



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

T E S I S

**EFFECTO DEL ABONAMIENTO ORGÁNICO EN EL RENDIMIENTO
DE CINCO VARIEDADES DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), EN
CONDICIONES DE PAMPA DEL ARCO, DISTRITO DE
HUAMANGA – REGIÓN AYACUCHO**

PRESENTADA POR

BACHILLER FREDY COLOS AYALA

ASESOR

ING. URBANO FERMIN VASQUEZ ESPINO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

MOQUEGUA - PERÚ

2018

CONTENIDO

PORTADA	Pág.
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2. Definición del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación	4
1.5. Alcances y limitaciones	5
1.5.1. Alcances	5

1.5.2. Limitaciones	6
1.6. Variables	6
1.6.1. Variable independiente	6
1.6.2. Variable dependiente.....	6
1.6.3. Operacionalización de las variables	7
1.7. Hipótesis de la investigación.....	8
1.7.1. Hipótesis general.....	8
1.7.2. Hipótesis específicas	8
1.7.3. Hipótesis estadísticas	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	9
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Origen y distribución geográfica.....	11
2.2.2. Clasificación taxonómica.	11
2.2.3. Variedades botánicas.....	12
2.2.4. Variedades utilizadas en la investigación	13
2.2.5. Características morfológicas.	15
2.2.6. Fases fisiológicas y estados fenológicos.....	18
2.2.7. Factores edáficos y climáticos.	22
2.2.8. Clasificación y dinámica de los nutrientes.....	25
2.2.9. Materia orgánica.....	26
2.2.10. Localidad de Pampa del Arco	33

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de investigación	34
3.2. Diseño de la investigación	34
3.2.1. Factores de estudio	34
3.2.2. Combinación factorial	35
3.3. Población y muestra	37
3.3.1. Población.....	37
3.3.2. Muestra.....	37
3.4. Descripción de los instrumentos de recolección de datos	37
3.5. Ubicación	39
3.6. Metodología	43
3.7. Materiales e insumos.....	46

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados	49
4.2. Contrastación de hipótesis	69
4.3. Discusión de resultados.....	70

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	72
5.2. Recomendaciones.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
APÉNDICES.....	79
MATRIZ DE CONSISTENCIA	97

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido de tablas	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de las variables de estudio.....	7
Tabla 2. Composición nutritiva por 100 g de parte comestible de arveja.....	17
Tabla 3. Requerimiento climático del cultivo de arveja.	23
Tabla 4. Composición química del estiércol o guano.	29
Tabla 5. Caracterización agroquímica de estiércol de ovino.	30
Tabla 6. Composición química del estiércol de cuy	32
Tabla 7. Factores de estudio evaluados.....	35
Tabla 8. Combinación de factores para las diferentes unidades experimentales ..	35
Tabla 9. Estructura de tratamientos según el DBCA	36
Tabla 10. Temperatura máxima, media, mínima, y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2017 – 2018.....	41
Tabla 11. Análisis químico – físico del suelo del área agrícola, ubicada en Pampa del Arco a 2772 msnm.	42
Tabla 12. Análisis de varianza para dos factores en estudio.....	47
Tabla 13. ANVA de altura de planta a los 30 días después de la siembra.....	49
Tabla 14. Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad	50
Tabla 15. Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel estiércol	50
Tabla 16. ANVA de altura de planta a los 60 días después de la siembra.....	51
Tabla 17. ANVA de efectos simples de altura de planta a los 60 días	52
Tabla 18. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de estiércol por variedad.....	53
Tabla 19. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por estiércol	53

Tabla 20. ANVA de altura de planta a los 90 días después de la siembra.....	55
Tabla 21. ANVA de efectos simples de altura de planta a los 90 días	55
Tabla 22. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de estiércol por variedad.....	56
Tabla 23. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por estiércol.....	56
Tabla 24. ANVA de altura de planta al momento de la cosecha	57
Tabla 25. ANVA de efectos simples de altura de planta	58
Tabla 26. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de estiércol por variedad.....	59
Tabla 27. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por estiércol.....	59
Tabla 28. ANVA de número de vainas por planta	60
Tabla 29. ANVA de efectos simples de número de vainas por planta.....	61
Tabla 30. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de estiércol por variedad.....	62
Tabla 31. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por estiércol.....	62
Tabla 32. ANVA de peso de vaina por planta	63
Tabla 33. Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad	64
Tabla 34. Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel estiércol	65
Tabla 35. ANVA de longitud de vaina	65
Tabla 36. Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad	66
Tabla 37. ANVA de número de granos por vaina.....	66

Tabla 38. Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad	67
Tabla 39. ANVA de rendimiento (kg/10,8 m ²).....	67
Tabla 40. Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad	68
Tabla 41. Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel estiércol	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido de figuras	Pág.
Figura 1. Aleatorización de los tratamientos.....	36
Figura 2. Temperatura máxima, media, mínima, y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2017 de la estación meteorológica de Pampa del Arco	42
Figura 3. Interacción de variedades x estiércol para altura de planta a los 60 días	54
Figura 4. Interacción de variedades x estiércol para altura de planta a los 90 días	57
Figura 5. Interacción de variedades x estiércol para altura de planta a la cosecha	60
Figura 6. Interacción de variedades x estiércol para número de vainas por planta	63

ÍNDICE DE APÉNDICES

Contenido de apéndice	Pág.
Tabla A1. Cuadro de datos consolidados.....	79
Tabla A2. Costo de producción.....	80
Tabla A3. Variedad Usui y estiércol de ovino (V ₁ E ₁)	81
Tabla A4. Variedad Usui y estiércol de ovino (V ₁ E ₂)	81
Tabla A5. Variedad Usui y estiércol de cuy (V ₁ E ₃).....	82
Tabla A6. Variedad Remate y estiércol de ovino (V ₂ E ₁).....	82
Tabla A7. Variedad Remate y estiércol vacuno (V ₂ E ₂).....	82
Tabla A8. Variedad Remate y estiércol de cuy (V ₂ E ₃)	83
Tabla A9. Variedad Alderman y estiércol ovino (V ₃ E ₁).....	83
Tabla A10. Variedad Alderman y estiércol vacuno (V ₃ E ₂)	83
Tabla A11. Variedad Alderman y estiércol de cuy (V ₃ E ₃)	84
Tabla A12. Variedad Blanco y estiércol de ovino (V ₄ E ₁).....	84
Tabla A13. Variedad Blanco y estiércol de vacuno (V ₄ E ₂)	84
Tabla A14. Variedad Blanco y estiércol de cuy (V ₄ E ₃).....	85
Tabla A15. Variedad Criollo y estiércol de ovino (V ₅ E ₁).....	85
Tabla A16. Variedad Criollo y estiércol de vacuno (V ₅ E ₂)	85
Tabla A17. Variedad Criollo y estiércol de cuy (V ₅ E ₃).....	86
Tabla B1. Análisis de rentabilidad de arveja	87
Figura C1. Resultado de análisis de suelos	88
Fotografía D1. Preparación de terreno arado	89
Fotografía D2. Preparación de terreno mullido.....	89
Fotografía D3. Nivelado de terreno	90

Fotografía D4. Surcado	90
Fotografía D5. Siembra.....	91
Fotografía D6. Visita del jurado Ing. Bruno Isaías Cruz Esteba.....	91
Fotografía D7. Desarrollo y evaluación de 30 días.....	92
Fotografía D8. Aplicación de insecticida.....	92
Fotografía D9. Colocación de tutores	93
Fotografía D10. Evaluación de enfermedades	93
Fotografía D11. Evaluación de fructificación.....	94
Fotografía D12. Mostrando cartel de ejecución de proyecto	94
Fotografía D13. Cosecha.....	95
Fotografía D14. Toma de datos altura de planta a la cosecha.....	95
Fotografía D15. Toma de datos número de vaina por planta, número de granos por planta.....	96
Fotografía D16. Evaluación longitud de vaina	96

RESUMEN

El trabajo de tesis “Efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga – región Ayacucho” se llevó a cabo en los terrenos de Pampa del Arco del 12 de agosto al 24 de enero del 2018, siendo los objetivos evaluar el efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento de cinco variedades de arveja, así mismo determinar la altura de planta, número de vainas por golpe, longitud de vaina y número de granos por vaina y los costos de producción en la Pampa del Arco. Las variedades fueron Usui (V₁), Remate (V₂), Alderman (V₃), Blanco (V₄) y Criollo (V₅ como testigo), los abonos orgánicos fueron: ovino (E₁), vacuno (E₂) y cuy (E₃). Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo en factorial (V x E) con cinco niveles factor V y factor E con tres niveles y tres bloques y 15 tratamientos con 45 unidades experimentales. El análisis estadístico empleado fue el análisis de varianza (ANVA) a una probabilidad f de 0,05 y 0,01. Se realizó la prueba de significación de Tukey al 95 % de confiabilidad. En rendimiento destacó la variedad Usui (V₁) y estiércol de vacuno (E₂), con rendimientos de 9,90 y 8,60 kg/10,80 m²; en cuanto altura de planta a la cosecha y número de vainas/planta destaca la variedad Blanco (V₄); en cuanto a los costos de producción destaca la interacción de V₁E₂ con 200 %.

Palabras clave: Rendimiento, arveja, costos de producción.

ABSTRACT

The thesis work “Effect of organic fertilization on the yield of five varieties of pea (*Pisum sativum* L.), under conditions of Pampa del Arco, District of Huamanga - Ayacucho Region” was carried out in the lands of Pampa del Arco from August 12 to January 24, 2018, the objectives being to evaluate the effect of organic fertilization on the yield of five varieties of peas, as well as to determine the plant height, number of pods per stroke, pod length and number of grains per pod and production costs in the Pampa del Arco. The varieties were Usui (V_1), Remate (V_2), Alderman (V_3), Blanco (V_4) and Criollo (V_5 as a control), the organic fertilizers were: sheep (E_1), cattle (E_2) and guinea pig (E_3), the experimental design of completely random blocks (DBCA) was used, with a factorial arrangement ($V \times E$) with five levels factor V and factor E with three levels and three blocks and 15 treatments with 45 experimental units. The statistical analysis used was the variance analysis (ANVA) at a probability of 0,05 and 0,01. The Tukey significance test was performed at 95 % reliability. In performance the Usui variety (V_1) and manure were highlighted of beef (E_2) with yields of 9,90 and 8,60 kg/10,80 m²; in height of plant to the harvest and number of pods / plant highlights the variety Blanco (V_4); in terms of production costs, the interaction of V_1E_2 with 200 % stands out.

Keywords: Yield, peas, production costs.

INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L), es un cultivo de gran importancia para la región de Ayacucho ya que se cultiva en las 11 provincias, destacando las provincias de Huamanga, Huanta, Cangallo y Vilcashuaman, con un rendimiento promedio de 3 tm/ha, además que su clima es ideal para el establecimiento de este cultivo.

La producción orgánica incrementa la rentabilidad económica y ecológica del cultivo, factor importante de todo cultivo orgánico, mediante el uso de variedades de alto valor en rendimiento. Según MINAG, Ayacucho representa el 33 % de área agrícola sembrada pero nos tropezamos que no se ha detectado la variedad de mayor adaptación en las condiciones de Ayacucho y con qué abono orgánico produce cantidad de granos frescos.

La arveja es una leguminosa considerada como hortaliza o legumbre, herbácea de hábito rastrero o trepador que se desarrolla en climas templados y templados fríos; con un alto contenido de proteína (6,3 % en verde y 24,1 en seco); además de carbohidratos vitaminas y minerales como él (Ca, P y K), pero es deficiente en aminoácidos azufrados, por lo que combinados con los cereales, hacen un buen balance proteico y mejoran significativamente la dieta alimentaria de la población; se consume en forma fresca y como grano seco.

Agronómicamente la arveja cumple una función mejoradora del suelo por su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium*, de esta forma, constituyen alternativas para un manejo racional de los suelos. En estos días la agricultura orgánica y sostenible se viene impulsando de manera muy seria, tratando de reducir al máximo el uso de

fertilizantes sintéticos, ya que la aplicación en exceso de éstas, contribuyen en el deterioro de la fertilidad física, química y biológica del suelo; frente a estos hechos se vienen implementando alternativas, que se encuentran en constante desarrollo, como el denominado "sistema integral de nutrición de plantas" que busca tanto el aumento de producción agrícola como la protección del medio ambiente para las futuras generaciones, se trata de una estrategia que consiste en incorporar nutrientes de origen orgánico e inorgánico en el suelo para lograr una mayor productividad de los cultivos y prevenir la degradación del suelo y ayudar a cubrir las necesidades futuras de provisión de alimentos.

La arveja a través del tiempo en la región y el país se ha venido cultivando bajo un sistema tradicional poco tecnificado desde el punto de vista agronómico de la planta, con la utilización de semillas de mala calidad, cultivos en zonas no apropiados, sin abonamiento orgánico por ende los rendimientos y rentabilidad bajos.

Por este motivo se plantea la investigación empleando tres tipos de abonos orgánicos en cinco variedades de arveja bajo condiciones de clima y terreno abierto con el fin de determinar la mejor alternativa de producción del cultivo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema

En el Perú el cultivo de arveja es destacado y los pobladores lo consumen, cada persona se alimenta de 6,50 kg/persona/año, siendo las regiones de Huancavelica, Ayacucho, Arequipa, Junín, Cusco, Apurímac, Cajamarca, Abancay, Puno, Lambayeque, Ancash, etc. de mayor producción. Es por ello que la nueva corriente de los alimentos orgánicos está tomando mayor fuerza debido a que la aplicación de productos químicos no tienen sostenibilidad por los agricultores que siendo necesario poder contar con otras fuentes orgánicas de fertilización en la siembra y conducción de los cultivos por los campesinos de la zona de Ayacucho.

En nuestra región y en especial en el distrito de Huamanga, la presencia de suelos con grados de fertilidad bajas están motivando a que los rendimientos sean menores y la calidad del producto también, disminuyendo la demanda de los productos a nivel local regional y nacional.

Estos productos se están consumiendo con mayor demanda por parte de los países desarrollados como son los productos de origen orgánico debido a que la población requiere de productos orgánicos, además que se está conservando

nuestro medio ambiente ya que no se está consumiendo o comprando productos químicos, desaminando el impacto en la salud de los productos y consumidores por el contacto o ingestión de pesticidas de síntesis química.

Stuttgort (1986) menciona que la materia orgánica proporciona a los suelos microorganismos al suelo y estos proporcionarían nutrientes a los cultivos con la finalidad de que los rendimientos aumenten. El valor de los nutrientes se ve cuando estos se encuentran bien almacenados donde los rendimientos son mayores.

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2015) menciona que la región de Ayacucho cuenta con 99 400 hectáreas dedicadas a la siembra de cultivos de los cuales el 4,43 % está destinado a la siembra de arveja tanto para grano seco como fresco, la siembra se realiza con mayor magnitud en los meses de mayo a setiembre, los rendimientos nacionales son de 1,10 t/ha de grano seco, pero en Ayacucho llegan a 1,0 t/ha. Los precios estuvieron en S/ 1,35 en el año 2013 y de S/ 2,41 en el año; esto hace que los rendimientos estén muy bajos en la zona, por lo que se hace necesario mejorar los rendimientos y de esta manera mejorar los ingresos a los agricultores.

Dentro de la cédula de cultivo se considera la arveja en grano pero no la arveja fresca, además las estadísticas no cuantifica la producción orgánica de la convencional por lo que el presente trabajo es cuantificar la producción pero en forma orgánica para así poder ofertar un producto orgánico a los mercados nacionales e internacionales que están en forma ascendente (MINAGRI, 2015).

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento de cinco variedades de arveja en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál de los abonamientos orgánicos tendrá efecto en el rendimiento de arveja en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho?

¿Cuál de las cinco variedades de arveja tendrá mayor producción bajo condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho?

¿Cómo serán los parámetros agronómicos y los costos de producción del cultivo de arveja en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento de cinco variedades de arveja en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la altura de planta, número de vainas por planta, longitud de vaina y número de granos por vaina en condiciones de Pampa del Arco.

Evaluar la interacción A x B (abonamiento orgánico y variedades) el rendimiento de arveja en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho.

Elaborar los costos de producción de arveja en condiciones de Pampa del Arco.

1.4. Justificación

La arveja representa una alternativa de generación de ingresos económicos para los productores y comercializadores, asimismo constituye un cultivo para realizar rotaciones y es de fácil manejo, de periodo vegetativo mediano y adaptable a las condiciones de clima y suelo de Ayacucho.

En la zona de estudio los agricultores que siembran la arveja generalmente producen su propia semilla, sin la garantía de ser semilla de buena calidad, además que son variedades de periodo vegetativo muy largo, por eso consideramos realizar este trabajo con el uso de semilla certificada y de variedades nuevas en la zona para saber cuan precoz es cada una de estas variedades. En vista de que la zona de Ayacucho es favorable para este cultivo, teniendo una altura de 2735 msnm.

Las condiciones ambientales como las características de los suelos hace que sea apta la producción del cultivo de arveja orgánico, el cual es requerido por los consumidores que los productos sean orgánicos y también puede ser ofertado y

demandado a nivel local, regional, nacional y mundial. Además, esto presenta una oportunidad para dar empleo.

Además que la producción orgánica hace que no se deteriore las condiciones ambientales y al ser producido orgánicamente se hace más sostenible la producción de alimentos por parte de los agricultores. Los consumidores están demandando esta clase de productos por que benefician en la salud.

1.5. Alcances y limitaciones

1.5.1. Alcances

El presente trabajo de investigación tendrá un alcance directo para diferentes agricultores dedicados a producción de arveja de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho.

Los abonos orgánicos proporcionan a los cultivos nutrientes donde son almacenados en el suelo tanto como estiércoles, residuos de cosecha una manera de manejar estos estiércoles es con la construcción de compostera y de satisfacer la demanda de los agricultores, el beneficio será que se obtendrán mayores ingresos a los agricultores.

Los diferentes tipos de estiércoles que se disponen en los campos agrícolas ayudan a mejorar las características físicas y químicas de los suelos como son estructura, textura, porosidad, aireación, CE, etc.

La presente investigación permitirá obtener resultados del uso de abonos orgánicos en cinco variedades de arveja con la finalidad de mejorar los rendimientos de la arveja en Pampa del Arco y en el distrito de Ayacucho. La

principal fuente de limitación es no contar de información del cultivo de arveja orgánica debido a que las investigaciones en este caso en particular no se han realizado debido a la política de estado en donde mencionan que la investigación debe provenir de las universidades nacionales o privadas y no de las instituciones del estado por lo que hace que la información sea deficiente en el manejo del cultivo de arveja y la producción orgánica.

1.5.2. Limitaciones

En la zona de estudio los agricultores que siembran la arveja generalmente producen su propia semilla, sin la garantía de ser semilla de buena calidad, además que son variedades de periodo vegetativo muy largo, limitación en encontrar semillas certificadas en la zona de estudio y deficiencia de referencias bibliográficas a nivel de libros de consulta en general.

1.6. Variables

De acuerdo al problema general y a los objetivos formulados se identifican dos tipos de variables.

1.6.1. Variable independiente

Las variables independientes son: abonos orgánicos y variedades de arveja.

1.6.2. Variable dependiente

Las variables dependientes son: altura de planta, número de vainas, longitud de vaina, número de granos por vaina, rendimiento de arveja, peso de vaina por planta y costo de producción.

1.6.3. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables para la conducción del presente trabajo de investigación se llevó de la siguiente manera de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1

Operacionalización de las variables de estudio

Variab les	Dimensiones	Indicador	Escala	Unidad
Independientes	Variedad	Usui	-	-
		Remate	-	-
		Alderman	-	-
		Blanco común	-	-
		Criollo	-	-
	Estiércol	Ovino	2 toneladas	t/ha
		Vacuno	2 toneladas	t/ha
Dependientes		Cuy	2 toneladas	t/ha
	a. Altura de planta	30, 60 y 90 días	Numérica	m
	b. Número de vaina por planta	Antes de la cosecha	Numérica	unidad
	c. Longitud de vaina	Antes de la cosecha	Numérica	cm
	d. Número de gramos por vaina	Cosecha	Numérica	unidad
	e. Rendimiento de arveja	Cosecha	Numérica	kg/ha
	f. Peso de vaina/planta	Cosecha	Numérica	kg
g. Costo de producción	Cosecha	Numérica	S/	
Interviniente	Localidad	Pampa del Arco	-	-

1.7.Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general

El efecto del abonamiento orgánico influirá en el rendimiento de cinco variedades de arveja en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho.

1.7.2. Hipótesis específicas

Al menos un abono orgánico tendrá un efecto positivo el rendimiento del cultivo de arveja en condiciones de Pampa del Arco.

Al menos una variedad de arveja tendrá un efecto el rendimiento del cultivo de arveja en condiciones de Pampa del Arco.

1.7.3. Hipótesis estadísticas

1.7.3.1. Hipótesis para abonamiento orgánico.

H₀: No existe diferencia entre los abonamientos orgánicos en costos de producción y variables agronómicas.

H_a: Hay diferencias en los abonamientos orgánicos en costos de producción y variables agronómicas.

1.7.3.2. Hipótesis para interacción variedad y abonamiento orgánico.

H₀: No existe diferencia en la interacción variedad y abonamiento orgánico en costos de producción y variables agronómicas.

H_a: Hay diferencias en la interacción variedad y abonamiento orgánico en costos de producción y variables agronómicas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

La arveja (*Pisum sativum* L.), es uno de los cultivos con mayor demanda en el mercado nacional por los consumidores debido a su importancia en la dieta nutricional y por generar ingresos económicos a los productores y comercializadores; sin embargo en la región Ayacucho no se tiene información fehaciente sobre el cultivo orgánico y los rendimientos en grano verde de variedades.

Se han realizado investigaciones nacionales e internacionales con similitud al tema. A continuación se menciona tres de ellos:

Proaño (2007) en su investigación titulada “Respuesta de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en la fertilización orgánica y química en la granja la pradera”. Los días a la floración de las cuatro variedades de arveja (Piquirosada 82 y 58 días, Piquinegra 81 y 42 días, Arvejón 72 días y Enana Chilena 63 y 75 días), respectivamente. La variedad Enana Chilena fue la más

precoz, pero no influenciada por el tipo de la variedad piquinegra fue la que obtuvo un mayor desarrollo vegetal con relación al número de vainas.

Santamaria (2010), realizó la “Evaluación de dos fertilizantes orgánicos frente al fertilizante compuesto mineral y sus mezclas, en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), en Madrid Cundinamarca”, fueron evaluados dos fertilizantes orgánicos en presentación líquida: Condor Ram® y Fertigran® con dosis de aplicación de 12,50 cc/L de agua y 3 cc/L de agua respectivamente. los tratamientos fertilizados con 10-30-10 de Fertigran® produjeron mayores rendimientos con 13,54 y 14,91 kg.

Arévalo (2013), hizo la investigación titulada “Evaluación de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), bajo condiciones de invernadero en Tumbaco – Pichincha, las arvejas en estudio fueron “Legacy”, “Kelma”, “Alexandra”, “Temprana” y “PLS 183” en donde con mayor producción de granos destaco “PLS 183” con una media de 7,25 granos.

2.2. Bases teóricas

La arveja brinda proteína, carbohidratos, fibra y vitaminas como la A, B y C, cuando se come en seco o en fresco además promueve un buen funcionamiento del intestino además de eliminar la grasa y permanece más tiempo la glucosa en la sangre (Joice, 1999).

2.2.1. Origen y distribución geográfica

Moreira (1998) menciona que se encuentra en el mediterráneo, encontrándose en el Cercano Oriente hace 7000 a 6000 años A.C. se expandió a toda las partes del mundo, siendo Estados Unidos, India, Rusia, Francia y Gran Bretaña, los mayores productores de arveja verde del mundo.

Riojas (2006) expresa que es una planta con un alto valor nutricional y muy resistente a las bajas temperaturas, suele utilizala en la rotación de los cultivos. Esta consideradas como una hortaliza muy utilizada para la rotación de cultivos en la estación de invierno.

2.2.2. Clasificación taxonómica

Según, Puga (1992) y Ancocer (2003) citados por Villareal (2006), la arveja se clasifica en:

Reino: Vegetales

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Rosales

Familia: Leguminosas

Género: Pisum

Especie: Sativum L

Nombre científico: *Pisum sativum L.*

2.2.3. Variedades botánicas

Faiguenbaum (1993) indica que la arveja (*Pisum sativum* L.) es una especie dicotiledóneas anual y se puede distinguir las siguientes variedades:

2.2.3.1. *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *macrocarpon* Ser.

Es cultivada para el consumo de sus vainas. Los cultivares pertenecientes a esta variedad botánica presentan, en su mayoría, flores de color blanco a púrpura. En Chile se le conoce también con el nombre de sinhila.

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

Es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos tiernos inmaduros; éstos pueden destinarse directamente al consumo humano o procesarse, ya sea para la obtención de producto congelado o enlatado. Sus flores de color blanco.

2.2.3.3. *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir.

Es cultivada fundamentalmente para la obtención de granos secos, los cuales pueden ser utilizados en alimentación humana o animal.

Mientras que Cubero y Moreno (1983) agrupa a las arvejas en:

- Variedades precoces.
- Variedades semi precoces.
- Variedades semi tardías.
- Variedades tardías.

2.2.4. Variedades utilizadas en la investigación

2.2.4.1. Variedad Usui

Según Cáritas del Perú (2007) menciona que es una variedad de periodo vegetativo semi precoz, la altura de planta es de 1,27 m, muy apreciada por su rendimiento, su ciclo vegetativo es de 120 y 130 días. Presenta vainas medianas con una longitud promedio de 8,5 cm. Se adaptan fácilmente a los varios climas del Perú, tiene buena demanda en el mercado local y nacional, además de buen sabor y color que tienen buena comercialización de este producto.

2.2.4.2. Variedad Remate.

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2008) menciona que la planta es vigorosa de grano grande y vainas bien formadas.

a. Características.

Altura de planta	: 1,57 cm
Tamaño de vaina	: 9,13 cm
Número de vainas/planta	: 21 vainas
Número de granos/vaina	: 9 granos

b. Sistema de producción.

Época de siembra	: Septiembre - diciembre
Cantidad de semilla	: 70 kg/ha
Distanciamiento	: 0,80 m entre surco a chorro

c. Siembra.

Profundidad de siembra	: 5 cm
------------------------	--------

Germinación (inicio)	: 7 a 10 días
Cosecha	: Inicia a los 120 días (en verde)

d. Rendimiento promedio.

Vaina verde: 6383 kg/ha, sin tutores y 10 000 kg/ha, con tutores

Grano seco: 1605 kg/ha, sin tutores y 2000 kg/ha, con tutores.

2.2.4.3. Criollo.

INIA (2013) menciona que la variedad Común o Criolla es un genotipo de periodo vegetativo tardío, cuya altura de planta es de 2,20 m, es muy apreciada por los agricultores debido a su rendimiento, su ciclo vegetativo es de 140 y 150 días. Presenta vainas de longitud promedio de 8,5 cm. Su conducción es de espalderas para un buen desarrollo de la planta.

2.2.4.4. Alderman.

Arveja de doble propósito, para consumo en fresco e industria. Planta vigorosa de porte medio con altura de 60 cm en promedio. Variedad muy precoz; en costa se cosecha a los 80 días y en sierra se cosecha a los 100 días. Floración concentrada, presenta dos flores por nudo, vaina de color verde oscuro, excelente presentación. Granos grandes por vaina. Vainas bien conformadas y pesadas, buen llenado de grano. Alto potencial de rendimiento. Los suelos deben ser fértiles, profundos ricos en materia orgánico, con buen contenido de humedad. La siembra es directa a 1 o 1/2 cm de profundidad el periodo vegetativo es de 90 a 100 días y la densidad de siembra se requiere de 50 kg de semilla por hectárea (INIA, 2013).

2.2.4.5. Blanco común.

Es una variedad de periodo vegetativo semi precoz, cuya altura de planta es de 1,50 m, muy apreciada por los agricultores debido a su alto rendimiento, su ciclo vegetativo es de 120 y 130 días después de la siembra. Presenta vainas medianas con una longitud promedio de 9,13 cm (Cáritas del Perú, 2003).

2.2.5. Características morfológicas

2.2.5.1. Sistema radicular.

Faiguenbaum (1990) manifiesta que al ocurrir la emergencia de las plantas, la radícula ya presenta algunas raíces secundarias, esta puede alcanzar hasta un metro de profundidad, lo normal es que no penetre más allá de los 50 cm. Las nodulaciones son más abundantes en los primeros 10 a 30 cm de profundidad del suelo y por lo tanto la iniciación de los nódulos está ligada inevitablemente a la expansión del sistema radicular.

2.2.5.2. Tallo principal.

Faiguenbaum (1990) señala que el tallo principal es hueco que dependiendo del cultivar, puede emitir desde seis hasta 20 nudos vegetativos por planta. Los cultivares precoces presentan de seis a ocho nudos vegetativos, los semi precoces de nueve a 11, los semi tardíos de 12 a 14, y los tardíos de 15 a más.

Moreno (1994) manifiesta que en todos los cultivares presentan un hábito de crecimiento erecto hasta el inicio de la floración. Luego se decaen por el peso

de las vainas y están en contacto con el suelo, algunos lo están manejando en forma de tutor.

2.2.5.3. Ramas.

Toro (1990) menciona que las plantas de arveja tienen una tendencia a ramificar basalmente a partir de los primeros dos nudos que dependen genéticamente, fertilidad del suelo, del suministro de agua y densidad poblacional.

2.2.5.4. Hojas.

Moreno (1994) indica que en los cultivares que producen granos de mayor tamaño, habitualmente los folíolos y las estipulas son más bien grandes; en aquellos cultivares que producen grano pequeño, en cambio, son de tamaño bastante más reducido.

2.2.5.5. Inflorescencias.

Moreno (1994) menciona que la inflorescencia corresponde a un racimo axial largamente pedunculado, en la axila de hoja de cada nudo reproductivo, y en forma alterna, se desarrolla un racimo floral. El número promedio de flores por racimo o por nudos es una característica genética bastante estable

2.2.5.6. Flores.

Faiguenbaum (1994) menciona que la flor es típica papilionada, semeja a una mariposa cuando los pétalos se desenvuelven presentando una simetría bilateral. Las estructuras presentes en una flor como son pedicelo, cáliz, corola gineceo y androceo.

2.2.5.7. Vainas.

Faiguenbaum (1990) menciona que una vez que ocurra el proceso de fecundación los pétalos de la flor vuelven a cerrarse envolviendo al ovario fecundado. Inmediatamente a continuación los pétalos se marchitan, para desprenderse y dejar en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice.

Tabla 2

Composición nutritiva por 100 g de parte comestible de arveja.

Componentes	Grano verde	Grano seco
Agua (%)	78,00	10,64
Proteína (g)	6,30	24,60
Lípidos (g)	0,40	1,00
Hidratos de carbono (g)	14,40	62,00
Fibra (g)	2,00	ND
Cenizas(g)	0,90	ND
Vitamina A (UI)	640	ND
Vitamina B1 o tiamina (mg)	0,35	ND
Vitamina B2 o riboflavina (mg)	0,14	ND
Niacina (mg)	2,90	ND
Vitamina C o Ac. ascórbico (mg)	27,00	ND
Calcio (mg)	26,00	0,084
Potasio (mg)	316,00	0,903
Sodio (mg)	20,00	0,104
Fósforo(mg)	116	0,400
Hierro (mg)	1,90	0,006
Valor energético (cal)	84,00	3,57

Fuente: Palomino, 2003

Faiguenbaum (1990) menciona que una vez que ocurra el proceso de fecundación los pétalos de la flor vuelven a cerrarse envolviendo al ovario fecundado. Inmediatamente a continuación los pétalos se marchitan, para desprenderse y dejar en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice.

2.2.6. Fases fisiológicas y estados fenológicos

Evans (1983) menciona que el ciclo o fisiología vegetal de los cultivos básicos, como la leguminosa pasa por varias etapas, aunque se divide en dos fases principales:

- Fase vegetativa, que comprende la germinación de la semilla y el desarrollo de las partes vegetativas de la planta, es decir, que dentro de ésta fase se observa los estados fenológicos siguientes: germinación, emergencia de la plántula y el crecimiento de la planta hasta inicios de la floración.
- Fase reproductiva, que empieza con la formación de los gametos, la floración, la polinización, la fecundación, formación y llenado de vainas y finalmente hasta llegar a la cosecha.

Los estados fenológicos dentro de las dos fases fisiológicas son:

2.2.6.1. Germinación.

Evans (1983), menciona que al absorber el agua en presencia de temperatura, aire y luz adecuada, el embrión de la semilla empieza a producir hormonas y enzimas. Estas inician el proceso de digestión, transporte y respiración, liberando la energía almacenada en el endospermo. Con la presión interna creada por la absorción del

agua y el crecimiento del embrión, se rompe la cobertura de la semilla. El grano pasa así de la vida latente a la vida activa.

2.2.6.2. Emergencia de plántulas.

Evans (1983), menciona que la emergencia es cuando la plántula sale del suelo y se extiende las dos hojas cotiledonales, pudiendo observarse en el surco las plántulas en forma de hilera nítida, esto ocurre a los siete a 10 días de la siembra, la raíz empieza a desarrollarse por la cual la plántula inicia a abastecerse de agua y nutrientes del suelo, se inicia el proceso de fotosíntesis, la altura promedio es de 1,6 cm, longitud de cotiledones 1,4 cm y la longitud de raíz es de 5,5 cm.

2.2.6.3. Crecimiento.

Evans (1983), señala que las condiciones ambientales son determinantes en lo que respecta a la fase de crecimiento. Estas tendrán mayor altura, mientras sean más favorables, la humedad, la temperatura, la nutrición y la luz. Sin embargo, existen condiciones desfavorables que también pueden inducir una mayor altura durante el crecimiento. Por ejemplo, una siembra más densa de lo normal inducirá el alargamiento de los tallos como una reacción a la competencia en luz. Aun así estas plantas crecerán raquílicas y su sensibilidad a las enfermedades y al acame será mayor. La maduración de tales cultivos se retrasa, lo que puede traer como consecuencia una cosecha bastante irregular. El productor debe vigilar y mejorar el crecimiento del cultivo, tomando en cuenta los siguientes factores:

- Aradura de la tierra.
- Densidad de siembra

- Nutrición del cultivo.
- Control de la humedad
- Control de malas hierbas, plagas y enfermedades.

2.2.6.4. Floración.

Evans (1983) menciona que la transición de la fase vegetativa a la reproductiva, requiere de condiciones apropiadas para que se inicie la formación de las yemas florales. En estos momentos la velocidad de crecimiento de la planta ha alcanzado su máximo y ha elaborado una gran cantidad de materia seca. La reproducción empieza con el inicio del tallo floral y de las flores mismas. En la transición de la fase de crecimiento a la fase reproductiva, influyen principalmente los siguientes factores ambientales: temperatura, luz, longitud del día y de la noche. La polinización se realiza cuando la flor se encuentra todavía cerrada. Este proceso de auto polinización se conoce con el nombre de cleistogamia.

Mateo (1967) indica que la floración se da cuando los órganos reproductores, han concluido con la formación de los gametos correspondientes: El pistilo tiene desarrollado y maduro el número de óvulos listos a fecundarse. El terciopelo del estigma está segregando hormonas y enzimas que harán germinar los granos de polen. Las anteras tienen desarrollados y maduros los granos de polen. Son plantas autógamias, por lo tanto los óvulos de la misma flor maduran sus gametos al mismo tiempo o en forma paralela.

2.2.6.5. Cuajado del grano.

Mateo (1967) manifiesta que la fusión del óvulo con los núcleos espermáticos del grano de polen provoca la formación de huevo cigote, a este proceso se le conoce

como cuajado del grano. El cuajado de granos es importante porque la planta produce hormonas y enzimas que provocan el crecimiento y desarrollo del ovario en forma paralela al crecimiento y desarrollo del grano.

2.2.6.6. Formación de vainas.

Mateo (1961) menciona que la formación de vainas se inicia cuando la vaina presiona la quilla de la flor y luego se abre la flor. Se abren las alas y se levanta el estandarte. Poco después la vaina ha duplicado su tamaño y rompe la quilla y se hace visible, a simple vista. Las vainas se alargan hasta el 90 % de la longitud final de la vaina. El periodo dura de 10 a 20 días después de la floración.

2.2.6.7. Llenado de granos.

Mateo (1967) manifiesta que el llenado de grano se inicia cuando las vainas han alcanzado máximo peso y tamaño. Los granos presentan un color verde y alcanzan su peso máximo a los 30 a 35 días después de la floración. Al final de la etapa la testa del grano va adquiriendo el color característico de la variedad. La pigmentación se inicia alrededor del hilio y luego se extiende por toda la testa. En algunos genotipos las vainas también empiezan a pigmentarse.

2.2.6.8. Maduración fisiológica y de cosecha.

Biblioteca de la agricultura (1998) señala que la madurez fisiológica se inicia con la defoliación de las hojas inferiores que se tornan cloróticas. Un indicador de la madurez del grano en verde es el porcentaje de humedad del grano que debe oscilar entre 72 a 74 %. La madurez de cosecha, se inicia con el cambio de coloración y consistencia de las vainas o frutos a un color amarillento seco y la

caída de hojas de todas las partes de la planta. El indicador de la madurez de cosecha (arranque de planta) es el porcentaje de humedad del grano que debe estar alrededor de los 18 a 20 %, y finalmente para la trilla se recomienda que los granos estén con un porcentaje de humedad de 14 a 15 %, para luego almacenar con una humedad no más del 12 %.

Evans (1983), menciona que durante esta fase se desarrolla el embrión y el endospermo, ambos representan las reservas alimenticias de la semilla. Durante la maduración se produce una extracción de las reservas acumuladas en las plantas durante la fase de crecimiento. Esta migración activa de los glúcidos y de las proteínas requiere en tales momentos la movilización de los últimos nutrientes disponibles.

2.2.7. Factores edáficos y climáticos

2.2.7.1. Suelo.

Stuttgert (1986) menciona que la arveja prefiere suelos que no son fuertemente ácidos y cuyo abastecimiento de calcio es entre moderado y abundante. No se adapta bien a suelos altamente lixiviados. No tolera los suelos superficiales ni mal drenados. Prefiere suelos franco-arenosos hasta franco-arcillosos y ricos en humus. Tiene alta necesidad de fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre.

Samconet (2000) mencionan que el cultivo de la arveja es una planta tolera suelos ligeramente ácidos con pH de 5,5 a 6,5; pero son muy sensibles a la salinidad. La conductividad eléctrica no debe ser mayor a 2 milimhos.

2.2.7.2. *Clima.*

Biblioteca de la agricultura (1998) señala en cuanto a las exigencias del cultivo de la arveja referente al clima y temperatura, requieren climas templados y húmedos.

Es sensible a las heladas y a las temperaturas muy altas, se detallan en la tabla 3.

Samconet (2000) indica que estos cultivos necesitan para su mejor desarrollo ciertas condiciones ambientales, como clima frío, pero los climas frescos son los mejores, son poco resistentes a las sequías y muy sensibles al calor.

Tabla 3

Requerimiento climático del cultivo de arveja

Temperatura	Requerimiento	°C
T° críticas	Punto de congelación	-4
	Crecimiento cero	5 a 7
	Mínima para desarrollar	10
	Crecimiento óptimo	16 a 20
Germinación	Máximo para desarrollo	35
	Temperatura mínima	6
	Temperatura mínima	14 a 25
Humedad	Temperatura mínima	30
		Media
Luz		Alta

Fuente: Samconet, 2000

2.2.7.3. *Altitud.*

Samconet (2000) menciona que se adapta mejor a las condiciones de sierra; pero también es producido en la costa. En la costa se cultiva en invierno y en los valles interandinos en primavera, pueden sembrarse hasta los 3300 msnm.

2.2.7.4. Temperatura.

Samconet (2000) indica que es una especie que prospera bien en climas templado caliente y húmedo, temperatura entre 15 a 18 °C, pudiendo soportar un amplio rango de temperatura, 7 a 24 °C. La arveja es tolerante frío y puede germinar a una temperatura de 10 °C; sin embargo, las heladas frecuentes y/o prolongadas causan daños apreciables en las plantas jóvenes, flores y frutos tiernos dando lugar a la producción de granos pequeños.

2.2.7.5. Humedad.

Samconet (2000) indica que las condiciones de humedad requeridos fluctúan entre los 1000 a 1500 mm al año en promedio.

La Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (2006) menciona que el requerimiento hídrico: De 250 a 380 milímetros de agua bien distribuidos durante el ciclo del cultivo, con mayor demanda durante la etapa de crecimiento y floración.

2.2.7.6. Luz solar.

Cubero y Moreno (1983) indican que se han establecido tres distintos grupos varietales en el guisante, en función de su respuesta al fotoperiodo y al termo periodo. La floración de las variedades tempranas es normalmente insensible al fotoperiodo y a la vernalización; pero las variedades tardías responden positivamente a la acción de días largos y la vernalización. El guisante es una de las pocas plantas que con las debidas precauciones y coeficientes correctores,

puede aplicarse con aproximación el concepto de “unidades de calor acumulada”, en grados día. Las variedades precoces cubren su ciclo de desarrollo desde la siembra hasta la recolección en 650 a 700 grados/día, mientras que las variedades tardías lo cubren en 850 a 900 grados/día.

2.2.8. Clasificación y dinámica de los nutrientes

2.2.8.1. Clasificación.

Los nutrientes de acuerdo a la cantidad requerida por la planta se clasifican en nutrientes primarios: nitrógeno, fósforo y potasio; nutrientes secundarios azufre, calcio y magnesio y micronutrientes; boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc (Arnon, 1972).

2.2.8.2. Dinámica.

a. Movilidad en el suelo.

Los nutrientes pueden ser clasificados en móviles e inmóviles. En cuanto a los nutrientes móviles: son aquellos que su movilidad en el suelo es bastante alta y llegan más fácilmente al sistema radicular de las plantas. Nutrientes de este tipo son el nitrógeno, potasio y azufre. Los nutrientes inmóviles; son aquellas que no se mueven en el suelo y su absorción depende básicamente de que las raíces del cultivo lleguen a donde se encuentran estos nutrientes, como ejemplo de éste tipo de nutrientes tenemos: fósforo, calcio, magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc (Biddle, 1998).

b. Movilidad en la planta.

Una vez que los nutrientes han ingresado dentro de las plantas encontraremos que no todos se mueven con la misma facilidad, de allí que se clasifica en nutrientes móviles e inmóviles. Los nutrientes móviles: son aquellos nutrientes que una vez que ingresan dentro de la planta vía foliar, se traslocan fácilmente a los tejidos nuevos (hojas, ramas, etc.) u órganos de reserva (frutos, tubérculos, raíces, etc.), debido a su gran movilidad, la deficiencia de estos nutrientes se observa primero en las hojas más viejas, ya que los nutrientes se movilizan a partir de estos tejidos a los jóvenes. Los nutrientes móviles son el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio y molibdeno. Los nutrientes inmóviles; son aquellos nutrientes que una vez que ingresan a la planta vía foliar tienen una limitada capacidad de movilizarse y no se traslocan a los tejidos nuevos ni a los órganos de reserva. Todos los micronutrientes son inmóviles a excepción del molibdeno; pero es el calcio uno de los nutrientes más inmóviles inclusive cuando es absorbido vía radicular si hay estrés por falta de agua por ésta característica de inmovilidad, la deficiencia de éstos nutrientes se ve en hojas jóvenes (Cáceres, 2011).

2.2.9. Materia orgánica

La materia orgánica son residuos vegetales o de animales en varios niveles de descomposición. Indica que el estiércol, llamado también abono completo por contener todos los elementos de fertilidad necesarios constituye la base del abonado de la huerta, pero se ha demostrado que, complementando este abono fundamental con los abonos químicos, se obtiene un desarrollo más rápido en las plantas y se logran productos y muchas veces también exquisitas y sabrosas (Camarena, 2003).

2.2.9.1. Importancia de los abonos orgánicos.

Castilla (1995) afirma que los fertilizantes orgánicos son importantes en la agricultura, porque tienen un inmenso valor social y económico en la formación y evolución de la civilización. Comparativamente con los abonos inorgánicos, ofrece las ventajas de ser de un menor costo económico, de fácil manejo y de conservar el equilibrio ecológico del suelo, porque no produce ninguna contaminación ni degradación. Por otro lado, gran parte de la fertilidad del suelo, radica en su contenido de materia orgánica; aun es más influye en el mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

2.2.9.2. Efecto de los abonos orgánicos en el suelo.

Tortosa (2012) indica que la capacidad de trabajo de un suelo resulta muy mejorada por adiciones de materia orgánica. Esta tiene valor como medio de agregación de las partículas del suelo; El crecimiento microbiano y los productos de descomposición colaboran en la unión de las partículas más finas del suelo para formar agregados que puedan permanecer estables durante algunos años después de su formación; tales efectos son mucho más importantes en tipos más fuertes de suelos que en los arenosos; pero la materia orgánica tiene valor en las arenas como sustituto parcial de la arcilla. Los productos gelatinosos de la descomposición del estiércol abonos verdes, tienden a unir las partículas arenosas finas, superando de este modo los efectos indeseables de un drenaje o aireamiento excesivo. Mediante una aplicación continuada de materia orgánica puede alcanzarse, finalmente, un punto en el que los suelos arenosos y arcilloso pierdan muchos de sus características definitivas.

Caritas del Perú (2003) dice que el rol que cumplen los fertilizantes orgánicos en el suelo es capital, porque mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, las cuales son determinantes para una buena producción vegetal. En consecuencia, reviste un triple aspecto; físico, químico y biológico y son los siguientes:

a. En las propiedades físicas.

- Mejora la estructura.
- Mejora la permeabilidad y aireación del suelo.
- Aumenta la capacidad de retención de agua en el suelo.
- Reduce la erosión.
- Da color oscuro al suelo.

b. En las propiedades químicas.

- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo, La materia orgánica es fuente y reserva de nutrientes de la planta.
- Por la formación de complejos fosfohúmicos mantiene el fósforo en asimilables por las plantas, a pesar de la presencia de la caliza y hierro libre.
- La materia orgánica es fuente de gas carbónico, incrementa la eficiencia de la fertilización mineral y estabiliza la reacción del suelo.

c. En las propiedades biológicas.

- La materia orgánica sirve de soporte a una multitud de micro organismos que hacen del suelo un medio vivo.
- Es fuente también de diversas actividades de crecimiento como hormonas y fitohormonas. En general, la materia orgánica es verdaderamente la base de la vida microbiana en el suelo.

2.2.9.3. Relación carbono nitrógeno de los abonos.

Tabla 4

Composición química del estiércol o guano.

Especie animal	M S %	N %	P₂O₅ %	K₂O %	CaO %	Mg %	SO₄ %
Vacuno (f)	6	0,29	0,17	0,10	0,35	0,13	0,04
Vacuno (s)	16	0,58	0,01	0,49	0,01	0,04	0,13
Oveja (f)	13	0,55	0,01	0,15	0,46	0,15	0,16
Oveja (s)	35	1,95	0,31	1,26	1,16	0,34	0,34
Caballo (f)	24	1,55	0,35	1,50	0,45	0,24	0,06
Caballo (s)	10	0,55	0,01	0,35	0,15	0,12	0,02
Cerdo (s)	18	0,60	0,61	0,26	0,09	0,10	0,04
Camélidos (s)	37	3,60	1,12	1,20	s.i.	s.i.	s.i.
Cuyes (f)	14	0,60	0,03	0,18	0,55	0,18	0,10
Gallina (s)	47	6,11	5,21	3,20	s.i.	s.i.	s.i.(f)

Fuente: Sánchez, 2004

Nota: (f) = fresco; (s) = seco; (s.i.) = sin información.

Tisdale y Nelson (1982) explican que la relación de proporción del porcentaje de carbono respecto al nitrógeno se denomina relación carbono nitrógeno o simplemente C/N, la que define las cantidades relativas de estos dos elementos orgánicos recientes o en el terreno en su conjunto total. Esta Relación C/N de la materia orgánica establece en el suelo una aproximación de 10:1; se considera como regla general que cuando los materiales orgánicos tiene una relación C/N mayor de 30 va a existir una inmovilización de nitrógeno en el terreno en el proceso de descomposición inicial, sin embargo para la relación entre 20 a 30, pueda que no exista inmovilización ni liberación de nitrógeno mineral; finalmente si los materiales orgánicos tienen una relación C/N menor que 20, existe usualmente una liberación de nitrógeno mineral al principio del proceso de descomposición.

2.2.9.4. Usos del estiércol de vacuno.

Guamán (2010) menciona que el estiércol puede utilizarse en varias formas, fresco y descompuesto. El estiércol descompuesto, debe aplicarse de preferencia, pues es más uniforme, fácil de manipular, no causa quemaduras en las plantas tiernas, las semillas de malas hierbas son destruidos durante la fermentación, no causa pérdidas de nitrógeno, por baja actividad microbiana. Este tipo de estiércol tiene desventajas puede quemar las plantas tiernas, porque se produce una fermentación con súbito incremento de la temperatura, trae consigo mucho nitrógeno amoniacal, que va ser utilizado por los microorganismos del suelo.

2.2.9.5. Usos del estiércol de ovino.

El estiércol de oveja es considerado uno de los más ricos nutrientes y equilibrado, si el estiércol es fresco debe someterse a la producción de compost y después sea aplicado al campo aportando macro y micro nutrientes, la humedad es del 38,50 %, el pH con 8,5; tiene una alta conductibilidad debido a que contiene una alta cantidad de sal por lo que se recomienda hacer compostaje para poder bajar la salinidad (Huamán, 1998).

Tabla 5

Caracterización agroquímica de estiércol de ovino

Característica	Valor
Humedad (%)	38,50
pH	8,50
Conductividad eléctrica (dS m-1)	11,33
Materia orgánica (%)	45,60
Lignina (%)	21,10
Celulosa (%)	11,40
Hemicelulosa (%)	11,00
Carbono orgánico total (%)	25,20
Nitrógeno total (g kg-1)	17,50

Tabla 5*Caracterización agroquímica de estiércol de ovino(continuación)*

Característica	Valor
Amonio (mg kg-1)	889,00
Nitrato (mg kg-1)	520,00
Nitrito (mg kg-1)	nd
Relación C/N	14,30
Contenido graso (%)	0,50
Carbohidratos hidrosolubles (%)	0,40
Polifenoles hidrosolubles (%)	0,30
Carbono hidrosoluble (%)	3,50
Fósforo (g kg-1)	2,20
Potasio (g kg-1)	16,50
Calcio (g kg-1)	100,90
Magnesio (g kg-1)	18,70
Sodio (g kg-1)	3,90
Azufre (g kg-1)	3,20
Hierro (mg kg-1)	4139,00
Cobre (mg kg-1)	51,00
Manganeso (mg kg-1)	226,00
Cinc (mg kg-1)	185,00
Plomo (mg kg-1)	12,00
Cromo (mg kg-1)	19,00
Níquel (mg kg-1)	25,00
Cadmio (mg kg-1)	nd

Fuente: Tortosa et al. 2012.

2.2.9.7. Usos del estiércol de cuy.

Guamán (2010) considera el estiércol de cuy es uno de los estiércoles de mejor calidad por tener características físicas y químicas y pueden usarse como un abono no tratado en forma directa.

García (1995) dicen que el estiércol de cuy es fácilmente utilizado ya que se encuentra en los galpones de los agricultores que se encuentran cercanos a las viviendas de los agricultores producido por un cuy es de dos a tres kilogramos de forraje por cada 100 kg de peso vivo.

Según Guamán (2010), la importancia de los estiércoles es por su uso en el suelo para mejorar la textura y estructura del suelo, dar resistencia al ataque de patógenos y aumentar la fertilidad del suelo. Los suelos aplicados con estiércol producen alimentos con más nutrientes y ayudan a la salud.

Tabla 6

Composición química del estiércol de cuy

Nutrientes	%
Nitrógeno	0,70
Fósforo	0,05
Potasio	0,31
pH	10,00

Fuente: Centro internacional de la agricultura tropical, 1970

a. Ventajas al utilizar estiércol de cuy.

- Mantiene la fertilidad del suelo.
- Este tipo de abonamiento no contamina el suelo.
- Se obtiene cosechas sanas.
- Se logran buenos rendimientos.
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- No posee malos olores por lo tanto no atrae a las moscas.

Molina (2012) manifiesta que el estiércol de cuy es utilizado para la producción de café como para la elaboración de compost, teniendo un gran aporte de micronutrientes.

2.2.10. Localidad de Pampa del Arco

La presente investigación se realizó durante la campaña agrícola 2017 - 2018, en el campo de Pampa del Arco Huamanga, ubicado geográficamente a 13°08' latitud sur y 74°32' longitud oeste, a una altitud de 2772 msnm. Políticamente ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y del departamento de Ayacucho; el campo del cultivo es apto para la condición de cultivos bajo condiciones de secano y también cuenta con un área mínima con dotación de agua para riego.

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental bajo condiciones de campo analizando el efecto producido por la acción y manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes, los cuales son sometidos a análisis y explicación técnica de los resultados obtenidos.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es experimental debido a que se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo en factorial de dos factores (V x E), donde el factor V que es variedades en un número de cinco; el factor E es estiércol en número de tres; haciendo 45 tratamientos utilizando la prueba de medias de Tukey para la prueba de significación al 5 %.

3.2.1. Factores de estudio

3.2.1.1. Factor variedad (V).

V₁ = Usui

V ₂	=	Remate
V ₃	=	Alderman
V ₄	=	Blanco común
V ₅	=	Criollo

3.2.1.2. Factor estiércol (E).

E ₁	=	Ovino
E ₂	=	Vacuno
E ₃	=	Cuy

Tabla 7

Factores de estudio evaluados

Factores de estudio (V) variedades	Factores de estudio (E) Estiércol
Niveles V	Niveles E
V ₁ Usui	E ₁ Ovino
V ₂ Remate	E ₂ Vacuno
V ₃ Alderman	E ₃ Cuy
V ₄ Blanco común	
V ₅ Criollo (testigo)	

3.2.2. Combinación factorial

Tabla 8

Combinación de factores para las diferentes unidades experimentales

Estiércol (E)	Variedades (V)				
	V₁	V₂	V₃	V₄	V₅
E ₁	V ₁ E ₁	V ₂ E ₁	V ₃ E ₁	V ₄ E ₁	V ₅ E ₁
E ₂	V ₁ E ₂	V ₂ E ₂	V ₃ E ₂	V ₄ E ₂	V ₅ E ₂
E ₃	V ₁ E ₃	V ₂ E ₃	V ₃ E ₃	V ₄ E ₃	V ₅ E ₃

En la tabla 8 se muestra la combinación de los dos niveles de estudio.

3.2.2.1. Tratamientos utilizados en la investigación.

Tabla 9

Estructura de tratamientos según el DBCA

Tratamientos	Niveles	Combinación
T – 1	V ₁ E ₁	Usui x estiércol de vacuno 2 t.ha ⁻¹
T – 2	V ₁ E ₂	Usui x estiércol de ovino 2 t.ha ⁻¹
T – 3	V ₁ E ₃	Usui x estiércol de cuy 2 t.ha ⁻¹
T – 4	V ₂ E ₁	Remate x estiércol de vacuno 2 t.ha ⁻¹
T – 5	V ₂ E ₂	Remate x estiércol de ovino 2 t.ha ⁻¹
T – 6	V ₂ E ₃	Remate x estiércol de cuy 2 t.ha ⁻¹
T – 7	V ₃ E ₁	Alderman x estiércol de vacuno 2 t.ha ⁻¹
T – 8	V ₃ E ₂	Alderman x estiércol de ovino 2 t.ha ⁻¹
T – 9	V ₃ E ₃	Alderman x estiércol de cuy 2 t.ha ⁻¹
T – 10	V ₄ E ₁	Blanco C. x estiércol de vacuno 2 t.ha ⁻¹
T – 11	V ₄ E ₂	Blanco C. x estiércol de ovino 2 t.ha ⁻¹
T – 12	V ₄ E ₃	Blanco C. x estiércol de cuy 2 t.ha ⁻¹
T – 13	V ₅ E ₁	Criollo x estiércol de vacuno 2 t.ha ⁻¹
T – 14	V ₅ E ₂	Criollo x estiércol de ovino 2 t.ha ⁻¹
T – 15	V ₅ E ₃	Criollo x estiércol de cuy 2 t.ha ⁻¹

3.2.2.2. Aleatorización de los tratamientos.

En la figura 1 se observa la aleatorización de los tratamientos en el campo experimental.

BLOQUE I	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
BLOQUE II	T12	T8	T15	T10	T6	T7	T3	T5	T11	T14	T13	T4	T9	T1	T2
BLOQUE III	T14	T11	T9	T1	T2	T5	T8	T12	T10	T3	T4	T15	T6	T13	T7

Figura 1. Aleatorización de los tratamientos

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población de semillas de arveja son las siguientes:

- Número de unidades experimentales : 45
- Número de semillas por tratamientos : 288

3.3.2. Muestra

Para la altura la altura de planta y número de vainas por golpe la muestra estuvo conformada por 10 golpes por unidad experimental, en longitud de vaina y número de granos por vaina se tomaron para la evaluación 10 vainas, para rendimiento se tomó un área de 10,80 m².

3.4. Descripción de los instrumentos de recolección de datos

Se realizó de dos maneras; la primera fue de observaciones directas en donde se evaluaron en campo altura de planta, número de vainas por planta, peso de vainas por planta, longitud de vaina, número de granos por vaina y rendimiento. En cuanto a observaciones indirectas se ha realizado el costo de producción de los tratamientos en estudio.

3.4.1. Altura de la planta (m)

La altura promedio de la planta se obtuvo a los 30, 60 y 90 días después de la siembra y al momento de la cosecha, para lo cual se tomaron 10 plantas de cada unidad experimental; se realizó la medición de cada una de las plantas selectas utilizando una cinta métrica desde la base del cuello de la planta hasta la parte

terminal de la hoja de la arveja.

3.4.2. Número de vainas por planta (unidad)

Para evaluar este parámetro, se realizó en conteo de la cantidad de vainas por golpe de plantas elegidas al azar por cada tratamiento y sus repeticiones (bloques), que se realizó antes de cada cosecha.

3.4.3. Longitud de vaina (m)

Para evaluar este parámetro se tomó 10 vainas al azar de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones (bloques), con la ayuda de una regla se realizó la medida de cada vaina.

3.4.4. Número de granos por vaina (unidad)

Se tomaron diez vainas al azar para evaluar la el número de granos por vaina los daros serán anotados en una libreta de campo para su cuantificación.

3.4.5. Rendimiento de arveja (kg/ha)

Se evaluó pesando en una balanza comercial el total de vainas cosechadas de cada unidad experimental y se procedió con el cálculo respectivo para finalmente llevar el rendimiento de la arveja a ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

3.4.6. Peso de vaina/planta (g)

Se evaluó pesando en una balanza comercial las vainas cosechadas de una planta y luego de cada unidad experimental y se procedió con el cálculo respectivo para finalmente llevar las vainas a gramos.

3.4.7. Costos de producción (S/)

Se realizó con la finalidad de hallar los costos de producción del cultivo de arveja en una hectárea y determinar el tratamiento con menor costo y con mayor rendimiento, que sea rentable para el agricultor.

3.5. Ubicación

3.5.1. Ubicación geográfica del campo experimental

Departamento	: Ayacucho
Provincia	: Ayacucho
Distrito	: Ayacucho
Sector	: Pampa del Arco
Altitud	: 2772 msnm
Latitud	: 13° 08 S.
Longitud	: 74° 13 W.
Precipitación	: 781,20 mm
Temperatura media	: 10,79 °C

3.5.2. Características del campo experimental

3.5.2.1. Bloques.

Número de bloques	: 3
Número de parcelas/bloque	: 15
Ancho de bloque	: 3,0 m
Largo de bloque	: 54 m
Área del bloque	: 162 m ²

3.5.2.2. Calles.

Las calles se ubicaron al perímetro de cada una de los bloques con 0,50 m.

3.5.2.3. Unidad experimental.

Largo	: 3,60 m
Ancho	: 3,00 m
Área	: 10,80 m ²
Distanciamiento entre surcos	: 0,60 m.
Número de surcos	: 6 surcos
Número de parcelas	: 45 parcelas
Área total de campo experimental	: 486,00 m ²

3.5.3. Datos meteorológicos

Los datos climatológicos que se presenta para este trabajo de investigación corresponden a la Estación Meteorológica ubicado a 2772 msnm en la Ciudad Universitaria (Pampa del Arco), distrito de Huamanga, Provincia de Huamanga, dicha Estación es propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, dicha Estación Meteorológica se encuentra a sólo 600 m, por lo tanto, es representativa para el campo experimental.

Cabe mencionar que los cálculos realizados en la evapotranspiración potencial se efectuaron mediante la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales. ONERN, (1987). Las características de temperatura y precipitación durante el periodo agosto 2016 a agosto del 2017 se presentan en el tabla 10 y figura 2, durante este periodo la precipitación total

alcanzó los 781,20 mm; las condiciones de temperatura máxima, media y mínima promedio anual fueron de 18,26 °C, 10,79 °C y 3,32 °C, respectivamente.

Tabla 10

Temperatura máxima, media, mínima, y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2017 – 2018

Datos climáticos	T° Máx (°C)	T° Mín (°C)	T° Med (°C)	Factor	ETP (mm)	PP (°C)	H suelo (mm)	Déficit (mm)	Exceso (°C)
Ene	17,70	6,23	11,97	4,96	59,35	209,00	49,65		149,7
Feb	17,65	6,14	11,90	4,65	55,31	182,00	126,69		126,7
Mar	18,08	6,19	12,14	4,96	60,19	95,50	35,31		35,31
Abr	18,13	6,61	11,37	4,80	54,58	45,90	8,68	-8,68	
May	17,82	2,83	10,33	4,96	51,21	23,70	-27,51	-27,51	
Jun	17,73	1,10	9,42	4,80	45,19	0,00	-45,19	-45,19	
Jul	18,50	-0,76	8,87	4,96	44,00	0,00	-44,00	-44,00	
Ago	18,44	1,13	9,79	4,96	48,53	25,60	-22,93	-22,93	
Set	18,08	2,77	10,43	4,96	51,71	10,80	-40,91	-40,91	
Oct	18,88	2,37	10,63	4,96	52,70	33,70	-19,00	-19,00	
Nov	20,34	2,30	11,32	4,80	54,34	26,10	-28,24	-28,24	
Dic	11,5	4,91	11,33	4,96	56,20	128,90	72,70		72,70
Total					633,3	81,20			
Promedio	18,26	3,32	10,79		1,233				

Fuente: SENAMHI, 2018

El balance hídrico correspondiente, presenta condiciones húmedas los meses de diciembre del 2016 y enero, febrero, marzo del 2017, es decir, que en los meses de septiembre, octubre, noviembre del 2016 y abril, mayo, junio, julio, agosto del 2017 hubo un déficit de humedad (tabla 10 y figura 1). Como se puede observar en el balance hídrico, las condiciones de humedad favorecieron a nuestro

cultivo de arveja, ya que el periodo vegetativo del cultivo en mención fue de agosto del 2017 a enero del 2018.

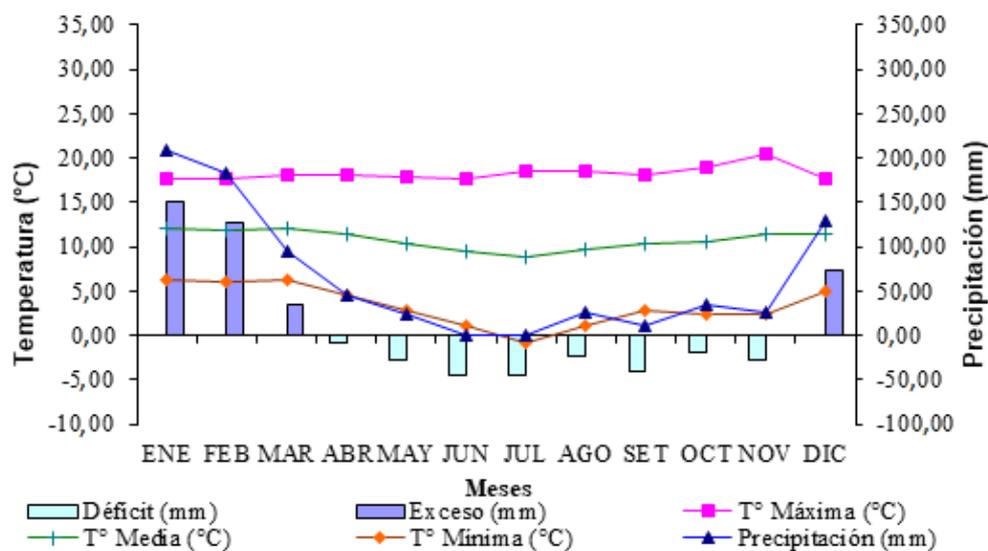


Figura 2. Temperatura máxima, media, mínima, y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2017 de la estación meteorológica de Pampa del Arco

3.5.4. Datos de análisis de suelo físico químico

Tabla 11

Análisis químico – físico del suelo del área agrícola, ubicada en Pampa del arco a 2772 msnm.

Determinación	Componentes	Cantidad	Método	Interpretación
Químico	Materia orgánica	3,12 %	Walkley y Black	Medio
	Nitrógeno total	0,15 %	Kjendahl	Pobre
	P disponible	32,57 ppm	Bray – Kurtz L	Alto
	K disponible	288,00 ppm	Turbidimetría	Alto
	pH	7,33	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
Físico	Clase textural	----o----	Hidrómetro	Franco arenoso arcilloso

Fuente: Multiservicios AGROLAB, 2018

De acuerdo a las características se trata de un suelo medio en materia orgánica y en nitrógeno total pobre, alto en fósforo y potasio disponible y ligeramente alcalino y pertenece a un grupo textural franco arenoso arcilloso.

3.6. Metodología

Antes de hacer la instalación del trabajo de investigación; se realizaron algunas actividades previas como son por ejemplo 30 días antes de la instalación del experimento se hizo un riego para humedecer toda el área del experimento luego de quince días se realizó la roturación del terreno, seguidamente se retiró de la zona todo material extraño como es restos de maleza, piedras y restos de pastos, luego de ello se procedió a realizar una nivelación y surcado de la zona.

Seguidamente se procedió a demarcar la zona, se realizó el 9 agosto de 2017, con la ayuda de una cinta métrica, cordel, picos y estacas de madera, continuando con la marcación y delimitación de los bloques; dichas delimitaciones se realizaron según diseño y dimensiones que se muestran en el croquis del campo experimental, es decir, se delimitó cada una de las unidades experimentales (tratamientos), teniendo en cuenta la demarcación que se realizó para la campaña agrícola anterior.

La roturación del terreno se realizó el 12 de agosto de 2017, con maquinaria agrícola (arado de disco y rastra), luego se realizó las siguientes actividades: primero se procedió al retiro de las piedras de tamaño grande, malezas y residuos de cosecha de la campaña anterior (rastrojo de trigo); se hizo la remoción, mullido y nivelación del suelo, esta actividad fue efectuada teniendo mucho cuidado de no mezclar tierra de cada una de las unidades experimentales (tratamientos), para ello se hizo en forma manual. Las herramientas que fueron usados son: picos y rastrillos.

El proceso de surcado se efectuó el 12 de agosto del 2017, dicha labor se ejecutó mediante el uso de picos cordel y cinta métrica, tomando un distanciamiento entre surcos de 0,60 m obteniendo seis surcos por cada tratamiento (3,60 m de ancho) por 3,00 m de largo, haciendo una área de 10,80 m² por unidad experimental.

La siembra del cultivo de arveja se realizó el 12 de agosto de 2017, para lo cual se usaron semillas tratadas de arveja de la variedad Remate, Usui, Alderman, Blanco Común y Criollo. Se tomó en cuenta lo recomendado por INIA con respecto a la densidad de siembra de 70 kg/ha, como abono de fondo se puso el estiércol de vacuno, ovino y cuy, luego se depositó la semilla al fondo del surco, en forma manual colocando cuatro semillas por golpe en cada una de las unidades experimentales, luego se procedió a cubrir las semillas con una capa desuelo delgado con la ayuda de herramientas como azadón, pico, trastrillo, etc.

Las semillas se desinfectaron con VITAVAX (Carboxin + Captan) con la finalidad de evitar el ataque de enfermedades fungosas. Seguidamente de la siembra, se hizo un riego para inducir a la emergencia de las plántulas; los posteriores riegos fueron ligeros, en forma constante próximo a la capacidad de campo, de acuerdo a las condiciones de humedad del suelo y las condiciones medio ambientales del medio.

La cantidad de estiércol de vacuno, ovino y cuy aplicada a cada uno de las parcelas, se realizó en función a los tratamientos planteados. El deshierbo se efectuó en "época crítica de competencia", el primer deshierbo se realizó el 28 agosto y el segundo el 25 de setiembre de 2017 conjuntamente con el aporque, para ésta labor fue necesaria el uso de los azadones. El uso de tutores se realizó

cuando las plantas tenían aproximadamente 20 a 30 cm de altura, los tutores utilizados fueron verticales a 2 m de altura, y a lo largo del surco se utilizó la rafia retorcida, las plantas fueron guiadas constantemente hacia la rafia. Se realizó el mismo día del aporque y deshierbo.

La evaluación de la presencia o no de plagas y enfermedades fue en forma continua desde el momento de la siembra hasta concluir con la cosecha del cultivo. El 6 de agosto y 8 de octubre de 2017, se realizó la aplicación preventiva del ataque de enfermedades fungosas producto azufrado de nombre comercial sulfato de azufre a una dosis 50 g/20 L de agua, dirigido al cuello de la planta. En cuanto a la presencia de plagas se observó la langosta y aves; pero también es importante mencionar que hubo personas ajenas que intentaron sacar la arveja en verde. Para el caso de las langostas se utilizó el producto a base de macerado de ají (insecticida casero), aplicando al cultivo y al rededor del campo de cultivo en un radio de 10 m aproximadamente, esta labor se realizó cuando se veía la presencia de la langosta en el campo de cultivo en cantidad considerable que pudiera afectar en el rendimiento de la arveja. Mientras que a las aves se trataron de contrarrestar colocando en todo el campo de cultivo cintas de casset, ya que estas emiten sonidos fuertes en presencia del viento. Y para evitar que las personas saquen el producto del cultivo, se colocó un cartel donde se mencionó que el cultivo estaba siendo tratado con productos tóxicos para el ser humano.

La cosecha se realizó de forma manual donde la variedad Usui se realizó a los 115 días después de la siembra (24 de noviembre de 2017), y la segunda cosecha se realizó a los 128 días (05 de diciembre de 2017). De la variedad

Blanco Común se realizó a los 120 días después de la siembra (06 de diciembre de 2017), y la segunda cosecha se realizó a los 136 días (20 de diciembre de 2017).

La cosecha en la variedad Remate se realizó a los 128 días después de la siembra (15 de diciembre de 2017), y la segunda cosecha se realizó a los 145 días (28 de diciembre de 2017). La cosecha en la variedad Criollo se realizó a los 150 días después de la siembra (06 enero de 2018), y la segunda cosecha se realizó a los 163 días (20 de enero de 2018) y de la variedad Alderman se realizó a los 95 días después de la siembra (10 de noviembre de 2017), y la segunda cosecha se realizó a los 120 días (24 de noviembre de 2017).

3.7. Materiales e insumos

3.7.1. Material genético experimental

- Usui - Alderman
- Remate - Blanco Común
- Criollo

3.7.2. Materiales y equipos utilizados

3.7.2.1. Materiales de campo.

- Tractor agrícola - Pico
- Rastrillo - Rafia
- Wincha - Estacas

3.7.2.2. Materiales de gabinete.

- Papel bond - Memoria USB

- Calculadora - Libreta de campo
- Etiquetas - Lápiz
- Costales

3.7.2.3. Insumos.

- Abonos orgánicos
- Pesticidas

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Análisis de varianza y prueba de significación

Tabla 12

Análisis de varianza para dos factores en estudio

ANVA	GL	SC	CM	FC	F T	
					0,05	0,01
Bloques	(r-1)	2	Sc bloq. – Tc ab	Sc bloques (r-1)	CM bloq/CM error.	
Factor V	(v-1)	4	Sc (V) -Tc br	Sc(V) (a-1)	CM V/CM error	
Factor E	(e-1)	2	Sc (E) – Tc ar	Sc (E) (b-1)	CM E/CM error	
Int. V x E	(v-1)(e-1)	8	Sc trat. –Sc(V)-Sc(E)	Sc (VE) (v-1) (e-1)	CM (VE)/CM error	
Error	(ve-1)(r-1)	28	Sc total- Sc trat.	Sc error ve(n-1)		
Total	(ver-1)	44	Sc total			

Fuente: Calzada, 1979

Para el análisis estadístico se empleó la técnica del (ANVA), para cada una de las características a evaluar, utilizando el método de diseño de bloque completamente al azar (DBCA), con arreglo en factorial 5 x 3 con una combinación de 15 tratamientos y tres repeticiones con un total de 45 unidades experimentales. Se realizó el uso de la prueba de “F” a nivel alfa 0,05 (95 %) y

0,01 (99 %), para determinar si existen diferencias significativas entre los bloques y tratamientos se utilizó la prueba de significación de Tukey al 95 %.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

Los resultados obtenidos y las discusiones del trabajo de investigación reflejan las evaluaciones permanentes realizadas en campo durante la fase vegetativa y reproductiva del cultivo de arveja.

4.1.1. Altura de planta (m)

4.1.1.1. Altura de planta a los 30 días (m).

Tabla 13

ANVA de altura de planta a los 30 días después de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	0,0001	0,0001	0,04	3,34	5,45	NS
V	4	0,1213	0,0303	21,44	2,71	4,07	**
E	2	0,0467	0,0233	16,51	3,34	5,45	**
V x E	8	0,0170	0,0021	1,50	2,29	3,23	NS
EExp	28	0,0396	0,0014				
Total	44	0,2247					

Nota: CV = 10,53 %; NS = no significativo; ** = altamente significativo

En la tabla 13 se observa el ANVA de altura de planta a los 30 días después de la siembra en donde muestra que a nivel de bloques no hay significancia donde los datos son homogéneos, a nivel de variedad se observa alta significancia al igual que en el nivel de estiércol lo que nos dice que hay alta un tratamiento que sobresale en comparación a los demás, el coeficiente de variabilidad de 10,53 % nos dice que es muy buena, según Calzada (1979).

En la tabla 14 se observa que las variedades de arveja Criollo (V₅) con una altura de 0,34 cm y las variedades Remate (V₂) y Blanco común (V₄), con alturas de 0,33 cm respectivamente; quedando en último lugar la variedad Alderman (V₃) con 0,20 cm.

Tabla 14

Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad

N°	Nivel	Promedio	Sig	Mérito
1	V ₅	0,34	a	1°
2	V ₂	0,33	ab	1°
3	V ₄	0,33	abc	1°
4	V ₁	0,32	c	2°
5	V ₃	0,20	d	3°

Tabla 15

Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel estiércol

N°	Nivel	Promedio	Sig	Mérito
1	E ₂	0,35	a	1°
2	E ₁	0,28	b	2°
3	E ₃	0,28	b	2°

En la tabla 15 se muestra la altura de planta de arveja a los 30 días después de la siembra del nivel estiércol, en donde se observa que el estiércol de vacuno (E₂) es el que estadísticamente es diferente a los demás estiércoles con una altura de 0,35 cm quedando en último lugar los estiércoles de ovino y cuy con valores de 0,28 cm respectivamente.

4.1.1.2. Altura de planta a los 60 días (m).

En la tabla 16 del análisis de varianza de altura de planta para 60 días se observa que para bloques no hay significancia en cambio para el nivel variedad y estiércol y para la interacción hay alta significancia lo que nos indica que hay tratamientos que son diferentes, el coeficiente de varianza es de 7,25 % que es excelente según Calzada (1979). Por ello aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula tanto en el nivel variedad, estiércol y en la interacción V x E.

Tabla 16

ANVA de altura de planta a los 60 días después de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	0,0062	0,0031	1,09	3,34	5,45	NS
V	4	0,5005	0,1251	44,40	2,71	4,07	**
E	2	0,2028	0,1014	35,98	3,34	5,45	**
V x E	8	0,1182	0,0148	5,24	2,29	3,23	**
EExp.	28	0,0789	0,0028				
Total	44	0,9065					

Nota: CV = 7,25 %; NS = no significativo; ** = altamente significativo

La tabla 17 nos muestra el análisis de efectos simples de altura de planta a los 60 días donde en el factor estiércol con la variedad Usui y Alderman no hay significancia, en cambio en los demás factores si hay alta significancia.

Tabla 17

ANVA de efectos simples de altura de planta a los 60 días

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
VE ₁	2	2,9886	1,4943	530,28	3,34	5,45	**
VE ₂	2	5,2889	2,6444	938,43	3,34	5,45	**
VE ₃	2	3,2609	1,6304	578,59	3,34	5,45	**
EV ₁	2	0,0068	0,0034	1,21	3,34	5,45	NS
EV ₂	2	0,0520	0,0260	9,23	3,34	5,45	**
EV ₃	2	0,0008	0,0004	0,15	3,34	5,45	NS
EV ₄	2	0,2030	0,1015	36,01	3,34	5,45	**
EV ₅	2	0,0583	0,0291	10,34	3,34	5,45	**
Eexp	28	0,0789	0,0028				

Nota: NS = no significativo; ** = altamente significativo

En la tabla 18 se observa la prueba de significancia de Tukey para el efecto simple de variedades por estiércol, donde el mejor factor es el estiércol de vacuno con la variedad blanco común con 0,82 cm, seguido de estiércol de vacuno con variedad criollo con 0,76 cm.

Tabla 18*Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de estiércol por variedad*

E x	Sig	E x	Sig	E x	Sig	E x	Sig	E x	Sig					
V₁	N°	(0,05)	V₂	N°	(0,05)	V₃	N°	(0,05)	V₄	N°	(0,05)	V₅	N°	(0,05)
E2	0,59	a	E2	0,68	a	E2	0,36	a	E2	0,82	a	E2	0,76	a
E3	0,53	a	E3	0,56	ab	E3	0,35	a	E1	0,53	b	E3	0,63	b
E1	0,53	a	E1	0,50	b	E1	0,34	a	E3	0,49	b	E1	0,57	b

En la tabla 19 se puede observar la prueba de efectos simples de altura de planta para los 60 días después de la siembra donde se observa que la combinación variedad blanco común con estiércol de vacuno es el mejor con una altura de 0,82 cm.

Tabla 19*Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por estiércol*

V x E1	N°	Sig (0,05)	V x E2	N°	Sig (0,05)	V x E2	N°	Sig (0,05)
V5	0,57	a	V4	0,82	a	V5	0,63	a
V4	0,53	ab	V5	0,76	b	V2	0,56	ab
V1	0,53	abc	V2	0,68	bc	V1	0,53	ab
V2	0,50	abc	V1	0,59	c	V4	0,49	bc
V3	0,34	d	V3	0,36	d	V3	0,35	d

En la figura 3 muestra la interacción variedad por estiércol, donde nos dice que el estiércol de vacuno E₂ tiene mayor efecto y la variedad Criollo tiene mejor efecto a los 60 días de la siembra de la arveja.

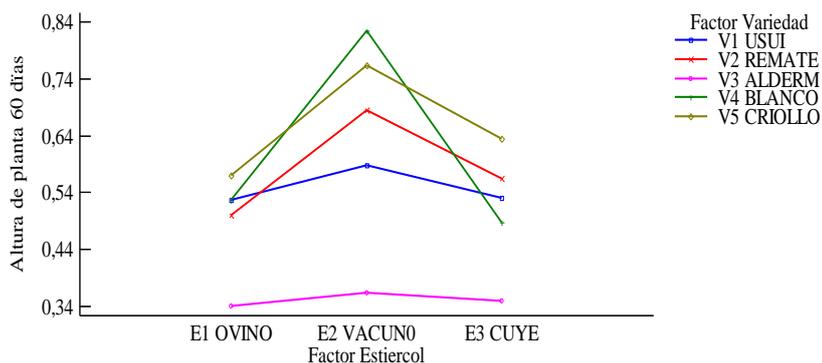


Figura 3. Interacción de variedades x estiércol para altura de planta a los 60 días

4.1.1.3. Altura de planta a los 90 días (m).

En la tabla 20 del análisis de varianza de altura de planta para 90 días se observa que para bloques no hay significancia en cambio para el nivel variedad y estiércol y para la interacción hay alta significancia lo que nos indica que hay tratamientos que son diferentes, el coeficiente de varianza es de 8,74 % que es muy aceptable según Calzada (1979). Por ello aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula tanto en el nivel variedad, estiércol y en la interacción V x E.

Tabla 20

ANVA de altura de planta a los 90 días después de la siembra

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	0,0188	0,0094	1,20	3,34	5,45	NS
V	4	1,2527	0,3132	39,88	2,71	4,07	**
E	2	0,3231	0,1615	20,57	3,34	5,45	**
V x E	8	0,1479	0,0185	2,35	2,29	3,23	*
EExp	28	0,2199	0,0079				
Total	44	1,9624					

Nota: CV = 8,74 %; NS = no significativo; * = significativo; ** = altamente significativo

La tabla 21 nos muestra el análisis de efectos simples de altura de planta a los 90 días donde en el factor estiércol con la variedad Usui y Alderman no hay significancia, en cambio en los demás factores si hay alta significancia en el cultivo de arveja sembrada en las condiciones de los suelos de Ayacucho en la época de invierno.

Tabla 21

ANVA de efectos simples de altura de planta a los 90 días

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
VE ₁	2	7,2383	3,6192	460,85	3,34	5,45	**
VE ₂	2	11,2534	5,6267	716,49	3,34	5,45	**
VE ₃	2	7,1855	3,5928	457,49	3,34	5,45	**
EV ₁	2	0,0244	0,0122	1,55	3,34	5,45	NS
EV ₂	2	0,0798	0,0399	5,08	3,34	5,45	**
EV ₃	2	0,0024	0,0012	0,15	3,34	5,45	NS
EV ₄	2	0,2221	0,1110	14,14	3,34	5,45	**
EV ₅	2	0,1423	0,0711	9,06	3,34	5,45	**
Eexp	28	0,2199	0,0079				

Nota: NS = no significativo; ** = altamente significativo

En la tabla 22 se observa la prueba de significancia de Tukey para el efecto simple de variedades por estiércol, donde el mejor factor del estiércol con de vacuno con la variedad blanco común con 1,14 cm, seguido de estiércol de vacuno con variedad criollo con 1,12 cm.

Tabla 22*Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de estiércol por variedad*

E x	Sig	E x	Sig	E x	Sig	E x	Sig	E x	Sig	E x	Sig			
V1	N°	(0,05)	V2	N°	(0,05)	V3	N°	(0,05)	V4	N°	(0,05)	V5	N°	(0,05)
E2	0,94	a	E2	1,00	a	E2	0,51	a	E2	1,14	a	E2	1,12	a
E3	0,91	a	E1	0,83	b	E1	0,49	a	E1	0,83	b	E1	0,85	b
E1	0,82	a	E3	0,78	b	E3	0,47	a	E3	0,78	b	E3	0,85	b

En la tabla 23 se puede observar la prueba de efectos simples de altura de planta para los 90 días después de la siembra donde se observa que la combinación variedad blanco común con estiércol de vacuno es el mejor con una altura de 1,14 centímetros.

Tabla 23*Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por estiércol*

V x E1	N°	Sig (0,05)	V x E2	N°	Sig (0,05)	V x E2	N°	Sig (0,05)
V5	0,85	a	V4	1,14	a	V1	0,91	a
V4	0,83	ab	V5	1,12	ab	V5	0,85	ab
V2	0,83	abc	V2	1,00	abc	V4	0,78	abc
V1	0,82	abc	V1	0,94	d	V2	0,78	abc
V3	0,49	d	V3	0,51	e	V3	0,47	d

En la figura 4 muestra la interacción variedad por estiércol, donde nos dice que el estiércol de vacuno E2 tiene mayor efecto y la variedad Criollo tiene mejor efecto a los 90 días de la siembra de la arveja.

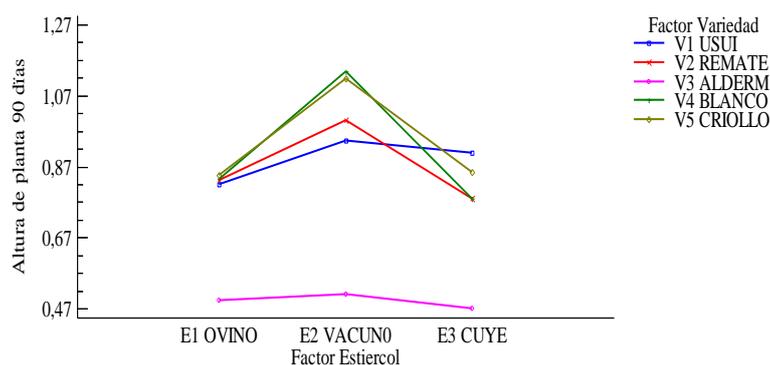


Figura 4. Interacción de variedades x estiércol para altura de planta a los 90 días

4.1.1.4. Altura de planta en el momento de la cosecha (m).

En la tabla 24 del análisis de varianza de altura de planta para el momento de la cosecha se observa que para bloques no hay significancia en cambio para el nivel variedad y estiércol y para la interacción hay alta significancia lo que nos indica que hay tratamientos que son diferentes, el coeficiente de varianza es de 5,51 % que es excelente según Calzada (1979). Por ello aceptamos la Hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula tanto en el nivel variedad, estiércol y en la interacción V x E.

Tabla 24

ANVA de altura de planta al momento de la cosecha

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	0,0002	0,0001	0,02	3,34	5,45	NS
V	4	2,7402	0,6850	157,67	2,71	4,07	**
E	2	0,4974	0,2487	57,24	3,34	5,45	**
V x E	8	0,2619	0,0327	7,54	2,29	3,23	**
EExp	28	0,1217	0,0043				
Total	44	3,6213					

Nota: CV = 5,51 %; NS= no significativo; ** = altamente significativo

Tabla 25*ANVA de efectos simples de altura de planta al momento de la cosecha*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
VE ₁	2	11,2061	5,6031	1289,61	3,34	5,45	**
VE ₂	2	17,5844	8,7922	2023,63	3,34	5,45	**
VE ₃	2	11,0728	5,5364	1274,27	3,34	5,45	**
EV ₁	2	0,0142	0,0071	1,63	3,34	5,45	NS
EV ₂	2	0,2502	0,1251	28,79	3,34	5,45	**
EV ₃	2	0,0010	0,0005	0,11	3,34	5,45	NS
EV ₄	2	0,2833	0,1416	32,60	3,34	5,45	**
EV ₅	2	0,2108	0,1054	24,25	3,34	5,45	**
Eexp	28	0,1217	0,0043				

Nota: NS = no significativo; ** = altamente significativo

En la tabla 25 nos muestra el análisis de efectos simples de altura de planta al momento de la cosecha donde en el factor estiércol con la variedad Usui y Alderman no hay significancia, en cambio en los demás factores si hay alta significancia.

En la tabla 26 se observa la prueba de significancia de Tukey para el efecto simple de variedades por estiércol, donde el mejor factor estiércol de vacuno con variedad blanco común obtiene el mejor promedio con 1,43 m, seguido de la variedad remate con 1,39 m. En cuanto no hay diferencia significativa de estiércoles con la variedad Usui y Alderman.

Tabla 26*Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de estiércol por variedad*

E x V1	N°	Sig (0,05)	E x V2	N°	Sig (0,05)	E x V3	N°	Sig (0,05)	E x V4	N°	Sig (0,05)	E x V5	N°	Sig (0,05)
E2	1,10	a	E2	1,39	a	E2	0,54	a	E2	1,43	a	E2	1,36	a
E3	1,08	a	E1	1,06	b	E3	0,53	a	E1	1,08	b	E1	1,05	b
E1	1,01	a	E3	1,02	b	E1	0,51	a	E3	1,04	b	E3	1,02	b

En la tabla 27 se puede observar la prueba de efectos simples de altura de planta al momento de la cosecha donde la mejor altura de planta esta con el estiércol de vacuno con la variedad blanco común con un valor de 1,43 m.

Tabla 27*Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por estiércol*

V x E1	N°	Sig (0,05)	V x E2	N°	Sig (0,05)	V x E2	N°	Sig (0,05)
V4	1,08	a	V4	1,43	a	V1	1,08	a
V2	1,06	ab	V2	1,39	ab	V4	1,04	ab
V5	1,05	abc	V5	1,36	abc	V5	1,02	abc
V1	1,01	abc	V1	1,09	d	V2	1,01	abc
V3	0,51	d	V3	0,54	e	V3	0,53	d

En la figura 5 muestra la interacción variedad por estiércol, donde nos dice que el estiércol de vacuno E2 tiene mayor efecto y la variedad Blanco tiene mejor efecto al momento de la cosecha de la arveja.

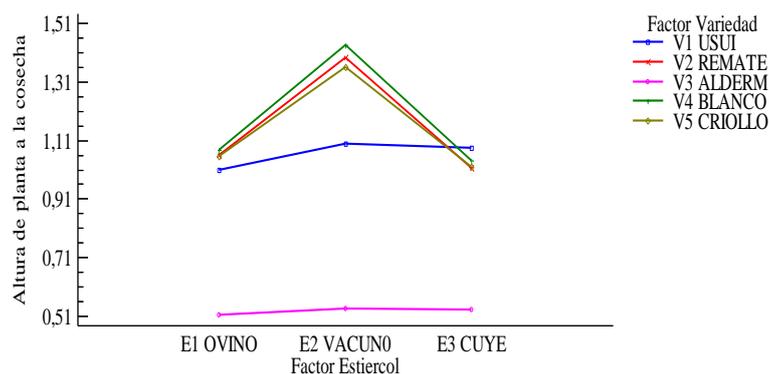


Figura 5. Interacción de variedades x estiércol para altura de planta a la cosecha

4.1.2. Número de vainas/planta (unidades)

Tabla 28

ANVA de número de vainas por planta

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	57,6444	28,8222	1,86	3,34	5,45	NS
V	4	1041,5556	260,3889	16,79	2,71	4,07	**
E	2	174,4444	87,2222	5,62	3,34	5,45	**
V x E	8	431,1111	53,8889	3,47	2,29	3,23	**
EExp	28	434,3556	15,5127				
Total	44	2139,1111					

Nota: CV = 10,32 %; NS = no significativo; ** = altamente significativo

En la tabla 28 del análisis de varianza de número de vainas por planta donde se observa que para bloques no hay significancia en cambio para el nivel variedad y estiércol y para la interacción hay alta significancia lo que nos indica que hay tratamientos que son diferentes, el coeficiente de varianza es de 10,32 % que es aceptable según Calzada (1979). Por ello aceptamos la hipótesis alterna y

rechazamos la hipótesis nula tanto en el nivel variedad, estiércol y en la interacción V x E.

En la tabla 29 nos muestra el análisis de efectos simples del número de vainas por planta días donde en el factor estiércol con la variedad Usui, Remate, Alderman y criollo no tiene diferencia significativa, en cambio en los demás factores si hay alta significancia.

Tabla 29

ANVA de efectos simples de número de vainas por planta

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
VE ₁	2	10340,5333	5170,2667	333,29	3,34	5,45	**
VE ₂	2	13989,3333	6994,6667	450,90	3,34	5,45	**
VE ₃	2	10598,9333	5299,4667	341,62	3,34	5,45	**
EV ₁	2	72,2222	36,1111	2,33	3,34	5,45	NS
EV ₂	2	16,2222	8,1111	0,52	3,34	5,45	NS
EV ₃	2	92,6667	46,3333	2,99	3,34	5,45	NS
EV ₄	2	413,5556	206,7778	13,33	3,34	5,45	**
EV ₅	2	10,8889	5,4444	0,35	3,34	5,45	NS
Eexp	28	434,3556	15,5127				

Nota: NS = no significativo; ** = altamente significativo

Tabla 30*Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de estiércol por variedad*

E x V1	N°	Sig (0,05)	E x V2	N°	Sig (0,05)	E x V3	N°	Sig (0,05)	E x V4	N°	Sig (0,05)	E x V5	N°	Sig (0,05)
E3	36,00	a	E3	31,00	a	E1	34,00	a	E2	46,33	a	E2	23,67	a
E2	34,33	a	E2	30,67	a	E2	31,67	a	E1	32,67	b	E3	22,00	a
E1	29,33	a	E1	28,00	a	E3	26,33	a	E3	31,33	b	E1	21,00	a

En la tabla 30 se observa la prueba de significancia de Tukey para el efecto simple de variedades por estiércol, donde el mejor factor es el estiércol de vacuno con la variedad blanco común con 46,33 vainas por planta, seguido de estiércol de cuy con la variedad Usui con 36,00 vainas por planta.

En la tabla 31 se puede observar la prueba de efectos simples de número de vainas por planta donde se observa que la combinación variedad Blanco común con estiércol de vacuno es el mejor con 46,33 vainas por planta, seguido de estiércol de cuy con la variedad Usui con 36,00 vainas por planta.

Tabla 31*Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por estiércol*

V x E1	N°	Sig (0,05)	V x E2	N°	Sig (0,05)	V x E3	N°	Sig (0,05)
V3	34,00	a	V4	46,33	a	V1	36,00	a
V4	32,67	ab	V1	34,33	b	V4	31,33	ab
V1	29,33	abc	V3	31,67	bc	V2	31,00	abc
V2	28,00	abc	V2	30,67	bcd	V3	26,33	abc
V5	21,00	d	V5	23,67	e	V5	22,00	d

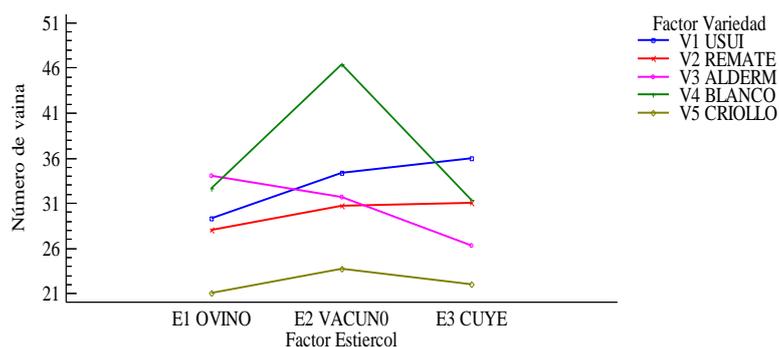


Figura 6. Interacción de variedades x estiércol para número de vainas por planta

En la figura 6 muestra la interacción variedad por estiércol en el número de vainas por planta, donde nos dice que el estiércol de vacuno E₂ tiene mayor efecto y la variedad Blanco tiene mejor efecto en el número de vainas por planta de la arveja.

4.1.3. Peso de vaina/planta (g)

Tabla 32

ANVA de peso de vaina por planta

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	1193,5124	596,7562	3,60	3,34	5,45	*
V	4	28253,6444	7063,4111	42,60	2,71	4,07	**
E	2	3060,6671	1530,3336	9,23	3,34	5,45	**
V x E	8	1075,0529	134,3816	0,81	2,29	3,23	NS
EExp	28	4642,5076	165.,8038				
Total	44	38225,3844					

Nota: CV = 5,42 %; NS = no significativo; * = significativo; ** = altamente significativo

En la tabla 32 se observa el ANVA de peso de vaina por planta en donde muestra que a nivel de bloques hay significancia donde los datos son heterogéneos, a nivel de variedad se observa alta significancia al igual que en el nivel de estiércol lo que nos dice que hay alta un tratamiento que sobresale en comparación a los demás, a nivel de interacción no hay significancia, el coeficiente de variabilidad de 5,42 % nos dice que es muy buena, según Calzada (1979).

En la tabla 33 se observa que las variedades Usui (V₁) con un peso de vaina por planta de 229,09 gramos que es igual que la variedad Alderman (V₃) con un peso de 207,68 gramos que son diferente a las demás variedades quedando en último lugar la variedad Criollo (V₅) con 163,93 gramos.

Tabla 33

Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad

N°	Nivel	Promedio	Sig	Mérito
1	V ₁	229,09	a	1°
2	V ₃	207,68	ab	2°
3	V ₄	183,33	c	3°
4	V ₂	166,02	c	3°
5	V ₅	163,93	c	3°

En la tabla 34 se muestra el peso de vaina por planta para el nivel estiércol, en donde se observa que el estiércol de vacuno (E₂) es el que ocupa el primer lugar con 199,17 gramos que estadísticamente es diferente a los demás estiércoles quedando en último lugar el estiércol de ovino con 179,18 gramos.

Tabla 34*Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel estiércol*

N°	Nivel	Promedio	Sig	Mérito
1	E ₂	199,17	a	1°
2	E ₃	191,68	b	2°
3	E ₁	179,18	c	3°

4.1.4. Longitud de vaina (cm)

En la tabla 35 se observa el ANVA de longitud de vaina donde muestra que a nivel de bloques no hay significancia donde los datos son homogéneos, a nivel de variedad se observa alta significancia, el nivel de estiércol e interacción no hay diferencia, el coeficiente de variabilidad de 4,95 % nos dice que es muy buena, según Calzada (1979).

Tabla 35*ANVA de longitud de vaina*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	0,3640	0,1820	1,18	3,34	5,45	NS
V	4	4,8022	1,2006	7,79	2,71	4,07	**
E	2	0,9880	0,4940	3,20	3,34	5,45	NS
V x E	8	2,1898	0,2737	1,78	2,29	3,23	NS
EExp	28	4,3160	0,1541				
Total	44	12,6600					

Nota: CV = 4,95 %; NS = no significativo; ** = altamente significativo

En la tabla 36 se observa que las variedades de Alderman (V₃) y variedad Remate tienen las mejores longitudes de vaina con valores de 6,54 y 6,53 cm

respectivamente que estadísticamente son diferentes a las demás variedades quedando en último lugar la variedad Criollo (V₅) con 5,70 cm.

Tabla 36

Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad

N°	Nivel	Promedio	Sig	Mérito
1	V ₃	6,54	a	1°
2	V ₂	6,53	ab	1°
3	V ₁	6,52	b	2°
4	V ₄	6,20	c	3°
5	V ₅	5,70	d	4°

4.1.5. Número de granos/vaina (unidades)

En la tabla 37 se observa el ANVA de número de granos por vaina en donde muestra que a nivel de bloques no hay significancia donde los datos son homogéneos, a nivel de variedad se observa alta significancia, en el nivel estiércol, en la interacción no hay significancia, el coeficiente de variabilidad de 6,91 % nos dice que es muy buena, según Calzada (1979).

Tabla 37

ANVA de número de granos por vaina

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	1,0898	0,5449	2,31	3,34	5,45	NS
V	4	5,8013	1,4503	6,16	2,71	4,07	**
E	2	0,0298	0,0149	0,06	3,34	5,45	NS
V x E	8	2,5347	0,3168	1,34	2,29	3,23	NS
EExp	28	6,5969	0,2356				
Total	44	16,0524					

Nota: CV = 6,91 %; NS = no significativo; ** = altamente significativo

Tabla 38*Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad*

N°	Nivel	Promedio	Sig	Mérito
1	V ₃	6,37	a	1°
2	V ₄	5,64	b	2°
3	V ₅	5,51	c	3°
2	V ₂	5,47	cd	4°
4	V ₁	5,37	e	5°

En la tabla 38 se observa que la variedad de arveja Alderman (V₃) es el que obtiene el primer lugar con 6,37 granos por vaina, quedando en último lugar la variedad Usui (V₁) con 5,37 granos por vaina.

4.1.6. Rendimiento (kg/10,8 m²)

En la tabla 39 se observa el ANVA de rendimiento en donde muestra que a nivel de bloques hay significancia donde los datos son heterogéneos, a nivel de variedad y estiércol se observa alta significancia, en la interacción no ha significancia; el coeficiente de variabilidad de 5,46 % nos dice que es excelente, según Calzada (1979).

Tabla 39*ANVA de rendimiento (kg/10,8 m²)*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	2,2274	1,1137	3,60	3,34	5,45	*
V	4	52,7281	13,1820	42,60	2,71	4,07	**
E	2	5,7119	2,8560	9,23	3,34	5,45	**
V x E	8	2,0063	0,2508	0,81	2,29	3,23	NS
EExp	28	8,6640	0,3094				
Total	44	71,3377					

Nota: CV= 5,46 %; NS = no significativo; * = significativo; ** = altamente significativo

En la tabla 40 se observa que las variedades de arveja Usui (V₁) con un rendimiento de 9,90 kg/10,80 m² quien estadísticamente es el mejor quedando en último lugar la variedad Criollo (V₅) con un rendimiento de 7,08 kg/10,8 m².

Tabla 40

Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad

N°	Nivel	Promedio	Sig	Merito
1	V ₁	9,90	a	1°
2	V ₃	8,97	b	2°
3	V ₄	7,92	c	3°
4	V ₂	7,17	d	4°
5	V ₅	7,08	e	5°

En la tabla 41 se muestra el rendimiento con el nivel de estiércol, en donde se observa que el estiércol de vacuno (E₂) 8,60 kg por 10,80 m² que ocupa el primer lugar que estadísticamente es diferente a los demás tratamientos, quedando en último lugar el estiércol de ovino (E₁) con 7,74 kg por 10,8 m².

Tabla 41

Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel estiércol

N°	Nivel	Promedio	Sig	Merito
1	E ₂	8,60	a	1°
2	E ₃	8,28	b	2°
3	E ₁	7,74	c	3°

4.1.7. Costos de producción (S/)

En el apéndice B se muestra los costos de producción de variedades de arveja y estiércol, donde la variedad Usui con estiércol de vacuno (V₁E₂), obtiene la mejor rentabilidad beneficio costo de 3,00 seguido de variedad Usui con estiércol de cuy (V₁E₃), con 2,81, quedando en último lugar la variedad remate con estiércol de ovino (V₂E₁) con 1,83 %.

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Hipótesis general

Luego de haber efectuado el experimento y obtenido los resultados del abonamiento orgánico en cinco variedades de arveja incrementó significativamente en el rendimiento de arveja en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho.

4.2.2. Hipótesis específicos

Una variedad de arveja tuvo un efecto el rendimiento del cultivo de arveja en condiciones de Pampa del Arco.

Un abono orgánico tuvo un efecto positivo el rendimiento del cultivo de arveja en condiciones de Pampa del Arco.

4.2.3. Hipótesis estadísticos

Para variedad el análisis varianza y las pruebas de significancia con un nivel de confianza 99 %, presenta diferencias estadísticas con relación a las variables de estudio.

Para abonos orgánicos el análisis varianza y las pruebas de significancia con un nivel de confianza 99 % presenta diferencias estadísticas en las variables evaluadas, y no se observa significancia en las variables longitud de vaina y número de granos por vaina respectivamente.

Para la interacción (VxE) Luego haber efectuado el análisis estadístico con la invidencia de los resultados de análisis varianza y las pruebas de significancia

con un nivel de confianza 99 %, presenta diferencias estadísticas con relación a las variables. Mientras en las variables, altura de planta a los 30 días, peso de vaina por planta, longitud de vaina, número de gramos de vaina y rendimiento (kg/10,8 m²), no presentan diferencia estadística.

4.3. Discusión de resultados

En las variedades de arveja Usui (V₁) con un rendimiento de 9,90 kg/10,80 m² quien estadísticamente es el mejor quedando en último lugar la variedad Criollo (V₅) con un rendimiento de 7,08 kg/10,8 m².

En el rendimiento con el nivel de estiércol, en donde se observa que el estiércol de vacuno (E₂) 8,60 kg por 10,80 m² que ocupa el primer lugar que estadísticamente es diferente a los demás tratamientos, quedando en último lugar el estiércol de ovino (E₁) con 7,74 kg por 10,8 m².

Los resultados obtenidos se encuentran la comparación con los siguientes investigadores:

Velasco (2004) determinó los rendimientos en verde con el uso de espalderas de las variedades siguientes: Remate, 5,29; Usui, 7,10; Blanca local, 6,58 y en Usui de 7,04 t/ha, las cuales en comparación con nuestros resultados observamos que nuestras variedades resultaron de mayores rendimientos en la localidad de Pampa del Arco.

Mallaupoma y Santana (2005) obtuvieron rendimientos de 10,35, 9,97 y 8,13 t/ha con las variedades Rondo, Utrillo y Usui, respectivamente, pero en nuestro experimento se obtuvieron rendimientos casi similares esto demuestra el

buen manejo agronómico ha sido adecuado durante el desarrollo del cultivo y que las condiciones de suelo y clima fueron adecuadas para el cultivo en especial para las variedades evaluadas.

Toro (1996) señala que los rendimientos se incrementan cuando la planta llega a emitir ramas las cuales hacen un aporte significativo de vainas, esto dependerá además de la variedad, de las características del suelo, del abastecimiento hídrico y de la densidad de población. El rendimiento es una medida en la que se aprecia, entre otras características, el potencial genético de la variedad que se puso en manifiesto, así mismo la adaptación vegetativa como reproductiva. Palomino (2003) además depende de factores externos descritos por Camarena (2003), que son: agua, luz, temperatura, soporte mecánico, aire y suelo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera. Se evaluó el efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento de cinco variedades de arveja, desde la instalación hasta obtener la cosecha, donde el mayor rendimiento fue con (V₁E₂) variedad Usui y estiércol de vacuno 9584,00 kg de vaina verde/ha y el menor rendimiento es (V₂E₁) variedad Remate y estiércol de ovino, obteniendo 5921,33 kg de vaina verde/ha.

Segunda. La altura de planta a la cosecha la interacción (V₄E₂) con 1,43 m fue la mejor, el número de vainas/planta la interacción (V₄E₂) obtiene 46,33 unidades; la longitud de vaina la variedad Alderman (V₃) y Remate (V₂) obtienen longitudes de 6,54 y 6,53 cm respectivamente y en número de granos por vaina la variedad (V₃) Alderman tiene 6,37 unidades.

Tercera. En rendimiento la mejor variedad fue la de Usui (V₁) con 9,90 kg/10,80 m² y el estiércol de vacuno (E₂) con 8,60 kg/10,80 m² mientras que el menor rendimiento lo obtuvo la variedad (V₅) Criollo con 7,11 kg/10,80 m² y estiércol de ovino con 7,74 kg/10,80 m².

Cuarta. Se elaboró los costos de producción del cultivo de arveja, el mejor costo de producción lo obtiene la interacción de (V₁E₂) variedad Usui y estiércol de vacuno un costo de S/ 0,77/kg, quedando en último lugar la interacción (V₂E₁) variedad Remate y estiércol de ovino con un costo de S/ 1,26/kg.

5.2. Recomendaciones

Primera. Para el ámbito donde se ha realizado el estudio, la variedad que tiene mejor rentabilidad es la variedad Usui, con la aplicación del abono orgánico estiércol de vacuno.

Segunda. La mejor respuesta en la comercialización de estos cultivares es en la producción en vaina verde y de las variedades Usui y Alderman.

Tercera. El manejo agronómico de siembra, deshierbo y cosecha oportuna en la fase de vaina verde el entutorado para obtener buenos rendimientos de los cultivares de arveja.

Cuarta. La siembra de la variedad Usui ya que, una de sus características es periodo vegetativo semi precoz y apreciado por su mejor rendimiento y con un costo de producción de S/ 0,77/kg y una rentabilidad mayor a 2 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, H. (2013). *Evaluación de cinco variedades de arveja (Pisum sativum)* bajo condiciones de invernadero en Tumbaco-Pichincha.
- Arnon, I. (1972). *Organización y administración, investigación agrícola, Agenda para el desarrollo internacional*. México. Buenos Aires.
- Biblioteca de la agricultura. (1998). *Idea Books*. (2ª ed.). España.
- Biddle, A. (1988). *Pea growing handbook. G P. gent* (ed). Sexta Edición. Processors and growers research organization, Peterborough, Inglaterra.
- Cáceres, M. (2011). *Estiércol de cuy y biofermento en el rendimiento de arveja verde (Pisum sativum) cv. quantum en Characato - Arequipa*. Tesis Ingeniero agrónomo – UNSA.
- Calzada, B. (1979). *Métodos estadísticos para la investigación*. (3ª ed.). Edit. Jurídica S.A. Lima - Perú.
- Camarena, A. (2003). *Manual del cultivo de arveja*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Cáritas Diocesana Huancavelica, Fondo Ítalo Peruano., 1ra. Edición. Edit. Agraf S.R.L. Lima – Perú.
- Cáritas del Perú. (2007). *Cultivo de la arveja en la sierra*. Gráfica Filadelfia E.I.R.L. Huancavelica -Perú.
- Cáritas del Perú (2003). *Manual del cultivo de arveja*. Gráfica Filadelfia E.I.R.L. Huancavelica -Perú.

- Castilla, V.J. (1995). *Fertilización de los cultivos*. Estación Experimental, DONOSO INIA. Lima – Perú.
- Centro Internacional de la Agricultura Tropical. (1970). *Semilla de buena calidad*. Guía de estudio. Colombia.
- Cubero, J. y Moreno, T. (1983). *Leguminosas de grano*. Ediciones Mundi - Prensa.
- Evans, I. (1983). *Fisiología de los cultivos*. 1ra Edición. Editorial. Hemisferio Sur. Buenos Aires – Argentina.
- Faiguenbaum, H. (1994). *Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce para la agroindustria del congelado*. Proyecto docente. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago-Chile.
- Faiguenbaum, H. (1993). *El cultivo de arveja*. En: Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce, P. U. Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Depto. de Ciencias Vegetales, Santiago Chile.
- Faiguenbaum, H. (1990). *Morfología, crecimiento y desarrollo de la arveja (Pisum sativum L.)*. Proyecto Docente. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago – Chile.
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. (2006). *El cultivo de la arveja en Colombia*. Produmedios: Bogotá, D. C.
- Gálvez, T. (2015). *Bioestimulante de extracto de alga nativa en el rendimiento en vaina de la arveja (Pisum sativum L.) en Pampa del Arco a 2750 msnm – Ayacucho*. Tesis para obtener el título de Ingeniera Agrónoma. UNSCH. Ayacucho. Perú.

- García, A. (1959). *Horticultura*. (2ª ed.). Salvat. Edit. S.A. Barcelona – Madrid.
- Guamán, V. (2010). *Evaluación de tres fuentes orgánicas (ovinos, cuy y gallinaza) en dos híbridos de cebolla (Allium cepa)*. Recuperado de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/957/1/T-UTC-1253.pdf>
- Huamán, O. (1995). *Evaluación del rendimiento en verde y seco de dos eco tipos de arveja (Pisum sativum), en dos épocas y dos densidades de siembra, Chahuaybamba (2980 m.s.n.m.)*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo - UNSCH. Ayacucho – Perú.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2008). *Cultivo de la arveja*. Serie Folleto 24- 08. Lima- Perú.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2008). *Boletín informativo sobre el cultivo de arveja*. Lima-Perú.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2013). *Boletín informativo sobre el arveja*. Ayacucho-Perú.
- Joice. M. (1999). *Horticultura*. Edit. Trillas México.
- Mallaupoma, M. y Santana, C. (2005). *Evaluación de doce variedades de arveja en condiciones de Alfapata – Acostambo*. Fondo Ítalo Peruano, Caritas Perú, Caritas Diocesana Huancavelica; Editorial. Curisinche. Huancayo – Perú.
- Mateo, J. (1967). *Leguminosas de grano*. (1ª ed). Colección agrícola Salvat Barcelona-España.

- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). *Información estadística agraria*. Oficina de Información Agraria.
- Molina, A. (2012.) *Producción de abono orgánico con estiércol de cuy*. Recuperado de: <https://prezi.com/fag-scdj7tds/produccion-de-abono-organico-con-estiercol-de-cuy/>
- Morales, F. (2002). *Comparativo de cinco variedades de arveja (Pisum sativum)*. *En la producción de grano verde, Wallyapampa, a 2550 msnm*. Tesis para obtener el título Profesional de Ing. Agrónomo, Ayacucho – Perú.
- Moreno, P. (1994). *Evaluación de siete nuevos cultivares de arveja (Pisum sativum L) para consumo en verde*. Memoria de título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Multiservicios AGROLAB. (2018). *Análisis de suelo: caracterización*. Ayacucho, Perú.
- Palomino, J. (2003). *Efecto de tres formas de fertilización, en el rendimiento de cuatro variedades de arveja. (Pisum sativum L.)*. Tesis de Ing. Agrónomo UNSCH – Ayacucho – Perú.
- Proaño, R. (2007). *Aplicación de sulsimag® y ácido húmico en suelos con problemas de salinidad y su respuesta en la productividad de arveja verde (Pisum sativum L.) variedad rondo*. Tesis Ingeniero agrónomo - UNSA.
- Rioja, G. (2016). *Pautas para el manejo del cultivo de arveja*. Recuperado de <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-pautas-para-el-manejo-del-cultivo-de-arveja-final.pdf>.

- Samconet. (2000). *Información agropecuaria que tú necesitas*. Recuperado de <http://www.Samconet.com/default.asp>
- Santa Maria, M. (2010). *Cultivo de arveja en la costa*. (En línea). Consultado el 12 de febrero 2017. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos90/cultivo-arveja-costa-aplicando-abono-organico>
- SENAMHI. (2018). Datos meteorológicos de Ayacucho. Perú.
- Stuttgert, P. (1986). *Abonamiento de hortalizas*. Boletín verde sobre hortalizas. Alemania.
- Tisdale, S. y Nelson, W. (1982). *Fertilidad de los suelos y fertilizantes*. Editorial Uteha. México.
- Toro, I. (1990). *Efecto de distintos espaciamientos entre hileras en tres cultivares de arveja (Pisum sativum L)*. Memoria del título de Ing. Agrónomo. Universidad de Chile, Santiago de Chile. 89 p.
- Tortosa, G., Albuquerque, J., Ait-Baddi, G. y Cegarra, J. (2012). *The production of commercial organic amendments and fertilisers by composting of two-phase olive mill waste (“alperujo”)* *Journal of Cleaner Production*.
- Vásquez, A. (1992). *El Riego*. UNA. La Molina. Tomo I. 2da Edición. Lima, Perú.
- Velasco, M. (2004). *Rendimiento de cinco variedades de arveja (Pisum sativum L.), con distintas formas de manejo*. Canaán INIA, 2720 msnm. Tesis de Ing. Agrónomo. Ayacucho – Perú.
- Villareal, A. (2000). *Manual de prácticas de oleicultura general*. UNA La Molina – Perú.