

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“ABONAMIENTO ORGÁNICO Y FERTILIZACIÓN NPK EN ARVEJA
VERDE (*Pisum sativum* L.) cv. RONDO, BAJO RIEGO POR GOTEO EN
TUPICOCHA, HUAROCHIRÍ”

Presentado por:

GUILLER HENRY ANCHIVILCA ROJAS

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“ABONAMIENTO ORGÁNICO Y FERTILIZACIÓN NPK EN
ARVEJA VERDE (*Pisum sativum* L.) cv. RONDO, BAJO RIEGO POR
GOTEO EN TUPICOCHA, HUAROCHIRÍ”**

**Presentada por:
GUILLER HENRY ANCHIVILCA ROJAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

**Dr. Sady Javier García Bendezú
PRESIDENTE**

**Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín
ASESORA**

**Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO**

**Ing. Ulises Osorio Angeles
MIEMBRO**

**Lima - Perú
2018**

DEDICATORIA

A mi madre Clorinda Rojas Melo (Q.P.D), por su comprensión, paciencia y apoyo encamino mi vida estudiantil y personal.

De manera especial a mi Tío Joel Rojas Melo, quien con su paciencia y empeño ayudo a culminar una meta más de mi vida.

A mi hermana Lourdes, por ser amigos de juegos y travesuras, además, por compartir momentos difíciles en nuestras vidas.

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por brindarme un corazón lleno de bondades y debilidades, por la compañía e inspiración de todos los días.

A la Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín patrocinadora de esta tesis, por colaborar incondicionalmente durante todo el proceso, con sus conocimientos y recomendaciones.

A los miembros del jurado: Dr. Sady García Bendezú, Ing. Saray Siura Céspedes, Ing. Ulises Osorio Angeles. A quienes les quedo eternamente agradecidos no solo en calidad de miembros del jurado; si no como docentes y guías en la formación de mi carrera profesional.

INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN | |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 Características del cultivo..... | 3 |
| 2.1.1 Origen..... | 3 |
| 2.1.2 Taxonomía..... | 3 |
| 2.1.3 Morfología..... | 4 |
| 2.2 Requerimientos edafoclimáticos..... | 6 |
| 2.2.1 Altitud..... | 6 |
| 2.2.2 Temperatura..... | 6 |
| 2.2.3 Humedad..... | 6 |
| 2.2.4 Luz..... | 7 |
| 2.2.5 Suelo..... | 7 |
| 2.3 Necesidades de agua para la planta..... | 8 |
| 2.4 Los abonos orgánicos..... | 8 |
| 2.4.1 Características de los abonos orgánicos..... | 9 |
| 2.4.2 Fuentes orgánicas..... | 10 |
| 2.4.3 Materia orgánica en el suelo..... | 13 |
| 2.5 Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de cultivos..... | 15 |
| 2.6 Fertilizantes químicos..... | 16 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | |
| 3.1 Ubicación del campo experimental..... | 18 |
| 3.1.1 Características del suelo..... | 18 |
| 3.1.2 Análisis de las fuentes orgánicas del experimento..... | 20 |
| 3.1.3 Condiciones climáticas durante la fase de campo..... | 20 |
| 3.2 Material vegetal..... | 21 |
| 3.3 Materiales de campo y gabinete..... | 22 |
| 3.4 Métodos y procedimientos..... | 23 |
| 3.4.1 Características del campo experimental..... | 23 |

| | | |
|-------------------------------------|--|----|
| 3.4.2 | Tratamientos | 24 |
| 3.5 | Conducción del experimento | 24 |
| 3.6 | Variables evaluadas | 27 |
| 3.6.1 | Componentes morfoagronómicos | 27 |
| 3.6.2 | Componentes de rendimiento | 28 |
| 3.7 | Análisis estadístico..... | 29 |
| 3.7.1 | Diseño experimental | 29 |
| 3.8 | Análisis económico..... | 31 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES | | |
| 4.1 | Componentes morfoagronómicos | 32 |
| 4.1.1 | Altura de planta..... | 32 |
| 4.1.2 | Inicio de la floración | 34 |
| 4.1.3 | Longitud de vainas..... | 35 |
| 4.1.4 | Ancho de vaina | 36 |
| 4.1.5 | Peso seco de planta | 38 |
| 4.2 | Componentes de rendimiento | 39 |
| 4.2.1 | Rendimiento de vaina verde (t/ha)..... | 40 |
| 4.2.3 | Número de vainas por planta | 41 |
| 4.2.4 | Peso de vaina..... | 43 |
| 4.2.5 | Número de granos por vaina | 44 |
| 4.2.6 | Peso de 100 granos verdes | 45 |
| 4.3 | Análisis económico..... | 47 |
| V. CONCLUSIONES..... | | |
| | | 48 |
| VI. RECOMENDACIONES | | |
| | | 49 |
| VII. BIBLIOGRAFIA | | |
| | | 50 |
| VIII. ANEXOS | | |
| | | 54 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Contenido promedio de nitrógeno, fósforo y potasio (%) en la excreta de diferentes especies base seca (bs). | 12 |
| Tabla 2. Parámetros físicos de estiércol de la UNALM | 12 |
| Tabla 3. Propiedades físicas y químicas del suelo antes del experimento..... | 19 |
| Tabla 4. Propiedades químicas y contenido de nutrientes de las fuentes orgánicas ensayadas | 20 |
| Tabla 5. Condiciones climáticas durante el periodo agosto (2014) – febrero (2015). 21 | |
| Tabla 6. Características agronómicas del cultivar Rondo..... | 22 |
| Tabla 7. Relación de materias orgánicas, fertilización química y el testigo en las dosis probadas | 24 |
| Tabla 8. Distribución de riego durante el experimento..... | 26 |
| Tabla 9. Diseño estadístico del campo experimental..... | 30 |
| Tabla 10. Promedios y análisis de variancia de los componentes morfoagronómicos en arveja cultivar Rondo..... | 32 |
| Tabla 11. Promedios de altura de planta..... | 33 |
| Tabla 12. Promedios de inicio de la floración (DDS)..... | 34 |
| Tabla 13. Promedios de la longitud de vaina (cm) y la prueba de Tukey..... | 35 |
| Tabla 14. Promedios de ancho de vaina y la prueba de Tukey | 37 |
| Tabla 15. Promedios de materia seca aérea y prueba de Tukey | 38 |
| Tabla 16. Promedios y análisis de variancia del rendimiento de vaina verde y sus componentes en arveja cultivar Rondo. | 39 |
| Tabla 17. Promedios de rendimiento (t/ha) y prueba de Tukey..... | 40 |
| Tabla 18. Promedios de número de vainas por planta y prueba de Tukey | 42 |
| Tabla 19. Promedios de peso de vaina y prueba de Tukey | 43 |
| Tabla 20. Promedios de granos por vaina y prueba de Tukey | 44 |
| Tabla 21. Promedios de 100 granos verdes y prueba de Tukey..... | 46 |
| Tabla 22. Análisis económico para cada tratamiento en el cultivar Rondo (Campaña 2014 - 2015)..... | 47 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en la variable altura de planta.. | 33 |
| Figura 2. Efecto de cuatro fuentes orgánicas NPK en inicio de la floración (DDS) .. | 35 |
| Figura 3. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en la longitud de vaina..... | 36 |
| Figura 4. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en el ancho de vaina | 37 |
| Figura 5. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en la materia seca aérea. | 39 |
| Figura 6. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en el rendimiento. | 41 |
| Figura 7. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en el número de vainas/planta. | 42 |
| Figura 8. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en el peso de vaina..... | 43 |
| Figura 9. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en granos por vaina..... | 45 |
| Figura 10. Promedios de peso de 100 granos verdes. | 46 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| ANEXO N° 01 Cronograma de actividades realizadas durante el experimento. | 54 |
| ANEXO N° 02 Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de NPK en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015)..... | 55 |
| ANEXO N° 03 Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de estiércol de ovino en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015). | 57 |
| ANEXO N° 04 Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de estiércol de vacuno en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015)..... | 59 |
| ANEXO N° 05 Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de estiércol de cuy en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015)..... | 61 |
| ANEXO N° 06 Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de Guano de isla en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015)..... | 63 |
| ANEXO N° 07 Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, sin fertilización en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015)..... | 65 |
| ANEXO N° 08 Estructura de la inversión y depreciación del módulo de riego..... | 67 |
| ANEXO N° 09 Cuadro de calidad de arveja Rondo en vaina verde (t/ha)..... | 68 |
| ANEXO N° 10 Croquis del campo experimental..... | 69 |
| ANEXO N° 11 Análisis de variancia para las variables en estudio | 69 |
| ANEXO N° 12 Fotos del experimento realizado..... | 72 |

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la localidad de Cullpe, Distrito San Andrés de Tupicocha, Provincia de Huarochirí, Región Lima en condiciones de un suelo franco arenoso. Se evaluó el efecto de la aplicación de cuatro fuentes de materia orgánica: estiércol de vacuno, estiércol de ovino, estiércol de cuy y guano de isla, también se incluyó en el experimento un tratamiento con fertilización química con una dosis de 80-100-100 de NPK, y adicionalmente un testigo absoluto. Las variables evaluadas fueron componentes morfoagronómicos, altura de planta, inicio de floración, longitud de vainas, ancho de vainas, materia seca y componentes de rendimiento, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de vaina, rendimiento de vaina verde y peso de cien granos verdes. Los resultados encontrados fueron analizados a través del Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones, los promedios fueron sometidas al análisis de variancia y comparadas mediante la prueba de comparación de medias HSD Tukey.

Los resultados del estudio muestran que para la variable altura de planta no hubo diferencias estadísticas significativas entre las diferentes fuentes de materia orgánica y la fertilización química. El tratamiento testigo absoluto tuvo un inicio de floración precoz, siendo estadísticamente significativo a los demás tratamientos. El tratamiento T2 (estiércol de ovino) y T5 (80-100-100 NPK) presentaron mayores longitud y ancho de vaina. Para la variable materia seca aérea no se encontró diferencias estadísticas significativas.

Los tratamientos T5 (80-100-100 NPK) y T2 (estiércol de ovino) presentaron los mejores rendimientos, con 15.80 y 14.72 t/ha, respectivamente, siendo estos estadísticamente diferentes a los otros tratamientos. Asimismo el tratamiento T5 (80-100-100 NPK) presentó mejores resultados para las variables número de granos por vaina, vainas por planta, peso de vaina y peso de 100 granos.

Finalmente con respecto al índice de rentabilidad el T5 (80-100-100 NPK) presentó el índice más alto y el testigo el más bajo; con 125.94 y 76.88 por ciento, respectivamente

Palabras claves: Cultivar Rondo, materia orgánica, materia seca, rendimiento en vaina verde.

I. INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una leguminosa de gran importancia nutricional, tiene un alto contenido de proteínas (18 – 30 por ciento) en los granos así como vitaminas y minerales (Camarena y Huaranga, 1990); además contiene carbohidratos y son de fácil uso en la alimentación, por eso se consume como grano verde en guiso y ensaladas, asimismo en productos procesados como harina, enlatados y congelados; en grano seco como menestras básicamente (Huaranga, 2014).

En el año 2014, el área cosechada fue 80,340 ha, de este total 49,397 ha, corresponde al área cosechada de grano seco y 34,943 ha para grano verde con un rendimiento promedio de 1,140 kg/ha y 3,820 kg/ha, respectivamente. El departamento de Arequipa destaca por su mayor rendimiento en grano verde con 8,450 kg/ha (OEEE-MINAGRI, 2014).

Entre los factores limitantes de la producción de arveja en vaina verde se tiene la escasez de semillas certificadas de variedades adecuadas para la zona andina, la susceptibilidad a las enfermedades, el recurso hídrico, y la fertilización inadecuada. Este último factor juega un rol importante ya que influye directamente en el rendimiento final del cultivo.

Durante siglos la agricultura extensiva utilizaba únicamente los residuos de plantas y animales para compensar las pérdidas debidas a la exportación de cosechas, lavado de las materias nutritivas, volatilización, etc. (Domínguez, 1987). Los fertilizantes químicos aparecieron con la revolución verde extraídas de fuentes naturales (potasio) y fabricados sintéticamente (nitrógeno), los cuales quintuplicaron el nivel nutritivo mineral del suelo (Baeyens, 1970); sin embargo, rápidamente se comprobó la necesidad de la utilización de los abonos orgánicos (estiércoles, compost, cenizas, guanos, etc), ya que tienen un efecto directo sobre la planta y efecto indirecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Martínez, 2011).

Por tanto, hay necesidad de elevar los rendimientos de la arveja que permiten incrementar el ingreso de los agricultores y competir en el mercado aplicando tecnologías que contribuyan a mejorar la producción ya que la arveja se adapta a diferentes tipos de suelos,

pero prefiere suelos sueltos, profundos y bien drenados provistos de caliza y abundante materia orgánica. En diferentes experimentos, se ha demostrado que el rendimiento de la arveja en vaina verde puede incrementarse sustancialmente mediante el uso de fertilizantes y la incorporación de materia orgánica.

Por lo expuesto, siendo el cultivo de arveja generalmente para vaina verde, y en los últimos años viene ampliándose el área cosechada, se propone el uso de estiércoles (ovino, vacuno, cuy) y guano de islas, pueden incrementar el rendimiento y la calidad de la arveja en forma similar a la fertilización química, sin afectar las características deseables del suelo en condiciones de San Andrés de Tupicocha (situado a 3500 m.s.n.m), provincia de Huarochirí, Región Lima, con los objetivos siguientes:

- ❖ Evaluar la factibilidad económica con el uso de estiércoles en el cultivo de arveja en vaina verde, en condiciones de sierra.

- ❖ Evaluar el efecto de cuatro fuentes orgánicas y una fertilización química sobre el rendimiento y sus componentes de arveja Rondo en vaina verde irrigado bajo sistema de riego por goteo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características del cultivo

2.1.1 Origen

Meneses *et al.* (1996) señalan que el posible centro de origen de la arveja sea Asia Central, Parson *et al.* (1999), también indican que la arveja se originó entre las fronteras de Rusia y el Mediterráneo.

La antigüedad de esta leguminosa es de aproximadamente 8000 años; esto lo demuestran los restos de arveja encontrados en excavaciones realizadas en Turquía, que datan 5000 años A.C (Aykrob y Dugthty, 1977).

2.1.2 Taxonomía

Vilcapoma (1991) señala que la arveja (*Pisum sativum* L.) presenta la siguiente clasificación taxonómica:

División : Magnoliophyta.

Clase : Magnoliopsida

Sub – clase: Rosidae.

Orden : Fabales

Familia : Fabaceae

Sub familia: Faboideae.

Tribu : Vicia

Género: *Pisum*.

Especie: *Pisum sativum* L.

Los nombres comunes de la arveja varían de acuerdo a la localidad: arveja, alverja, alverjita, chícharo, guisante (español). Se conoce en otros idiomas como pea (ingles), pois (francés), makerbsen (alemán), pisello (italiano), ervilha (portugués);(Ugás *et al.*, 2000).

2.1.3 Morfología

a) La raíz

La planta tiene germinación hipógea, sistema radicular en conjunto poco desarrollado, aunque posee una raíz pivotante que puede llegar a ser bastante profunda (Maroto, 1990). Presenta raíces laterales débiles formando un círculo de 50 a 75 cm de diámetro alrededor de la planta (Kay, 1979).

b) El tallo

La arveja presenta un tallo débil, por lo que las variedades altas necesitan un tutorado para guiar. El tallo principal es hueco y muy delgado en la base, va engrosándose progresivamente hacia la parte alta; dependiendo de la precocidad del cultivar, puede emitir desde 6 hasta más de 20 nudos vegetativos por planta. Los cultivares precoces presentan 6 a 8 nudos vegetativos, los semiprecoces de 9 a 11, los semitardíos de 12 a 14, y los tardíos 15 o más (Camarena y Huaranga, 2003).

Los tallos tienen una tendencia a ramificar basalmente a partir de los primeros dos nudos, que son aquellos en que se desarrollan las brácteas trifidas. La cantidad de ramas que la planta llegue a emitir dependerá básicamente del aspecto genético, de la fertilidad del suelo, del abastecimiento hídrico y de la densidad de población. Al utilizar distancias entre hileras de 50 a 70 cm, los cultivares tardíos producen entre 1.0 y 2.0 ramas basales, los cultivares semitardíos logran producir entre 1.0 y 1.5 ramas basales como promedio. Al emplear menos distancias entre hileras (20 a 50 cm), se reduce significativamente la cantidad de plantas que logran ramificar. En los cultivares precoces, por otra parte, la producción de ramas es menor (Camarena *et al.*, 2014).

Existen tres grupos varietales de arvejas: variedades enanas, cuyo tallo alcanzan entre 35 y 90 cm de longitud; variedades de medio enrame, cuyos tallos miden entre 90 y 150 cm y variedades de enrame, de tallos con una longitud comprendida entre 150 y 300 cm. (Maroto, 1990).

d) La hoja

Las hojas son simples puede confundirse con las hojas cotiledóneas del frijol, sin embargo, por tener la arveja germinación hipógea sus cotiledones permanecen bajo tierra, en cada uno de los primeros dos nudos, y en forma alterna, se desarrolla una hoja rudimentaria de tipo escamoso, denominada bráctea trifida. A partir del tercer nudo, que corresponde al primer nudo real de la parte aérea, se desarrollan sucesivamente las hojas verdaderas; estas son compuestas, alternas, y presentan dos a seis folíolos ovalados a oblongos con margen entero. Cada hoja se compone de un peciolo, de raquis, de uno, dos o tres pares de folíolos, y de uno a cinco zarcillos que le sirven para guiar (Camarena y Huaranga, 2003).

c) La flor

Las flores aparecen solitarias, en pares o en racimos axilares. Normalmente la especie arvense tiene flores de color púrpura, la especie *P. sativum* tiene flores de color blanca (Camarena *et al.*, 2014).

d) El Fruto

El fruto es una vaina lineal, bivalva, con una ligera curvatura, más o menos gruesa, de forma cilíndrica o aplanada puede contener de dos a diez semillas. La vaina puede ser rugosa o lisa y los colores varían de verde oscuro, verde claro, verde blanquizco, verde azulado o grisáceo. Su longitud puede variar entre 4 y 12 cm y su ancho entre 1 y 2 cm (Camarena *et al.*, 2014).

e) La semilla

La semilla es de forma esférica o angulosa, de diámetro variable, lo que determina distintos tamaños de semilla según los cultivares: grano chico (menos de 8mm), grano mediano (8 a 10 mm), grano grande (más de 10 mm). El peso de 1000 semillas varía entre 150 y 300 gramos. Las semillas lisas tienen cotiledones con mayor contenido de glucosa y dextrina, sus tegumentos no quedan totalmente adheridos a los cotiledones, los granos rugosos son más dulces y son usados para grano verde (Maroto, 1990).

2.2 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.1 Altitud

La planta de la arveja se adapta mejor a las condiciones de la sierra y sobre todo a los valles interandinos, necesita para su mejor desarrollo condiciones ambientales, como climas fríos, pero los climas frescos son los mejores, son pocos resistentes a la sequía y muy sensible al calor. Se siembra hasta los 3,300 m.s.n.m. (Camarena y Huaranga, 2008)

2.2.2 Temperatura

Ugas *et al.* (2000), indicaron que la arveja es un cultivo de clima templado, con temperaturas óptimas entre los 13 a 18 °C, siendo sensible a las heladas durante el desarrollo de las vainas y a temperaturas altas durante la floración.

Camarena *et al.* (2014), mencionó que en general esta especie se cultiva a temperaturas bajas como las de la sierra, en la costa se cultiva en invierno y en los valles interandinos en primavera. Es una planta que resiste bien al frío y puede germinar a temperaturas de 10°C; sin embargo, heladas frecuentes y/o prolongadas causan daños apreciables en las plantas jóvenes, flores y frutos tiernos dando lugar a la producción de granos pequeños. También afecta al cultivo en la etapa reproductiva, disminuyendo el rendimiento. (Igualmente las granizadas afectan al cultivo).

Según Maroto (1990), la arveja es una planta que se adapta a climas templados y húmedos, requiriendo una temperatura óptima de 14 a 16 °C; Gran parte de las variedades son sensibles a las heladas. Mientras Parsons *et al.* (1999), señala que la arveja germina en 4 o 6 días, creciendo bien en un clima templado húmedo donde la temperatura fluctúe entre 12 a 18°C; indicando que las regiones tropicales situadas debajo de los 1300 m.s.n.m y los climas cálidos y secos, interfiere en su producción.

2.2.3 Humedad

La arveja necesita una precipitación pluvial uniforme con valores entre los 800 y 1000 mm por campaña. En suelos profundos y con buena retención de humedad, cuya precipitación anual llegue a los 400 mm, el cultivo se adapta bien. En suelos con baja precipitación pluvial el cultivo se puede manejar bajo riego. Si este factor es limitante en los estados posteriores al establecimiento y antes de la etapa reproductiva la arquitectura de la planta

puede ser modificada, lo cual afectara la formación de vainas y producción de grano (Camarena y Huaranga, 2008).

2.2.4 Luz

Para una buena floración se recomienda tener más de nueve horas de luz y de intensidad suficiente. Las variedades de enrame requieren más horas luz que las variedades de medio enrame (Camarena *et al.*, 2014).

2.2.5 Suelo

El cultivo de arveja se desarrolla en suelos sueltos de textura franco arenosa, bien drenados, ricos en materia orgánica y que no contengan un excesivo contenido de caliza (Camarena y Huaranga, 1990). El pH óptimo varía entre 5.5 y 6.7; es moderadamente tolerante a la acidez y muy sensible a la salinidad. El exceso de sales en el suelo provoca un desequilibrio iónico produciendo acumulación de sodio (Maroto, 1990; Ugás *et al.*, 2000).

La arveja prefiere suelos de textura ligera a mediana con buen drenaje, que no posean excesivo contenido de caliza, ni tampoco un pH excesivamente ácido, pudiendo cifrar su pH óptimo de desarrollo entre 6 y 6.5 (Maroto, 1990). Mientras que Kay (1979) mencionó que las arvejas se adaptan a una gama de suelos, pero siempre y cuando estas posean un buen sistema de drenaje.

Según Ugás *et al.* (2000), señalaron que la arveja es un cultivo de suelo franco, con buen drenaje y permeabilidad, moderadamente tolerante a la acidez y muy sensible a la salinidad con un pH óptimo de 5.5 a 6.7. Cubero (1983) mencionó que la arveja es un cultivo muy sensible a la salinidad; el exceso de ésta, presente en el suelo provoca un desequilibrio iónico en la que llega a destacar una concentración alta de sodio.

2.3 Necesidades de agua para la planta

La planta de arveja requiere de un abastecimiento parejo y permanente de agua para su crecimiento, floración y fructificación. Una deficiencia de agua especialmente en el periodo de floración y fructificación afecta seriamente su capacidad productiva siendo necesaria su disponibilidad del mismo en forma continua pero no excesiva. El riego debe ser cuidadoso evitando que el agua llegue directamente a la base de la planta o que se produzcan anegamientos, los que causan pérdidas de plantas y reducen la capacidad productiva de todas aquellas que quedan expuestas a excesos de humedad.

La superficie cosechada de arveja se concentra en la sierra y su cultivo es principalmente bajo secano con precipitaciones de 630 a 750 mm (Camarena y Huaranga, 2008) de precipitación; asimismo, es importante indicar que en muchas regiones de las zonas alto andinas existen fuentes del recurso hídrico que se almacenan en reservorios y/o represas, el cual puede ser aprovechado eficientemente a través del sistema de riego tecnificado.

En zonas con escasas precipitaciones, el agua debe ser provista mediante riego. La arveja requiere de una provisión adecuada de agua durante la floración y el desarrollo de las vainas. Los riegos deben ser ligeros y frecuentes para el éxito del cultivo. En caso de una excesiva disponibilidad de agua durante la germinación pueden ocurrir pudriciones radiculares. El estrés hídrico acelera la maduración del cultivo sin un llenado adecuado de grano, obteniéndose bajos rendimientos (Camarena y Huaranga, 1990; Ugás *et al*, 2000; Leñaso, 1978).

2.4 Los abonos orgánicos

Las interrogantes medioambientales y a lo que respecta la sustentabilidad de los actuales sistemas agrícolas de producción han estimulado el uso integrado de fuentes orgánicas y minerales. Los abonos orgánicos incluyen materiales originados de plantas o de animales, en diferentes estados de descomposición y son agregados al suelo para suplir nutrientes a las plantas y mejorar las propiedades físicas del suelo (Romero *et al*; 2000)

Generalmente, cuanto mayor es la cantidad de materia orgánica adicionada a un suelo descompuesta en él, tanto más elevado será su nivel de productividad, a que va a poseer una elevada capacidad de adsorción de los elementos nutritivos y mantenerlos en forma intercambiable para su utilización por las plantas (Cuy, 1958).

Un suelo con adecuado contenido de materia orgánica provee suficiente dióxido de carbono para la síntesis de la formación microbiana, transformándolo en un suelo vivo con actividad microbiana. Los ácidos orgánicos (húmicos, fúlvicos y huminas) resultantes de la descomposición orgánica incrementan la capacidad del suelo para la disolución y liberación de minerales. Por último la materia orgánica del suelo es fuente de nutrientes de sustancias promotoras de crecimiento (Zavaleta, 1992)

2.4.1 Características de los abonos orgánicos

Azabache (2003) mencionó tres características claves para considerarse en un programa de manejo de fertilización, las cuales son: volumen, disponibilidad de nutrientes y uniformidad, el cual se describen a continuación.

Volumen

Muchos materiales orgánicos son generalmente fuentes de nutrientes menos concentrados que los fertilizantes convencionales. Las cantidades aplicadas varían de 2 a 20 t/ha o más. Por lo que se debe tener en cuenta como transportar, almacenar y aplicar cantidades de este material.

Disponibilidad de nutrientes

Los fertilizantes orgánicos frecuentemente incluyen una proporción relativamente pequeña de nutrientes solubles y otra fracción de nutrientes que no es disponible para la planta y está disponible solo gradualmente con el tiempo. Estos materiales necesitan ser aplicados con anticipación a los requerimientos nutricionales de la planta, frecuentemente dos o tres semanas que los nutrientes sean necesarios. La disponibilidad de nutrientes dependerá de la actividad microbiana, humedad y temperatura.

Uniformidad

Los fertilizantes orgánicos según su forma de presentación varían considerablemente con respecto al tamaño de partícula, contenido de humedad y de nutrientes. Algunas de estas características son inherentes a los materiales orgánicos debido a la naturaleza del proceso de producción y al hecho que estos materiales continúan transformándose durante su transporte y almacenaje (Azabache, 2003)

2.4.2 Fuentes orgánicas

Los abonos orgánicos aplicados al suelo promueven la actividad biológica, la capacidad de intercambio de nutrientes, el balance hídrico, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo y como consecuencia los suelos están menos propensos a la erosión, tienen una mejor capacidad de retención de nutrientes y un mejor desarrollo radicular de los cultivos, lo cual contribuirá a mejorar la eficiencia de los fertilizantes minerales incrementando la producción, haciendo de esta manera su uso económico (Guerrero, 1993)

Estiércol

Los estiércoles o enmiendas orgánicas mejoran las condiciones físicas de los suelos especialmente en las regiones áridas de la costa peruana. Asimismo, la escases del agua limita el balance apropiado con el aire del suelo, donde el estiércol contribuye notablemente a este balance (Davelouis, 1993).

El estiércol se utiliza en dosis importantes, ya que un estercolado medio supone la aplicación de 30 t/ha, pero se utilizan a menudo dosis mayores de 40 a 50 t/ha. Asimismo, no debe desperdiciarse su papel como suministrador de nutrientes. Por ejemplo, 30 t de estiércoles aportan 120, 75, y 165 kg/ha de N_2 , P_2O_5 y K_2O respectivamente; además estos nutrientes se encuentran en forma de complejos orgánicos, los cuales tienen que ser mineralizados para pasar a su forma asimilable, por ello no todos serán aprovechados por el primer cultivo instalado después de su aplicación.

Tisdale y Nelson (1984), sostienen que el estiércol es todavía un factor importante en los programas de abonamiento, sin embargo, el rápido incremento del abono comercial por ha, a relegado al estiércol a un plano secundario. Una aplicación de 10 t/ha de estiércol aporta

en promedio de 2 a 5 t de materia orgánica que ayudara a mantener al suelo en un mayor rendimiento y a incrementar el almacenamiento de agua, y con ello a mejorar las propiedades del suelo.

El valor del estiércol en el mantenimiento de la materia orgánica del suelo ha sido ampliamente utilizado desde el pasado y es una práctica que se usa frecuentemente en la sierra del Perú. Las aplicaciones de más de 10 t/ha muestran efectos positivos, tanto en las características físicas y químicas del suelo, como en la alta producción de frutos (Zavaleta, 1992).

El nitrógeno de la parte líquida del estiércol, presenta una posibilidad de ser fácilmente asimilado por las plantas, casi en forma simultánea a las que provienen de los fertilizantes minerales; el nitrógeno de la fracción sólida es de muy baja liberación pues tiene que sufrir un proceso de mineralización efectuada por microorganismos, los mismos que están en función de los factores ambientales (Millar, 1962). El fósforo del estiércol se libera principalmente en la descomposición de las deyecciones sólidas de los animales, la orina contiene muy poco fósforo; en el proceso de mineralización de las sustancias orgánicas el fósforo se separa en forma de sales de ácido protectora de las sustancias de estiércol, se fijan en el suelo mucho menos que el fósforo del estiércol por las plantas, en el primer año de acción del abono, es más alta que la asimilación del fósforo de los abonos minerales (Yagodín, 1986). Asimismo se encontró una relación directa entre la cantidad de estiércol incorporado al suelo y la conductividad eléctrica (CE) debido que una tonelada de estiércol contiene alrededor de 50 kg de sales (Castellanos, 1996).

Rgau (1982), concluyó que el estiércol es y será siempre un abono fundamental, que incorporando al terreno provee condiciones físicas excelentes, hace más económico y más seguro que el abono mineral, el único que, junto con las labores culturales agronómicas bien llevadas y una variedad de alto rendimientos pueden incrementar significativamente la producción.

En la agricultura convencional se utilizan generalmente estiércoles de ovino, vacuno, gallina, cuy, etc. El contenido promedio de nitrógeno, fósforo y potasio (%) en la excreta de

diferentes especies (base seca) se presenta en la tabla 1, y los parámetros físicos de los estiércoles de la UNALM se presentan en la tabla 2.

Tabla 1. Contenido promedio de nitrógeno, fósforo y potasio (%) en la excreta de diferentes especies base seca (bs).

| Estiércol | N (%) | P ₂ O ₅ (%) | K ₂ O (%) |
|------------------|-------|-----------------------------------|----------------------|
| Ponedoras | 4.90 | 2.08 | 2.08 |
| Pollos de carne | 4.00 | 1.69 | 1.90 |
| Pavos | 5.96 | 1.65 | 1.94 |
| Porcinos | 7.62 | 1.76 | 2.62 |
| Ovinos | 4.44 | 1.03 | 3.05 |
| Vacunos de leche | 3.96 | 0.67 | 3.16 |
| Vacunos de carne | 3.25 | 0.96 | 2.08 |

Fuente: Vílchez, citado por Ventura (2007).

Tabla 2. Parámetros físicos de estiércol de la UNALM

| Estiércol (fresco) | pH | CE (dS/m) |
|--------------------|------|-----------|
| Vacuno | 8.33 | 10.10 |
| Cuy | 7.64 | 11.16 |
| Alpaca | 8.13 | 11.12 |
| Llama | 8.16 | 5.35 |

Fuente: Laboratorio de Análisis, de suelo, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM.

b) Guano de islas

Es un abono orgánico producido por las aves guaneras guanay (*Phalacrocorax bouganinivilli* Lesson), piquero (*Sula variegata* Tshudi), y alcatraz o pelícano (*Pelecanus thagus*). Es una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos,

etc.; los cuales experimentan un proceso de fermentación sumamente lento, el cual permite mantener sus componentes al estado de sales (Guerrero, 1993).

El guano de isla es biodegradable, debido a que completa su proceso de mineralización en el suelo, transformándose parte en humus y otra se mineraliza, liberando nutrientes a través de un proceso microbiológico. Mejora las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo, en suelos sueltos se forman agregados y en suelos compactos se logra la soltura, incrementando la capacidad de intercambio catiónico (CIC), asimismo favorece la absorción y retención del agua, aporta flora microbiana y materia orgánica mejorando la actividad microbiológica del suelo.

El guano de las Islas es un fertilizante natural completo, ideal para el buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo. Contiene macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio en cantidades de 10-14, 10-12, 2-3% respectivamente; elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, con un contenido promedio de 8, 0.5 y 1.5 % respectivamente. También contiene microelementos como el hierro, zinc, cobre, manganeso, boro y molibdeno en cantidades de 20 a 320 ppm (partes por millón).

2.4.3 Materia orgánica en el suelo

En las propiedades físicas

Kiehl (1985) y Marshall (1992), señalan que el abonamiento orgánico en cantidades adecuadas produce:

- ❖ Producen una mayor agregación del suelo, disminuyendo la densidad aparente.
- ❖ Mejora la conductividad eléctrica
- ❖ Contribuye a una mejor estructura del suelo debido al efecto de la materia orgánica humificada, junto a los minerales de arcilla.
- ❖ Mejora la aireación y drenaje interno del suelo al mejorar la agregación la estructuración del mismo, corrigiendo consecuentemente la falta o exceso de aireación y drenaje en suelos arcillosos y arenosos.
- ❖ Aumenta directa o indirectamente la capacidad del suelo para almacenar agua; directamente mejorando las propiedades físicas del suelo como la granulación,

estructuración y protegiendo a la superficie contra la formación de costras impermeables, indirectamente por su inherente capacidad de retención del agua del orden del 80 por ciento; a medida que va siendo humificada, esta capacidad de retener agua se incrementa alcanzando un promedio del 160 por ciento.

En las propiedades químicas

- ❖ pH: La materia orgánica está constituida por diferentes compuestos, muchos de ellos van a influenciar en la relación del suelo, es así que los suelos se acidifican en cuanto la materia orgánica presenta un alto contenido de ácidos húmicos y se analizan por presencia de compuestos poliuronidos. La materia orgánica presenta una alta cantidad de radicales carboxilos, principalmente, los mismos que al ionizarse liberan iones H^+ , de allí que sea considerado como una buena fuente de protones.

- ❖ Capacidad de intercambio catiónico: Al transformarse en humus la materia orgánica del suelo, y con la arcilla, se constituye la parte activa del complejo absorbente y regulador de la nutrición de la planta, incrementando la fertilidad potencial del suelo; en suelos con alto contenido de materia orgánica reduce la pérdida por lixiviación de los macronutrientes y micronutrientes (Núñez, 1995).

- ❖ Aporte de nutrientes: Los constituyentes de la materia orgánica presentan elementos diversos, gran parte de ellos son nutrientes para las plantas, de allí que al descomponerse o destruirse estos elementos pasan a la solución suelo, desde donde la planta los puede absorber. Dentro de estos nutrientes se puede mencionar al nitrógeno, fósforo y el azufre que son los más representativos. Estos elementos son liberados a través del proceso de mineralización, efectuada por microorganismo especializados que requieren condiciones apropiadas para sobrevivir (Gross, 1992). La liberación del nitrógeno solo ocurre mediante una relación estrecha de C/N del material usado, es decir si la relación es mayor de 30, no hay liberación inmediata de nitrógeno aprovechable, sino se da una fijación de las formas nítricas y amoniacales, reduciendo la disponibilidad de N en el suelo. Pero si la relación C/N

es menor a 20, buena parte de ella se mineraliza, quedando disponible para las plantas.

- ❖ Asimismo también se encuentran el potasio, calcio y magnesio en pequeñas cantidades, sin embargo contribuyen al abastecimiento de dichos elementos, puesto que elevados contenidos de humus y ácidos húmicos garantizan el abastecimiento de ellos a las raíces, considerando además, que los coloides orgánicos absorben electrostáticamente los elementos mencionados, evitando con ellos pérdidas del suelo (Tisdale, 1984).

En las propiedades biológicas

Marshall (1992) señala los siguientes efectos en las propiedades biológicas en los suelos:

- ❖ Constituye sustrato y es fuente de energía para la actividad microbiana.
- ❖ Al existir condiciones óptimas de pH, aireación, permeabilidad se incrementa la flora microbiana.
- ❖ Ayuda a disminuir los problemas causados por las enfermedades de plantas e insectos
- ❖ Disminuye la actividad de los nematodos, sobre todo en suelos arenosos.

2.5 Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de cultivos

Gómez (1996), en condiciones de la cuenca del río Santa Eulalia, provincia de Huarochirí, en un suelo franco arenoso con un contenido bajo de 1.92% en materia orgánica evaluó el efecto de tres niveles (5, 7.5 y 10 t/ha) de humus de lombriz y de estiércol de vacuno en el cultivo de arveja cultivar rondo, donde concluyó que los mayores rendimientos se lograron con las dosis altas de estiércol (8.01 t/ha) y humus de lombriz (7.71 t/ha).

En un suelo arenoso de costa, el efecto de los abonos orgánicos sobre el rendimiento de vainita; donde si bien no se encontraron diferencias significativas entre ellos, sin embargo, se observó una cierta tendencia del incremento con los tratamientos urea + melaza, gallinaza, estiércol de vacuno de : 15.1, 14.2, y 13.2 t/ha en relación al testigo, seguidos por menores rendimientos que corresponden a compost y humus de lombriz en: 11.7 y 10.2 t/ha

que puede deberse a diferentes factores, como por ser materias húmicas presentan una lenta mineralización en donde la liberación y aporte de nutrientes es mínima, (Daza, 1990).

Asimismo Chuquiruna (1989) mencionó que en un experimento realizado en un suelo de costa, investigó el efecto de diferentes abonos orgánicos sobre el mejoramiento de las propiedades del suelo y el rendimiento de papa (cv. Revolución), obtuvo rendimiento de tubérculos que fueron altamente significativos en relación al testigo, tales como: Bioabono, compost, gallinaza y estiércol de vacuno que rindieron: 55, 52, 49 y 43 t/ha respectivamente frente a un rendimiento de 33 t/ha del testigo, que en si son promedios altos respecto al promedio nacional.

En un suelo franco arenoso de la región yunga, la adición de fuentes orgánicas a niveles de 5 y 10 t/ha de estiércol de vacuno u ovino en el cultivo de camote (var. Chanla negra), se encontró diferencias estadísticas altamente significativas en el peso promedio de raíces reservantes comerciales. El mayor valor de 24.3 t/ha fue obtenido con el nivel de 5 t/ha de estiércol de vacuno, asimismo al nivel de 10 t/ha se obtuvo un rendimiento de 19.5 t/ha. Con respecto a la variedad Chinchana se halló diferencias estadísticamente significativas solamente en el rendimiento de raíces reservantes comerciales, siendo el mayor rendimiento de 23.6 t/ha de raíces comerciales (Rodríguez, 1992).

Benítez (1992), en un experimento de aplicación de humus de lombriz en el cultivo de tomate en dos dosis de 10 y 15 t/ha a la siembra obtuvo un rendimiento promedio de: 65.8 t/ha y 70.1 t/ha, respectivamente, frente a una aplicación de 15 t/ha de humus de lombriz más NPK (180-90-90) kg/ha de 80.5 t/ha, incorporado ambos al cambio de surco. Asimismo el humus de lombriz solo o con fertilización química tuvo un efecto positivo en la calidad del fruto, dando entender que no importa la cantidad sino la calidad.

2.6 Fertilizantes químicos

Un fertilizante es cualquier material natural o industrializado, que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O), puede ser llamado fertilizante, los fertilizantes fabricados industrialmente son llamados fertilizantes minerales, (FAO, 2002).

La presentación de los fertilizantes minerales es muy variada. Dependiendo del proceso de fabricación, las partículas de los fertilizantes minerales pueden ser de muy diferentes tamaños y formas: gránulos, píldoras, perlados, cristales, polvo de grano grueso/compactado o fino. La mayoría de los fertilizantes es provista en forma granulado.

El nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes.

El fósforo (P), que suple de 0.1 a 0.4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad.

El potasio (K), que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del campo experimental

El experimento se llevó a cabo en la localidad de Cullpe, en un campo que permaneció en descanso durante la campaña anterior. Según la clasificación agroecológica (Pulgar, 1941) el centro poblado de Cullpe, comprende los pisos ecológicos de quechua y puna, con una temperatura anual de 10°C y precipitación media anual de 500 mm.

a) Ubicación geográfica

Latitud Sur : 12°10'00''
Longitud Oeste : 76°30'00''
Altitud : 3530 m.s.n.m.

b) Ubicación geopolítica

Pertenece al Anexo de Cullpe, distrito de San Andrés de Tupicocha, provincia de Huarochirí, región Lima.

3.1.1 Características del suelo

Según los resultados del análisis de caracterización del suelo realizado en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la UNALM (Tabla 3), el suelo fue de textura franco, arenoso, pH moderadamente ácido, bajo en materia orgánica y conductividad eléctrica, con niveles de fósforo y potasio bajo y medio, respectivamente.

Tabla 3. Propiedades físicas y químicas del suelo antes del experimento.

| Características | | Valor | Calificación |
|-----------------------------------|-------------|-------|-------------------|
| Arena | (%) | 53 | |
| Limo | (%) | 35 | |
| Arcilla | (%) | 12 | |
| Clase textural | (---) | | Franco arenoso |
| pH (H ₂ O) | (---) | 5.14 | Fuertemente ácido |
| C.E. (1:1) | (dS/m) | 0.21 | No salino |
| CaCO ₃ | (%) | 0.00 | No calcáreo |
| M.O. | (%) | 1.49 | Bajo |
| Nitrógeno | (mg/kg) | 1500 | Moderado |
| Fósforo extractable | ” | 45.2 | Elevado |
| Potasio extractable | ” | 154 | Bajo |
| CIC | (meq/100 g) | 17.92 | Alto |
| Ca ²⁺ | ” | 11.70 | Elevado |
| Mg ²⁺ | ” | 2.50 | Moderado |
| K ⁺ | ” | 0.60 | Escaso |
| Na ⁺ | ” | 0.15 | ” |
| H ⁺ + Al ³⁺ | ” | 0.10 | Bajo |
| PSB | (%) | 83.00 | Elevado |
| PAC | (%) | 17.00 | Bajo |

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Análisis de las fuentes orgánicas del experimento

Se tomó muestras al azar de estiércoles de vacunos, ovinos y cuy de los corrales ganaderos de la localidad de Cullpe antes de realizar el abonamiento, en el campo experimental, luego se analizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM, los resultados se muestran en la tabla 4. Se puede observar, los estiércoles presentan pH moderadamente alcalino (vacuno y cuy) y fuertemente alcalino (ovino), la C.E (dS/m) del estiércol de vacuno es fuertemente salino, el porcentaje de materia orgánica son altos en todos los estiércoles analizados.

Tabla 4. Propiedades químicas y contenido de nutrientes de las fuentes orgánicas ensayadas

| Parámetros | Estiércol ovino | Estiércol vacuno | Estiércol cuy | Guano de Isla |
|-----------------------------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|
| Ph | 8.70 | 8.12 | 8.03 | 6.43 |
| C.E. (dS/m) | 5.49 | 12.80 | 2.50 | - |
| Humedad (% en peso fresco) | 10.67 | 4.35 | 7.66 | 16.18 |
| M.O. (% en peso seco) | 78.13 | 70.08 | 79.20 | 55.00 |
| N (%) | 2.27 | 2.41 | 2.58 | 8.86 |
| P ₂ O ₅ (%) | 0.79 | 1.19 | 1.42 | 9.00 |
| K ₂ O (%) | 1.86 | 3.12 | 0.59 | 4.40 |
| CaO (%) | 4.46 | 3.06 | 2.51 | 14.16 |
| MgO (%) | 1.64 | 1.17 | 0.36 | 1.69 |
| Na (%) | 3.98 | 0.40 | 0.11 | - |

3.1.3 Condiciones climáticas durante la fase de campo

Los datos obtenidos en la Estación Meteorológica de Escomarca- Huarochirí, desde el periodo de siembra hasta la cosecha del experimento se ubican en la tabla 5. El rango de temperatura se encuentra entre 1.9 a 17.4 °C, con una media de 8.8 °C, para el periodo de agosto del 2014 a febrero del 2015 y con un promedio de humedad relativa de 67.9 %.

Tabla 5. Condiciones climáticas durante el periodo agosto (2014) – febrero (2015).

| Meses | Temperatura (°C) | | | Precipitación (mm) | Humedad relativa (%) | |
|----------|------------------|--------|-------|--------------------|----------------------|------|
| | Mínima | Máxima | Media | | | |
| 2014 | Ago | 1.2 | 17.2 | 7.5 | 0.0 | 63.2 |
| | Set | 1.6 | 17.6 | 8.1 | 1.1 | 70.4 |
| | Oct | 1.7 | 17.5 | 8.4 | 2.4 | 57.6 |
| | Nov | 1.9 | 16.8 | 8.3 | 4.2 | 61.3 |
| | Dic | 2.0 | 16.6 | 9.4 | 24.1 | 75.3 |
| 2015 | Ene | 2.5 | 17.2 | 9.5 | 75.7 | 74.2 |
| | Feb | 2.8 | 19.1 | 10.1 | 104.2 | 73.5 |
| Promedio | | 1.9 | 17.4 | 8.8 | --- | 67.9 |
| Total | | --- | --- | --- | 211.7 | --- |

Fuente: Estación Meteorológica de Escomarca (Huarochirí-Lima)

Los datos meteorológicos de la estación, que está ubicado a 3800 m.s.n.m, es el más cercano al experimento, el cual está ubicado a 3530 m.s.n.m, en donde la temperatura va hacer más altos y cercanos a los requeridos para el cultivo de arveja.

3.2 Material vegetal

El material experimental estuvo constituido por semilla certificada de arveja del cultivar Rondo de alto potencial productivo, de vainas bien desarrolladas con buena cantidad de granos por vaina; además de una excelente adaptación a las zonas de arveja del país (TQC, 2016)

Camarena y Huaringa (2008) mencionaron que las características agronómicas de la arveja cultivar Rondo es la siguiente:

Tabla 6. Características agronómicas del cultivar Rondo

| Parámetros | Características |
|--|------------------------|
| Altura de planta (cm) | 50 |
| Tipo de crecimiento | Medio enrame |
| Días a floración | 63 |
| Periodo flor – vaina (días) | 21 |
| Periodo vegetativo (días) | 130 |
| Flores por racimo | 1-2 |
| Nudo donde aparece el primer racimo floral | 6° - 9° |
| Longitud de vaina (cm) | 10 |
| Textura de vaina | Rugoso |
| N° de granos por vaina | 8 |
| Rendimiento en verde (kg/ha) | 2326 |

Fuente: Camarena y Huaranga (2008)

3.3 Materiales de campo y gabinete

En el ensayo se utilizó los siguientes materiales:

- ❖ Balanza electrónica
- ❖ Bolsas y papel
- ❖ Bomba de mochila manual y a motor
- ❖ Calculadora
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Computadora
- ❖ Costales
- ❖ Cuaderno de campo
- ❖ Equipo para fumigación
- ❖ Estiércol (vacuno, ovino, cuy)

- ❖ Fertilizantes
- ❖ Guano de isla
- ❖ Lampa, trinche
- ❖ Sistema completo de riego (mangueras, goteros, conectores, filtro, etc.)
- ❖ Fluxómetro, regla

3.4 Métodos y procedimientos

3.4.1 Características del campo experimental

a. Terreno

- ❖ Área total del experimento : 896 m²
- ❖ Área efectiva del experimento : 768 m²

b. Bloque

- ❖ Número de bloques : 4
- ❖ Longitud de bloque : 35
- ❖ Ancho de bloque : 6.4
- ❖ Área de cada bloque : 224 m²

c. Parcela

- ❖ Número de parcelas : 24
- ❖ Longitud de cada parcela : 5 m
- ❖ Ancho de cada parcela : 6.4 m
- ❖ Área de cada parcela : 32 m²
- ❖ Número de surcos por parcela : 4
- ❖ Número de surcos evaluados por parcela : 2

d. Calles

- ❖ Número de calles : 5
- ❖ Largo de calles : 6.4 m
- ❖ Ancho de calles : 1 m
- ❖ Área de calles : 6.4 m²

3.4.2 Tratamientos

En la investigación se evaluaron seis tratamientos (diferentes fuentes de materia orgánica), de los cuales tres correspondieron a estiércoles (vacuno, ovino y cuy), una de guano de isla, una fertilización química (NPK) y por último un tratamiento testigo absoluto. En la tabla 7 se muestra la relación de los tratamientos con sus respectivas dosis usadas en la investigación.

Tabla 7. Relación de materias orgánicas, fertilización química y el testigo en las dosis probadas

| Tratamientos | Descripción | Dosis | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|--------------|---------------------|------------|-------|-------------------------------|------------------|
| T1 | Estiércol de vacuno | 10 t/ha. | 230.5 | 113.8 | 298.4 |
| T2 | Estiércol de ovino | 10 t/ha | 202.8 | 70.6 | 166.2 |
| T3 | Estiércol de cuy | 10 t/ha | 238.2 | 131.1 | 54.5 |
| T4 | Guano de isla | 1 t/ha | 74.3 | 75.4 | 36.9 |
| T5 | NPK | 80-100-100 | 80.0 | 100.0 | 100.0 |
| T6 | Testigo | 0-0-0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

3.5 Conducción del experimento

a. Labores preliminares

Se realizó el retiro de piedras y de malezas anuales, haciendo uso de pico y carretilla.

b. Preparación del terreno

La aradura del terreno se realizó al finalizar la temporada de lluvias (principios del mes de abril). Se pasó dos veces un arado de discos con la finalidad de que el suelo quede bien mullido; posteriormente, en el mes de julio con el uso de tracción animal se procedió a surcar a una distancia de 1.6 m entre surcos.

c. Incorporación de materia orgánica

Los estiércoles de ovino, vacuno y cuy fueron recolectadas de las pequeñas granjas familiares del lugar. La incorporación de los estiércoles se realizó al fondo de los surcos de

acuerdo a las dosis establecidas para cada tratamiento, luego se cubrió el estiércol con la ayuda de un arado de rejas adaptado a un caballo; de la misma forma también se incorporó al fondo de surco los fertilizantes químicos (80-100-100); aplicándose a la siembra (40-100-100) y 15 días después(40-00-00).

d. Preparación de semilla

Las semillas de arveja del cultivar Rondo fueron adquiridos de la empresa Hortus, estas presentaron las siguientes características:

- ❖ Semilla certificada
- ❖ Porcentaje de germinación : 95 por ciento
- ❖ Pureza : 99 por ciento

Antes de la siembra se procedió a seleccionar de acuerdo a la pureza física, con la finalidad de uniformizar la germinación.

Finalmente para facilitar la labor de siembra se empaquetó en sobres de papel kraft la cantidad de semillas necesarias para cada tratamiento.

e. Siembra

Previamente instalado el sistema de riego por goteo, colocándose las líneas de riego a 1.6 metros, se procedió a sembrar manualmente a una densidad de 100,000 plantas/hectárea, lo cual se logró sembrando en tresbolillo en golpes distanciados a 0.3 m entre golpes, y depositando 3 semillas/golpe, haciendo un total de 400 plantas por parcela.

f. Labores culturales

Siendo el experimento conducido bajo el sistema de riego por goteo, se realizaron las siguientes labores culturales.

Abonamiento

Los estiércoles se recolectaron de las zonas ganaderas del lugar tanto de ovino, vacuno y la de los cuyes de las pequeñas granjas familiares del lugar. La incorporación se realizó al fondo de los surcos y luego se tapó, el surco con la ayuda de un arado de rejas adaptado a

un caballo. El guano de isla se incorporó de la misma forma al fondo del surco y los fertilizantes químicos se fraccionaron en dos, durante el ciclo vegetativo del cultivo.

Control de malezas

La incidencia de las malezas fue crítico en las primeras etapas fenológicas del cultivo, por ello a los 40 días después de la siembra se realizó control cultural, se realizó un raspado haciendo uso de pequeños picos; posteriormente la presencia de malezas no fue significativo ya que el follaje cubrió la línea de siembra.

Riegos

Antes de la siembra se remojo los surcos de riego para descomponer los estiércoles, con un volumen de 23.04 m³/día de agua en ocho horas de riego; durante la germinación se regó con 11.52 m³/día, con una frecuencia de riego cada 14 días, durante tres horas diarias. Después de los primeros veintinueve días de haber sembrado, se procedió a regar 11.52 m³/día a 15.36m³/día dependiendo de las condiciones climatológicas. A partir de la etapa de fructificación, se incrementó los niveles de agua aplicado llegando a 19.2 m³/día, a los 127 días después de la siembra se bajó las horas de riego a 15.36 m³/día (debido a que hubo días nublados), llegando hasta dos horas de riego con 7.6 m³/día. El volumen de agua utilizado para el cultivo fue de 213.12 m³/768 m², siendo de 2775m³/ha, la distribución del volumen de agua se muestra en la tabla 8.

El sistema de riego utilizado fue riego localizado de alta frecuencia (RLAF) por goteo, utilizando una presión de 0.9 bar y un caudal de descargue de 1.61 L/h por gotero.

Tabla 8. Distribución de riego durante el experimento

| Días después de siembra | | Volumen (m ³) | Época |
|-------------------------|-----|---------------------------|-----------------------------|
| | | 400 | Pre siembra |
| -2 a 14 | DDS | 300 | Siembra a emergencia |
| 15 a 70 | DDS | 700 | Periodo vegetativo |
| 71 a 98 | DDS | 450 | Floración e inicio de vaina |
| 99 a 140 | DDS | 700 | Fructificación |
| 141 a 155 | DDS | 225 | Fructificación y cosecha |
| Total | | 2775 | |

DDS: Días después de la siembra.

g. Control fitosanitario

Control de insectos

La plaga más importante que se presentó fue *Agrotis* sp. Causando daños en la etapa fenológica de germinación, cortando plántulas germinadas. Se controló con cebos tóxicos en la etapa de germinación, y dos aplicaciones de metomil a los 10 y 25 días después de la germinación, a una dosis de 15g/20 L.

Control de enfermedades

La principal enfermedad que se presentó durante el experimento fue el oidium (*Erysiphe* sp), mostró sintomatología al inicio de la floración del cultivo, el método de control fue el químico como medida de control preventivo. Se realizaron dos aplicaciones de Bayfidan (Triadimenol) a los 66 y 110 días después de la siembra, a una dosis de 7 ml/20 L.

h. Cosecha

La cosecha se realizó en tres pañas, con intervalos de 14 días; la primera paña se realizó a los 136 días, la segunda a los 150 días y la tercera a los 164 días, el mecanismo de la cosecha fue manualmente.

3.6 Variables evaluadas

3.6.1 Componentes morfoagronómicos

a. Altura de planta

Se midió desde la base hasta el ápice del tallo principal, tomando en cada unidad experimental a 10 plantas, este parámetro se encuentra expresado en centímetros. La altura de planta se evaluó cuando las plantas se encontraban en plena floración.

b. Inicio de la floración

Se determinó mediante observación visual, y se registró como inicio de floración los días después de la siembra en la que hubo presencia de por lo menos una flor y botones florales adultos en el total de plantas.

c. Longitud de las vainas

Se procedió a medir desde la base hasta el ápice de la vaina en centímetros, para realizar las mediciones en cada unidad experimental se tomó 10 vainas al azar. Este parámetro se evaluó en la primera cosecha.

d. Ancho de las vainas

Se realizó las medidas en 10 vainas de cada unidad experimental, tomando como referencia la parte central (parte más ancha) de la vaina, este parámetro se encuentra expresado en centímetros.

e. Materia seca aérea

Se tomaron una planta al azar de cada tratamiento, las cuales se llevaron a una estufa a 80°C por 48 horas, las muestras se extrajeron antes de la primera cosecha.

3.6.2 Componentes de rendimiento

Para estimar los componentes de rendimiento se seleccionaron al azar 10 plantas competitivas y en ellas se evaluó los caracteres y luego se promedió estos valores.

a. Número de vainas por planta

En cada parcela se tomaron 10 plantas y se contó el número de vainas por planta, según los tratamientos en estudio.

b. Número de granos por vainas

Se contaron el número de granos por vaina en la primera cosecha, para lo cual se tomó una muestra representativa de diez vainas por cada tratamiento.

c. Peso por vaina

Se tomaron al azar diez vainas de cada unidad experimental durante la primera cosecha y se procedió a pesar (en gramos) cada una independientemente.

d. Rendimiento en verde

En el experimento se recolectaron vainas verdes en tres oportunidades de cada una de las parcelas, se registró el peso, posteriormente se sumaron los pesos de las tres cosechas, y finalmente obteniéndose datos de promedios en kilogramos por parcela luego llevados a t/ha.

e. Peso de 100 granos verdes.

Después de la cosecha de cada unidad experimental se tomaron 100 granos verdes y se procedió a pesarlos.

3.7 Análisis estadístico

3.7.1 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con seis tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones, cada parcela estuvo constituida por 96 plantas.

- a. **Población:** Variedad de arveja Rondo, sembrado en el experimento.
- b. **Muestra:** constituida por cada unidad experimental, tomadas para evaluar las características.

Cada unidad experimental estaba constituida por una parcela de 5m de longitud por 4 líneas de riego distanciados a 1.6 m, siendo el área de 32 m² y la evaluación se realizó en los dos surcos centrales de la unidad experimental.

El análisis de variancia y las pruebas de medias se realizó utilizando el programa estadístico SAS (Sistema de Análisis Estadístico, Versión 9.3 USA). Se utilizó la prueba de comparación de medias HSD de Tukey ($\alpha = 0.05$) de probabilidad para establecer diferencias entre las medias de tratamientos de las variables en estudio.

Tabla 9. Diseño estadístico del campo experimental

| Fuente de Variación | de Grados de libertad | de Suma de cuadrados | de Cuadrados medios | F calculado |
|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Bloque | r-1 | SC(bloques) | <u>SC(bloques)</u> r-1 | <u>CM(tratamiento)</u> CM(bloque) |
| Tratamiento | k-1 | SC(tratamiento) | <u>SC(tratamiento)</u> k-1 | |
| Error | (r-1)(k-1) | SC(error) | <u>SC(error)</u> (r-1)(k-1) | |
| Total | Kr-1 | SC(total) | | |

Dónde:

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad | |
|-----------------------------|---------------------------|------|
| Repetición (R) | (R-1) | = 3 |
| Tratamientos (T) | (T-1) | = 5 |
| Error (E) | (T-1)(R-1) | = 15 |
| Total | T + R + E = 23 | |

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

i = 1, 2, 3, 4, 5, 6 t (Tratamientos)

j = 1, 2, 3, 4 r (Bloques)

Y_{ij} = Resultado de i-esimo tratamiento del j-esimo bloque.

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-esimo bloque.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

3.8 Análisis económico

El análisis económico se basa en la estructura de costos tanto directos como indirectos. El factor más importante, para optar por el tratamiento con el cual se obtuvo un mejor rendimiento es mediante la evaluación del índice de rentabilidad, relacionando la utilidad neta con los costos de producción correspondientes a cada uno de los tratamientos en estudio

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Componentes morfoagronómicos

Durante el experimento se evaluó componentes morfoagronómicos como la altura de planta, días de floración, largo de vaina, ancho de vaina y materia seca. Los promedios y el análisis de variancia se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Promedios y análisis de variancia de los componentes morfoagronómicos en arveja cultivar Rondo.

| Tratamientos | Altura de planta (cm) | Días a la floración | Largo de vaina (cm) | Ancho de vaina (cm) | Peso seco planta (g) |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| T1 Estiércol de vacuno(10 t/ha) | 75.9 | 66.5 | 10.1 | 1.5 | 67.8 |
| T2 Estiércol de ovino (10 t/ha) | 76.1 | 66.7 | 10.3 | 1.6 | 66.9 |
| T3 Estiércol de cuy (10 t/ha) | 73.4 | 66.2 | 10.2 | 1.5 | 69.5 |
| T4 Guano de isla (1 t/ha) | 72.4 | 65.7 | 10.4 | 1.5 | 60.8 |
| T5 NPK (80-100-100) | 74.6 | 65.2 | 10.5 | 1.6 | 59.8 |
| T6 Testigo | 68.0 | 64.7 | 10.0 | 1.5 | 47.3 |
| Promedio | 73.4 | 65.9 | 10.3 | 1.5 | 62.1 |
| C.V. (%) | 3.2 | 0.9 | 2.2 | 2.3 | 17.6 |
| Significación | ** | ** | n.s | ** | n.s |

4.1.1 Altura de planta

Según el análisis de variancia (tabla 10), para el carácter altura de planta, se observa alta significación estadística para bloques y tratamientos, indicándonos que al menos en uno de los tratamientos es diferente la altura del cultivar Rondo de los otros tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 3.165 por ciento y la altura varió de 68.03 a 76.15 centímetros, con un promedio de 73.43 cm.

En la tabla 11 se muestra la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad, se observa que el tratamiento con estiércol de ovino tiene el mayor

valor (76.15 cm), y es estadísticamente similar a los otros tratamientos, pero diferente al testigo absoluto (Figura 1)

Tabla 11. Promedios de altura de planta

| Tratamientos | Altura de planta (cm) | Significación |
|--------------------------|-----------------------|---------------|
| T2 (Estiércol de ovino) | 76.15 | A |
| T1 (Estiércol de vacuno) | 75.95 | A |
| T5 (80 - 100 - 100 NPK) | 74.60 | A |
| T3 (Estiércol de cuy) | 73.45 | A |
| T4 (Guano de isla) | 72.40 | AB |
| T6 (Testigo) | 68.02 | B |

Todo los tratamientos presentan significación estadística comparado con el testigo absoluto, los tratamientos con estiércol de ovino y vacuno presentan mayores promedios alturas de planta; esto puede deberse a los efectos propios de la materia orgánica sobre el suelo, y lo cual contribuye con un efecto indirecto en la morfología de las planta y también por la oportuna aplicación del riego y por las temperaturas moderadas durante el periodo experimental.

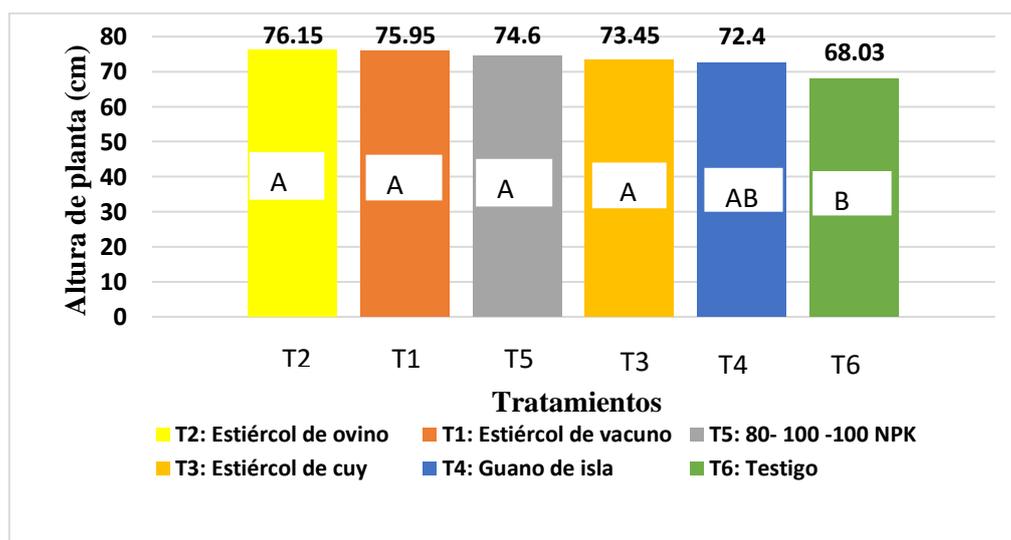


Figura 1. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en la variable altura de planta.

El promedio de altura de planta obtenido en la presente investigación supera a las mencionadas por Camarena y Huaranga (2003), y asimismo también a las reportadas por Saldaña (2012) y Quispe (2007) en condiciones de costa central, donde obtuvieron alturas de planta de 63.52 y 63.7 cm en promedio, respectivamente.

4.1.2 Inicio de la floración

En el análisis de variancia (Tabla 10) se encontró significación estadística para los tratamientos en la fuente de variación, pero no hubo significación estadística para los bloques; el coeficiente de variabilidad fue de 0.901 por ciento, el cual es permitido para las condiciones del presente experimento (Calzada, 1982).

En la tabla 12 y figura 2 se muestran los promedios del inicio de floración de los diferentes tratamientos, los cuales variaron entre 64.75 a 66.75 días después de la siembra (dds), con un promedio de 65.88 días.

Asimismo en la tabla 12 se muestra la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad, donde el tratamiento T2 (estiércol de ovino) mostró un inicio de floración relativamente tardía (66.75 DDS) comparado con los otros tratamientos; además presenta diferencias estadísticas significativas con el tratamientos T5 (80-100-100 NPK) y el testigo absoluto.

Tabla 12. Promedios de inicio de la floración (DDS)

| Tratamiento | Inicio de la floración (dds*) | Significación |
|----------------------------------|--|----------------------|
| T2: (Estiércol de ovino) | 66.7 | A |
| T1: (Estiércol de vacuno) | 66.5 | AB |
| T3: (Estiércol de cuy) | 66.2 | AB |
| T4: (Guano de isla) | 65.7 | ABC |
| T5: (80 - 100 - 100 NPK) | 65.2 | BC |
| T6: Testigo | 64.7 | C |

***DDS:** días después de la siembra

Básicamente la floración depende del genotipo y las condiciones ambientales (Temperatura y fotoperiodo, principalmente), pero además existen otros factores que tienen cierta relación con la floración, como por ejemplo la disponibilidad de los nutrientes y humedad disponible en el suelo. En la presente investigación se observó que el tratamiento testigo tuvo una floración más temprana, esto se debería a la falta de disponibilidad de nutrientes y también la falta de materia orgánica que aumente la retención de humedad.

Por las condiciones climáticas el promedio del inicio de floración se consideraría para condiciones de sierra como tardía, comparada con Villena (2001), quien registró inicio de floración en el cultivar Rondo a los 51 días después de la siembra, en condiciones de

costa central. Además la altitud, la temperatura y la aplicación del riego podrían estar influenciando en este carácter si se compara con los valores obtenidos en la costa.

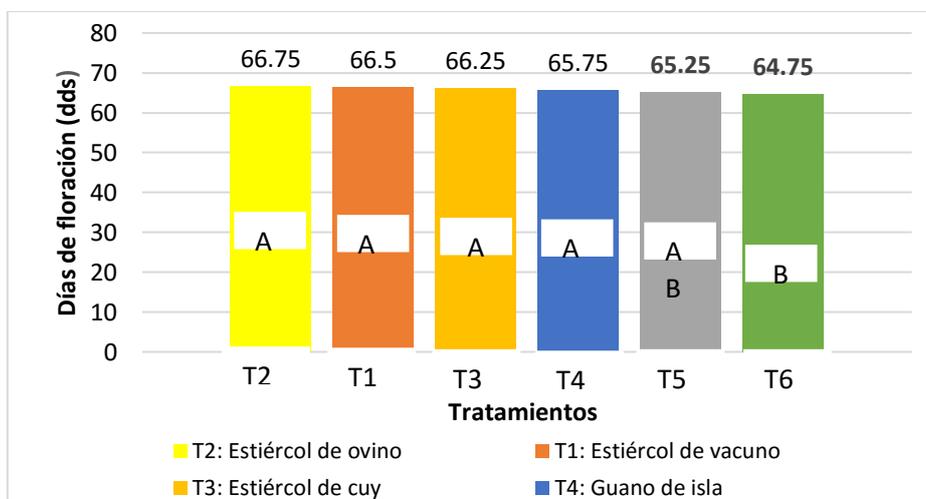


Figura 2. Efecto de cuatro fuentes orgánicas NPK en inicio de la floración (DDS)

4.1.3 Longitud de vainas

Al realizar el análisis de variancia (tabla 10) se observa que no hay diferencias estadísticas para los tratamientos ni tampoco para los bloques, el coeficiente de variabilidad fue de 10.27 por ciento.

La longitud de vainas varió entre el rango de 10.02 a 10.52 cm. Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad no se encontró diferencias estadísticas significativas; sin embargo el tratamiento T5 (80-100-100 NPK) mostró relativamente una mayor longitud de vainas con respecto a los otros tratamientos (tabla 13 y Figura 3).

Tabla 13. Promedios de la longitud de vaina (cm) y la prueba de Tukey

| Tratamiento | Longitud de vaina (cm) | Significación |
|---------------------------|------------------------|---------------|
| T5: (80-100-100 NPK) | 10.52 | A |
| T4: (Guano de isla) | 10.41 | A |
| T2: (Estiércol de ovino) | 10.34 | A |
| T3: (Estiércol de cuy) | 10.21 | A |
| T1: (Estiércol de vacuno) | 10.12 | A |
| T6: (Testigo) | 10.02 | A |

El promedio general registrado en la presente investigación es de 10.25 cm (tabla 13), este valor se encuentra ligeramente por encima de investigaciones anteriores realizados en arveja cultivar rondo por Quispe (2007) y Saldaña (2012), quienes reportaron longitudes de vaina de 9.70 y 9.83 cm, respectivamente.

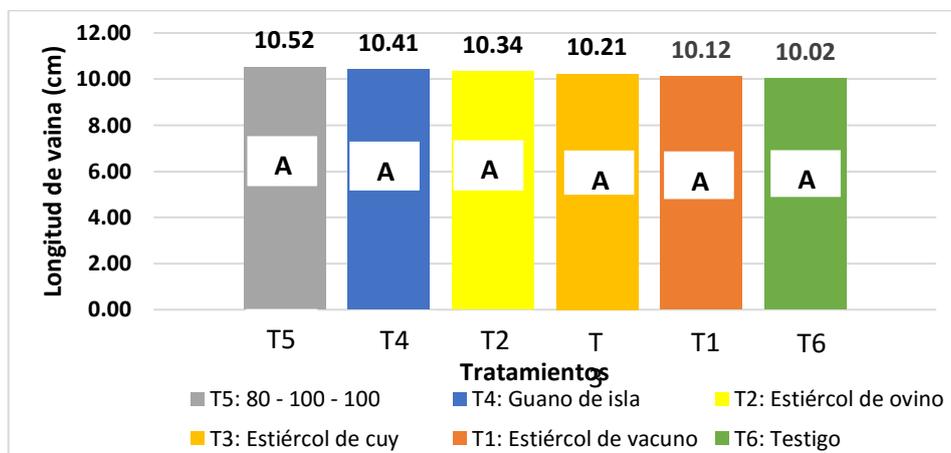


Figura 3. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en la longitud de vaina.

La principal razón por la que no se encontró diferencias estadísticas significativas se debería a que este carácter está determinado por el genotipo más no por las fuentes de materia orgánica probadas en el presente estudio.

4.1.4 Ancho de vaina

Al realizar el análisis de variancia (tabla 10) se observa en su fuente de variación una alta significación estadística para los tratamientos, pero no existe significación para los bloques. El coeficiente de variación obtenido fue de 2.28 por ciento, lo cual expresa baja fuente de error en el experimento.

Según la comparación de medias realizado a través de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad se encontró que los tratamientos T2 (estiércol de ovino) y T5 (80-100-100 NPK) presentaron mayores anchos de vainas, 1.62 y 1.60 cm, respectivamente; además estos fueron estadísticamente diferente a los demás tratamientos (Tabla 14 y Figura 4).

El estiércol de ovino reporta buen contenido de CaO, MgO lo cual podría estar influenciando en el mayor crecimiento del fruto y resulta con similar aporte que alcanzó el tratamiento con NPK.

Tabla 14. Promedios de ancho de vaina y la prueba de Tukey

| Tratamiento | Ancho de vaina (cm) | Significación |
|--------------------------|---------------------|---------------|
| T2:(Estiércol de ovino) | 1.62 | A |
| T5: (80 - 100 - 100 NPK) | 1.60 | A |
| T4: (Guano de isla) | 1.56 | B |
| T3: (Estiércol de cuy) | 1.51 | B |
| T1:(Estiércol de vacuno) | 1.51 | B |
| T6: (Testigo) | 1.51 | B |

En la presente investigación el promedio general obtenido para el ancho de vaina verde fue de 1.54 cm, menor a las investigaciones reportados por Saldaña (2012) y Villena (2001) en condiciones de costa central, donde registraron promedios de 1.83 y 1.80 cm, respectivamente para el cultivar Rondo.

Si bien es cierto que las características morfológicas de las plantas (altura, color de tallo, longitud de vaina, ancho de vaina, etc) están influenciados principalmente por el genotipo, sin embargo, gradualmente pueden variar con el medioambiente o la interacción entre el medio y el genotipo, como es el caso del ancho de vaina que estaría relacionado con el diámetro de grano.

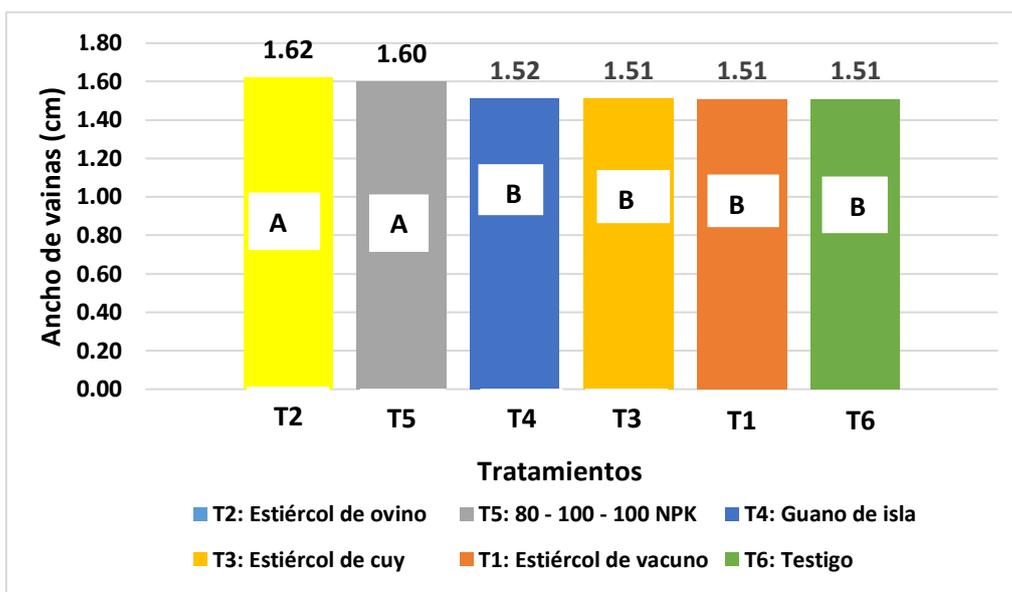


Figura 4. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en el ancho de vaina

4.1.5 Peso seco de planta

En la tabla 10 se muestra el análisis de variancia, en su fuente de variación no se encontró significación estadística para tratamientos ni tampoco para bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 17.588 por ciento.

Al realizar la comparación de medias a través de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad se observa que el testigo absoluto ocupó el último lugar con 47.37g de materia seca aérea y fue estadísticamente similar a todos los tratamientos (Tabla 15 y Figura 5).

Tabla 15. Promedios de materia seca se planta y prueba de Tukey

| Tratamiento | Peso seco de planta (g) | Significación |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| T3: (Estiércol de cuy) | 69.50 | A |
| T1: (Estiércol de vacuno) | 67.80 | A |
| T2: (Estiércol de ovino) | 66.97 | A |
| T4: (Guano de isla) | 60.80 | A |
| T5: (80 - 100 – 100 NPK) | 59.85 | A |
| T6: (Testigo) | 47.37 | A |

El rango de la materia seca entre los diferentes tratamientos varió entre 47.37 y 69.50 gramos, estadísticamente no significativos entre ellos; pero podemos destacar que existe una relación directa entre la materia seca aérea con el aporte de nitrógeno de las tres fuentes de estiércol, según el análisis de estiércol el de cuy presentó 2.58 por ciento de nitrógeno, el de vacuno 2.41, y ovino 2.27 por ciento.

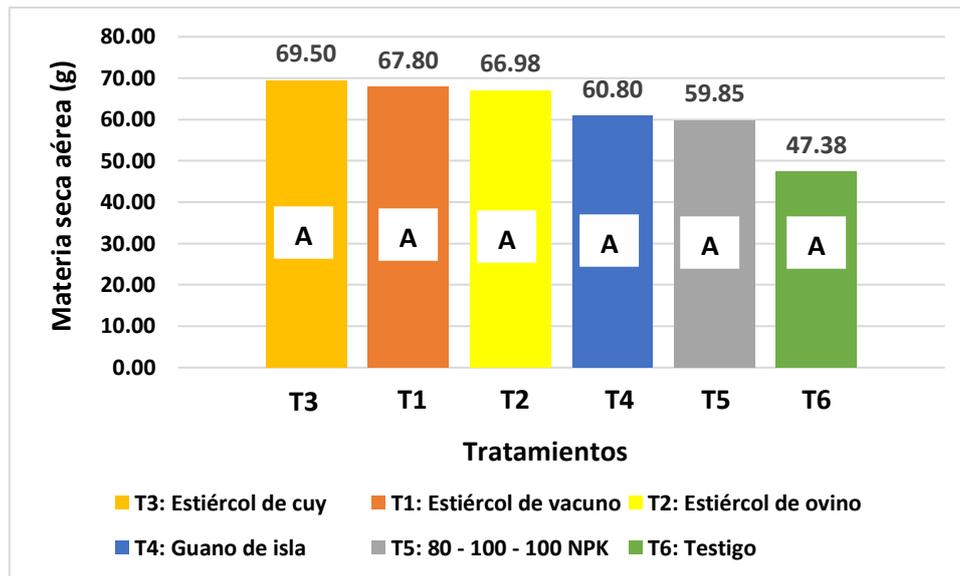


Figura 5. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en la materia seca aérea.

4.2 Componentes de rendimiento

En los componentes de rendimiento se evaluaron el rendimiento en vaina verde, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de vaina y peso de 100 granos tiernos. Los promedios se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Promedios y análisis de variancia del rendimiento de vaina verde y sus componentes en arveja cultivar Rondo.

| Tratamientos | Rendimiento en vaina verde (t/ha) | Número de vainas/planta(*) | Numero de granos/vaina | Peso de vaina (g) | Peso de 100 granos verdes (g) |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|
| T1 Estiércol de vacuno (10 t/ha) | 13.6 | 17.6 | 8.2 | 11.3 | 65.7 |
| T2 Estiércol de ovino (10 t/ha) | 14.7 | 19.7 | 8.6 | 11.5 | 69.8 |
| T3 Estiércol de cuy (10 t/ha) | 13.4 | 18.0 | 7.9 | 11.1 | 68.5 |
| T4 Guano de isla (1 t/ha) | 13.0 | 16.6 | 7.7 | 10.2 | 65.6 |
| T5 NPK (80-100-100) | 15.8 | 19.7 | 8.6 | 12.2 | 70.3 |
| T6 Testigo | 7.4 | 12.2 | 7.5 | 8.1 | 61.3 |
| Promedio | 12.9 | 17.3 | 8.1 | 10.7 | 66.9 |
| C.V. (%) | 7.0 | 21.9 | 3.8 | 8.0 | 8.6 |
| Significación | ** | n.s | ** | ** | n.s |

(*) Este carácter se contabilizó solo en la primera cosecha.

4.2.1 Rendimiento de vaina verde (t/ha)

En la tabla 16 se muestra el análisis de variancia donde se observa en su fuente de variación una alta significación estadística para tratamientos y bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 7.04 por ciento y un promedio de 12.99 toneladas/hectárea.

Al realizar la comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad se observa que los tratamientos T5 (80-100-100 NPK) y T2 (Estiércol de ovino) ocuparon el primer y segundo lugar con 15.80 y 14.72 toneladas/hectárea, siendo estos estadísticamente similares; pero diferentes al resto de tratamientos y al testigo absoluto. El testigo absoluto ocupó el último lugar con un promedio de 7.42 t/ha, y fue estadísticamente muy diferente a los tratamientos en estudio (Tabla 17 y Figura 6)

Tabla 17. Promedios de rendimiento (t/ha) y prueba de Tukey

| Tratamiento | Promedio (t/ha) | Significación |
|----------------------------------|------------------------|----------------------|
| T5: (80 - 100 - 100 NPK) | 15.80 | A |
| T2: (Estiércol de ovino) | 14.72 | AB |
| T1: (Estiércol de vacuno) | 13.58 | B |
| T3: (Estiércol de cuy) | 13.41 | B |
| T4: (Guano de isla) | 13.03 | B |
| T6: (Testigo) | 7.42 | C |

El promedio del rendimiento de la presente investigación fue de 12.99 t/ha, superior al promedio nacional (3.8 t/ha), reportadas por el Ministerio de Agricultura y Riego (2016). Una posible razón por el cual el tratamiento con fertilización química (80-100-100) obtuvo el mayor rendimiento comparado con los tratamientos fuentes de estiércoles se debería a la rápida liberación de los nutrientes. Por otro lado la lenta descomposición de la materia orgánica en condiciones altoandinas limita la liberación de los nutrientes, por ende su disponibilidad para las plantas, por ello es de suponer las ligeras diferencias no significativas de los tratamientos con diferentes fuentes de estiércoles (ovino, vacuno, cuy).

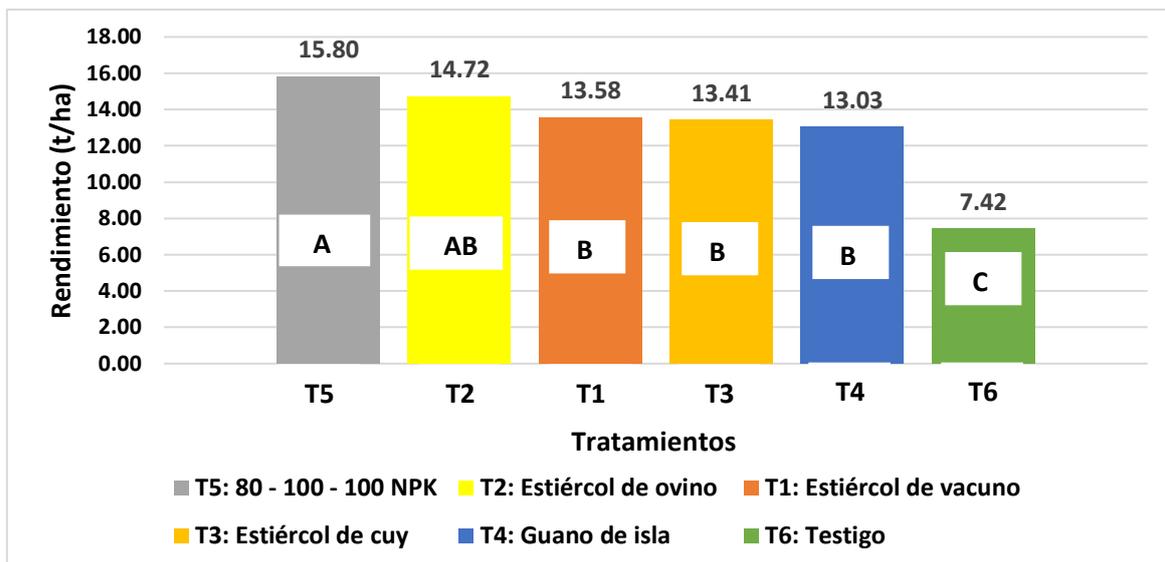


Figura 6. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en el rendimiento.

Por lo general en los valles interandinos el sistema de riego del cultivo de arveja, es por seco, en la presente investigación se utilizó el sistema de riego localizado por goteo, lo cual es un factor que influyó en los altos rendimientos obtenidos.

Saldaña (2012) en condiciones de Pachacamac para el cultivar Rondo obtuvo un rendimiento promedio de 3.27 t/ha, el cual se aproxima al promedio nacional, pero es mucho menor al registrado en la presente investigación; por otro lado Mallaupoma y Santana (2005), en condiciones de Huancavelica a 3352 msnm reportaron un rendimiento promedio de 10.25 t/ha. Uno de los factores de estas diferencias en el rendimiento se debe a las condiciones climáticas, ya que la arveja necesita para su mejor desarrollo climas fríos como el de las zonas altoandinas.

Gómez (1996), al igual que en la presente investigación, en condiciones de la cuenca del río Santa Eulalia reportó una notoria diferencia en los rendimientos al utilizar dos fuentes de materia orgánica a diferentes dosis respecto al testigo absoluto, a una dosis de 10 t/ha de estiércol de vacuno obtuvo un rendimiento de 8.01 t/ha de arveja rondo respecto al testigo absoluto de 5.34 t/ha.

4.2.3 Número de vainas por planta

En la tabla 16 se muestra el resultado del análisis de variancia donde se observa en su fuente de variación que no se encontró significación estadística para los tratamientos ni tampoco para los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 21.99 por ciento, con un promedio de 17.29 vainas por planta.

El número de vainas en la presente investigación varió en promedio entre 12.15 a 19.7 por planta, los tratamientos T5 (80-100-100 NPK) y T2 (estiércol de ovino) presentaron relativamente un mayor número de vainas por planta que los demás tratamientos; por otro lado el testigo absoluto solamente presentó en promedio 12.15 vainas por planta, muy debajo del promedio de los tratamientos, pero sin significación estadística respecto a los tratamientos (Tabla 18 y Figura 7).

Tabla 18. Promedios de número de vainas por planta y prueba de Tukey

| Tratamiento | Vainas por planta ^(*) | Significación |
|--------------------------|----------------------------------|---------------|
| T5: (80 - 100 - 100 NPK) | 19.73 | A |
| T2: (Estiércol de ovino) | 19.70 | A |
| T3:(Estiércol de cuy) | 18.00 | A |
| T1:(Estiércol de vacuno) | 17.60 | A |
| T4:(Guano de isla) | 16.58 | A |
| T6:(Testigo) | 12.15 | A |

(*)Registrado en la primera cosecha.

Estadísticamente no hay diferencias entre los tratamientos, pero existe una relación directa con el rendimiento, ya que los tratamientos que presentaron mayores rendimientos también tuvieron ligeramente un mayor número de vainas respecto a los demás tratamientos y al testigo absoluto. El promedio general del número de vainas fue de 17.29 por planta, mucho mayor a las registradas por Saldaña (2012), que reportó 9,63 vainas por planta y Villena (2001) con 10.9 vainas por planta; sin embargo, es similar a las reportadas por Quispe (2007), quien encontró 17.27 vainas por planta.

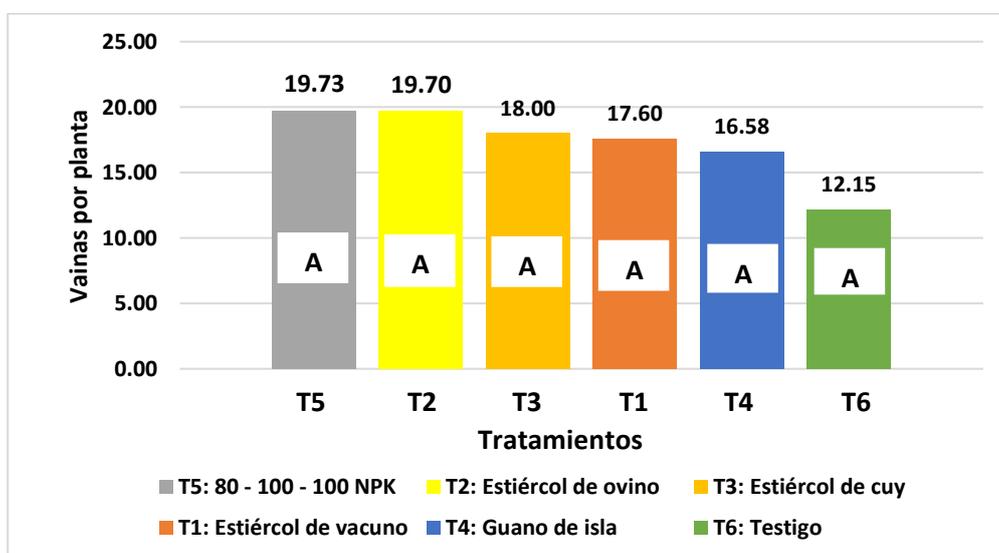


Figura 7. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en el número de vainas/planta.

4.2.4 Peso de vaina

En el análisis de variancia se observa una alta significación estadística para los tratamientos y significación estadística para bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 8.030 por ciento, con un promedio de 10.72 gramos por vaina (Tabla 16).

Según la comparación de medias (tabla 19) a través de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad se registró que el mayor peso por vaina presentó el tratamiento T5 (80-100-100 NPK), siendo estadísticamente similar a los tratamientos T2 (estiércol de ovino), T1 (estiércol de vacuno) y T3 (estiércol de cuy); pero estadísticamente diferente a los tratamientos T4 (guano de isla) y T6 (testigo).

Tabla 19. Promedios de peso de vaina y prueba de Tukey

| Tratamiento | Peso de vaina (g) | Significación |
|---------------------------|-------------------|---------------|
| T5: (80 - 100 - 100 NPK) | 12.21 | A |
| T2: (Estiércol de ovino) | 11.45 | AB |
| T1: (Estiércol de vacuno) | 11.32 | AB |
| T3: (Estiércol de cuy) | 11.10 | AB |
| T4: (Guano de isla) | 10.23 | B |
| T6: (Testigo) | 8.05 | C |

El número de granos por vaina tienen una relación directa con el peso de vaina, según el análisis estadístico tratamientos con mayores números de grano presentaron mayor peso de vaina, siendo el tratamiento T5 (80 -100 - 100 NPK) el que tuvo mayor número de vainas por planta, mayor número de granos por vaina, y mayor peso de vaina.

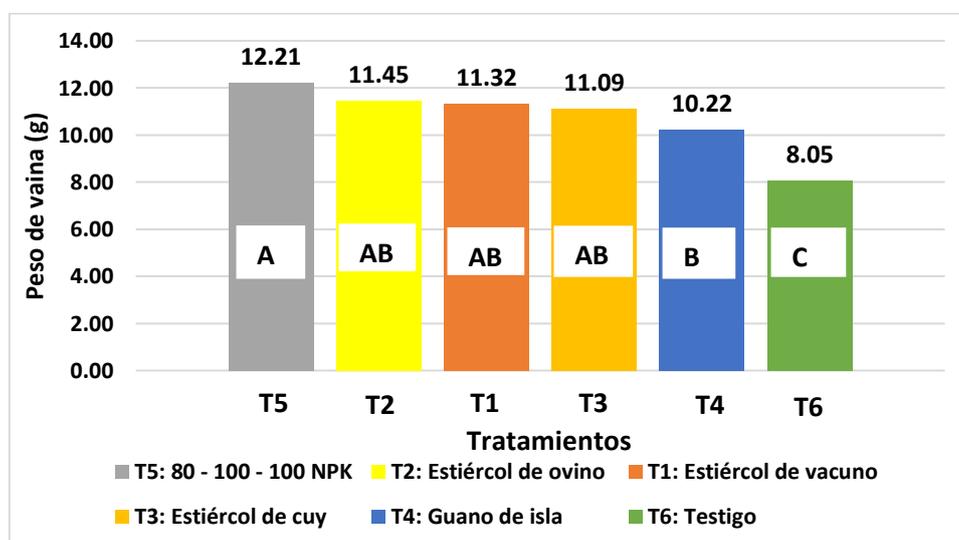


Figura 8. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en el peso de vaina.

4.2.5 Número de granos por vaina

En la tabla 16 se muestra el análisis de variancia para el número de granos por vaina, se observa una alta significación estadística para los tratamientos y significación estadística para bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 3.75 por ciento, con un promedio de 8.09 granos por vaina.

En la tabla 20 se muestra la comparación de medias realizadas a través de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad, se puede observar que el tratamiento T3 (80-100-100 NPK), T2 (estiércol de ovino) y T1 (Estiércol de vacuno) presentan promedios estadísticamente similares, pero estadísticamente diferentes a los tratamientos T3 (estiércol de cuy), T4 (guano de isla) y T6 (testigo).

Tabla 20. Promedios de granos por vaina y prueba de Tukey

| Tratamiento | Número de granos por vaina | Significación |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| T5: (80 - 100 – 100 NPK) | 8.63 | A |
| T2: (Estiércol de ovino) | 8.60 | A |
| T1: (Estiércol de vacuno) | 8.18 | AB |
| T3: (Estiércol de cuy) | 7.90 | B |
| T4: (Guano de isla) | 7.70 | B |
| T6: (Testigo) | 7.53 | B |

Camarena y Huaranga (2003) mencionan que el cultivar Rondo tiene un promedio de 8 granos/vaina, el número de granos por vaina encontrados en la presente investigación se asemejan a lo mencionado; a su vez supera a los registrados por Villena (2001) y Saldaña (2012), quienes reportaron 5.3 y 6.13 granos por vaina en promedio en el cultivar Rondo, en siembra de invierno en condiciones de costa central.

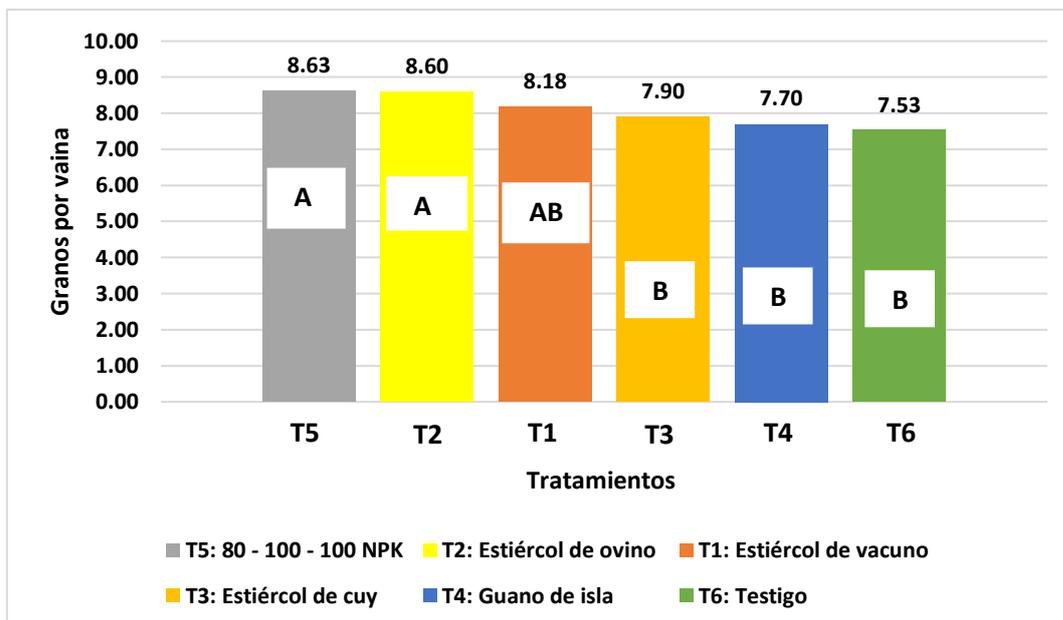


Figura 9. Efecto de cuatro fuentes orgánicas y NPK en granos por vaina.

El número de granos es el componente que más estrechamente está asociado con el rendimiento y más sensible a la influencia del ambiente. Es por ello que se debe evitar que la planta se estrese durante las etapas de floración y llenado de granos; asimismo también es necesaria la incorporación de materia orgánica ya que proveen micronutrientes que favorecen la floración y llenado de granos, a su vez crean condiciones favorables para el buen desarrollo y crecimiento de la planta.

4.2.6 Peso de 100 granos verdes

En la tabla 16, se muestra el resultado del análisis de variancia donde se observa que no existe significación estadística para tratamientos ni bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 8.56 por ciento, con un promedio de 66.87 gramos por 100 granos tiernos.

Según las comparaciones de medias realizadas a través de la prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad, se obtuvo que el tratamiento T5 (80-100-100 NPK) mostró relativamente un mayor peso de 100 granos tiernos (70.28 gramos), pero estadísticamente similar a los demás tratamientos y el testigo absoluto.

Tabla 21. Promedios de 100 granos verdes y prueba de Tukey

| Tratamiento | Peso de 100 granos tiernos (g) | Significación |
|---------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| T5: (80 - 100 – 100 NPK) | 70.28 | A |
| T2: (Estiércol de ovino) | 69.78 | A |
| T3: (Estiércol de cuy) | 68.50 | A |
| T1: (Estiércol de vacuno) | 65.73 | A |
| T4:(Guano de isla) | 65.63 | A |
| T6:(Testigo) | 61.34 | A |

A pesar de que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, existe una relación directa con el rendimiento y el número de vainas por planta. El peso de 100 granos tiernos registrados en la presente investigación se asemejan a los reportados por De Villena (2001), quien encontró en promedio 64.8 g en el cultivar Rondo en siembra en invierno, en condiciones de costa central.

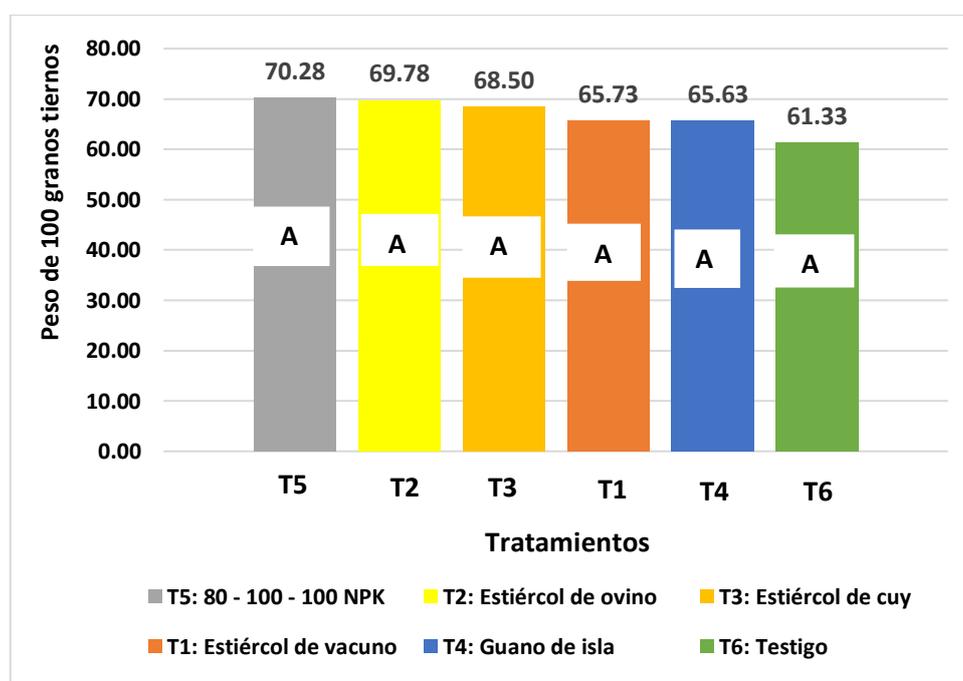


Figura 10. Promedios de peso de 100 granos verdes.

4.3 Análisis económico

En la tabla 22 se muestra el análisis económico para los tratamientos, todos los tratamientos presentaron índices de rentabilidad positivo (ganancias), alcanzando el tratamiento T5 (80-100-100 NPK) el primer lugar con un índice de rentabilidad de 125.94 por ciento por hectárea con un costo de producción de S/.25520.22 nuevos soles).

Tabla 22. Análisis económico para cada tratamiento en el cultivar Rondo (Campaña 2014 - 2015)

| | T1 vacuno (10 t/ha) | T2 ovino (10 t/ha) | T3 cuy (10 t/ha) | T4 isla (1 t/ha) | T5 NPK (80- 100-100) | T6 testigo |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|---------------|
| Rendimiento probable (kg/ha) | 13578.0 | 14718.0 | 13414.0 | 13031.0 | 15804.0 | 7421.0 |
| Valor Bruto de la producción (S/.) | 27156.0 | 29436.0 | 26828.0 | 26062.0 | 31608.0 | 14842.0 |
| Costo total de producción | 14274.30 | 14756.54 | 14226.08 | 14226.08 | 13989.78 | 8390.98 |
| Utilidad de la producción | 12881.70 | 14679.46 | 12601.92 | 11835.92 | 17618.22 | 6451.02 |
| precio promedio (venta unitario) | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Costo de producción unitario | 1.05 | 1.00 | 1.06 | 1.09 | 0.89 | 1.13 |
| Margen de utilidad unitario | 0.95 | 1.00 | 0.94 | 0.91 | 1.11 | 0.87 |
| Índice de rentabilidad (%) | 90.24 | 99.48 | 88.58 | 83.20 | 125.94 | 76.88 |

Todo los tratamientos presentaron índices de rentabilidad muy alto, uno de los factores que influyó fue los altos rendimientos obtenidos en la investigación, los cuales se encuentran por encima del promedio nacional y también las condiciones edafoclimaticas ideales durante la época en que se desarrolló el experimento.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones que a continuación se mencionan se lograron en suelos con descanso de dos años y la aplicación de los estiércoles 30 días antes de la siembra y con sistema de riego por goteo.

1. Los tratamientos con fertilización inorgánica y con estiércol de ovino presentaron los mejores rendimientos, con 15.8 y 14.72 t/ha
2. Los tratamientos con fertilizaciones orgánicas influenció en el rendimiento de arveja cv. Rondo en vaina verde, los que fueron superiores al tratamiento testigo sin ninguna fertilización.
3. Todos los tratamientos presentaron alta rentabilidad, destacando el tratamiento con fertilización inorgánica y fertilizaciones orgánicas.

VI. RECOMENDACIONES

1. El agricultor debe de realizar el abonamiento con estiércoles, con una dosis de 10 t/ha.
2. Realizar el abonamiento con estiércoles incorporando como mínimo un mes antes de la siembra.
3. Realizar experimentos con diferentes dosis de estiércol de ovino en campaña chica y grande.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Aykrob, W; Dugthty, J. 1977. Las leguminosas en la Nutrición Humana. Informe N°19. Roma, Italia. 52 p.
2. Azabache, L. 2003. Fertilidad de los suelos para la agricultura sustentable. 1ra edición. Huancayo, Perú.
3. Baeyens, J. 1970. Nutrición de plantas de cultivo. 1ra edición. Madrid, España, Edt Lemos.
4. Benites, C.L. 1992. Aplicación de humus de lombriz en el cultivo de tomate. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. 77 p.
5. Calzada, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Lima, Perú, ediagraria. 644 p.
6. Camarena, F. 2014. Innovación fitotecnia del haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), y lenteja (*Lens culinaris* Medik.). Lima, Perú. 189 p.
7. Camarena. F; Huaranga, A. 1990. El cultivo de arveja. Programa de investigación y Proyección social de Leguminosas de Grano y Oleaginosas. Lima, Perú. 29 p
8. Camarena. F; Huaranga, A. 2003. El cultivo de arveja y haba: fundamento técnico para el monitoreo, reacondicionamiento y valorización de cultivos y crianzas. Lima, Perú. 4 p.
9. Camarena. F; Huaranga, A. 2008. Manual del cultivo de arveja. Lima, Perú. 13 p.
10. Castellanos, R.J. 1996. Efecto de largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forrajes y las propiedades de un suelo en la región irrigada del norte de México.
11. Chuquiruna, S.M. 1989. Efecto de diversos abonos orgánicos sobre el mejoramiento de las propiedades del suelo y el rendimiento de papa (*S. tuberosum* L cv. Revolución). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 131 p.
12. Cubero, J.I. 1983. Leguminosas de grano. Madrid, España. Mundí-prensa.
13. Cuy, F. 1958. Estudio preliminar de fórmulas orgánicas en la fertilidad física y química de un suelo arenoso y con el requerimiento de un cultivo de vainita. Pachacamac, Departamento de Lima. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 109 p.

14. Davelouis, J.R. 1993. Edafología, Lima, Perú.
15. Daza, J.V. 1990. Efecto de diversos abonos orgánicos en la fertilidad física y química de un suelo arenoso, y en el rendimiento de un cultivo de vainita. (var. “Bush Blue Lake”), Pachacamac, Departamento de Lima. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 69 p.
16. Domínguez, A. 1987. Tratado de fertilización. 2da edición. España.
17. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Perú). 2002. Los fertilizantes y su uso (en línea). Cuarta edición. Consultado set. 2015. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>.
18. Gómez, Y.P. 1996. Efecto de tres niveles de humus de lombriz de estiércol de vacuno en un cultivo de arveja en la comunidad campesina de san pedro de casta (cuenca del rio Santa Eulalia). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 108 p.
19. Guerrero, J. 1993. Abonos orgánicos: Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Lima, Perú. 90p.
http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricola-pecuaria-avicola/2016/boletin-produccion-comercializacion-avicola-diciembre2016_020317.pdf
20. Kay, D. 1979. Legumbres alimenticias. Zaragoza, España, Edit. Acribia. S.D. 12 p.
21. Kiehl, J. 1985. Fertilizantes orgánicos. Agronómica Ceres Ltda. 592 p.
22. Leñaso, F. 1978. Hortalizas de fruto como donde y cuando: Manual de cultivo moderno. Barcelona, España, Edit. De Velci S.A. 78 p.
23. Mallaupoma, M.A.; Santana, A. 2005. Evaluación de 12 variedades de arveja en condiciones de Alfapata-Ascobamba. Caritas. Lima, Perú.
24. Maroto, J. 1990. Elementos de horticultura general. España. Edit. mandí-Prensa. 54 p.
25. Marshall, F. 1992. All New-Encyclopedia of organic Gardening. Rodale press. Emmaus. Pennsylvania, USA.
26. Martínez, C.G. 2011. Comparativo de fuentes orgánicas en la fertilización del cultivo de maíz (*zea mays*) en suelo arenoso en invernadero. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 78 p.
27. Meneses, R; Waaijenberg, H; Pierola, L. 1996. Las Leguminosas en la agricultura Boliviana: Proyecto Rhizobiología. Cochabamba, Bolivia. 434 p.

28. Millar, C. 1962. Edafología: Fundamentos de la ciencia del suelo. Continental, México.
29. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2016. Boletín estadístico de producción agrícola, pecuaria y avícola (en línea), consultado en:
30. Núñez, E. 1995. Memorias del II congreso sociedad mexicana de la ciencia del suelo. 60 p.
31. OEEE-MINAGRI (resultado de consulta de la base de datos Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2014. Series históricas de producción agrícola y compendios estadísticos (en línea). Consultado en : <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=salida>
32. Parsons, D; Mondoñedo, J; Krichner, F; Atilano, M. 1999. Frijol y chícharo. Ciudad de México, México, Editorial Trillas. 58 p.
33. Pulgar, J. 1941. Ocho Regiones Naturales del Perú. Lima, Perú. Consultado en <https://es.scribd.com/document/320738660/Las-Ocho-Regiones-Del-Peru-Segun-Javier-Pulgar-Vidal>.
34. Quispe, J. 2007. Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en el rendimiento de grano seco de arveja (*Pisum sativum* L) variedad Rondo en condiciones de la Molina, tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
35. Rodríguez, B.R. 1992. Efecto de fuentes orgánicas y de la fertilización nitrogenada en dos variedades de camote. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 92 p.
36. Romero, L; María, A; Trinidad, S.R; García, E; y Ferrara, C. 2000. producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia. 269 p.
37. Saldaña, J.R. 2012. Efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en el rendimiento de vaina verde en arveja (*Pisum sativum* L) cultivar Rondo en condiciones de Pachacamac. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 59 p.
38. SAS Institute Inc. 2010. SAS/STAT User's Guide. Ver.9.3. Cary, NC.SAS Institute.
39. Tisdale, S; Nelson, W. 1984. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial. Hispano Americana.

40. TQC (Tecnología Química y Comercio, Perú). 2017. Ficha técnica de arveja Rondo. Consultado enero 2017. Disponible en: <http://www.tqc.com.pe/agricola/semillas/arveja-rondo.html>
41. Ugás, R; Siura, S; Delgado de la Flor, R; Casas, A; Toledo, J. 2000. Hortalizas: datos Básicos. Lima, Perú. 202 p.
42. Ventura Ramírez-Otarola, E. 2007. Parámetros de calidad en compost de cuatro niveles de estiércol de ovino. Tesis Ing. Zootecnia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 144 p.
43. Vilcapoma, G. 1991. Manual de Botánica Sistemática. Lima, Perú. 22 p.
44. Villena, F. 2001. Evaluación de cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) para granos verde en condiciones de costa central. Tesis Ing. agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 88 p.
45. Yagodín, B. 1986. Agroquímica. Mir Moscú. Ex URSS
46. Zavaleta, G.A. 1992. El suelo en relación con la producción. Primera edición. Lima, Perú. 223 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 01. Cronograma de actividades realizadas durante el experimento.

| Actividades | Fecha | DDS |
|--|------------|------|
| Limpieza del terreno | 27/03/2014 | -154 |
| Preparación del terreno | 28/03/2014 | -153 |
| Instalación del sistema | 25/07/2014 | -34 |
| Surcado | 26/07/2014 | -33 |
| Abonamiento con estiércol(vacuno, ovino y cuy) | 27/07/2014 | -32 |
| Apertura del sistema | 27/07/2014 | -32 |
| Abonamiento con guano de islas y primer abonamiento(NPK) | 26/08/2014 | -2 |
| Apertura del sistema | 26/08/2014 | -2 |
| Siembra | 28/08/2014 | 0 |
| Aplicación de herbicida(Paraquat) | 06/09/2014 | 9 |
| Inicio de la germinación | 09/09/2014 | 12 |
| Germinación completa | 11/09/2014 | 15 |
| 1° Riego de mantenimiento | 11/09/2014 | 15 |
| 2° Riego de mantenimiento | 25/09/2014 | 29 |
| Primeras hojas verdaderas | 27/09/2014 | 30 |
| Desahíje | 28/09/2014 | 31 |
| 2° Abonamiento con nitrógeno | 03/10/2014 | 36 |
| 3° Riego de mantenimiento | 10/10/2014 | 43 |
| 4° Riego de mantenimiento | 24/10/2014 | 57 |
| 1° Desmalezado | 31/10/2014 | 64 |
| 1° Aplicación de fungicida (Bayfidan) | 01/11/2014 | 65 |
| Inicio de Floración | 01/11/2014 | 65 |
| 5° Riego de mantenimiento | 07/11/2014 | 71 |
| 6° Riego de mantenimiento | 21/11/2014 | 85 |
| Inicio de formación de vainas | 23/11/2014 | 87 |
| 2° Aplicación de fungicida (Bayfidan) | 23/11/2014 | 87 |
| 7° Riego de mantenimiento | 05/12/2014 | 99 |
| 8° Riego de mantenimiento | 19/12/2014 | 113 |
| 9° Riego de mantenimiento | 02/01/2015 | 127 |
| Primera cosecha | 10/01/2015 | 136 |
| 10° Riego de mantenimiento | 16/01/2015 | 141 |
| Segunda cosecha | 24/01/2015 | 150 |
| 11° Riego de mantenimiento | 30/01/2015 | 155 |
| Tercera cosecha | 07/02/2015 | 164 |

ANEXO N° 02. Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de NPK en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015).

| | UNIDAD DE MEDIDA | N° DE UNIDAD | COSTO UNITARIO(S/.) | COSTO TOTAL(S/.) |
|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------------|------------------|
| I. COSTOS DIRECTOS | | | | |
| A. GASTOS DE CULTIVO | | | | |
| 1. Mano de Obra | | | | |
| 1.1 Preparación del terreno | | | | |
| Limpieza del terreno | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| Riego pesado | Jor. | 1 | 40 | 40 |
| 1.2 Siembra | | | | |
| Distribución de semilla | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.3 Abonamiento | | | | |
| Incorporación de NPK | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.4 Labores Culturales | | | | |
| Deshierbo | Jor. | 11 | 40 | 440 |
| Riegos | Jor. | 10 | 40 | 400 |
| 1.5 Control Fitosanitario | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.6 Cosecha | | | | |
| Recolección | Jor. | 158 | 40 | 6320 |
| Selección | Jor. | 15 | 40 | 600 |
| Encostado y carguío | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA | | 215 | | 8600 |
| 2. Tracción Mecánico y Animal | | | | |
| 2.1 Aradura 1° | H/M | 8 | 80 | 640 |
| 2.2 Aradura 2° | H/M | 6 | 80 | 480 |
| 2.3 Surcado | H/M | 2 | 80 | 160 |
| SUB-TOTAL DE TRACCION | | 16 | | 1280 |
| 3. Insumos | | | | |
| 3.1 Semilla | Kg | 50 | 15 | 750 |
| 3.2 Fertilizantes | | | | |
| Urea | Kg | 100 | 1.6 | 160 |
| Fosfato Diamonico | Kg | 150 | 1.96 | 294 |
| Cloruro de Potasio | Kg | 150 | 1.8 | 270 |
| 3.3 Pesticidas | | | | |
| Tridiminol | Lt. | 1 | 180 | 180 |
| Cypermctrina | Lt. | 1 | 70 | 70 |
| SUB-TOTAL DE INSUMOS | | 452 | | 1724 |
| TOTAL DE GASTOS DEL CULTIVO | | | | 11604 |
| B. GASTOS GENERALES | | | | |
| Imprevistos(5% gasto de cultivo) | | | | 580.2 |
| Administrativos (5% gasto de cultivo) | | | | 580.2 |

.....Continuación anexo 2

| | |
|---------------------------------------|-----------------|
| SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES | 1160.4 |
| TOTAL DE GASTOS DIRECTOS | 12764.4 |
| II. COSTOS INDIRECTOS | |
| Costos financieros(1.92%C.D/mes) | 1225.38 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | 1225.38 |
| III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION | 13989.78 |

ANEXO N° 03. Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de estiércol de ovino en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015).

| | UNIDAD DE MEDIDA | N° DE UNIDAD | COSTO UNITARIO(S/.) | COSTO TOTAL(S/.) |
|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------------|------------------|
| I. COSTOS DIRECTOS | | | | |
| A. GASTOS DE CULTIVO | | | | |
| 1. Mano de Obra | | | | |
| 1.1 Preparación del terreno | | | | |
| Limpieza del terreno | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| Riego pesado | Jor. | 1 | 40 | 40 |
| 1.2 Siembra | | | | |
| Distribución de semilla | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.3 Abonamiento | | | | |
| Incorporación de estiércol | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.4 Labores Culturales | | | | |
| Deshierbo | Jor. | 11 | 40 | 440 |
| Riegos | Jor. | 10 | 40 | 400 |
| 1.5 Control Fitosanitario | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.6 Cosecha | | | | |
| Recolección | Jor. | 147 | 40 | 5880 |
| Selección | Jor. | 11 | 40 | 440 |
| Encostado y carguío | Jor. | 3 | 40 | 120 |
| SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA | | 199 | | 7960 |
| 2. Tracción Mecánico y Animal | | | | |
| 2.1 Aradura 1° | H/M | 8 | 80 | 640 |
| 2.2 Aradura 2° | H/M | 6 | 80 | 480 |
| 2.3 Surcado | H/M | 2 | 80 | 160 |
| SUB-TOTAL DE TRACCION | | 16 | | 1280 |
| 3. Insumos | | | | |
| 3.1 Semilla | Kg | 50 | 15 | 750 |
| 3.2 Estiércol | | | | |
| Ovino | Kg | 10000 | 0.2 | 2000 |
| 3.3 Pesticidas | | | | |
| Tridiminol | Lt. | 1 | 180 | 180 |
| Cypermctrina | Lt. | 1 | 70 | 70 |
| SUB-TOTAL DE INSUMOS | | 10052 | | 3000 |
| TOTAL DE GASTOS DEL CULTIVO | | | | 12240 |
| B. GASTOS GENERALES | | | | |
| Imprevistos(5% gasto de cultivo) | | | | 612 |
| Administrativos (5% gasto de cultivo) | | | | 612 |
| SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES | | | | 1224 |

.....continuación anexo 03

| | |
|---------------------------------------|-----------------|
| TOTAL DE GASTOS DIRECTOS | 13464 |
| II. COSTOS INDIRECTOS | |
| Costos financieros(1.92%C.D/mes) | 1292.54 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | 1292.54 |
| III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION | 14756.54 |

ANEXO N° 04. Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de estiércol de vacuno en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015).

| | UNIDAD DE MEDIDA | N° DE UNIDAD | COSTO UNITARIO(S/.) | COSTO TOTAL(S/.) |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------|
| I. COSTOS DIRECTOS | | | | |
| A. GASTOS DE CULTIVO | | | | |
| 1. Mano de Obra | | | | |
| 1.1 Preparación del terreno | | | | |
| Limpieza del terreno | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| Riego pesado | Jor. | 1 | 40 | 40 |
| 1.2 Siembra | | | | |
| Distribución de semilla | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.3 Abonamiento | | | | |
| Incorporación de estiércol | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.4 Labores Culturales | | | | |
| Deshierbo | Jor. | 11 | 40 | 440 |
| Riegos | Jor. | 10 | 40 | 400 |
| 1.5 Control Fitosanitario | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.6 Cosecha | | | | |
| Recolección | Jor. | 135 | 40 | 5400 |
| Selección | Jor. | 13 | 40 | 520 |
| Encostado y carguío | Jor. | 3 | 40 | 120 |
| SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA | | 189 | | 7560 |
| 2. Tracción Mecánico y Animal | | | | |
| 2.1 Aradura 1° | H/M | 8 | 80 | 640 |
| 2.2 Aradura 2° | H/M | 6 | 80 | 480 |
| 2.3 Surcado | H/M | 2 | 80 | 160 |
| SUB-TOTAL DE TRACCION | | 16 | | 1280 |
| 3. Insumos | | | | |
| 3.1 Semilla | Kg | 50 | 15 | 750 |
| 3.2 Estiércol | | | | |
| Vacuno | Kg | 10000 | 0.2 | 2000 |
| 3.3 Pesticidas | | | | |
| Tridiminol | Lt. | 1 | 180 | 180 |
| Cypermtrina | Lt. | 1 | 70 | 70 |
| SUB-TOTAL DE INSUMOS | | 10052 | | 3000 |
| TOTAL DE GASTOS DEL CULTIVO | | | | 11840 |
| B. GASTOS GENERALES | | | | |
| Imprevistos(5% gasto de cultivo) | | | | 592 |
| Administrativos (5% gasto de cultivo) | | | | 592 |
| | | | | 1184 |

.....Continuación anexo 04

| | |
|---------------------------------------|-----------------|
| SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES | |
| TOTAL DE GASTOS DIRECTOS | 13024 |
| II. COSTOS INDIRECTOS | |
| Costos financieros(1.92%C.D/mes) | 1250.30 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | 1250.30 |
| III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION | 14274.30 |

ANEXO N° 05. Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de estiércol de cuy en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015).

| | UNIDAD DE MEDIDA | N° DE UNIDAD | COSTO UNITARIO(S/.) | COSTO TOTAL(S/.) |
|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------------|------------------|
| I. COSTOS DIRECTOS | | | | |
| A. GASTOS DE CULTIVO | | | | |
| 1. Mano de Obra | | | | |
| 1.1 Preparación del terreno | | | | |
| Limpieza del terreno | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| Riego pesado | Jor. | 1 | 40 | 40 |
| 1.2 Siembra | | | | |
| Distribución de semilla | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.3 Abonamiento | | | | |
| Incorporación de estiércol | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.4 Labores Culturales | | | | |
| Deshiervo | Jor. | 11 | 40 | 440 |
| Riegos | Jor. | 10 | 40 | 400 |
| 1.5 Control Fitosanitario | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.6 Cosecha | | | | |
| Recolección | Jor. | 134 | 40 | 5360 |
| Selección | Jor. | 13 | 40 | 520 |
| Encostalado y carguío | Jor. | 3 | 40 | 120 |
| SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA | | 188 | | 7520 |
| 2. Tracción Mecánico y Animal | | | | |
| 2.1 Aradura 1° | H/M | 8 | 80 | 640 |
| 2.2 Aradura 2° | H/M | 6 | 80 | 480 |
| 2.3 Surcado | H/M | 2 | 80 | 160 |
| SUB-TOTAL DE TRACCION | | 16 | | 1280 |
| 3. Insumos | | | | |
| 3.1 Semilla | Kg | 50 | 15 | 750 |
| 3.2 Estiércol | | | | |
| Cuy | Kg | 10000 | 0.2 | 2000 |
| 3.3 Pesticidas | | | | |
| Tridiminol | Lt. | 1 | 180 | 180 |
| Cypermtrina | Lt. | 1 | 70 | 70 |
| SUB-TOTAL DE INSUMOS | | 10052 | | 3000 |
| TOTAL DE GASTOS DEL CULTIVO | | | | 11800 |
| B. GASTOS GENERALES | | | | |
| Imprevistos(5% gasto de cultivo) | | | | 590 |
| Administrativos (5% gasto de cultivo) | | | | 590 |
| SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES | | | | 1180 |
| | | | | 12980 |

.....Continuación anexo 05

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS

II. COSTOS INDIRECTOS

Costos financieros(1.92%C.D/mes)

1246.08

TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS

1246.08

III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION

14226.08

ANEXO N° 06. Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, con abonamiento de Guano de isla en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015).

| | UNIDAD DE MEDIDA | N° DE UNIDAD | COSTO UNITARIO(S/.) | COSTO TOTAL(S/.) |
|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------------|------------------|
| I. COSTOS DIRECTOS | | | | |
| A. GASTOS DE CULTIVO | | | | |
| 1. Mano de Obra | | | | |
| 1.1 Preparación del terreno | | | | |
| Limpieza del terreno | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| Riego pesado | Jor. | 1 | 40 | 40 |
| 1.2 Siembra | | | | |
| Distribución de semilla | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.3 Abonamiento | | | | |
| Incorporación de guano de isla | Jor. | 3 | 40 | 120 |
| 1.4 Labores Culturales | | | | |
| Deshiervo | Jor. | 11 | 40 | 440 |
| Riegos | Jor. | 10 | 40 | 400 |
| 1.5 Control Fitosanitario | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.6 Cosecha | | | | |
| Recolección | Jor. | 130 | 40 | 5200 |
| Selección | Jor. | 13 | 40 | 520 |
| Encostado y carguío | Jor. | 3 | 40 | 120 |
| SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA | | 183 | | 7320 |
| 2. Tracción Mecánico y Animal | | | | |
| 2.1 Aradura 1° | H/M | 8 | 80 | 640 |
| 2.2 Aradura 2° | H/M | 6 | 80 | 480 |
| 2.3 Surcado | H/M | 2 | 80 | 160 |
| SUB-TOTAL DE TRACCION | | 16 | | 1280 |
| 3. Insumos | | | | |
| 3.1 Semilla | Kg | 50 | 15 | 750 |
| 3.2 Abonos | | | | |
| Guano de isla | Kg | 1000 | 1 | 1000 |
| 3.3 Pesticidas | | | | |
| Tridiminol | Lt. | 1 | 180 | 180 |
| Cypermtrina | Lt. | 1 | 70 | 70 |
| SUB-TOTAL DE INSUMOS | | 1052 | | 2000 |
| TOTAL DE GASTOS DEL CULTIVO | | | | 10600 |
| B. GASTOS GENERALES | | | | |
| Imprevistos(5% gasto de cultivo) | | | | 530 |
| Administrativos (5% gasto de cultivo) | | | | 530 |
| SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES | | | | 1060 |
| | | | | 11660 |

.....Continuación Anexo 06

TOTAL DE GASTOS DIRECTOS

II. COSTOS INDIRECTOS

Costos financieros(1.92%C.D/mes)

1119.36

TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS

1119.36

III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION

12779.36

ANEXO N° 07. Costo de producción de Arveja Rondo en vaina verde, sin fertilización en la campaña Setiembre (2014) – Enero (2015).

| | UNIDAD DE MEDIDA | N° DE UNIDAD | COSTO UNITARIO(S/.) | COSTO TOTAL(S/.) |
|---------------------------------------|------------------|--------------|---------------------|------------------|
| I. COSTOS DIRECTOS | | | | |
| A. GASTOS DE CULTIVO | | | | |
| 1. Mano de Obra | | | | |
| 1.1 Preparación del terreno | | | | |
| Limpieza del terreno | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| Riego pesado | Jor. | 1 | 40 | 40 |
| 1.2 Siembra | | | | |
| Distribución de semilla | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.3 Abonamiento | | | | |
| Incorporación de estiércol | Jor. | 0 | 0 | 0 |
| 1.4 Labores Culturales | | | | |
| Deshierbo | Jor. | 11 | 40 | 440 |
| Riegos | Jor. | 10 | 40 | 400 |
| 1.5 Control Fitosanitario | | | | |
| Aplicación de pesticidas | Jor. | 4 | 40 | 160 |
| 1.6 Cosecha | | | | |
| Recolección | Jor. | 74 | 40 | 2960 |
| Selección | Jor. | 7 | 40 | 280 |
| Encostado y carguío | Jor. | 2 | 40 | 80 |
| SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA | | 117 | | 4680 |
| 2. Tracción Mecánico y Animal | | | | |
| 2.1 Aradura 1° | H/M | 8 | 80 | 640 |
| 2.2 Aradura 2° | H/M | 6 | 80 | 480 |
| 2.3 Surcado | H/M | 2 | 80 | 160 |
| SUB-TOTAL DE TRACCION | | 16 | | 1280 |
| 3. Insumos | | | | |
| 3.1 Semilla | Kg | 50 | 15 | 750 |
| 3.2 Estiércol | Kg | 0 | 0 | 0 |
| 3.3 Pesticidas | | | | |
| Tridiminol | Lt. | 1 | 180 | 180 |
| Cypermotrina | Lt. | 1 | 70 | 70 |
| SUB-TOTAL DE INSUMOS | | 52 | | 1000 |
| TOTAL DE GASTOS DEL CULTIVO | | | | 6960 |
| B. GASTOS GENERALES | | | | |
| Imprevistos(5% gasto de cultivo) | | | | 348 |
| Administrativos (5% gasto de cultivo) | | | | 348 |
| SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES | | | | 696 |

.....Continuación anexo 07

| | |
|---------------------------------------|----------------|
| TOTAL DE GASTOS DIRECTOS | 7656 |
| II. COSTOS INDIRECTOS | |
| Costos financieros(1.92%C.D/mes) | 734.97 |
| TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS | 734.97 |
| III. COSTO TOTAL DE PRODUCCION | 8390.97 |

ANEXO N° 08. Estructura de la inversión y depreciación del módulo de riego

A.-ESTRUCTURA DE LA INVERSION

62.5

50.4

1. DEL SISTEMA DE RIEGO

6858

COSTO DEL EQUIPO

| Descripción | Unidad de medida | Cantidad/ha | Costo Unitario(s/.) | Costo Parcial(s/.) |
|--|------------------|-------------|---------------------|--------------------|
| Cinta de riego C 8 mil a 20 cm X 1.01L/H 2286 M AQUATRAXX TORO | ROL | 3 | 600 | 1800 |
| Adaptador de 1 1/2" a 2" de PVC | UND | 6 | 2 | 12 |
| Llave universal de 1 1/2" | UND | 1 | 15 | 15 |
| Reducción de PVC de 4" a 2" | UND | 2 | 1 | 2 |
| Tubería de PVC de 4" | UND | 1 | 14 | 14 |
| Tela de Nailon | MET | 1 | 10 | 10 |
| Tubería de PVC de 2" | UND | 34 | 10 | 340 |
| Válvula de 1 1/2" | UND | 3 | 25 | 75 |
| Conector inicial + empaque 16 mm bilateral PE SAB | UND | 126 | 0.6 | 75.6 |
| Manguera PEBD 16 mm C2.5 ORBES DRIP | MET | 51 | 0.43 | 21.93 |
| Válvula ramal manguera cinta 16 mm PLAST PROJECT | UND | 126 | 2.5 | 315 |
| Pegamento de PVC | LT | 0.25 | 60 | 15 |
| Tapón de PVC de 2" | UND | 1 | 0.5 | 0.5 |
| Tapones de Cinta | UND | 126 | 0.4 | 50.4 |
| Flete | UND | 1 | 200 | 200 |
| COSTO DE INSTALACION | | 1 | 500 | 500 |

Sub Total

3446.43

B. PRESUPUESTO DE DEPRECIACION - AMORTIZACION

| Concepto | Valor de depreciación (s/.) | Años | Costo Total Campaña/ha |
|------------------|-----------------------------|------|------------------------|
| Sistema de riego | 3446.43 | 4 | 861.6075 |
| | | | |

TOTAL DE INVERSION POR CAMPAÑA (S/.)

861.6075

ANEXO N° 09. Cuadro de calidad de arveja Rondo en vaina verde (t/ha)

| TRAT | BLOQ | 1° cosecha (kg) | | | | 2° cosecha (kg) | | | | 3° cosecha (kg) | | | | Total/Calidad (kg) | | | Total/parcela (kg) | Rendimiento/calidad (t/ha) | | | TOTAL (t/ha) |
|------|------|-----------------|-----|----|-------|-----------------|-----|-----|-------|-----------------|-----|-----|-------|--------------------|------|-----|--------------------|----------------------------|---------|---------|--------------|
| | | 1° | 2° | 3° | Total | 1° | 2° | 3° | Total | 1° | 2° | 3° | Total | 1° | 2° | 3° | | 1° t/ha | 2° t/ha | 3° t/ha | |
| T1 | I | 5.3 | 0 | 0 | 5.3 | 27.2 | 2.1 | 0.1 | 29.4 | 1.8 | 3.5 | 0.6 | 5.9 | 34.3 | 5.6 | 0.7 | 40.6 | 10.71875 | 1.75 | 0.21875 | 12.6875 |
| T1 | II | 4.1 | 0 | 0 | 4.1 | 25.5 | 1.9 | 0.2 | 27.6 | 4.3 | 6.1 | 1 | 11.4 | 33.9 | 8 | 1.2 | 43.1 | 10.59375 | 2.5 | 0.375 | 13.46875 |
| T1 | III | 10.2 | 0 | 0 | 10.2 | 25.2 | 1 | 0 | 26.2 | 3.6 | 5.7 | 0.9 | 10.2 | 39 | 6.7 | 0.9 | 46.6 | 12.1875 | 2.09375 | 0.28125 | 14.5625 |
| T1 | IV | 6.1 | 0 | 0 | 6.1 | 28.9 | 2 | 0.1 | 31 | 2.5 | 3.4 | 0.5 | 6.4 | 37.5 | 5.4 | 0.6 | 43.5 | 11.71875 | 1.6875 | 0.1875 | 13.59375 |
| T2 | I | 6.8 | 0 | 0 | 6.8 | 27.8 | 1.1 | 0 | 28.9 | 2 | 7.9 | 0.2 | 10.1 | 36.6 | 9 | 0.2 | 45.8 | 11.4375 | 2.8125 | 0.0625 | 14.3125 |
| T2 | II | 10.4 | 0 | 0 | 10.4 | 27.2 | 0.9 | 0.4 | 28.5 | 2.9 | 8.7 | 0.5 | 12.1 | 40.5 | 9.6 | 0.9 | 51 | 12.65625 | 3 | 0.28125 | 15.9375 |
| T2 | III | 9.8 | 0 | 0 | 9.8 | 27.2 | 1.5 | 0.1 | 28.8 | 3 | 6.1 | 0.8 | 9.9 | 40 | 7.6 | 0.9 | 48.5 | 12.5 | 2.375 | 0.28125 | 15.15625 |
| T2 | IV | 6.3 | 0 | 0 | 6.3 | 28.2 | 2.1 | 1 | 31.3 | 1.9 | 3.2 | 0.4 | 5.5 | 36.4 | 5.3 | 1.4 | 43.1 | 11.375 | 1.65625 | 0.4375 | 13.46875 |
| T3 | I | 5.5 | 0 | 0 | 5.5 | 18.4 | 0.9 | 0.3 | 19.6 | 3.1 | 8.7 | 0.9 | 12.7 | 27 | 9.6 | 1.2 | 37.8 | 8.4375 | 3 | 0.375 | 11.8125 |
| T3 | II | 8.8 | 0 | 0 | 8.8 | 24.1 | 1 | 0.2 | 25.3 | 2.6 | 9.1 | 0.3 | 12 | 35.5 | 10.1 | 0.5 | 46.1 | 11.09375 | 3.15625 | 0.15625 | 14.40625 |
| T3 | III | 7.8 | 0 | 0 | 7.8 | 27.8 | 0.8 | 0.1 | 28.7 | 2.1 | 7.9 | 0.2 | 10.2 | 37.7 | 8.7 | 0.3 | 46.7 | 11.78125 | 2.71875 | 0.09375 | 14.59375 |
| T3 | IV | 5.5 | 0 | 0 | 5.5 | 24.4 | 1.3 | 0 | 25.7 | 3 | 6.4 | 0.5 | 9.9 | 32.9 | 7.7 | 0.5 | 41.1 | 10.28125 | 2.40625 | 0.15625 | 12.84375 |
| T4 | I | 7.3 | 0 | 0 | 7.3 | 22 | 1.3 | 1.1 | 24.4 | 1.9 | 7.5 | 0.7 | 10.1 | 31.2 | 8.8 | 1.8 | 41.8 | 9.75 | 2.75 | 0.5625 | 13.0625 |
| T4 | II | 10.6 | 0 | 0 | 10.6 | 24.2 | 0.7 | 0.5 | 25.4 | 2.4 | 9.3 | 0.4 | 12.1 | 37.2 | 10 | 0.9 | 48.1 | 11.625 | 3.125 | 0.28125 | 15.03125 |
| T4 | III | 7.2 | 0 | 0 | 7.2 | 22.2 | 1 | 0.7 | 23.9 | 2.6 | 8.8 | 0.6 | 12 | 32 | 9.8 | 1.3 | 43.1 | 10 | 3.0625 | 0.40625 | 13.46875 |
| T4 | IV | 6.1 | 0 | 0 | 6.1 | 18 | 0.9 | 1 | 19.9 | 1.8 | 5.3 | 0.7 | 7.8 | 25.9 | 6.2 | 1.7 | 33.8 | 8.09375 | 1.9375 | 0.53125 | 10.5625 |
| T5 | I | 10.9 | 0 | 0 | 10.9 | 27.2 | 0.8 | 0.6 | 28.6 | 1.3 | 2.5 | 0.3 | 4.1 | 39.4 | 3.3 | 0.9 | 43.6 | 12.3125 | 1.03125 | 0.28125 | 13.625 |
| T5 | II | 13.6 | 0 | 0 | 13.6 | 30.9 | 1.2 | 0.3 | 32.4 | 2.7 | 5.1 | 1 | 8.8 | 47.2 | 6.3 | 1.3 | 54.8 | 14.75 | 1.96875 | 0.40625 | 17.125 |
| T5 | III | 14.2 | 0 | 0 | 14.2 | 28.7 | 0.9 | 0.1 | 29.7 | 1.5 | 7 | 1.2 | 9.7 | 44.4 | 7.9 | 1.3 | 53.6 | 13.875 | 2.46875 | 0.40625 | 16.75 |
| T5 | IV | 11.4 | 0 | 0 | 11.4 | 29.8 | 1 | 0 | 30.8 | 2.3 | 5.1 | 0.7 | 8.1 | 43.5 | 6.1 | 0.7 | 50.3 | 13.59375 | 1.90625 | 0.21875 | 15.71875 |
| T6 | I | 5.5 | 0 | 0 | 5.5 | 4.2 | 2 | 0.9 | 7.1 | 0.7 | 1.9 | 0.9 | 3.5 | 10.4 | 3.9 | 1.8 | 16.1 | 3.25 | 1.21875 | 0.5625 | 5.03125 |
| T6 | II | 9 | 0.2 | 0 | 9.2 | 11.2 | 2.9 | 0.8 | 14.9 | 1.5 | 2.5 | 1.1 | 5.1 | 21.7 | 5.6 | 1.9 | 29.2 | 6.78125 | 1.75 | 0.59375 | 9.125 |
| T6 | III | 9.1 | 0 | 0 | 9.1 | 10.6 | 4 | 1.1 | 15.7 | 1.4 | 1.5 | 1 | 3.9 | 21.1 | 5.5 | 2.1 | 28.7 | 6.59375 | 1.71875 | 0.65625 | 8.96875 |
| T6 | IV | 6 | 0.1 | 0 | 6.1 | 8 | 3.1 | 1 | 12.1 | 0.7 | 1.3 | 0.8 | 2.8 | 14.7 | 4.5 | 1.8 | 21 | 4.59375 | 1.40625 | 0.5625 | 6.5625 |

ANEXO N° 10. Croquis del campo experimental

| | | | | | | |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| BLOCK 1 | 101 T3 | 102 T5 | 103 T1 | 104 T6 | 105 T4 | 106 T2 |
| BLOCK 2 | 201 T4 | 202 T1 | 203 T2 | 204 T3 | 205 T5 | 206 T6 |
| BLOCK 3 | 301 T2 | 302 T3 | 303 T4 | 304 T1 | 305 T6 | 306 T5 |
| BLOCK 4 | 401 T6 | 402 T4 | 403 T3 | 404 T5 | 405 T2 | 406 T1 |

ANEXO N° 11. Análisis de variancia para las variables en estudio

Análisis de variancia para altura de planta

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|-------------|----|--------|-----|
| Tratamiento | 5 | 36.314 | ** |
| Bloque | 3 | 34.739 | ** |
| CV (%) | | 3.165 | |
| Promedio | | 73.43 | |

Análisis de variancia para inicio de la floración

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|-------------|----|-------|-----|
| Tratamiento | 5 | 2.475 | ** |
| Bloque | 3 | 0.486 | ns |
| CV (%) | | 0.901 | |
| Promedio | | 65.88 | |

Análisis de variancia para longitud de vainas

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|-------------|----|-------|-----|
| Tratamiento | 5 | 0.139 | ns |
| Bloque | 3 | 0.093 | ns |
| CV (%) | | 2.204 | |
| Promedio | | 10.27 | |

Análisis de variancia para ancho de vainas

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|---------------|-----------|-----------|------------|
| Tratamiento | 5 | 0.011 | ** |
| Bloque | 3 | 0.002 | ns |
| CV (%) | | 2.281 | |
| Promedio | | 1.54 | |

Análisis de variancia para materia seca aérea

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|---------------|-----------|-----------|------------|
| Tratamiento | 5 | 267.663 | n.s |
| Bloque | 3 | 8.581 | n.s |
| CV (%) | | 17.588 | |
| Promedio | | 62.05 | |

Análisis de variancia para rendimiento total de vaina verde

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|---------------|-----------|-----------|------------|
| Tratamiento | 5 | 33.953 | ** |
| Bloque | 3 | 9.106 | ** |
| C.V (%) | | 7.04 | |
| Promedio | | 12.99 | |

Análisis de variancia para número de vainas por planta

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|---------------|-----------|-----------|------------|
| Tratamiento | 5 | 31.41 | n.s |
| Bloque | 3 | 5.39 | n.s |
| CV (%) | | 21.99 | |
| Promedio | | 17.29 | |

Análisis de variancia para peso de vaina

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|---------------|-----------|-----------|------------|
| Tratamiento | 5 | 8.5119 | ** |
| Bloque | 3 | 2.7528 | * |
| CV (%) | | 8.030 | |
| Promedio | | 10.72 | |

Análisis de variancia para granos por vaina

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|---------------|-----------|-----------|------------|
| Tratamiento | 5 | 0.85 | ** |
| Bloque | 3 | 0.49 | * |
| CV (%) | | 3.75 | |
| Promedio | | 8.09 | |

Análisis de variancia para peso de 100 granos verdes

| FUENTE | GL | CM | SIG |
|---------------|-----------|-----------|------------|
| Tratamiento | 5 | 45.038 | n.s |
| Bloque | 3 | 17.571 | n.s |
| CV (%) | | 8.56 | |
| Promedio | | 66.87 | |

ANEXO N° 12. Fotos del experimento realizado.

Área experimental en desarrollo vegetativo de arveja cultivar Rondo





Aplicación de bayfidan (triadimenol), para el control de oídium



Evaluación de inicio de floración.

