedades de arveja con abonos orgánicos e inoculante.

Abonos e inoculante	Peso fresco nódulos	n	Tukey (0.05)	
Estiércol de ovino e inoculante	1.832	12	a	
Guano de isla e inoculante	1.612	12	a	b
Estiércol de vacuno e inoculante	1.223	12		b c
Testigo	0.955	12		c

La tabla 3.23. muestra la prueba de contraste Tukey ($P > 0.05$) para la variable peso fresco de los nódulos por planta con abonamiento orgánico e inoculación, se observa que el valor superior se encuentra con el tratamiento con estiércol de Ovino e inoculante seguido por guano de Isla e inoculante con un promedio de 1.832g y 1.612g respectivamente. El guano de Isla e inoculante y el estiércol de Vacuno e inoculante resultaron ser similares con promedios 1.612g y 1.223g respectivamente, mientras el abono e inoculante testigo, resultó ser inferior a todos los abonos estos resultados muestran que la interacción de inoculación y abonos orgánicos con estiércol de Ovino afectó significativamente el peso de los nódulos y estos resultados influyen en el rendimiento de la arveja. Según Moreira (1998) al aumentar de los nódulos en la raíz los rendimientos aumenta. Esto concuerda con los resultados obtenidos en el trabajo.

3.3.4. Características morfológicas de los nódulos en las raíces

Las características morfológicas de la parte radicular de la planta se describen en la siguiente tabla.

Tabla 3. 24. Caracterización morfológica y tipificación de los nódulos

Trat.	Ubicación	Tamaño	Morfología	Cant.
T₁	corona raíz principal, primaria y lateral	Medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	38
T₂	corona raíz principal, primaria y lateral	pequeños, medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	39
T₃	corona raíz principal, primaria y lateral	pequeños, medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	37
T₄	Primarias, secundarias y laterales	Pequeños y medianos	largos, cortos, y redondos	30
T₅	corona raíz principal, primaria y lateral	Pequeños medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	34
T₆	corona raíz principal, primaria y lateral	pequeños, medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	36
T₇	corona raíz principal, primaria y lateral	pequeños, medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	32
T₈	Primarias, secundarias y laterales	Pequeños y medianos	largos, cortos, y redondos	27
T₉	corona raíz principal, primaria y lateral	Pequeños medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	33
T₁₀	corona raíz principal, primaria y lateral	pequeños, medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	31
T₁₁	corona raíz principal, primaria y lateral	pequeños, medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	31
T₁₂	Primarias, secundarias y laterales	Pequeños y medianos	largos, cortos, y redondos	27
T₁₃	corona raíz principal, primaria y lateral	Pequeños medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	32
T₁₄	corona raíz principal, primaria y lateral	pequeños, medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	35
T₁₅	corona raíz principal, primaria y lateral	pequeños, medianos y grandes	Coral, mano, piriforme, largos, cortos, mano	31
T₁₆	Primarias, secundarias y laterales	Pequeños y medianos	largos, cortos, y redondos	24

3.4. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA

3.4.1. Rentabilidad económica del cultivo de arveja en vaina verde

El análisis de rentabilidad económica de arveja en vaina verde de los tratamientos se realizó en base a los costos de producción, rendimientos y en base a los precio de venta. Se encontró el mayor beneficio de rentabilidad económica en el tratamiento T2 (Usui con estiércol de Ovino e inoculante) con una rentabilidad promedio de 60,82% seguido por los demás tratamientos como se indica en la tabla 3.26, estos valores de rentabilidad son inferiores a los obtenidos por Zapata (2004) quien reportó en su trabajo de investigación en Canaán 2750 msnm, en la variedad Usui una rentabilidad promedio de 94.58%, Gálvez (2015) al estudiar el efecto del extracto de algas nativas, micro elementos y formas de aplicación en el rendimiento en vaina verde de arveja variedad Usui en Pampa del Arco 2750 msnm, reportó una rentabilidad de 178%. En el trabajo precio al momento de la venta fluctuó de 2 soles por kilogramo, se puede decir que la rentabilidad de los tratamientos son menores a los obtenidos en los trabajos mencionados, esto se debe a varios factores como el rendimiento, precio de venta, costo de producción y entre otros.

3.4.2. Rentabilidad económica del cultivo de arveja en grano seco

El análisis de rentabilidad económica de la arveja en grano seco en los tratamientos se realizó en base a los costos de producción, rendimientos en la cosecha y el precio de venta, de donde se obtuvo el mayor beneficio de rentabilidad en el tratamiento T₂ (Usui con estiércol de ovino e inoculante) con 60,59% de rentabilidad seguido por los demás tratamientos que se muestra en la tabla 3.27 el precio al momento de la venta fluctuó de 8 a 12 soles por kilogramo, en base esto, la rentabilidad, en los tratamientos son buenas en estas condiciones. Cabe mencionar que la rentabilidad máxima obtenida fue superior al obtenido por Zapata (2004) quien en su trabajo de investigación reportó 52.3% de rentabilidad en condiciones Canaán 2750 msnm, esta diferencia se debe varios factores como el precio, época de cosecha, costo de producción y al rendimiento de los tratamientos.

Tabla 3.25. Rentabilidad económica del cultivo de arveja en vaina verde.

Variedad*Abono e Inoculante		Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Precio de venta (s/.)	Ingreso (s/.)	Costo de Producción (s/.)	Utilidad (s/.)	Rentabilidad
T2	Usui inocul.+ estiér. Ovino	7870,00	2,00	15740,00	6167,50	9572,50	60,82%
T3	Usui inocul.+ estiér. Vac.	7560,00	2,00	15120,00	6267,50	8852,50	58,55%
T1	Usui inocul. + guano Isla	7643,33	2,00	15286,67	6567,50	8719,17	57,04%
T4	Usui Testigo	6299,67	2,00	12599,33	5500,00	7099,33	56,35%
T8	Remate Testigo	6283,00	2,00	12566,00	5500,00	7066,00	56,23%
T12	Común Testigo	6156,67	2,00	12313,33	5500,00	6813,33	55,33%
T16	Andina Testigo	6137,33	2,00	12274,67	5500,00	6774,67	55,19%
T6	Remate inocul.+estiérl. Ovino	6605,00	2,00	13210,00	6167,50	7042,50	53,31%
T10	Común inocul.+ estiérc.Ovino	6463,33	2,00	12926,67	6167,50	6759,17	52,29%
T14	Andina inocul.+ estiér. Ovino	6423,00	2,00	12846,00	6167,50	6678,50	51,99%
T7	Remate inocul.+ estiér. Vac	6479,00	2,00	12958,00	6267,50	6690,50	51,63%
T11	Común inocul.+ estiér.Vac.	6459,33	2,00	12918,67	6267,50	6651,17	51,48%
T15	Andina inocul.+ estiér.Vac.	6320,67	2,00	12641,33	6267,50	6373,83	50,42%
T5	Remate inocul.+ guano Isla	6570,00	2,00	13140,00	6567,50	6572,50	50,02%
T9	Común inocul.+ guano Isla	6462,00	2,00	12924,00	6567,50	6356,50	49,18%
T13	Andina inocul.+ guano Isla	6345,67	2,00	12691,33	6567,50	6123,83	48,25%

Tabla 3.26. Rentabilidad económica del cultivo de arveja en grano seco.

Variedad* Abono e Inoculante		Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Precio de venta (s/.)	Ingreso (s /.)	Costo de Producción (s/.)	Utilidad(s/.)	Rentabilidad
T2	Usui inocul.+ estiér. Ovino	1500,67	10,50	15757,00	6209,50	9547,50	60,59%
T6	Remate inocul.+estiér. Ovino	1293,33	10,50	13580,00	6209,50	7370,50	54,27%
T1	Usui inocul. + guano Isla	1326,00	10,50	13923,00	6584,50	7338,50	52,71%
T3	Usui inocul.+ estiér. Vacuno	1288,67	10,00	12886,67	6325,50	6561,17	50,91%
T10	Común inocul.+ estiérc.Ovino	1248,00	10,00	12480,00	6209,50	6270,50	50,24%
T7	Remate inocul.+ estiér. Vac	1214,33	10,00	12143,33	6209,50	5933,83	48,86%
T5	Remate inocul.+ guano Isla	1242,67	10,00	12426,67	6584,50	5842,17	47,01%
T14	Andina inocul.+ estiér. Ovino	1166,67	10,00	11666,67	6209,50	5457,17	46,78%
T4	Usui Testigo	987,33	10,50	10367,00	5650,00	4717,00	45,50%
T11	Común inocul.+ estiér.Vac.	1138,67	10,00	11386,67	6209,50	5177,17	45,47%
T15	Andina inocul.+ estiér.Vac.	1126,67	10,00	11266,67	6209,50	5057,17	44,89%
T9	Común inocul.+ guano Isla	1177,67	10,00	11776,67	6584,50	5192,17	44,09%
T8	Remate Testigo	976,00	10,00	9760,00	5650,00	4110,00	42,11%
T13	Andina inocul.+ guano Isla	1136,67	10,00	11366,67	6584,50	4782,17	42,07%
T12	Común Testigo	895,33	10,00	8953,33	5650,00	3303,33	36,90%
T16	Andina Testigo	884,33	10,00	8843,33	5650,00	3193,33	36,11%

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del trabajo de investigación conducido y en base de los resultados obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

1. El abono orgánico que optimiza mejor el rendimiento en las variedades de arveja y en condiciones de Ayacucho fue el estiércol de ovino seguido por el guano de isla y estiércol de vacuno.
2. Los tratamientos con estiércol de ovino e inoculante reportaron los mayores rendimientos en vaina verde y grano seco en todas las variedades de arveja. En vaina verde; Usui 7870,00 kg.ha⁻¹, Remate 6605,00 kg ha⁻¹, Común 6463,33 kg ha⁻¹ y Andina 6423 kg ha⁻¹. En grano seco; Usui 1500,67 kg ha⁻¹, Remate 1293,33 kg ha⁻¹, Común 1248,00 kg ha⁻¹ y Andina 1166,67 kg ha⁻¹.
3. La variedad de arveja Usui ocupó el primer lugar en todos los parámetros evaluados: Número de vaina por plantas 24.67, longitud de vainas 8.79 cm, número de granos por vaina 6.92, mayor rendimiento y mayor rentabilidad.
4. Con respecto al mérito económico, la mayor rentabilidad económica en vaina verde y grano seco resultó en la variedad Usui inoculado y abonado con estiércol de ovino, con 60,82 % y 60,59%, respectivamente.

RECOMENDACIONES

Para las condiciones similares al trabajo de investigación.

1. Se recomienda cultivar la variedad de arveja Usui con estiércol de ovino y su inoculante específico, por presentar los mayores rendimientos en vaina verde y grano seco.
2. Continuar con otros trabajos, utilizando otras variedades de arveja, otros abonos orgánicos, inoculantes, otras modalidades de siembra y otros pisos ecológicos.
3. Realizar proyectos de investigación incluyendo tratamientos con fertilización inorgánica, así mismo tratamientos orgánicos sin inoculación.
4. En futuros trabajos de investigación utilizar el guano de isla de mayor riqueza, garantizada por instituciones certificadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFONSO, E., LEYVA, A., HERNÁNDEZ, A. 2005. Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum, Mill*) Rev. Colombiana de Biotecnología, Vol. 2
2. ÁLVAREZ, E. R. 2007. Coevolución de Plantas Leguminosas Herbáceas de la Provincia Corológica Mediterránea Ibérica Occidental y de sus Endosimbiontes Bacterianos Madrid.
3. ANGUS, J. F. and MONCUR, M. W. 1980. Fotoperiodic and vernalisation effects on phasic development in chickpea. Int. Chickpea Newsl.
4. APOLITANO, C. 1976. El cultivo de menestras en el departamento de Lambayeque. Ministerio de Alimentación. Centro Regional de Investigación Agropecuaria del Norte. Estación Experimental Vista Florida. Chiclayo-Perú.
5. BERROCAL, R. 2013. Abonamiento orgánico y mineral en el cultivo Arveja. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo UNSCH Ayacucho. Perú.
6. BOCANEGRA, S. y ECHANDI, E. 1972. Cultivo de las menestras en el Perú (frijol, garbanzo, paliar, habas, arvejas y lentejas). Ministerio de Agricultura. Misión Agrícola de la Universidad de Carolina-del Norte. Lima-Perú.
7. CABRERA, H. 2004. Fertilización Biológica de Arveja (*Pisum sativum L.*), Variedad Remate con *Rhizobium Leguminosarum biovar viceae*. Canaán a 2750 msnm. Tesis para obtener título de Ing. Agrónomo. UNSCH – Ayacucho, Perú
8. CALZADA BENZA J. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación, Prefacio de la Tercera edición, Lima-Perú, S.A.
9. CAMARENA, M. 1990. Boletín informativo de leguminosas. UNALM - Lima, Perú.
10. CAMASCA, A. 1994. Horticultura Práctica. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYTEC. Ayacucho, Perú.
11. CAMPOS, L. 1992. Aspectos botánicos y biológicos de la arveja. Ancash, Perú.
12. CANNOCK, C. 1990 Comportamiento de tres cultivares de arveja comestible en vaina (*Pisum sativum var. Saccharatum*) conducidos con y sin espalderas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima. Perú.
13. CARITAS DEL PERÚ. 2007. Cultivo de la Arveja en la sierra. Gráfica Filadelfia E.I.R.L. Huancavelica – Perú.

14. CASSERES, E. 1980. Producción de Hortalizas. IICA. 1^{ra} Edic. Turrialba, Costa Rica.
15. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1976. Lista descriptiva del germoplasma de *Phaseolus* spp. Sistemas de producción del frejol. Informe anual. Cali-Colombia.
16. CONTRERAS, R. J. 2002. Efecto de los niveles de N, K e inoculante Rizomack en las nodulaciones y rendimiento de Arveja (*Pisum sativum* L) Chincheros - Apurímac a 2900 msnm. Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo UNSCH Ayacucho. Perú.
17. CORBERA, J 1998. Coinoculación *Bradyrhizobium japonicum* micorriza vesículo-arbuscular como fuente alternativa de fertilización para el cultivo de la soya. Cultivos Tropicales.
18. CORPOICA, 2008. Inoculación con *Rizhobium*: una alternativa para biofertilizar el cultivo de arveja. Bogota
19. CRUZ, M. 1986. Suelos, Abonos y Enmiendas. Madrid: Dossat S.A
20. CUBERO, J. 1988. Leguminosas de Grano. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España.
21. DONGO, C. 1969. Ensayo comparativo de cuatro densidades de siembra y cuatro niveles de nitrógeno en Arveja china. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
22. DOWNIE, J. A. 1994. Signalling strategies for nodulation of legumes by rhizobia. Trends Microbiol.
23. ERNST, O. 2004. Leguminosas como cultivo de cobertura. Informaciones agronómicas del Cono Sur. Vol. 2
24. FAIGUENBAUM, H. 1994. Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce para la agroindustria del congelado. Proyecto docente. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago-Chile.
25. FENALCE (2006). Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas Catálogo automatizado.
26. FERRARIS, G. Y L. COURETOT. 2014. Inoculación del cultivo de arveja. (*Pisum sativum* L.). Experiencias de la campaña 2013/14. Informe de resultados.

27. GÁLVEZ F, 2015. Efecto del extracto de algas nativas, microelementos y formas de aplicación en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L) variedad Usui Pampa del Arco 2750 msnm. Tesis para optar el título de Ingeniera Agrónoma. UNSCH. Ayacucho- Perú
28. GIANCONI, V. 1988. Cultivo de hortalizas. Santiago: Universidad 6° Edic. Chile.
29. GRAHAM, P.H. 1980. Importancia del hospedante en la nodulación y fijación de nitrógeno por leguminosas. En Cali; Colombia
30. GUERRERO, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Madrid, España, edit. Mandi Prensa.
31. HOLDRIGE, L. 1970. Ecología Basada en la zona de vida, IICA. San José: Costa Rica.
32. IFA – FAO. (2008). Los fertilizantes y su uso. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>. Accesado el 30 de febrero del 2017.
33. INFOAGRO (2015). El Cultivo de Guisante. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/guisantes>. Consultado el 23 de enero del 2017.
34. INIA. (2008). Cultivo de Arveja. Serie folleto 24-08. Lima, Perú.
35. JOICE R. 1999. Evaluación primaria y caracterización de germoplasma de arveja (*Pisum sativum* L.). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Boletín Técnico
36. KAY, D. 1979. Leguminosas Alimenticias. Edit. Acribia. S.A. Zaragoza, España.
37. KINTTO, LUCAS 1999. Fortalecimiento de cadenas productivas y comercialización de haba y arveja Lima Perú.
38. LEÑANO, F. 1980. Hortalizas de fruto. Manual de Cultivos Moderno. Barcelona, España. Edit De Vecchi, S.A. pp 165
39. MANUAL AGROPECUARIO. 2002. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficientes. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Biblioteca de Campo. 1^{ra} Edit. Bogotá, Colombia.
40. MAROTO, J. 2000. Horticultura Herbácea Especial. Edic. Mundial – Prensa. 4^{ta} Edit. Madrid, España.

41. MATEO BOX, J. 1961. Leguminosas de grano. 1° Edic. Colección Agrícola Salvat. Barcelona - España.
42. MÉNDEZ, F. 2015. “Efectos de la bacteria tipo *Rhizobium* en jitomate saladette”
43. MINAGRI. 2016. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola Ganadera 2015. Sistema Integrado de Estadística Agraria. Lima, Perú.
44. MORALES, A. M. 2004. Efecto de dos densidades y cuatro densidades de siembra de arveja, variedad remate en Chupas - Chiara a 3300 msnm. Ayacucho. Informe práctica pre-profesional UNSCH Ayacucho - Perú.
45. MOREIRA, M. J. (1998). Cultivo de habas y guisantes. Editorial Sintesis S:A Barcelona – España.
46. MURTY, B. R. 1975. Biology of adaptation in chickpea. Proc. Int. Workshop on Grain Legumen. ICRISAT. Hyderabad-India.
47. PALOMINO, J. 2003. Efecto de tres formas de fertilización en el rendimiento de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.); Matará a 3200 msnm. Ayacucho. Tesis para obtener título de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
48. PERALTA, E. 1998. Manual Agrícola de Leguminosas. Quito Ecuador.
49. PUGA, J. 1992. Manual de la arveja para la Promoción de exportaciones agrícolas. Quito.
50. PRO ABONOS. GOB. PE. (2003) Guano de Islas Peruanas. Ministerio de Agricultura.
51. REY, AM.; CHAMORRO D.; RAMÍREZ M. 2005 Efecto de la doble inoculación de rizobios y micorrizas sobre la producción y calidad del forraje de *Leucaena leucocephala*. Revista Corpoica.
52. RODRÍGUEZ y MARIBONA, B. 1993. Rendimiento y sus componentes en variedades de guisantes (*Pisum sativum* L.) con diferentes grados de estrés hídrico. Investigación. Agrícola. Producción Vegetativa.
53. RODRÍGUEZ, S. G. 2005. Efecto de dos métodos de siembra en el rendimiento de cuatro variedades de Arveja (*Pisum sativum* L). Canaán 2750 msnm. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo UNSCH. Ayacucho- Perú.

54. RONDINEL, R. 2014. Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación. Canaán a 2750 msnm. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho- Perú.
55. RIOJAS M. 2006. Validación de variedades mejoradas de arveja en zonas de Valle y altura. Cochabamba, Bolivia. IBTA.
56. SÁNCHEZ, V. (2007). Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas - conceptos básicos.
57. SALAZAR, C.E. 1983. Evaluación de cepas de *Rhizobium leguminosarum* en el cultivo de Arveja. Tesis para obtener título de Ing. Agrónomo, Quito-Ecuador
58. SALVADOR, M. 2010. Manejo integrado de plagas - Fitopatología -INIA Donoso.
59. SANTILLANA, N. 1997. Seminario de Taller Agricultura Alternativa. En: Ayacucho – Perú.
60. Tacas, E. 2015 Efecto Residual del Abonamiento Orgánico - mineral, En Rendimiento de Arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate Pampa del Arco a 2750 msnm. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo UNSCH. Ayacucho- Perú.
61. TAMAYO, P. 2000. Enfermedades del cultivo de la arveja en Colombia: guía de reconocimiento y control. Convenio: CORPOICA, Fenalce, Corpocebada. Boletín Técnico. Corpoica, Rionegro, Colombia.
62. TISDALE, S. & NELSON, W., 1985. Fertilidad de Suelos y fertilizantes. Barcelona: Editorial. Montaner y Simón.
63. VELASCO, U. J. 1991. Rendimiento de cinco variedades de Arveja (*Pisum sativum* L.), con distintas formas de manejo en Canaán a 2720 msnm. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo UNSCH. Ayacucho- Perú.
64. VILLAREAL, F. 2006. Determinación del efecto en la productividad de cinco dosis del bio-estimulante “Florone”. San José: Universidad Central del Ecuador.
65. VILLAROEL, J. 1990. Primer seminario nacional sobre la fertilización de suelos en Bolivia. Editorial IBTA – CIAT. Santa Cruz – Bolivia.
66. VITORINO F, 1989 Fertilidad de suelos y fertilizantes (con énfasis en los suelos del Perú).UNSA. Cuzco-Perú.

67. ZAPATA, S. J. 2004 Rendimiento en verde y grano seco de siete variedades y tres líneas de arveja (*Pisum sativum* L) Canaán 2750 msnm. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo UNSCH. Ayacucho- Perú

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Fotografía 1. Campo experimental antes de las actividades preliminares



Fotografía 2. Preparación del terreno empleando tractor agrícola



Fotografía 3. Inoculación de las semillas de arveja con inoculante Rizomack.



Fotografía 4. Marcación y surcado del campo experimental.



Fotografía 5. Prueba de germinación de las semillas de arveja



Fotografía 6. Instalación del sistema de riego por goteo en el campo experimental – Pampa del Arco -Ayacucho



Fotografía 7. Formación de hojas primarias en la arveja



Fotografía 8. Campo de cultivo en plena emergencia de las plantas de arveja



Fotografía 9. Evaluación de la formación de los botones florales



Fotografía 9. Evaluación del Inicio de floración en las variedades de arveja



Fotografía 10. Evaluación de la floración de las plantas



Fotografía 12. Colocación de tutores en el campo experimental



Fotografía 11. Plagas incidentes en el cultivo de arveja



Fotografía 12. Medición de la longitud de las raíces de arveja



Fotografía 15. Evaluación de la nodulación en las plantas de arveja



Fotografía 16. Evaluación de la nodulación del *Rhizobium leguminosarum biovar viceae*



Fotografía 17. Evaluación del número de nódulos por planta en la arveja



Fotografía 18. Caracterización de la nodulación de las plantas de arveja (forma y leg - Hemoglobina)



Fotografía 13. Observación del tamaño y forma de los nódulos



Fotografía 14. Cosecha en vaina verde de la arveja



Fotografía 15. Secado de vainas para el trillado en grano de arveja



Fotografía 16. Semillas cosechadas de las variedades en grano seco de arveja

Anexo 2. Análisis de abonos orgánicos

Análisis químico y caracterización del estiércol de ovino



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

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

“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho
Localidad : Ayacucho
Proyecto : “Tesis”
Solicitante : Edwin T. Quispe Gonzales
Muestra : Estiércol de Ovino

Fecha de Recolección: 11/01/2016

ANALISIS FISICO - QUIMICO

Muestra	Aspecto	Humedad (%)	pH (H ₂ O 1:2.5)	C.E. (1:1 mS/cm)	M.O (%)	% N	% P ₂ O ₅	%K ₂ O	% CaO	% MgO	%SO ₄ ⁻
01	Granulado	14.8	10.20	45.6	22.15	1.98	2.10	1.65	4.30	0.49	0.36

Ayacucho, 10 de Noviembre del 2016

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
RESPONSABLE
Juan B. Girón Molina
Juan B. Girón Molina
C.I.P. 77120

Análisis químico y estiércol de vacuno



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
 LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR

Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996

Ayacucho – Perú

“Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Localidad : Ayacucho
 Proyecto : “Tesis”
 Solicitante : Edwin T. Quispe Gonzales
 Muestra : Estiércol de Vacuno

Fecha de Recolección: 11/01/2016

ANALISIS FISICO - QUIMICO

Muestra	Aspecto	Humedad (%)	pH (H ₂ O 1:2.5)	C.E. (1:1 mS/cm)	M.O (%)	% N	% P ₂ O ₅	%K ₂ O	% CaO	% MgO	%SO ₄ ⁻
01	Granulado	4.79	10.10	14.55	22.1	0.83	3.10	2.18	7.95	1.76	0.06

Ayacucho, 10 de Noviembre del 2016

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Giron Molina
 C.I.P. 77120

Análisis químico y caracterización del guano isla



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PASTOS Y GANADERIA
 LABORATORIO DE SUELOS Y ANALISIS FOLIAR
 Jr. Abraham Valdelomar N° 249 – Telf. 315936 RPM # 966942996
 Ayacucho – Perú
 “Año del Buen Servicio al Ciudadano”

Región : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Distrito : Ayacucho
 Localidad : Ayacucho
 Proyecto : “Tesis”
 Solicitante : Edwin T. Ouispe Gonzales
 Muestra : Guano de Isla

Fecha de Recolección: 11/01/2016

ANALISIS FISICO - QUIMICO

Muestra	Aspecto	Humedad (%)	pH (H ₂ O 1:2.5)	C.E. (1:1 mS/cm)	M.O (%)	% N	% P ₂ O ₅	%K ₂ O	% CaO	% MgO	%SO ₄
01	Granulado	18.8	8.54	71.5	3.61	1.54	3.25	2.78	10.2	3.5	2.11

Ayacucho, 10 de Noviembre del 2016

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS
 PLANTA, AGUAS Y FERTILIZANTES
 RESPONSABLE

 Juan B. Giron Molina
 C.I.P. 77120

Anexo 3. Análisis de suelo

Análisis químico y caracterización del suelo



MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

ASESORIA Y CAPACITACION EN EVALUACION, MUESTREO DE SUELOS, INTERPRETACION DE RESULTADOS DEL ANALISIS AGRICOLA, USO, MANEJO, CONSERVACION Y RECUPERACION DE SUELOS.

1050605

Solicitante: Srta. Delia Mallqui Palomino
 Departamento: Ayacucho Provincia: Huamanga Distrito: Ayacucho
 Fecha: 11/01/2016

Lab	Numero de muestra Campo	pH (1:2.5)	C.E. dS.m ⁻¹	CO ₃ ²⁻ %	Ni %	MO %	P ppm	K ppm	Analisis Mecanico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					% Sat. De Bases
									Arena	Limo	Arcilla			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺	
									%	%	%			Cmol (+).kg ⁻¹					
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	9.90	2.52	3.92	0.84	0.00	100


 P.D. MARILENI CERDA GÓMEZ
 Responsable de Laboratorio

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

Urb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / ☎ (066) 312049 - 📞 966938028 - 966631889 / RPM: *758028; *751889 / ✉ agrolab01@yahoo.es

Anexo 4. Fichas de evaluación

Evaluación de la variable precocidad

Evaluaciones		Variables de precocidad															
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
I	Emergencia (días)	6	6	7	7	5	6	5	7	6	7	6	7	7	8	7	6
	Inicio de floración (días)	50	52	53	54	43	48	45	45	50	52	48	52	60	56	59	60
	Madurez fisiológica (días)	65	65	67	67	60	63	62	64	70	73	72	75	85	88	92	91
	Madurez cosecha (días)	121	123	118	120	115	118	120	121	124	124	125	126	125	128	130	127
II	Emergencia (días)	6	8	5	7	6	7	5	6	6	7	8	7	7	8	7	7
	Inicio de floración (días)	48	52	53	54	45	48	45	45	52	52	48	53	62	60	62	61
	Madurez fisiológica (días)	63	64	65	68	62	65	60	62	71	73	72	75	83	88	92	91
	Madurez cosecha(días)	120	123	119	120	115	115	120	121	122	124	123	126	126	128	127	129
III	Emergencia (días)	6	5	7	8	5	6	5	5	6	7	6	9	7	8	7	8
	Inicio de floración (días)	52	54	53	54	45	48	46	45	52	52	48	52	63	59	61	60
	Madurez fisiológica (días)	66	65	68	65	60	66	62	63	70	73	72	73	85	87	90	91
	Madurez cosecha (días)	118	121	117	123	116	118	121	122	124	123	124	126	125	128	131	128

Evaluación de las variables de rendimiento

EVALUACIONES		VARIABLES DE RENDIMIENTO															
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
I	Altura de planta (cm)	109	112	120	100	105	105	110	95	110	119	120	105	118	125	138	110
	Vainas/planta	24	25	20	16	21	23	19	19	19	21	18	17	18	19	17	16
	Granos /vaina	8	8	7	5	6	7	6	6	7	6	6	5	6	6	6	6
	Long. Vainas (cm)	8,45	8,75	7,95	7,4	8,15	8,28	8,17	7,24	8,23	8,17	7,75	7,16	7,5	7,8	7,28	6,9
	Rdto vaina verde	7650	7880	7450	6315	6610	6630	6485	6395	6475	6480	6435	6220	6321	6421	6305	6212
	Rdto grano seco	1300	1475	1290	985	1241	1250	1150	975	1165	1220	1110	892	1127	1154	1110	889
II	Altura de planta (cm)	108	110	118	102	103	108	112	98	112	117	125	110	115	131	140	108
	Vainas/planta	23	26	20	17	20	24	20	17	18	20	18	16	19	19	17	16
	Granos /vaina	7	8	7	6	7	8	7	5	6	7	6	5	6	7	6	5
	Long. Vainas (cm)	9,5	9	7,8	7,8	8	9	9,5	8,5	10	10	8,5	7,95	9,5	9,5	9	8,5
	Rdto vaina verde	7580	7875	7540	6289	6520	6595	6457	6289	6438	6435	6468	6180	6364	6451	6325	6185
	Rdto grano seco	1250	1450	1285	987	1238	1270	1190	955	1170	1251	1125	896	1137	1165	1125	896
III	Altura de planta (cm)	107	113	115	105	104	109	108	100	108	120	124	112	120	136	135	112
	Vainas/planta	22	23	21	18	19	22	19	18	20	20	19	16	18	20	18	17
	Granos /vaina	7	8	6	6	7	7	6	5	6	7	6	6	6	6	5	5
	Long. Vainas (cm)	8,15	8,98	8,3	7,5	8,27	8,32	8,18	7,65	8,17	8,2	7,8	7,15	7,58	7,6	7,25	7,15
	Rdto vaina verde	7700	7855	7690	6295	6580	6590	6495	6165	6473	6475	6475	6070	6352	6397	6332	6015
	Rdto grano seco	1350	1458	1288	990	1243	1290	1210	988	1185	1245	1154	898	1145	1175	1138	895

Evaluación de la variable nodulación y raíces de la planta

Evaluaciones		Variables nodulación y raíces															
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
I	Long. Raíces (cm)	22	23	18	20	21	20	18	19	17	17	16	18	24	22	21	23
	Nódulos /planta	39	38	37	30	34	35	32	27	32	34	32	26	32	35	31	24
	Peso nódulos / planta (gr)	1,8	1,6	0,95	0,85	1,65	1,72	1,68	1,1	1,62	1,64	1,6	0,93	1,35	1,3	0,75	0,82
II	Long. Raíces (cm)	24	23	17	20	21	23	18	21	17	17	17	18	24	23	21	23
	Nódulos /planta	39	39	38	30	35	37	32	25	33	35	31	28	30	34	30	25
	Peso nódulos / planta (gr)	1,75	1,6	0,95	0,85	1,6	1,72	1,58	0,99	1,62	1,64	1,5	0,95	1,65	1,45	0,75	0,89
III	Long. Raíces (cm)	23	23	21	17	21	20	18	19	19	17	16	18	23	22	21	23
	Nódulos /planta	37	41	36	31	32	36	32	29	33	36	31	26	33	35	31	24
	Peso nódulos / planta (gr)	1,68	4,62	0,92	0,91	1,65	1,75	1,6	1,15	1,62	1,64	1,6	1,12	1,35	1,3	0,79	0,9

Anexo 5. Costos de producción

COSTO DE PRODUCCIÓN CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE					
VARIEDAD:		Usui, Remate, Común y Andina			
ABONO:		Guano de isla			
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO(s/.)	COSTO TOTAL (s/.)	
I. COSTOS DIRECTOS					
GASTOS DE CULTIVO					
1. Mano de obra :					
1.1 preparación de terreno					
				315	
Limpieza del terreno	jornal	3	35	105	
Surcado	jornal	4	35	140	
Riego	jornal	2	35	70	
1.2 Siembra					
				210	
Inoculación de la semilla	jornal	1	35	35	
Distribución de semilla	jornal	3	35	105	
Aplicación de abonos	jornal	2	35	70	
1.3 Labores culturales					
				490	
Deshierbo	jornal	3	35	105	
Aporque	jornal	5	35	175	
Tutorado	jornal	2	35	70	
Riegos	jornal	4	35	140	
1.4 Control fitosanitario					
				70	
Aplicación de pesticidas	jornal	2	35	70	
1.5 Cosecha					
				665	
Recolección	jornal	15	35	525	
Selección y encostalado	jornal	2	35	70	
Carguío	jornal	2	35	70	
SUB-TOTAL EN MANO DE OBRA				1750	
2. Maquinaria Agrícola :					
Aradura	H/M	3	60	180	
Rastra	H/M	3	60	180	
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA				360	
3. Insumos:					
Semilla	Kg.	90	10	900	
Inoculante (Rizomack)	Kg.	2	15	30	
Guano de Isla	saco	40	40	1600	
Insecticida	Lt.	2	70	140	
Fungicida	Lt.	2	75	150	
SUB- TOTAL DE INSUMOS				2820	
4. Materiales					
Rafia	rollo	15	10	150	
Carrizo	cientos	60	10	600	
Instalación de sistema de riego			800	800	
SUB - TOTAL MATERIALES				1550	
B. GASTOS GENERALES					
1. Imprevistos (2% gastos de cultivo)				87.5	
SUB- TOTAL DE GASTOS GENERALES				87.5	
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				6567.5	
II. TOTTAL DE COSTOS INDIRECTOS					
A. Costos financieros (1.3% C.D.)				0	
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				0	
III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION				6567.50	

COSTO DE PRODUCCIÓN CULTIVO DE ARVEJA - GRANO SECO				
VARIEDAD:	Usui, Remate, Común y Andina			
ABONO:	Guano de isla			
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO(s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
I. COSTOS DIRECTOS				
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de obra :				
1.1 preparación de terreno				315
Limpieza del terreno	jornal	3	35	105
Surcado	jornal	4	35	140
Riego	jornal	2	35	70
1.2 Siembra				210
Inoculación de la semilla	jornal	1	35	35
Distribución de semilla	jornal	3	35	105
Aplicación de abonos	jornal	2	35	70
1.3 Labores culturales				490
Deshierbo	jornal	3	35	105
Aporque	jornal	5	35	175
Tutorado	jornal	2	35	70
Riegos	jornal	4	35	140
1.4 Control fitosanitario				70
Aplicación de pesticidas	jornal	2	35	70
1.5 Cosecha				705
Trillado	jornal	12	40	480
Selección y encostalado	jornal	3	35	105
Carguío	jornal	3	40	120
SUB-TOTAL EN MANO DE OBRA				1790
2.Maquinaría Agrícola :				
Aradura	H/M	3	60	180
Rastra	H/M	3	60	180
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA				360
3.Insumos:				
Semilla	Kg.	90	10	900
Inoculante (Rizomack)	Kg.	2	15	30
Guano de Isla	saco	35	45	1575
Insecticida	Lt.	2	70	140
Fungicida	Lt.	2	75	150
SUB- TOTAL DE INSUMOS				2795
4.materiales				
Rafia	rollo	15	10	150
Carrizo	cientos	60	10	600
Instalación sistema de riego			800	800
SUB - TOTAL MATERIALES				1550
B.GASTOS GENERALES				
1.Imprevistos (2% gastos de cultivo)				89.5
SUB- TOTAL DE GASTOS GENERALES				89.5
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				6584.5
II. TOTTAL DE COSTOS INDIRECTOS				
A.Costos financieros (1.3% C.D.)				0
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				0
III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION				6584.5

COSTO DE PRODUCCIÓN CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD:		Usui, Remate, Común y Andina		
ABONO:		Estiércol de ovino		
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO(s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
I. COSTOS DIRECTOS				
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de obra :				
1.1 preparación de terreno 315				
Limpieza del terreno	jornal	3	35	105
Surcado	jornal	4	35	140
Riego	jornal	2	35	70
1.2 Siembra 210				
Inoculación de la semilla	jornal	1	35	35
Distribución de semilla	jornal	3	35	105
Aplicación de abonos	jornal	2	35	70
1.3 Labores culturales 490				
Deshierbo	jornal	3	35	105
Aporque	jornal	5	35	175
Tutorado	jornal	2	35	70
Riegos	jornal	4	35	140
1.4 Control fitosanitario 70				
Aplicación de pesticidas	jornal	2	35	70
1.5 Cosecha 665				
Recolección	jornal	15	35	525
Selección y encostalado	jornal	2	35	70
Carguío	jornal	2	35	70
SUB-TOTAL EN MANO DE OBRA				1750
2.Maquinaría Agrícola :				
Aradura	H/M	3	60	180
Rastra	H/M	3	60	180
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA				360
3.Insumos:				
Semilla	Kg.	90	10	900
Inoculante (Rizomack)	Kg.	2	15	30
Estiércol de ovino	saco	60	20	1200
Insecticida	Lt.	2	70	140
Fungicida	Lt.	2	75	150
SUB- TOTAL DE INSUMOS				2420
4.materiales:				
Rafia	rollo	15	10	150
Carrizo	cientos	60	10	600
Instalación de sistema de riego			800	800
SUB - TOTAL MATERIALES				1550
B.GASTOS GENERALES				
1.Imprevistos (2% gastos de cultivo)				87.5
SUB- TOTAL DE GASTOS GENERALES				87.5
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				6167.5
II. TOTTAL DE COSTOS INDIRECTOS				
A.Costos financieros (1.3% C.D.)				0
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				0
III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION				6167.50

COSTO DE PRODUCCIÓN CULTIVO DE ARVEJA - GRANO SECO				
VARIEDAD: Usui, Remate, Común y Andina				
ABONO: Estiércol de ovino				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO(s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
I. COSTOS DIRECTOS				
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de obra :				
1.1 preparación de terreno				315
Limpieza del terreno	jornal	3	35	105
Surcado	jornal	4	35	140
Riego	jornal	2	35	70
1.2 Siembra				210
Inoculación de la semilla	jornal	1	35	35
Distribución de semilla	jornal	3	35	105
Aplicación de abonos	jornal	2	35	70
1.3 Labores culturales				490
Deshierbo	jornal	3	35	105
Aporque	jornal	5	35	175
Tutorado	jornal	2	35	70
Riegos	jornal	4	35	140
1.4 Control fitosanitario				70
Aplicación de pesticidas	jornal	2	35	70
1.5 Cosecha				705
Trillado	jornal	12	40	480
Selección y encostado	jornal	3	35	105
Carguío	jornal	3	40	120
SUB-TOTAL EN MANO DE OBRA				1790
2. Maquinaria Agrícola :				
Aradura	H/M	3	60	180
Rastra	H/M	3	60	180
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA				360
3. Insumos:				
Semilla	Kg.	90	10	900
Inoculante (Rizomack)	Kg.	2	15	30
Estiércol de ovino	saco	60	20	1200
Insecticida	Lt.	2	70	140
Fungicida	Lt.	2	75	150
SUB- TOTAL DE INSUMOS				2420
4. materiales				
Rafia	rollo	15	10	150
Carrizo	cientos	60	10	600
Instalación de sistema de riego			800	800
SUB - TOTAL MATERIALES				1550
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (2% gastos de cultivo)				89.5
SUB- TOTAL DE GASTOS GENERALES				89.5
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				6209.5
II. TOTTAL DE COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos financieros (1.3% C.D.)				0
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				0
III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION				6209.5

COSTO DE PRODUCCIÓN CULTIVO DE ARVEJA - VAINA VERDE				
VARIEDAD:	Usui, Remate, Común y Andina			
ABONO:	Estiércol de vacuno			
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO(s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
I. COSTOS DIRECTOS				
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de obra :				
1.1 preparación de terreno 315.00				
Limpieza del terreno	jornal	3	35	105
Surcado	jornal	4	35	140
Riego	jornal	2	35	70
1.2 Siembra 210.00				
Inoculación de la semilla	jornal	1	35	35
Distribución de semilla	jornal	3	35	105
Aplicación de abonos	jornal	2	35	70
1.3 Labores culturales 490.00				
Deshierbo	jornal	3	35	105
Aporque	jornal	5	35	175
Tutorado	jornal	2	35	70
Riegos	jornal	4	35	140
1.4 Control fitosanitario 70.00				
Aplicación de pesticidas	jornal	2	35	70
1.5 Cosecha 665.00				
Recolección	jornal	15	35	525
Selección y encostalado	jornal	2	35	70
Carguío	jornal	2	35	70
SUB-TOTAL EN MANO DE OBRA				1750.00
2. Maquinaria Agrícola :				
Aradura	H/M	3	60	180
Rastra	H/M	3	60	180
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA				360.00
3. Insumos:				
Semilla	Kg.	90	10	900
Inoculante (Rizomack)	Kg.	2	15	30
Estiércol de vacuno	saco	65	20	1300
Insecticida	Lt.	2	70	140
Fungicida	Lt.	2	75	150
SUB- TOTAL DE INSUMOS				2520.00
4. materiales:				
Rafia	rollo	15	10	150
Carrizo	cientos	60	10	600
Instalación de sistema de riego			800	800
SUB - TOTAL MATERIALES				1550.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (2% gastos de cultivo)				87.5
SUB- TOTAL DE GASTOS GENERALES				87.50
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				6267.50
II. TOTTAL DE COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos financieros (1.3% C.D.)				0
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				0
III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION				6267.50

COSTO DE PRODUCCIÓN CULTIVO DE ARVEJA - GRANO SECO				
VARIEDAD: Usui, Remate, Común y Andina				
ABONO: Estiércol de vacuno				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO(s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
I. COSTOS DIRECTOS				
GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de obra :				
1.1 preparación de terreno				315.00
Limpieza del terreno	jornal	3	35	105
Surcado	jornal	4	35	140
Riego	jornal	2	35	70
1.2 Siembra				210.00
Inoculación de la semilla	jornal	1	35	35
Distribución de semilla	jornal	3	35	105
Aplicación de abonos	jornal	2	35	70
1.3 Labores culturales				490.00
Deshierbo	jornal	3	35	105
Aporque	jornal	5	35	175
Tutorado	jornal	2	35	70
Riegos	jornal	4	35	140
1.4 Control fitosanitario				70.00
Aplicación de pesticidas	jornal	2	35	70
1.5 Cosecha				720.00
Trillado	jornal	12	40	480
Selección y encostalado	jornal	3	40	120
Carguío	jornal	3	40	120
SUB-TOTAL EN MANO DE OBRA				1805.00
2. Maquinaria Agrícola :				
Aradura	H/M	3	60	180
Rastra	H/M	3	60	180
SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA				360.00
3. Insumos:				
Semilla	Kg.	90	10	900
Inoculante (Rizomack)	Kg.	2	15	30
Estiércol de vacuno	saco	65	20	1300
Insecticida	Lt.	2	70	140
Fungicida	Lt.	2	75	150
SUB- TOTAL DE INSUMOS				2520.00
4. materiales				
Rafia	rollo	15	10	150
Carrizo	cientos	60	10	600
Instalación de sistema de riego			800	800
SUB - TOTAL MATERIALES				1550.00
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (2% gastos de cultivo)				90.25
SUB- TOTAL DE GASTOS GENERALES				90.25
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				6325.25
II. TOTTAL DE COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos financieros (1.3% C.D.)				0
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				0
III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION				6325.25