



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

T E S I S

**COMPARATIVO DE VARIEDADES Y DENSIDAD POBLACIONAL EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.), BAJO
LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE PAMPA DEL ARCO,
DISTRITO DE HUAMANGA – REGIÓN AYACUCHO**

PRESENTADO POR

BACHILLER JORGE MOISES VILA GARCÍA

ASESOR

ING. URBANO FERMÍN VÁSQUEZ ESPINO

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

MOQUEGUA – PERÚ

2019

CONTENIDO

PORTADA	Pág.
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Contenido.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xii
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.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Alcances y limitaciones.....	4

1.5.1. Alcances.....	4
1.5.2. Limitaciones.....	4
1.6. Variables.....	4
1.6.1. Variable independiente.....	4
1.6.2. Variable dependiente.....	5
1.6.3. Operacionalización de variables.....	5
1.7. Hipótesis de la investigación.....	6
1.7.1. Hipótesis general.....	6
1.7.2. Hipótesis específicas.....	6
1.7.3. Hipótesis estadísticas.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Origen y distribución.....	10
2.2.2. Clasificación taxonómica.....	11
2.2.3. Características morfológicas.....	12
2.2.4. Fenología del cultivo de arveja.....	16
2.2.5. Variedades.....	19
2.2.6. Requerimientos edáficos y climáticos.....	21
2.2.7. Importancia y composición química.....	23
2.2.8. Manejo agronómico.....	24
2.2.9. Densidad de plantas.....	29
2.2.10. Control de plagas y enfermedades.....	30

2.2.11. Cosecha.....	32
2.2.12. Rendimiento.....	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
3.2.3. Aleatorización de los tratamientos	36
3.3. Población y muestra	37
3.4. Descripción de los instrumentos de recolección de datos	37
3.4.1. Altura de la planta (m)	37
3.4.2. Número de vainas por planta (unidades)	37
3.4.3. Longitud de vaina (m)	38
3.4.4. Número de granos por vaina (unidades).....	38
3.4.5. Rendimiento de vaina verde de arvejas (kg/10m ²)	38
3.4.6. Costos de producción (S/).....	38
3.5. Ubicación.....	38
3.5.1. Ubicación geográfica del campo experimental	38
3.5.2. Condiciones del campo experimental	39
3.5.3. Características del campo experimental	39
3.6. Metodología.....	42
3.6.1. Preparación de terreno.....	42
3.6.2. Estado y demarcación del terreno	43

3.6.3. Surcado.....	43
3.6.4. Abonamiento.....	43
3.6.5. Siembra.....	43
3.6.6. Deshierbo.....	44
3.6.7. Aporque.....	44
3.6.8. Instalación de tutores.....	44
3.6.9. Control fitosanitario.....	44
3.6.10. Cosecha en verde.....	45
3.7. Materiales y equipos utilizados.....	45
3.7.1. Materiales de campo.....	45
3.7.2. Materiales de gabinete.....	46
3.7.3. Insumo.....	46
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	46
3.8.1. Análisis de varianza y prueba de significación.....	46

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados.....	48
4.1.1. Altura de planta (m).....	48
4.1.2. Número de vainas/planta (unidades).....	50
4.1.3. Tamaño de vaina (cm).....	51
4.1.4. Peso de vaina (g).....	54
4.1.5. Número de granos/ vaina (unidades).....	56
4.1.6. Rendimiento (kg/10,80 m ²).....	57

4.1.7. Costos de producción (S/)	60
4.2. Contratación de hipótesis	63
4.2.1. Hipótesis general	63
4.2.2. Hipótesis específico	63
4.2.3. Hipótesis estadístico	63
4.3. Discusión de resultados	64

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	66
5.2. Recomendaciones	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
APÉNDICE	73
MATRIZ DE CONSISTENCIA	86

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido de tablas	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de las variables de estudio	5
Tabla 2. Valor nutricional de la arveja gruesa en por 100 g de parte comestible de arveja.....	16
Tabla 3. Requerimiento de semilla, época de siembra, periodo vegetativo y rendimiento de arveja	21
Tabla 4. Densidades de siembra de arveja de crecimiento enrame y de medio enrame (golpes)	30
Tabla 5. Combinación de los tratamientos en estudio	35
Tabla 6. Combinación de factores variedades x densidades	35
Tabla 7. Tratamientos en el estudio	36
Tabla 8. Temperatura máxima, media, mínima, y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2017 – 2018	41
Tabla 9. Análisis físico – químico del suelo del campo experimental (Pampa del Arco 2772 msnm).....	42
Tabla 10. Análisis de varianza para dos factores en estudio	47
Tabla 11. ANVA de altura de planta a la cosecha de arveja	48
Tabla 12. Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad	49
Tabla 13. Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel densidad	49
Tabla 14. ANVA número de vainas a la cosecha	51
Tabla 15. ANVA de tamaño de vaina de arveja.....	52
Tabla 16. Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad	52

Tabla 17. Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel densidad	53
Tabla 18. ANVA de peso de vaina de la arveja	54
Tabla 19. Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad	54
Tabla 20. Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel densidad	55
Tabla 21. ANVA de número de granos/vaina de la arveja	56
Tabla 22. Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad	56
Tabla 23. ANVA de rendimiento de arveja.....	58
Tabla 24. ANVA de efectos simples de rendimiento de vainas	58
Tabla 25. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de densidad por variedad	59
Tabla 26. Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por densidad	59
Tabla 27. Costos de producción de arveja (S/).....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido de figuras	Pág.
Figura 1. Aleatorización de los tratamientos.....	36
Figura 2. Temperatura, precipitación y balance hídrico campaña agrícola 2016 – 2017.....	41
Figura 3. Interacción de variedades x densidad de siembra para rendimiento.....	60

ÍNDICE DE APÉNDICES

Contenido de apéndice	Pág.
Apéndice A. Tablas	73
Apéndice B. Fotografías.....	80
Apéndice C. Figuras.....	85

RESUMEN

El trabajo de tesis “Comparativo de variedades y densidad poblacional en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), bajo las condiciones edafoclimáticas de Pampa del Arco, Distrito de Huamanga – Región Ayacucho” se llevó a cabo en Pampa del Arco el 12 de Agosto de 2017 al 20 de enero del 2018, con los objetivos: Evaluar el comparativo de variedades y densidad poblacional en el rendimiento del cultivo de arveja, determinar la altura de planta, número de vainas por planta y evaluar la interacción de variedades y densidad poblacional y determinar costos de producción. Las variedades fueron: Usui (V_1), Criollo (V_2 testigo), Remate (V_3), Alderman (V_4) y Blanco criollo (V_5), las densidades de siembra, 0,20 metros (D_1), 0,30 metros (D_2) y 0,40 metros (D_4) y se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo en factorial ($V \times D$) con cinco niveles factor V y factor D 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 se obtuvo interacción donde la combinación (V_3D_2) obtiene 8,92 kg/10,80 m²; resultando la variedad Alderman (V_3) el mejor con 8,54 kg/10,80 m² y en la densidad la (D_2) con 7,42 kg/10,80 m² y por un sol invertido ganan 1,62 soles.

Palabras clave: Arveja, rendimiento, variedades

ABSTRACT

The thesis work "Comparison of varieties and population density in the yield of pea cultivation (*Pisum sativum* L.), under the edaphoclimatic conditions of Pampa del Arco, District of Huamanga - Ayacucho Region" was carried out in Pampa del Arco August 12, 2017 to January 20, 2018, with the objectives: Evaluate the comparative of varieties and population density in the yield of the pea crop, determine the plant height, number of pods per plant and evaluate the interaction of varieties and population density and determine production costs. The varieties were: Usui (V_1), Criollo (V_2 control), Remate (V_3), Alderman (V_4) and Blanco criollo (V_5), the densities of sowing, 0,20 meters (D_1), 0,30 meters (D_2)) and 0,40 meters (D_4) and the experimental design of blocks completely randomized (DBCA), with factorial arrangement ($V \times D$) with five factor V levels and factor D with three levels and three blocks and 15 treatments with 45 experimental units. The statistical analysis used was the analysis of variance (ANVA) at a probability f of 0,05 and 0,01, the Tukey significance test was performed at 95 % reliability, in performance interaction was obtained where the combination (V_3D_2) gets 8,92 kg / 10,80 m²; resulting the Alderman variety (V_3) the best with 8,54 kg / 10,80 m² and density (D_2) with 7,42 kg / 10,80 m² and for an inverted sun earn 1,62 soles.

Keywords: Pea, yield, varieties

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.), se cultiva especialmente como alimento, lo cual sirve como suplemento nutritivo por su alto contenido de proteínas (6,3 % en verde y 24,1 % en seco), indispensable en la dieta para el consumo humano en nuestro país y principalmente en la región de Ayacucho.

En la actualidad en Ayacucho la siembra de variedades de arveja es insipiente aplicando diferentes tecnologías para el manejo del cultivo, alguna de ellas no son apropiadas, generando que los rendimientos sea muy baja por lo cual el agricultor se encuentra en pérdida económica que permite que el cultivo no expresa su verdadero potencial de producción.

En Ayacucho el cultivo de arveja se realiza en las alturas entre 1700 a 3200 msnm, principalmente en las provincias de Huamanga, La Mar, Cangallo, Huanta, Víctor Fajardo y Vilcas Huamanan etc. es un cultivo de mucha importancia que se ha incorporado dentro del contexto agro-ecológico, social y económico de la región andina, siendo muy difundida por los agricultores por la producción en cuatro a cinco meses, siendo su consumo en variadas formas y utilizado como cultivo de rotación, se cosecha en estado verde y grano seco, se consume como verdura en todas las regiones del país en menor escala se consume como arveja partida y en harina. La temperatura en la que prospera este cultivo es a 15,50 y 18,00 °C (óptima) con una media máxima de 21 °C y una mínima de 10 °C.

La región de Ayacucho reporta con 99 400 hectáreas dedicadas a la siembra de grano seco como en fresco, la siembra se realiza con mayor magnitud en los

meses de mayo a septiembre, los rendimientos nacionales son de 1,10 t/ha de grano seco, pero en Ayacucho solamente llegan a 1,0 t/ha. Por diversos factores como inexistencia de semillas certificadas y desconocimiento de los productores en densidad de siembra; esto hace que los rendimientos estén muy bajos en la zona por lo que se hace necesario mejorar los rendimientos del cultivo, de los cuales el 4,43 % está destinado a la siembra de arveja tanto para y de esta manera mejorar los ingresos a los agricultores [Ministerio de Agricultura y Riego Ministerio de Agricultura y Riego (MINAG), 2015].

Los bajos rendimientos de arveja, a nivel nacional, local se atribuyen a una deficiente selección de variedades, densidad de siembra y fertilización; Si busca incrementar el número de plantas por unidad de superficie con una variedad de un potencial genético de alto rendimiento. Sin embargo no es posible dar recomendaciones adecuadas sobre la densidad de las plantas a utilizar, ya que varía de un lugar a otro, dependiendo de las condiciones del clima, suelo, planta y la incidencia de plagas y enfermedades.

Por estos motivos es importante realizar investigaciones y determinar la densidad óptima de plantas para las diferentes variedades y zonas orientadas a incrementar la productividad del cultivo de arveja, para cubrir la gran demanda de alimentos en el mercado regional y nacional.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema

La creciente población humana demanda cada día más productos agroalimentarios de mayor calidad, la agricultura en el Perú todavía no está totalmente desarrollada y tecnificada dando como resultado niveles de rendimiento bajos, la producción y rendimiento de la arveja en el Perú ha sido muy cambiante, en los últimos años reporta incremento en la producción y rendimiento, por consideraciones que el campo está expuesto a las condiciones cambiantes de clima, y por lo tanto la agricultura se ve afectada lo cual no favorece a la producción continua de productos a lo largo del año. La estadística en Ayacucho está referida a grano seco con rendimientos que no sobrepasa los 1000 kg/ha.

De acuerdo a la información estadística del MINAG (2015) manifiesta que la producción de arveja grano seco creció en estos últimos quince años a un ritmo de 2,50 % promedio anual, pasando de 38 100 a 53 800 t, como resultado del incremento de áreas cosechadas (2,80 %); pues, los rendimientos retrocedieron a una tasa anual de 0,30 %. Las regiones que registraron las mayores tasas de

crecimiento de la producción fueron, Cusco (7,60 %), Ayacucho (6,40 %) y Piura (8,10 %). En los tres casos el aumento de la producción se dio principalmente por el incremento de áreas cosechadas, más que por un aumento progresivo de los rendimientos.

La superficie cosechada de esta leguminosa en el 2015 ascendió a 50 544 ha, ocupando el décimo segundo lugar dentro del grupo de cultivos transitorios. Ese año se obtuvo la producción histórica de 53 783 t.

El valor de producción de este legumbre en el 2015, alcanzó la suma de 76,7 millones de soles, que representó el 0,04 % del VBP agrícola. La principal región productora en el 2015 fue Cajamarca con 28,30 % de la producción nacional, le siguieron La Libertad con 19,10 %, Cusco 9,10 %, Ayacucho con 8,40 %, Piura con 7,90 % y Huancavelica con 7,80 % (MINAG, 2015).

Uno de los problemas en el campo ayacuchano es el desconocimiento de las técnicas siembra para incrementar la producción en calidad y cantidad de las variedades de arveja en estudio. Fundamentales cuando se requiere más productividad, es decir, mayor producción con menores costos y mejor calidad.

El crecimiento poblacional demanda mayor producción de alimentos en calidad y cantidad, pero con preocupación encontramos métodos de producción antiguos, que van en contra de un desarrollo en mercados locales y nacionales. Los principales problemas encontrados son la mala utilización de los recursos, el tratamiento inadecuado de las aguas, el incorrecto manejo sanitario, la falta de capacitación y el manejo de los procesos de producción

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo será el comparativo de variedades y densidad poblacional en el rendimiento del cultivo de arveja bajo las condiciones edafoclimáticas de Pampa del Arco, distrito de Huamanga – región Ayacucho?

1.2.2. Problema específicos

¿Cuál de las cinco variedades tendrá efecto en el rendimiento de cultivo de arveja bajo las condiciones edafológicas de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho?

¿Cuál de las densidades de siembra tendrá mayor efecto en el rendimiento de cultivo de arveja bajo las condiciones edafológicas de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho?

¿Cómo serán los costos de producción del cultivo de arveja bajo las condiciones edafológicas de Pampa del Arco, distrito de Huamanga - región Ayacucho?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el comparativo de variedades y densidad poblacional en el rendimiento del cultivo de arveja bajo las condiciones edafoclimáticas de Pampa del Arco, distrito de Ayacucho – región Ayacucho

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la altura de la planta, número de vainas por planta, longitud de vaina y número de granos por vaina.

Evaluar la interacción (V x D) variedades y densidad poblacional en el rendimiento de arveja en condiciones de Pampa de Arco.

Cuantificar los costos de producción de arveja en verde.

1.4. Justificación

Con la presente investigación se pretende resolver algunas deficiencias del proceso productivo mediante la identificación comparativa de variedades y densidad poblacional en el rendimiento de la arveja con mejores características agronómicas y productivas con buenas características organolépticas para la industria, con aplicación de tecnologías acordes a la zona en el manejo agronómico y a las condiciones medio ambientales del distrito, que permitan incrementar el rendimiento promedio y elevar los volúmenes de producción de arveja y generar mayores ingresos económicos a los productores.

Así mismo con la investigación se pretende aportar alternativas de solución al problema de bajo rendimiento en el distrito de Ayacucho en la producción de arveja en verde y grano seco y satisfacer la creciente demanda de esta legumbre, por ser este cultivo uno de los más importantes en las serranías del Perú y que tiene una gran demanda en el mercado local, regional y nacional debido a su corto periodo vegetativo se le puede encontrar disponible durante todo el año.

En Ayacucho existen variedades de arveja con alto potencial productivo sobre las cuales en distrito se ha realizado pocos trabajos de investigación para evaluar la densidad poblacional bajo condiciones edafoclimáticas de Pampa del Arco, por lo que este trabajo de investigación para evaluar la densidad poblacional se considera como una alternativa para contribuir a solucionar el problema formulado.

Esta investigación servirá como base para las futuras investigaciones en la región y así mejorar la productividad y contribuir a la seguridad alimentaria e ingresos económicos a los productores.

1.5. Alcances y limitaciones

1.5.1. Alcances

El trabajo de investigación permitirá obtener resultados del uso de variedades de arveja (Usui, Común, Remate, Aldeman y Blanco Criollo) y las densidades poblacionales con la finalidad de mejorar los rendimientos en el distrito, de esta manera los agricultores de la región de Ayacucho podrán mejorar e incrementar sus ingresos económicos.

1.5.2. Limitaciones

La limitante principal es no disponer de información del cultivo de arveja en grano verde en Ayacucho debido a que las investigaciones en estos últimos años son deficitarias por lo que constituirá una información referencial para los productores del distrito de Ayacucho.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente

Las variables independientes son: variedades de arveja y densidad de siembra

1.6.2. Variable dependiente

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

1.6.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables de estudio

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA	UNIDAD
Independientes	Variedades	Usui	-	-
		Criollo	-	-
		Alderman	-	-
		Remate	-	-
		Blanco común	-	-
	Densidades	Densidad 1	0,20 x 0,6	m
		Densidad 2	0,30 x 0,60	m
Densidad 2		0,40 x 0,60	m	
Dependientes	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	m
	d. Número de gramos por vaina	cosecha	Numérica	unidad
	e. Rendimiento de arveja	Cosecha	Numérica	kg/ha
	f. Costo de producción	Cosecha	Numérica	S/
Interviniente	Localidad	Pampa del Arco	-	-

1.7. Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general

El comparativo de variedades y densidades poblacionales influirá en el rendimiento del cultivo de arveja en condiciones de Pampa del Arco, distrito de Ayacucho, región Ayacucho.

1.7.2. Hipótesis específicas

Al menos una variedad de arveja tendrá un efecto positivo el rendimiento del cultivo de arveja bajo las condiciones edafoclimáticas de Pampa del Arco, distrito de Ayacucho – región Ayacucho.

Al menos una densidad de siembre tendrá un efecto el rendimiento del cultivo de arveja bajo las condiciones edafoclimáticas de Pampa del Arco, distrito de Ayacucho – región Ayacucho.

1.7.3. Hipótesis estadísticas

1.7.3.1. Hipótesis para variedades.

H₀: No existen diferencias significativas entre las variedades en el rendimiento del cultivo de arveja.

H_a: Una variedad destaca frente a las demás el rendimiento del cultivo de arveja

1.7.3.2. Hipótesis para densidad poblacional.

H₀: No existe diferencia entre las densidades poblacionales el rendimiento del cultivo de arveja.

H_a: Hay diferencias entre las densidades poblacionales en el rendimiento del cultivo de arveja.

1.7.3.3. Hipótesis para interacción variedad por densidad poblacional.

H₀: No existe diferencia en la interacción variedad y densidades poblacionales el rendimiento del cultivo de arveja.

H_a: Hay diferencias en la interacción variedad y densidades poblacionales el rendimiento del cultivo de arveja.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Existe poca información sobre el rendimiento de variedades de arveja, a diferentes densidades poblacionales de plantas, para las condiciones de la región Ayacucho y a una altura de 2750 msnm. El trabajo de investigación sobre la producción de arveja orgánica en vaina verde, en condiciones de Pampa del Arco - Ayacucho fue la primera realizado por Gálvez (2015) con la variedad Usui que reportó rendimientos en vaina verde de 9012 a 16 342 kg/ha al haber aplicado concentrados de bioestimulante.

Casaniva (2012) en su investigación titulada “Evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja, el objetivo fue evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra sobre el periodo vegetativo y los componentes de rendimiento de siete líneas promisorias de arveja arbustiva. Se utilizó un DBCA con arreglo en parcelas divididas. La parcela principal correspondió a las líneas de arveja arbustiva y las subparcelas a las densidades D1= 666 666; D2= 333 333; D3 = 250 000 y D4 = 200 000 plantas por hectárea. No se

observó un efecto significativo de las densidades de siembra evaluadas sobre las variables altura de la planta, días a cosecha en vaina verde y días a cosecha en grano seco. La densidad de 200 000 plantas por hectárea superó en rendimientos a toda las demás.

Aruta (2011) realizó la investigación titulada “Evaluación agronómica de la densidad de siembra en habas de crecimiento determinado, en Valdivia, Región de Los Ríos”. Para lograr este objetivo se estableció un ensayo en la estación experimental “Santa Rosa” (Valdivia), perteneciente a la Universidad Austral de Chile, en el que se evaluaron tres cultivares de habas de crecimiento determinado: “Retaca”, “Alargá” y “Verde Bonita”, bajo tres densidades de siembra: 20, 30 y 40 plantas/m². Se utilizó un diseño de arreglo factorial de tres factores (tres x tres x tres), utilizándose un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95 %. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas sólo entre las densidades extremas en los parámetros productivos, obteniendo un rendimiento de granos de 1,03 kg/m² (20 plantas/m²), 1,14 kg/m² (30 plantas/m²) y 1,22 kg/m² (40 plantas/m²).

Narváez (2015) en su investigación titulada “Evaluación de la productividad de tres variedades de arveja, parroquia Yaruquí - Provincia de Pichincha” los resultados evidenciaron que la variedad de arveja de mayor rendimiento, resulto ser la variedad Temprana Perfecta con 4134 kg/ha, mientras tanto la variedad Eminent tiene el más bajo rendimiento con 2486 kg/ha. La variedad Eminent es la variedad de mayor precocidad con 178 días a la cosecha.

Venegas (2011) en la tesis de “Evaluación de dos bioles a partir de dos

fuentes orgánicas (bovino y cobayo) a cuatro dosis de aplicación en dos variedades del cultivo de arveja en la comunidad de Planchaloma Toacaso, Latacunga. Se realizó con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos. Los resultados muestran en el rendimiento se identifica el mejor tratamiento T7 (Roxana + biol de cuy + 75 L) con un promedio de 198,38 g, en la segunda cosecha, resulto como el mejor tratamiento T13 (Chaucha + biol de cuy + 25 L) con un promedio de 40,73 vainas.

Rodríguez (2015) en su investigación titulada “Evaluación de 12 cultivares de arveja de tipo industrial para cosecha en verde en condiciones de Tarma”. Los resultados en cuanto a rendimiento de vaina, la variedad comerciales como Quantum con un promedio de 12,72; Kapiss con 12,67 y Early Perfecthion con 12,27 vainas por planta respectivamente. La variedad Quantum sobresalió con un rendimiento promedio de vaina verde con 11 403 kg/ha. Las variedades comerciales Kapiss y Early Perfecthion, Recruit, Legacy, Bolero y Sonata, tuvieron promedios de rendimiento de 9 570,40; 9 384,90; 9 133,30; 8 783,70; 8 742,20 y 8 616,90 kg/ha respectivamente.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Origen y distribución

Casseres (1980) indica que, no se ha definido el verdadero centro de origen de la arveja, posiblemente fue en Europa y en Asia Occidental. Sin embargo es un hortaliza muy antigua que data de la edad de piedra.

Cubero, J. y Moreno, M. (1983) señala que, el centro de origen del guisante

es el próximo oriente (Mediterráneo) es porque sólo en esa zona existe la especie silvestre a partir de la cual se obtuvo la cultivada, a través de evidencias arqueológicas de la domesticación por aquellas poblaciones que hace diez mil años ocuparon la región. Los centros de diversificación en los microcentros en el sur de Turquía comparando su variabilidad con la del centro de origen de la especie (Mesoamérica). La zona de Perú representa un importante centro de dispersión.

Galarza (2004), manifiesta que posiblemente se originaron en Europa, lo cual ya eran conocidas desde épocas remotas por los griegos y romanos.

Según MINAG (2015) manifiesta que las áreas más importantes del cultivo de arveja están en la sierra del Perú entre una altitud de 1600 a 3000 msnm. En el norte se cultiva principalmente en las provincias de Tarma, Jauja, Huancayo, Huánuco, Huancavelica y Ayacucho. Al sur el departamento de Arequipa.

2.2.2. Clasificación taxonómica

Mateo (1967) reportó la siguiente posición taxonómica para la arveja:

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Rosales

Familia: Leguminosas

Género: Pisum

Especie: *Pisum sativum* L.

2.2.3. Características morfológicas

2.2.3.1. Planta.

Martínez y Tico (1975) manifiestan que la arveja es una planta anual, de germinación hipogea alcanza alturas variables desde 0,30 a 2 m, dependiendo del crecimiento de la arveja, condiciones ambientales y fertilidad de los suelos.

2.2.3.2. Sistema Radicular.

Camasca (1994) señala que en conjunto el sistema radicular es poco desarrollado, aunque la raíz principal de crecimiento pivotante puede alcanzar entre los 80 y 100 cm de profundidad. Las nudulaciones son más abundantes en los primeros 10 a 30 cm de profundidad del suelo, donde son más favorables las condiciones de aireación.

Maroto (2002) asevera que el sistema radicular es poco desarrollado en conjunto, presenta una raíz principal de forma pivotante bien desarrollada y raíces secundarias abundantes con abundantes nódulos de género que fijan el nitrógeno atmosférico.

Faiguenbaum (1993) menciona que al recurrir la emergencia de las plantas, la radícula ya presenta algunas raíces secundarias; este sistema habitualmente logra un buen crecimiento antes de que ocurra el despliegue de la tercera hoja.

2.2.3.3. Tallo.

Faiguenbaum (1990) afirma que los tallos son débiles, angulares o redondos y huecos, en las que pueden ser del tipo enanos que están entre los 15 a 90 cm, medios

90 a 150 cm y altos de 150 cm de altura.

Camarena (2003) menciona que los tallos de las arvejas son de grosor y longitud muy diversas, según las especies, más o menos ramificados trepadores y rastreros, generalmente desnudos.

Maroto (2002) sostiene que los tallos son cilíndricos, huecos y lisos; más o menos ramificados, de porte erecto y también trepador. Presentan 10 a 35 nudos que son de crecimiento enano, medio y alto. Las ramas, tienen posición lateral se presentan tres ramas principales y de estas pueden derivarse otras más sobre todo en las de crecimiento medio. Los tallos son cilíndricos, huecos y lisos; más o menos ramificados, de porte erecto y también trepador. Presentan 10 a 35 nudos que son de crecimiento enano, medio y alto. Las ramas, tienen posición lateral se presentan tres ramas principales y de estas pueden derivarse otras más sobre todo en las de crecimiento medio.

2.2.3.4. Hojas.

Camarena (2003) manifiesta que las hojas son pinnadas compuestas que constan de uno a cuatro pares de folíolos, con bordes dentados o enteras terminados en zarcillos de cuyos terminales se valen para sostenerse y trepar, está constituida por dos estípulas que abrazan al tallo en la parte basal, folíolos opuestos lanceolados o alternos y en la arte terminal se aprecian los zarcillos que varían de tres a cinco y de los que se vales la planta para treparse.

Maroto (2002) sostiene que las hojas son compuestas con tres a ocho folíolos de forma elíptica, lo cual termina en un zarcillo que le sirve a la planta para

sujetarse al soporte; las hojas son de color verde glauco a veces jaspeado; y dotados en base de dos estípulas muy grandes que abrazan al tallo en su parte basal.

2.2.3.5. Flores.

Maroto (2002) sostiene que las flores son amariposados de color blanco a púrpura y/o violáceo con alas algo más oscuras que el estandarte, de inserción axilar en las estípulas, que son acorazonadas y de bordes dentados en la base.

Faiguembaum (1993) menciona que la flor de arveja tiene las siguientes partes que se describen a continuación:

a. Pedicelo.

Une la parte basal de la flor con el pedúnculo; en su base presenta una bráctea foliácea.

b. Cáliz.

Es una campánula, pentagamosépalo, glabro y con dos pequeñas bractéolas en su base.

c. Corola.

Está formada por cinco pétalos de color blanco o blanco violáceo; de gran tamaño denominado estandarte, encierra a los demás. Otros dos pétalos laterales, que corresponden a las alas, se extienden oblicuamente hacia afuera y se adhieren por el medio a la quilla; esta generalmente de color verdoso, conforma con un par de pétalos pequeños fusionados entre sí, encierran al androceo y gineceo.

d. Androceo.

Es diádelfo, es decir los estambres forman dos grupos. El número de estambres es

de 10 y los filamentos concrecentes de nueve de ellos forman un tubo que está abierto en el lado superior, el décimo estambre, llamado vexilar y que está libre en una posición más cercana al estandarte, es primero en liberar polen.

e. Gineceo.

Es monocarpelar, curvado, de ovario súpero, unilocular y contiene dos hileras de óvulos que se originan sobre placentas apriétalas paralelas y adyacentes, el estilo es filiforme y está orientado en ángulo aproximadamente recto con el ovario.

2.2.3.6. Inflorescencia.

Camarena (2003) menciona que la arveja posee inflorescencias axilares que constan de una o más flores, que van apareciendo de modo escalonado, las variedades tempranas tienden a ser enanas y florecen en nudos inferiores. Las flores son autogamas.

2.2.3.7. Fruto.

Maroto (2002) sostiene que el fruto es una legumbre o vaina de forma y dimensiones variables y de semillas globulosas o cúbicas, lisas o rugosas, pudiendo contener cada vaina entre cuatro y 12 semillas. La mayor parte de sus variedades presentan en la cara interna de sus valvas una formación tisular esclerenquimatosa o pergamino que está ausente o aminorada en las variedades tirabeques o cometido.

2.2.3.8. Semilla.

Evans (1983) manifiesta que las semillas son globulosas, cúbicas, lisas o rugosas, pudiendo contener cada vaina entre cuatro y 12 semillas.

Tabla 2

Valor nutricional de la arveja cruda en 100 g de producto comestible.

Componentes	Valor nutricional
Agua (%)	76,00
Carbohidratos (g)	13,80
Proteína (g)	5,90
Calcio (mg)	24,00
Fósforo (mg)	96,00
Potasio (mg)	139,00
Hierro (mg)	1,80
Vitamina A (UI)	640,00
Ácido ascórbico (mg)	14,41
Valor energético (cal)	82,00

Fuente: Camarena, 2003

2.2.4. Fenología del cultivo de arveja

3.2 4.1. Etapa de germinación.

Faiguenbaum (1993) menciona que después de la siembra la semilla empieza a embeber agua a través de la testa y el micrópilo, aumentando gradualmente de tamaño. La etapa de imbibición puede ser dividida en dos fases:

- Rápida captación de agua que se completa aproximadamente en dos días y en que la semilla aumenta significativamente de volumen.
- Baja tasa de captación de agua e incremento en la actividad metabólica de la semilla.

2.4.4.2. Etapa de formación de tallos.

Berlijin (1990) corrobora que la mayoría de los meristemos apicales contienen dos zonas principales. La túnica, con una o varias capas de células organizadas en hileras normales en la superficie del meristemo, y el cuerpo, una masa de células,

dispuesta con menos orden, por debajo de la túnica. Las células de la túnica se dividen usualmente en planos perpendiculares a la superficie del meristemo, mientras que las células del cuerpo lo hacen en muchos planos diferentes. La túnica por lo regular da origen al tejido epidérmico; y el cuerpo, a la masa de tejido interno del tallo y hojas.

2.4.4.3. Etapa de formación de raíces.

Berlijin (1990) manifiesta que el floema primario se emplaza entre los extremos de la estrella del xilema. Fuera del floema hay una capa de células, el periciclo que retiene su actividad meristemática. El periciclo son importante porque sus células dan origen a raíces laterales.

Castilla (1995) afirma que las dicotiledóneas poseen un tejido meristemático denominado cambium vascular que rodea al xilema. El meristemático apical es el responsable de la elongación de los órganos de la planta, el cambium vascular es responsable del crecimiento radial que tiene como efecto el engrosamiento de los órganos.

2.4.4.4. Etapa de floración.

Faiguenbaum (1993) señala que los botones florales, al formarse, crecen encerrados por las hojas superiores, presentando cinco sépalos totalmente unidos que encierran el resto de la flor. Después de algunos días, los botones asoman por entre las hojas aún no desplegadas que los circundan, produciéndose la fase de fecundación poco antes de que ocurra la apertura de las flores. Se va produciendo desde el primer hasta el último nudo reproductivo que expresa la planta en su tallo principal.

2.4.4.5. Etapa de crecimiento de vainas.

Faiguenbaum (1993) señala que una vez que ocurre el proceso de fecundación, los pétalos de la flor vuelven a cerrarse envolviendo al ovario fecundado. Inmediatamente a continuación los pétalos se marchitan, para luego desprenderse y dejar en evidencia una vaina pequeña que porta rudimentos del estilo en su ápice. Por otra parte, los filamentos de los estambres rodean inicialmente a la vaina, pero prontamente se secan y caen.

2.4.4.6. Etapa de llenado de granos.

Faiguenbaum (1993) señala que la división celular en los granos comienza poco antes que las vainas alcancen su longitud máxima, existiendo un traslape entre la fase de término del crecimiento de las vainas y la etapa inicial del crecimiento de los granos. Los granos, que durante los primeros días crecen muy lentamente, entran muy pronto en una fase de rápido crecimiento, el cual se manifiesta mediante un abultamiento de las vainas; éste se va haciendo cada vez mayor, producto del crecimiento progresivo de los granos. La cavidad de las vainas se llena prácticamente en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde.

2.4.4.7. Maduración fisiológica y de cosecha.

Mateo (1967) dice que la madurez fisiológica, se inicia con la defoliación de las hojas inferiores que se tornan cloróticas. Un indicador de la madurez del grano es el porcentaje de humedad del grano que debe oscilar entre el 40 %. La madurez de la 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 es el porcentaje de humedad del grano que debe estar alrededor de los 26 %.

Berjilin (1990) menciona que se desarrolla el embrión y el endospermo. Ambas 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.

2.2.5. Variedades

Cubero, J. y Moreno, M. (1983) mencionan que los guisantes pueden agruparse en:

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

2.4.5.1. Usui.

Es una variedad de periodo vegetativo semi precoz, cuya altura de planta alcanza los 1,27 m, muy apreciada por los agricultores por su rendimiento, su ciclo vegetativo es de 120 y 130 días. Presenta vainas medianas con una longitud promedio de 8,50 cm, se adaptan fácilmente a los varios climas del Perú y tiene buena demanda en el mercado local y nacional. Tienen buen sabor y color que son factores indispensables para la buena comercialización de este producto (Cáritas del Perú, 2007).

2.2.5.2. Remate.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2008) indica que la planta es vigorosa de grano grande y vainas bien formadas, tiene un rendimiento de 10 000 kg/ha con tutores y 6300 kg/ha sin tutores. En grano seco 2000 kg/ha con tutores y 1600 kg/ha sin tutores; tiene las siguientes características:

- Días a la floración : 73
- Días a la madurez fisiológica : 120
- Inicio de cosecha en vaina verde : 110 días
- Cosecha en grano seco : 150 días
- Altura de la planta : 1,57 m
- Longitud de vaina : 9,13 cm
- Vaina por planta : 21
- N° de granos por vaina : 8 a 9
- Tamaño de grano : 7,00 mm
- Color de grano en seco : Crema-liso

2.2.5.3. Alderman.

INIA (2008) indica que es una variedad tardía muy apreciada por los agricultores, por su rendimiento, su ciclo vegetativo es de seis meses. Presenta vainas grandes con una longitud promedio de 13 cm, sus granos son rugosos y de color verde con crema. Necesitan espalderas para un buen desarrollo.

2.2.5.4. Criollo.

Es una variedad local que los agricultores vienen cultivando campaña tras campaña, tiene un periodo vegetativo de seis meses, sus vainas son medianas con una longitud

promedio de 7 cm, su grano es liso de color crema (Cáritas del Perú, 2003).

Tabla 3

Requerimiento de semilla, época de siembra, periodo vegetativo y rendimiento de arveja

Variedades	Semilla (kg/ha)	Época de siembra	Periodo vegetativo (meses)	Rendimiento en verde (t/ha)
Blanca Local	60	Oct – Nov	6	2,00
Alderman	60	Oct – Nov	6	3,50
Rondo	70	Nov – Dic	5	3,00
Usui	70	Nov – Dic	5	3,50
Remate	70	Nov – Dic	5	3,50
Utrillo	80	Dic – Ene	4	4,00
EP - 326	80	Dic – Ene	4	4,00

Fuente: Cáritas del Perú, 2003

2.2.6. Requerimientos edáficos y climáticos

2.2.6.1. Suelo.

Galarza (2004) sostiene que la arveja prefiere los suelos arenosos, franco arenoso a franco arcilloso, con pH entre 5,5 y 6,8 y buen contenido de materia orgánica, buen drenaje.

Valpinia (1998) manifiesta que el guisante prefiere los terrenos frescos, no calcáreos, pero requiere una buena preparación con abundante abono. Después de la siembra es conveniente la utilización de un abono azoado y una escrupulosa limpieza. Resiste bastante bien al frío, aunque, por el contrario, no soporta las elevadas temperaturas ni la sequedad.

2.2.6.2. Requerimiento de luz solar.

Cubero, J. y Moreno, M. (1983) han establecido tres distintos grupos varietales en el guisante, en función de su respuesta al fotoperiodismo y al termo periodismo. La

floración de las variedades tardías responde positivamente a la acción de los días largos como a la vernalización.

2.2.6.3. Precipitación.

Mateo (1967) menciona que los guisantes hortícolas precisan de abundancia de agua, sin agua de riego solo pueden ser cultivados en regiones con precipitaciones anuales superiores a los 500 mm.

2.2.6.4. Altitud.

Galarza (2004) sostiene que el cultivo de arveja se desarrolla bien entre una altura de 500 a 2800 msnm.

2.2.6.5. Clima.

Casseres (1980) menciona que la arveja prefiere un clima templado fresco, la temperatura óptima para su mejor desarrollo está entre 15 y 18 °C, con máximas de 21 a 24 °C, y mínimas de 7 °C.

Maroto (2002) afirma que es una planta que se adapta principalmente a climatologías templadas y húmedas, aunque una gran parte de las variedades son sensibles a las heladas. La temperatura óptima de crecimiento puede situarse entre 14 y 26 °C.

Cubero y Maroto (1983) afirma que es una planta que se adapta a climatologías templada y húmeda, su cero vegetativo puede situarse entre 4 a 5 °C, aunque la mayoría de las variedades son sensible a las heladas, algunos cultivares pueden presentar una resistencia moderada de 2 a 3 °C, e incluso existen variedades que pueden resistir temperaturas muy bajas hasta -9 °C.

2.2.6.6. *Requerimientos edáficos.*

Camarena (2003) afirma que la arveja puede adaptarse a una amplia gama de suelos, aunque deben destacarse los más ligeros, incapaces de retener la humedad en exceso, así como evitar los suelos excesivamente compactos que no van a permitir la excesiva aireación.

2.2.6.7. *Requerimientos nutricionales.*

Leñamo (1980) manifiesta que la arveja responde mucho menos a los fertilizantes, en relación a otras legumbres, la respuesta de nitrógeno es raro, si adicionamos este elemento en suelos con un contenido adecuado de fósforo y potasio, puede disminuir la producción, responde mejor a las aplicaciones de potasio que de fósforo.

2.2.7. *Importancia y composición química.*

Kay (1979) sostiene que la importancia de la arveja como planta agrícola reside en que la semilla que es rica en proteínas, se destina al consumo humano o animal, aún cuando existen lugares en la que se emplea como cultivo forrajero, a menudo en asociación con una gramínea como la avena. Se consume al estado fresco en diversas ensaladas o cocidas en diversos guisos calientes. Tradicionalmente el producto es comercializado en vaina o enlatado de amplia aceptación por el público, en los últimos años ha crecido rápidamente el uso de producto congelado.

Valpinia (1998) manifiesta en cuanto a la explotación comercial y las modalidades de consumo, la principal sub división entre los numerosísimos cultivos de guisantes existentes establece dos categorías para la alimentación: guisante de desvainar y variedades de las que se comen las legumbres enteras.

Casseres (1980) menciona que la arveja es un producto bastante nutritivo. Cuando están maduras, la legumbre tiene alto valor alimenticio, que se transforma en harina y se consume partidas, tostadas o asadas y en estado fresco se utiliza para la fabricación de enlatados, congelados y deshidratados.

2.2.8. Manejo agronómico

2.2.8.1. Preparación del terreno.

Maroto (2002) afirma que se debe hacerse cuidadosamente para dejar el suelo perfectamente mullido y dotado de una buena aireación. Se realiza una labor profunda de unos 30 cm de profundidad con vertedera o subsolador, junto con la que se incorpora el abono de fondo, seguidamente se dan uno a dos gradeos para desagregar superficialmente el terreno.

2.2.8.2. Surcado.

Mateo (1967) señala que después de la preparación del terreno, se realiza el surcado que es una operación sencilla y que necesita poca mano de obra. Basta señalar las líneas con un cordel, para que sirva de guía al surco hecho con el arado romano o con la azada. Cuando se ha terminado el surco se desplaza el cordel paralelamente a sí mismo, a una distancia que depende de la variedad y se repite la operación.

2.2.8.3. Densidad y siembra.

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

podriciones de la raíz. En esta modalidad las semillas son colocadas a distancias y profundidades uniformes, las plantas disponen de un área sin la competencia de otras plantas para su normal crecimiento y desarrollo; bajo esta modalidad la germinación es uniforme y la cantidad de semilla a utilizar es menor.

Galarza (2004) señala que la siembra se hace de manera directa, colocando de tres a cuatro semillas cada 10 a 15 cm en hoyos de 4 a 5 cm en surcos separados 40 a 60 cm para 200 m² se necesita 1,50 kg de semillas (100 kg.ha⁻¹). Cuando se hace tutorado, la distancia es de 1,00 a 1,20 m entre surcos y 5 cm entre plantas.

Maroto (2002) menciona en arveja para consumo en fresco, si la variedad es de enrame o semienrame, la siembra suele efectuarse en surcos separados 1,00 a 1,20 m, o bien en líneas pareadas distantes entre sí unos 80 cm, dejando entre ellas 1,20 m de pasillo. La siembra puede realizarse a "chorrillo" o a "golpes", siendo este último el procedimiento más usual en el cultivo hortícola intensivo, dejando entre golpes una distancia de unos 50 cm como cifras medias pueden gastarse 60 a 100 kg.ha⁻¹ de semillas.

2.2.8.4. Fertilización

INIA (2004) señala que la fertilización es una técnica que tiene como finalidad aumentar la fertilidad y depende de las características del suelo, clima y tipo de cultivo.

Leñamo (1998) recomienda que la mejor fórmula de abonamiento para la obtención de un rendimiento en arveja sea de 125-60-40 kg.ha⁻¹ de N, P205 y K20.

Maroto (2002) menciona que la arveja en la fijación simbiótica del nitrógeno puede captar entre 17 a 100 kg.ha⁻¹, según circunstancias del medio físico, cultivar,

cepa de Rhizobium, y de este valor, entre 22 al 95 % se destina al crecimiento de la planta.

Cáritas del Perú (2007) señala la planta de arveja requiere de varios elementos para crecer y desarrollarse adecuadamente.

a. Rol del nitrógeno.

Berlijin (1990) menciona que el nitrógeno le da el color verde a las plantas, favorece el crecimiento rápido y aumenta la producción. A mayores cantidades de nitrógeno existe una mayor producción de clorofila y un crecimiento indeterminado de la planta debido a mayor multiplicación de células meristemáticas.

b. Rol del fósforo.

Palomino (2003) menciona el núcleo de cada célula de la planta contiene fósforo por lo que la división y crecimiento celular son dependientes de adecuadas cantidades de fósforo las mismas que activan el crecimiento de las raíces y el tallo. El fósforo se almacena en la semilla como sustancias de reserva, las plantas lo absorben sobre todo durante el periodo de crecimiento temprano de las raíces, favoreciendo un arranque vigoroso y rápido de la planta. Estimula la floración, acelera la madurez y ayuda a la formación de la semilla, mejora la resistencia contra el efecto de las bajas temperaturas en invierno.

c. Rol del potasio.

Sánchez (2004) manifiesta que el potasio se considera como un activador enzimático muy importante, aumenta el vigor de la planta y su resistencia a las enfermedades, mejora el llenado de los granos y semillas, mantiene el desarrollo de

las raíces y los tubérculos, reduce el acame es esencial para la formación y transferencia de almidones, azúcares y aceites, regula el consumo de agua en las plantas, se trata de un nutriente osmoregulador.

2.2.8.5. Riego.

Después, si el cultivo es de otoño-invierno, con un par de riegos es probable que sea suficiente, si es de invierno - primavera necesitara tres o cuatro riegos. Como épocas importantes, en cuanto a la necesidad de humedad, hay que considerar la de floración y cuando las vainas están a medio engrosar (Vásquez, 1992).

Sánchez (2004) menciona que se debe aplicar al cultivo riegos frecuentes y ligeros, el primer riego se realiza cuando las plantas tienen sus hojas verdaderas, alternando según las necesidades del cultivo.

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

2.2.8.6. Control de malezas.

Es necesario realizar esta actividad cuando las plantas tengan de 10 a 15 cm de altura, se da un pase de cultivador, que deje la tierra mullida y destruya las malas hierbas que hubieran nacido. Aunque actualmente la eliminación de malas hierbas se ha sustituido por tratamientos de herbicidas (Vásquez, 1992).

Berlijin (1990) afirma que se trata de eliminar plántulas recién germinadas de malas hierbas, arrancándolas con la mano e instrumentos de acero especiales, tales como los azadones, rastrillos, cuchillas, lampas, picos, rastra, cultivadores y arados, que se usan antes del sembrío, durante la campaña, y después del sembrío o barbecho.

2.2.8.7. Aporque.

Galarza (2004) indica que el aporcado consiste en amontonar tierra en el cuello o base de la planta con fines diversos según el cultivo. El aporcado consiste en cubrir con tierra en la base de los tallos del cultivo para dar soporte, aireación a las raíces y poder desarrollarse mejor.

2.2.8.8. Raleo.

Galarza (2004) afirma que se puede realizar a fin de evitar la competencia por los nutrientes, agua, luz y dar espacio necesario para el desarrollo normal, de esta manera se conseguirá una densidad uniforme, desarrollo óptimo de la planta eliminar las plantas más pequeñas, débiles, fuera de tipo.

2.8.9. Tutoraje

S@monet (2000) indica que los tutores, sirven de soporte para los tallos trepadores de las arvejas de enrame. Es un sistema de conducción que se adapta a la variedad alderman, mediante esta técnica se obtiene un mayor rendimiento y una buena calidad de los granos. Además permite aprovechar mejor el espacio y colocar rafia o pitas de yute.

Los tutores, se instalan a los 30 a 40 días después de la emergencia cuando las plantas emiten los zarcillos y estos se trepan en las rafias; sin embargo, necesitan

que las guíen conforme van creciendo. La colocación de los soportes pueden ser una espaldadera o caballete. Los soportes, deben tener una altura de 1,50 a 1,70 m y se entierran a una profundidad de 30 cm, se colocan cada 2 m y se sujetan de los extremos, se tensan tres a cuatro pitas o rafias horizontales cada 40 a 50 cm. Los tutores se colocan cada 2,00 a 2,50 m, cruzados en la parte terminal y atados con pitas y rafias, luego se tienden tres a cuatro líneas horizontalmente con pitas o rafias (Maullapoma y Santana, 2005).

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

2.2.9. Densidad de plantas

Cubero, J. y Moreno, M. (1983) manifiestan que la densidad de la planta depende de la variedad a sembrarse de enrame o semi enrame y si es para consumo en fresco, la siembra suele efectuarse en surcos paralelos de 1,00 m a 1,20 m o bien en hileras pareadas, distantes entre sí a unos 0,80 m, dejando entre ellos 1,20 m de pasillo. La siembra puede realizarse a “chorro” o a “golpes”, siendo este último el procedimiento más usual. En variedades enanas los surcos se distancian a 0,50 a 0,60 m en la producción de guisantes para la industrialización se utilizan variedades

enanas que siembran a altas densidades, con distanciamiento de 18 a 25 cm entre surcos y 5 cm entre plantas, con 130 a 140 plantas/m².

Tabla 4

Densidades de siembra de arveja de crecimiento enrame y de medio enrame (golpes)

Variedad	Distanciamiento entre surcado (m)	Distancia entre golpes (m)	Densidad (plantas/ha)
De enrame			
Con tutores	1,5 hileras	0,30	133 000
	0,80 hilera simple	0,25	150 000
		0,30	125 000
Tradicional	0,80 hilera simple	0,60	62 500
	0,80 hilera simple	0,40	93 750
Medio enrame	0,70 hilera simple	0,25	171 428
		0,30	125 000
	0,90 hilera dobles	0,30	222 222
	0,70 hilera simple	0,20	214 285

Fuente: Cubero, J. y Moreno, 1983

2.2.10. Control de plagas y enfermedades.

Cáritas del Perú (2007) mencionan que existen muchas plagas y enfermedades que atacan la arveja, por eso es necesario que el agricultor realice inspecciones frecuentes en su cultivo, para encontrar e identificar síntomas de plagas, como huevos, larvas, excrementos y daños o síntomas de enfermedades en la planta.

2.2.10.1. Plagas

Según Maroto (2002) mencionan que las evaluaciones permanentes indicaran el momento del control sanitario. Las plagas más importantes en la arveja señala a los siguientes:

a. Gorgojo (Bruchus pisorum).

Produce galerías en vainas, introduciéndose sus larvas en el interior de las semillas, que quedan destruidas. Se combate aplicando en las partes aéreas, malathión,

metiocarb, fosalón, etc., y en el suelo mediante aplicaciones granulares de clorpirilos, foxim, etc.

b. Trips (Kakothrips robustus Uze).

Su ataque a través de sus picaduras produce deformaciones de vainas y los folíolos adquieren una tonalidad plateada. Las aplicaciones de naled, malathión, dimetoato, bromoforos, fosalona, etc., resultan bastante eficaces frente a esta plaga.

c. Agromicidas.

Dípteras, cuyas larvas forman galerías en las hojas. Se combaten con aplicaciones de malathión, dimetoato, diazinon, etc.

2.2.10.2. Enfermedades.

Según Maroto (2002) menciona las siguientes enfermedades:

a. Antracosis (Ascochyta pisi Lib.).

Produce manchas de color marrón en hojas y vainas, que poseen el centro amarillento. Las pulverizaciones preventivas con captan, maneb, metil liofanato, etc., también el uso de variedades resistentes a la enfermedad, son los medio de lucha más efectiva para combatir este hongo.

b. Roya (Uromyces pisi).

Esta enfermedad es una de las más comunes en la arveja, la roya aparece con mayor facilidad en épocas lluviosas y temperaturas cálidas las síntomas más comunes son en las hojas presentan en su envés pequeñas pústulas con coloraciones naranjas, amarillentas o negruzcas sin embargo habitualmente son rojizos.

c. Oidium (Erysiphe polygoni).

Menciona que el oídium (*Erysiphe polygoni*) es una enfermedad que produce manchas verdes – oscuras en las hojas; más tarde, en la superficie de la mancha se nota un polvo blanco en caso de ataques agudos la planta se mantiene pequeño y la planta se cubre con un polvo blanco. Para combatirlo el azufre es el fungicida indicado las aplicaciones deben iniciarse al notarse las primeras manchas, de esto depende el éxito del control.

d. Virus del amarillento apical PLRV (Pea Leaf Rol/ virus).

Se transmite de manera persistente a través de pulgones y ocasiona una clorosis desde la extremidad apical de la planta hacia abajo. El combate de los virus, debe hacerse mediante la obtención de variedades genéticamente resistentes y combatiendo los vectores.

2.2.11. Cosecha

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

Galarza (2004) señala que la arveja se puede empezar a recoger 80 a 120 días después de sembrada, cuando el grano este verde o seco. En verde esta entre los 50 a 80 días después de la siembra, mientras que en seco se encuentra entre los 80 a 120 días, dependiendo del clima y de la variedad sembrada el grano verde se

cosecha a mano, mientras que la cosecha del grano seco se hace cortando la planta a ras del suelo.

2.2.12. Rendimiento

Rodríguez (2015) afirma que el componente del rendimiento más afectado por la sequía en la arveja, es el número de vainas por unidad de superficie. El número de vainas por unidad de superficie puede disminuir por una pérdida de número de yemas florales, producidas o por abortos en el desarrollo del fruto y la semilla.

Cubero, J. y Moreno, M. (1983) menciona que los rendimientos en verde que se puede obtener son de 8000 a 10 000 kg/ha de arveja con vainas en variedades de enrame y 3500 a 5000 kg/ha en variedades enanas. En los cultivares de semi enrame puede sobrepasar los 12 a 15 t/ha.

2.2.13. Localidad de Pampa del Arco

Se realizó durante la campaña agrícola 2017 – 2018, en el campo del 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, Perú; 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 controlado.

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental bajo condiciones de campo, porque analiza el efecto producido por la acción y manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

3.2. Diseño de investigación

Para el análisis estadístico se empleó la técnica del análisis de varianza (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, haciendo 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 utilizara la prueba de significación de Tukey al 95 % y 99 %.

3.2.1. Factores de estudio

3.2.1.1. Factor variedades(V).

V₁: Usui

V₂: Criollo

V₃: Alderman

V₄: Remate

V₅: Blanco común (testigo)

3.2.1.2. Factor densidad (D).

D₁: Densidad 0,20 m entre plantas y 0,6 m entre surcos.

D₂: Densidad 0,30 m entre plantas y 0,6 m entre surcos.

D₃: Densidad 0,40 m entre plantas y 0,6 m entre surcos.

Tabla 5

Combinación de los tratamientos en estudio

Factores de estudio (V) variedades	Factores de estudio (D) densidad
Niveles V	Niveles B
V ₁ : Usui	D ₁ : 0,20 m
V ₂ : Criollo	D ₂ : 0,30 m
V ₃ : Alderman	D ₃ : 0,40 m
V ₄ : Remate	
V ₅ : Blanco Común	

3.2.2. Combinación factorial

En la tabla 6 se muestra la combinación de variedades y densidades de siembra de la arveja

Tabla 6

Combinación de factores variedades x densidades

Densidades	Variedades				
	V₁	V₂	V₃	V₄	V₅
D ₁	V ₁ D ₁	V ₂ D ₁	V ₃ D ₁	V ₄ D ₁	V ₅ D ₁
D ₂	V ₁ D ₂	V ₂ D ₂	V ₃ D ₂	V ₄ D ₂	V ₅ D ₂
D ₃	V ₁ D ₃	V ₂ D ₃	V ₃ D ₃	V ₄ D ₃	V ₅ D ₃

3.2.4.1. Tratamientos de la investigación.

Tabla 7

Tratamientos en el estudio

Tratamientos	Combinación	Descripción
T ₁	V ₁ x D ₁	Variedad Usui con 83 300 plantas/ha
T ₂	V ₂ x D ₁	Variedad Criollo con 83 300 plantas/ha
T ₃	V ₃ x D ₁	Variedad Alderman con 83 300 plantas/ha
T ₄	V ₄ x D ₁	Variedad Remate con 83 300 plantas/ha
T ₅	V ₅ x D ₁	Variedad Blanco común con 83 300 plantas/ha
T ₆	V ₁ x D ₂	Variedad Usui con 55 533 plantas/ha
T ₇	V ₂ x D ₂	Variedad Criollo con 55 533 plantas/ha
T ₈	V ₃ x D ₂	Variedad Alderman con 55 533 plantas/ha
T ₉	V ₄ x D ₂	Variedad Remate con 55 533 plantas/ha
T ₁₀	V ₅ x D ₂	Variedad Blanco común con 55 533 plantas/ha
T ₁₁	V ₁ x D ₃	Variedad Usui con 41 650 plantas/ha
T ₁₂	V ₂ x D ₃	Variedad Criollo con 41 650 plantas/ha
T ₁₃	V ₃ x D ₃	Variedad Alderman con 41 650 plantas/ha
T ₁₄	V ₄ x D ₃	Variedad Remate con 41 650 plantas/ha
T ₁₅	V ₅ x D ₃	Variedad Blanco común con 41 650 plantas/ha

3.2.3. Aleatorización de los tratamientos

En la figura 1 se observa la aleatorización de los tratamientos en el campo experimental del trabajo de investigación de arveja.

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

Se utilizó la población a base de cinco variedades y de las densidades de siembra de arveja.

3.3.2. Muestra

Consiste en la asignación al azar de los tratamientos en estudio a las unidades experimentales con el propósito de asegurar que un determinado tratamiento no presente sesgo. Por otro lado la aleatorización hace válidos los procesos de inferencia y las pruebas estadísticas. Este método tiene la finalidad de no repetir en la misma fila los tratamientos haciendo que estos no se encuentren juntos.

3.4. Descripción de los instrumentos de recolección de datos

Se utilizó mediante las observaciones directas en campo donde se hizo la recolección de datos. Las observaciones indirectas se realizaron las observaciones mediante laboratorio como por ejemplo análisis de suelo.

3.4.1. Altura de la planta (m)

Es el promedio de la medición de 10 plantas tomadas al azar, midiendo en centímetros desde el cuello hasta el ápice de la planta, para el cual se utilizó una cinta métrica graduada. Esta evaluación se realizó a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

3.4.2. Número de vainas por planta (unidades)

Se contando todas las vainas de 10 plantas elegidas al azar del surco central, luego

se procedió a sacar el promedio general para unidad experimental.

3.4.3. Longitud de vaina (m)

Se tomó las medidas de 10 vainas cosechadas al azar desde el punto de inserción con el pedúnculo hasta el ápice de la vaina, luego se obtuvo el promedio.

3.4.4. Número de granos por vaina (unidades)

Se realizó contando todas las vainas de 10 plantas elegidas al azar del surco central, luego se procedió a sacar el promedio para cada unidad experimental.

3.4.5. Rendimiento en vaina verde de arvejas (kg/10 m²)

Se realizó pesando todas las vainas de 10 plantas tomadas al azar del surco central de acuerdo al estado de madurez de las vainas, para luego el rendimiento por unidad experimental. Posteriormente se infirió a una hectárea.

3.4.6. Costos de producción (S/)

Se realizó para determinar los gastos ocasionados en la producción del cultivo de arveja y determinar el tratamiento con mayor rentabilidad.

3.5. Ubicación

3.5.1. Ubicación geográfica del campo experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Huamanga
Sector : Pampa del Arco

3.5.2. Condiciones del campo experimental

Altitud : 2 772 msnm
Latitud Sur : 13°08'
Longitud Oeste : 74°13'
Precipitación : 781,20 mm/ha
Temperatura máxima : 18,26 °C
Temperatura media : 10,79 °C
Temperatura mínima : 3,32 °C
Pendiente : 0,5 a 2 %

3.5.3. Características del campo experimental

El campo experimental presenta las siguientes características.

3.5.3.1 Bloques.

- N° de bloques : 3
- Largo de bloques : 3,0 m
- Ancho de bloques : 3,5 m
- Área del bloque : 10,5 m²

3.5.3.2. Unidad experimental.

- N° total de parcelas : 45
- N° de parcelas por bloque : 15

- Ancho de parcela : 3,60 m
- Largo de la parcela : 3,00 m
- Área de la parcela : 10,80 m²
- N° de surcos por sub bloque : 3 surcos
- Distancia entre plantas : 0,20; 0,30 y 0,40 m
- N° de plantas por golpe : 4 plantas
- Área total : 482,00 m²

3.5.3.3. Clima.

Los datos se tomaron de la estación Meteorológica de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

Se encuentra ubicado a una altitud de 2772 msnm, situada entre las coordenadas de 74° 13' longitud oeste y 13° y 08' latitud sur, datos que sirvieron para la elaboración del balance hídrico.

En la tabla 8 se muestra la temperatura máxima, media y promedio media anual, así como la precipitación pluvial y el balance hídrico correspondiente a los meses y de enero a diciembre de 2017, donde la temperatura máxima fluctúa entre 11,75 °C y 18,26 °C, con una media de 10,79 °C, siendo el mes de noviembre el que registró la mayor temperatura máxima de 18,88 °C, la mínima fluctúa entre - 0,76 °C y 1,10 °C con un promedio de 3,32 °C.

La precipitación acumulada de enero a diciembre fue de 781,20 mm, siendo los meses de diciembre 2017 y enero, febrero, marzo de 2018 la de mayor precipitación y el resto de los meses de una escasa precipitación.

Tabla 8

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	149,65		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	18,3	3,3	10,8		1,233				

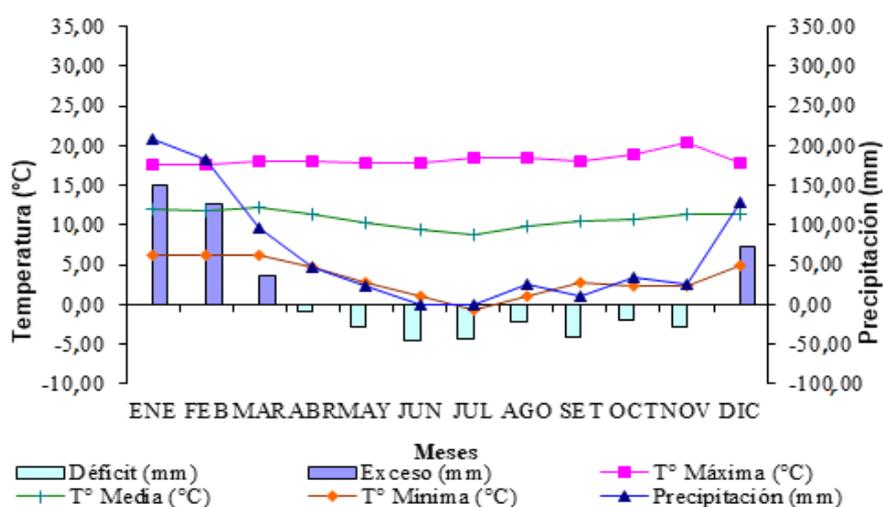


Figura 2. Temperatura, precipitación y balance hídrico campaña agrícola 2016 – 2017

3.5.3.4. Antecedentes del campo experimental.

La topografía de Pampa del Arco es llano, con ligera pendiente, que van de 0,5 a 2 %, cuyo anterior cultivo fue cebada; en las cuales se instaló el presente de trabajo de investigación.

3.5.3.5. Análisis de suelo.

El análisis de suelo se llevó a cabo en el laboratorio MULTISERVICIOS AGROLAB. La muestra de suelo se tomó de acuerdo al método convencional, de todo el campo hasta una profundidad de 20 cm, las que se homogenizaron y se separó una sub-muestra de 1 kg que se llevó al laboratorio para su análisis.

Tabla 9

Análisis físico – químico del suelo del campo experimental (Pampa de Arco 2772 msnm).

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

Fuente: Laboratorio MULTISERVICIOS AGROLAB, 2018

3.6. Metodología

3.6.1. Preparación de terreno

Se realizó el 12 de agosto de 2017, con maquinaria agrícola (arado de disco), que efectuó una pasada a una profundidad de 35 cm, luego se hizo una pasada de rastra,

para luego completar el desterronado, mullido y nivelado del terreno definitivo en forma manual, utilizando picos y rastrillos con la finalidad de proveer a la semilla las condiciones más óptimas para su crecimiento y desarrollo.

3.6.2. Estado y demarcación del terreno

Esta labor se realizó previo a la siembra, el 8 de agosto del 2017, en base al croquis del experimento, para tal fin se utilizó yeso, cordel, wincha y estacas con los cuales se procedió a demarcar y poner las estacas a las parcelas, calles y bloques.

3.6.3. Surcado

Cuando el terreno estuvo mullido y nivelado se inició con el surcado del terreno, el 12 de agosto de 2017. Para esta actividad se utilizó un cordel y pico, donde se procedió al surcado con un distanciamiento entre surcos 0,60 m y una profundidad de 15 a 20 cm.

3.6.4. Abonamiento

Como abonamiento de fondo para esta investigación se ha utilizado el estiércol de vacuno con un nivel medio (2 t/ha), el cual ha sido utilizado al momento de instalación de la arveja.

3.6.5. Siembra

Se realizó el 12 de agosto de 2016, en surcos distanciados a 0,20, 0,30 y 0,40 m entre golpes, respectivamente, utilizando cuatro semillas por golpe.

Las semillas fueron colocadas en el fondo del surco, para luego ser cubiertas con una porción de tierra, a una profundidad, aproximadamente, de 3 a 5 cm previo

a la siembra, las semillas fueron desinfectadas con VITAVAX (carboxin + captan) en porción de 1g de producto por 1 kg de semilla; este tratamiento se realizó con la finalidad de prevenir el ataque de enfermedades fungosas como la “Chupadera Fungosa”.

3.6.6. Deshierbo

El deshierbo se realizó manualmente conjuntamente con el aporque y el raleo, 17 días después de la siembra (28 de agosto 2017), cuando las plantas tenían aproximadamente entre 25 y 30 cm, de altura, con el fin de evitar la competencia con el cultivo, ya que las malezas empezaron a crecer agresivamente.

3.6.7. Aporque

Se realizó a los 45 días simultáneamente con el deshierbo, para darle estabilidad a las plantas y soltura al suelo, facilitando a las raíces la absorción de nutrientes y evitar que el agua de las lluvias humedezcan el “cuello de la planta”.

3.6.8. Instalación de tutores

Los tutores se instaló con rafia retorcida guiando a las plantas de arveja hacia las hileras de la rafia, el mismo día en que se realizó el aporque y el deshierbo cuando las planta de arveja alcanzaron una altura de 20 a 30 cm.

3.6.9. Control fitosanitario

El control fitosanitario se realizó en forma preventiva, específicamente para evitar el ataque de algunos insectos y enfermedades.

A los 25 y 45 días después de la siembra (6 de setiembre y 8 de octubre de

2017), se aplicaron, fungicida Protexin 500 fw de ingrediente activo Carbindazim a una dosis de 0,30 ml/20 L de agua, dirigido al cuello de la planta para prevenir la “Oidiosis” e Insecticida cuyo ingrediente activo es Cyperclin a una dosis de 0,20 ml/20 L de agua, para controlar y gusanos cortadores. Para una mayor efectividad de los pesticidas, se acondicionó un adherente a una dosis de 0,20 L/ha.

3.6.10. Cosecha en verde

Se realizó dos cosechas, la primera cosecha se efectuó a partir de los 95 días después de la siembra en las variedades Alderman (10 noviembre de 2017), y la segunda cosecha los 120 días el (24 de noviembre de 2017).

Se realizó dos cosechas, la primera cosecha se efectuó a partir de los 115 días después de la siembra en la variedad Usui (25 noviembre de 2017), y la segunda cosecha a los 128 días el (05 de diciembre de 2017). Se realizó dos cosechas, la primera cosecha se efectuó a partir de los 120 días después de la siembra en la variedad Blanco Común (06 diciembre de 2017), y la segunda cosecha a los 136 días el (20 de diciembre de 2017).

Se realizó dos cosechas, la primera a partir de los 128 días después de la siembra en la variedad Remate (15 diciembre de 2017), y la segunda cosecha a los 145 días el (28 de diciembre de 2017).

3.7. Materiales y equipos utilizados

3.7. 1. Materiales de campo.

- Pico.
- Rastrillo.

- Rafia.
- Wincha.
- Estacas.
- Baldes.
- Balanza.
- Mochila de fumigar.
- Cámara fotográfica.
- Libreta de campo.

3.7.2. Materiales de gabinete

- Computadora.
- Memoria USB.
- Papel bond.
- Lapiceros.
- Plumón indeleble.
- Calculadora.
- Etiquetas.

3.7.3. Insumos.

- Fertilizantes.
- Pesticidas.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Análisis de varianza y prueba de significación

Para el análisis estadístico se empleara la técnica del ANVA, para cada una de las

características a evaluar, utilizando el método del 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 factores en estudio se utilizara la prueba de significación de Tukey al 95%.

Tabla 10

Análisis de Varianza para dos factores en estudio

F de V	G.L.	SC	CM	FC	FT
					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 D	$(d-1) = 2$	Sc (D) – Tc ar	Sc (D) (b-1)	CM (D) CM error	
Int VD	$(v-1)(bd1) = 8$	Sc trat. –Sc(V)- Sc (D)	Sc (VD) (a-1) (b-1)	CM (VD) CM error	
Error	$(vd-1)(r-1) = 28$	Sc total- Sc trat.	Sc error ab(n-1)		
Total	$(vdr-1) = 44$	Sc total			

Fuente: Calzada, 1970

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

Los resultados y la discusión del presente trabajo, están basados en las evaluaciones realizadas en campo, correspondiente a las variables de rendimiento, evaluado a lo largo de la fase vegetativa y reproductiva del cultivo. En los siguientes cuadros se muestra el análisis de Variancia para las variables altura de planta (cm), número de vainas por planta, longitud de vaina (cm), en las cuales se observa los grados de significación de las fuentes de variación para cada una de las variables en estudio.

4.1.1. Altura de planta (m)

Tabla 11

ANVA de altura de planta a la cosecha de arveja

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	0,0216	0,0108	2,44	3,34	5,45	NS
V	4	1,1702	0,2926	6,01	2,71	4,07	**
D	2	0,1132	0,0566	12,77	3,34	5,45	**

Tabla 11*ANVA de altura de planta a la cosecha de arveja (a continuación)*

VD	8	0,0669	0,0084	1,89	2,29	3,23	NS
EExp	28	0,1241	0,0044				
Total	44	1,4961					

Nota: CV= 5,15 %; NS= No significativo;***= Altamente significativo

En la tabla 11 se observa el ANVA de altura de planta a la cosecha de la arveja donde muestra que a nivel de bloques no hay significancia donde los datos son homogéneos, a nivel de variedad y densidad de siembra hay diferencia significativa, en cuanto a la interacción no hay significancia, el coeficiente de variabilidad de 5,15 % nos dice que es muy buena, según (Calzada, 1970).

En la tabla 12 se observa que las variedades blanco común (V₅) con una altura de planta de 1,38 m obtiene el primer lugar con 1,38 m que estadísticamente es diferente a los demás quedando en último lugar la variedad remate (V₄) con una altura de 0,92 m.

Tabla 12*Prueba de significación de Tukey al (0,05) para el nivel variedad*

N°	Nivel	Promedio	Sig	Merito
1	V ₅	1,38	a	1°
2	V ₁	1,12	b	2°
3	V ₂	1,03	c	3°
4	V ₃	0,98	d	4°
5	V ₄	0,92	e	5°

Tabla 13*Prueba de Tukey (0,05 %) para nivel densidad*

N°	Nivel	Promedio	Sig	Merito
1	D ₃	1,13	a	1°
2	D ₂	1,12	ab	1°
3	D ₁	1,02	b	2°

En la tabla 13 se muestra la altura de planta al momento de la cosecha, la densidad de 0,40 m es el que obtiene el mejor altura de planta con 1,13 m que es igual a la densidad de 0,30 m con 1,12 m que estadísticamente es diferente a los demás tratamiento.

Valdez (2017) en Vinchos reporta la altura de planta en diferentes variedades de arveja y tutorado, donde la variedad Usui y Blanca Criolla con tutor muestran la mayor altura de planta con valores de 1,41 y 1,35 m diferenciándose estadísticamente entre ellos. La altura de planta está influenciada por el carácter varietal del genotipo evaluado, se observa claramente a la variedad Usui tiene la mayor altura de planta en cualquier modalidad de siembra. Los resultados son parecidos los obtenidos en el presente, pero por influencia del tutorado se muestra una mayor altura en lo reportado por el mencionado autor.

Laing (1979), citado por Huamani (1995) menciona que el crecimiento y desarrollo de las plantas dependen del genotipo (constitución genética), del medio ambiente y las prácticas culturales. Además la altura de la planta es cuantitativa y controlada por poligenes. La altura de la planta depende del hábito de crecimiento de las plantas, siendo estas determinadas o indeterminadas. Así mismo la mayoría de las variedades de arveja son de crecimiento intermedio, en tal sentido las arvejas pueden alcanzar alturas aproximadas a los 2,00 m.

4.1.2. Número de vainas/planta (unidades)

En la tabla 14 se observa el ANVA del número de vainas/planta de la arveja donde muestra que a nivel de bloques no hay significancia donde los datos son homogéneos, a nivel de variedad y densidad de siembra e interacción no hay

significancia, el coeficiente de variabilidad de 7,88 % nos dice que es muy buena, según (Calzada, 1970).

Tabla 14

ANVA número de vainas a la cosecha

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	1,2444	0,6222	0,11	3,34	5,45	NS
V	4	38,3556	9,5889	1,70	2,71	4,07	NS
D	2	9,3778	4,6889	0,83	3,34	5,45	NS
VD	8	15,5111	1,9389	0,34	2,29	3,23	NS
EExp	28	158,0889	5,6460				
Total	44	222,5778					

Cabrera (2004) reporta en su trabajo con fertilización biológica en la variedad Remate en Canaán a 2750 msnm, obtuvo valores máximos de 25,60 vainas por planta. Mientras tanto en la presente investigación se obtuvo casi igual resultado.

Velasco (2004) reporta valores de 12,60; 25,00; 25,00 y 25,60, vainas por planta para las variedades Rondo, Remate, Blanca local y Usui, respectivamente. Si comparamos nuestro resultado podemos decir que los valores obtenidos en la presente investigación son similares a los hallados por este autor. Cabe resaltar que las comparaciones de resultados obtenidos con los autores son en una labranza convencional puesto que aún no hay una investigación a fin al trabajo.

4.1.3. Tamaño de vaina (cm)

En la tabla 15 se observa el ANVA del tamaño de vaina de la arveja donde muestra que a nivel de bloques hay significancia donde los datos son heterogéneo, a nivel de variedad hay alta diferencia y en densidad de siembra hay diferencia

significativa, en cuanto a la interacción no hay significancia, el coeficiente de variabilidad de 2,95 % nos dice que es muy buena, según (Calzada, 1970).

Tabla 15

ANVA de tamaño de vaina de arveja

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	0,6716	0,3358	7,20	3,34	5,45	**
V	4	20,9798	5,2450	112,43	2,71	4,07	**
D	2	0,3950	0,1975	4,23	3,34	5,45	*
VD	8	0,0299	0,0037	0,08	2,29	3,23	NS
EExp	28	1,3062	0,0466				
Total	44	23,3825					

Nota: CV= 2,95 %; NS= No significativo; **= Altamente significativo; *= significativo

En la tabla 16 se observa que las variedades Alderman (V₃) con un tamaño de vaina de 7,27 cm que estadísticamente ocupa el primer lugar que estadísticamente diferente a los demás variedades quedando en último lugar la variedad remate (V₄) con 5,40 cm.

Tabla 16

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

N°	Nivel	Promedio	Sig	Merito
1	V ₃	7,27	a	1°
2	V ₂	5,99	b	2°
3	V ₁	5,65	c	3°
4	V ₅	5,50	d	4°
5	V ₄	5,40	e	5°

En la tabla 17 se muestra el tamaño de vaina de la arveja, donde la densidad la densidad de 0,30 m (D₂) es el que obtiene el mejor tamaño de vaina con 6,04 cm al igual que la densidad de 0,40 cm (D₃) que estadísticamente son diferente a los demás tratamiento.

Tabla 17

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

N°	Nivel	Promedio	Sig	Merito
1	D ₂	6,04	a	1°
2	D ₃	6,02	ab	1°
3	D ₁	5,83	b	2°

Faiguenbaum (1993) afirma el fruto de arveja es una vaina. Esta forrada con una membrana semejante al pergamino, el endocarpio: está ausente en las arvejas de vaina comestible. La vaina suele ser dehiscente por dos suturas y contiene de dos a 10 semillas, que pueden ser globosas o globosas angulares, lisas o arrugadas y de varios colores que pueden ser verde o amarillo. El tamaño de las vainas es muy variable, pueden ser pequeñas (longitud entre 3 y 4,5 cm), grandes (6 a 10 cm) y muy grandes (entre 10 a 15 cm). Las vainas de las variedades evaluadas corresponden a los llamados de vaina grande.

Maroto (2002) sostiene que el fruto es una legumbre o vaina de forma y dimensiones variables y de semillas globulosas o cubicas, lisas o rugosas, pudiendo contener cada vaina entre cuatro y 12 semillas la mayor parte de sus variedades presentan en la cara interna de sus valvas una formación tisular esclerenquimatosa o pergamino que está ausente o aminorada en las variedades tirabeques o comedio. Existen variedades cuyas longitudes de vaina varían desde 3 cm hasta los 14 cm, pero los más comunes están entre 5 a 8 cm.

4.1.4. Peso de vaina (g)

En la tabla 18 se observa el ANVA del peso de vaina de la arveja donde muestra que a nivel de bloques hay significancia donde los datos son heterogéneo, a nivel de variedad hay alta diferencia y en densidad de siembra también hay alta significancia, en cuanto a la interacción no hay significancia, el coeficiente de variabilidad de 4,72 % nos dice que es muy buena, según (Calzada, 1970).

Tabla 18

ANVA de peso de vaina de la arveja

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	587,2444	293,6222	4,67	3,34	5,45	*
V	4	64819,0222	16204,7556	257,69	2,71	4,07	**
D	2	2052,3111	1026,1556	16,32	3,34	5,45	**
VD	8	745,9111	93,2389	1,48	2,29	3,23	NS
EExp	28	1760,7556	62,8841				
Total	44	69965,2444					

Nota: CV= 4,72 %; NS= No significativo; **= Altamente significativo; *= significativo

Tabla 19

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

N°	Nivel	Promedio	Sig	Merito
1	V3	203,22	a	1°
2	V1	142,11	b	2°
3	V2	118,33	c	3°
4	V5	117,56	cd	4°
5	V4	91,22	e	5°

En la tabla 19 se observa que las variedades Alderman (V₃) con un peso de vaina de 203,22 g que estadísticamente ocupa el primer lugar que estadísticamente es diferente a los demás variedades quedando en último lugar la variedad Remate (V₄) con 91,22 g.

En la tabla 20 se muestra el peso de vaina de la arveja, donde la densidad la densidad de 0,30 m (D₂) es el que obtiene el mejor tamaño de vaina con 142,27 gramos que estadísticamente es diferente a los demás densidades quedando en ultimo lugar la densidad de 0,2 m con 125,80 g.

Tabla 20

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

N°	Nivel	Promedio	Sig	Merito
1	D ₂	142,27	a	1°
2	D ₃	135,40	b	2°
3	D ₁	125,80	c	3°

Valdez (2017) menciona el peso de vainas por golpe la variedad Usuy, Blanca Criolla y Remate tiene los más altos pesos, con valores de 197,70; 175,8 y 167,50 g respectivamente con diferencia estadística. En lo referente al tutorado el peso de los tratamientos con tutor es mayor. La variedad Rondo muestra un menor valor de peso de vaina por planta por el menor número de vainas por planta. Los resultados coinciden con los obtenidos en el presente experimento a excepción de la variedad Alderman que sobrepasa en rendimiento

Toro (1996) reporta en la localidad de Casacancha el mayor peso de vainas verdes por planta corresponde a la variedad EP-326 y Remate con 166,20 y 164,80 g por planta, respectivamente. Obteniéndose menor peso de vainas verdes por planta, en las variedades Utrillo como el de menor peso, seguido por las variedades Rondo y Blanca común con 92,60; 119,20 y 123,00 g por planta, respectivamente, todas estas en la localidad de Casacancha, no mostrando diferencia estadística entre estas dos últimas.

4.1.5. Número de granos/ vaina (Unidades)

En la tabla 21 se observa el ANVA del número de granos por vaina de la arveja donde muestra que a nivel de bloques hay significancia donde los datos son heterogéneo, a nivel de variedad hay alta diferencia y en densidad de siembra y interacción no hay significancia, el coeficiente de variabilidad es de 24,92 % nos dice que es muy regular, según (Calzada, 1970).

Tabla 21

ANVA de número de granos/vaina de la arveja

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	26,1841	13,0920	5,30	3,34	5,45	*
V	4	56,4907	14,1227	5,71	2,71	4,07	**
D	2	0,8066	0,4033	0,16	3,34	5,45	NS
VD	8	6,0042	0,7505	0,30	2,29	3,23	NS
EExp	28	69,2245	2,4723				
Total	44	158,7101					

Nota: CV= 24,92 %; NS= No significativo; **= Altamente significativo; *= significativo

En la tabla 22 se observa que las variedades Alderman (V₃) con un peso de vaina de 6,76 g que ocupa el primer lugar que estadísticamente es diferente a los demás variedades quedando en último lugar la variedad Blanco común (V₅) con 3,55 g.

Tabla 22

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

N°	Nivel	Promedio	Sig	Merito
1	V ₃	6,76	a	1°
2	V ₂	5,45	b	2°
3	V ₁	5,32	bc	2°
4	V ₄	4,10	d	3°
5	V ₅	3,55	e	4°

Huamani (1995) indica valores en el número de granos por vaina en arveja en vaina verde de 7,40 cm, en la variedad Tarma 7,20 cm; en la variedad remate y 6,70 cm, en la variedad usuy, respectivamente que son parecidos al presente trabajo; estas diferencias podrían atribuirse a la influencia de las condiciones externas, así como el manejo del cultivo, específicamente a la fertilización del suelo.

Valdez (2017) reporta valores de la variedad Rondo un número promedio del número de granos por vaina en un valor de 6,00 con un rango de 4,00 a 8,00, así mismo en la variedad Remate un valor promedio de 6,00 con un rango de cinco a siete granos. Los valores mostrados son similares a los obtenidos en el presente experimento, resultados explicado por las características genéticas homogéneos, pero altamente influenciados por el ambiente por el llenado de los granos en la vaina.

4.1.6. Rendimiento (kg/10,80 m²)

En la tabla 23 del análisis de varianza de rendimiento del cultivo de arveja donde se observa que para bloques no hay significancia en cambio para el nivel variedad, densidad de siembra y para la interacción hay alta significancia lo que nos indica que hay tratamientos que son diferentes, el coeficiente de varianza es de 1,89 % es excelente.

Según Calzada (1970) por ello aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula tanto en el nivel variedad, densidad y en la interacción V x D.

Tabla 23*ANVA de rendimiento de arveja*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
Bloque	2	1,1176	0,5588	18,97	3,34	5,45	**
V	4	43,8681	10,9670	372,29	2,71	4,07	**
D	2	1,4711	0,7356	24,97	3,34	5,45	**
VD	8	0,9866	0,1233	4,19	2,29	3,23	**
EExp	28	0,8248	0,0295				
Total	44	48,2682					

Nota: CV= 1,88 %; NS= No significativo; **= Altamente significativo

En la tabla 24 nos muestra el análisis de efectos simples de rendimiento de vainas nos muestra que para densidad con las variedades Criollo, Remate y Blanco común no tiene diferencia significativa, en cambio en los demás factores si hay alta significancia.

Tabla 24*ANVA de efectos simples de rendimiento de vainas*

FV	GL	SC	CM	FC	FT		Sig
					0,05	0,01	
VD ₁	2	594,8440	297,4220	10096,33	3,34	5,45	**
VD ₂	2	675,7741	337,8870	11469,96	3,34	5,45	**
VD ₃	2	624,4974	312,2487	10599,64	3,34	5,45	**
DV ₁	2	1,4678	0,7339	24,91	3,34	5,45	**
DV ₂	2	0,0417	0,0208	0,71	3,34	5,45	NS
DV ₃	2	0,8369	0,4184	14,20	3,34	5,45	**
DV ₄	2	0,0339	0,0169	0,57	3,34	5,45	NS
DV ₅	2	0,0775	0,0388	1,32	3,34	5,45	NS
Eexp	28	0,8248	0,0295				

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

En la tabla 25 se observa la prueba de significancia de Tukey para el efecto simple de densidad por variedades, donde el mejor factor densidad 0,30 m, con la variedad alderman con 8,92 kg/10,80 m², seguido de la densidad 0,40 m con la

variedad alderman con 8,52 kg.

Tabla 25

Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de densidad por variedad

D x V₁	N°	Sig (0,05)	D x V₂	N°	Sig (0,05)	D x V₃	N°	Sig (0,05)	D x V₄	N°	Sig (0,05)	D x V₅	N°	Sig (0,05)
D ₂	8,07	a	D ₂	7,82	a	D ₂	8,92	a	D ₂	6,06	a	D ₂	6,24	a
D ₃	7,54	b	D ₁	7,68	a	D ₃	8,52	b	D ₂	5,97	a	D ₃	6,06	a
D ₁	7,08	c	D ₃	7,68	a	D ₁	8,18	c	D ₃	5,92	a	D ₁	6,03	a

En la tabla 26 se puede observar la prueba de efectos simples de rendimiento de variedad por densidad en 10,80 m² donde se observa que la combinación variedad Alderman con una densidad de 0,30 m con 8,92 kg, seguido de la densidad de 0,40 m con la variedad alderman con 8,52 kg quedando en último lugar la densidad de 0,40 m con la variedad remate que obtiene 5,92 kg/10 m².

Tabla 26

Prueba de significación de Tukey (0,05 %) de efectos simples de variedad por densidad

V x D1	N°	Sig (0,05)	V x D2	N°	Sig (0,05)	V x D3	N°	Sig (0,05)
V ₃	8,18	a	V ₃	8,92	a	V ₃	8,52	a
V ₂	7,68	b	V ₁	8,07	b	V ₂	7,68	b
V ₁	7,08	c	V ₂	7,82	bc	V ₁	7,54	b
V ₅	6,03	d	V ₅	6,24	d	V ₅	6,06	c
V ₄	5,97	d	V ₄	6,06	d	V ₄	5,92	c

En la figura 3 muestra la interacción variedad Remate y densidad de 0,3 metros obtiene el mejor rendimiento con 8,92 kg/10,8 m², seguido de la variedad remate y la densidad de 0,40 m (V₃D₃) que estadísticamente son diferentes a los demás tratamientos en estudio.

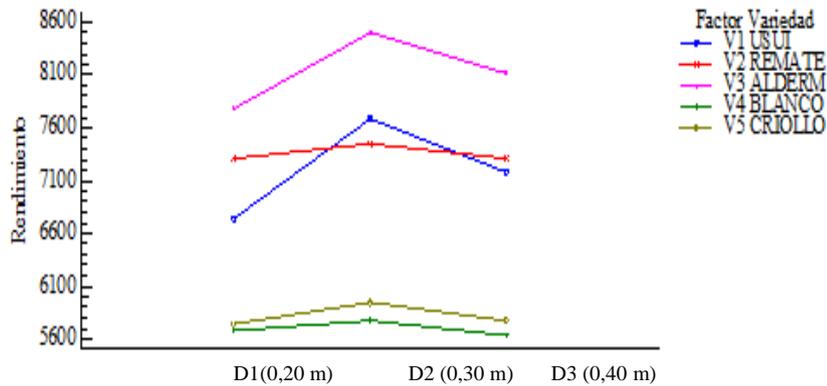


Figura 3. Interacción de variedades x densidad de siembra para rendimiento

Velasco (2004) determinó los rendimientos en verde con el uso de espalderas de las variedades siguientes: Remate, 5,29 tn.ha⁻¹; Usui, 7,10 tn.ha⁻¹; Blanca local, 6,58 tn.ha⁻¹ y en Usui de 7,04 tn.ha⁻¹, las cuales en comparación con nuestros resultados observamos que nuestras variedades resultaron de mayores rendimientos en la localidad de Pampa del Arco. Este resultado se debe básicamente a la temperatura y a la buena distribución de la precipitación durante los meses de enero, febrero, marzo.

Mallaupoma y Santana (2005) obtuvieron rendimientos de 10,35; 9,97 y 8,13 tn.ha⁻¹ 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.

4.1.7. Costos de producción (S/.)

En la tabla 27 se presenta los costos de producción donde el mejor tratamiento es la combinación de la variedad Alderman con densidad de siembra de 0,30 m (V₃D₂)

donde por un sol invertido ganan 1,62 soles, quedando en la más baja relación beneficio costo la combinación de la variedad Blanco común con la densidad de 0,40 m (V₅D₃) y la variedad Criollo (V₂D₃) donde por un sol invertido se gana 0,76 céntimos de sol.

Tabla 27*Costos de producción de arveja (S/.)*

Característica	Usui (V ₁)			Criollo (V ₂)			Alderman (V ₃)			Remate (V ₄)			Blanco común (V ₅)		
	(D ₁)	(D ₂)	(D ₃)	(D ₁)	(D ₂)	(D ₃)	(D ₁)	(D ₂)	(D ₃)	(D ₁)	(D ₂)	(D ₃)	(D ₁)	(D ₂)	(D ₃)
Precio (S/x kg)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Producción (kg)	6739,00	7681,00	7185,00	5745,00	5944,00	5770,00	7787,00	8497,00	8115,00	7312,00	7450,00	7314,00	5681,00	5774,00	5633,00
Valor de prod (S/)	15499,70	17666,30	16525,50	13213,50	13671,20	13271,00	17910,10	19543,10	18664,50	16817,60	17135,00	16822,20	13066,30	13280,20	12955,90
Costo prod. (S/)	7357,20	7357,20	7437,20	7447,20	7447,20	7527,20	7447,20	7447,20	7557,20	7447,20	7447,20	7527,20	7357,20	7357,20	7357,20
Utilidad neta (S/)	8142,50	10309,10	9088,30	5766,30	6224,00	5743,80	10462,90	12095,90	11107,30	9370,40	9687,80	9295,00	5709,10	5923,00	5598,70
Í. rentabilidad	1,11	1,40	1,22	0,77	0,84	0,76	1,40	1,62	1,47	1,26	1,30	1,23	0,78	0,81	0,76
Rentab. (%)	111	140	122	177	84	76	140	162	147	126	130	123	78	81	76
Relación B/C	2,11	2,40	2,22	2,77	1,84	1,76	2,40	2,62	2,47	2,26	2,30	2,23	1,78	1,81	1,76

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Hipótesis general

Luego de haber efectuado el experimento y obtenido los resultados de las cinco variedades en densidades de siembra incremento 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.

Una densidad de siembra tuvo un efecto positivo el rendimiento del cultivo de arveja en condiciones de Pampa del Arco.

4.2.3. Hipótesis estadísticos

Para la 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 la densidad de siembra 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 (VxD) 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 ($\text{kg}/10.8 \text{ m}^2$), no presentan diferencia estadística.

4.3. Discusión de resultados

El rendimiento el mejor factor densidad 0,30 m, con la variedad alderman con 8,92 $\text{kg}/10,80 \text{ m}^2$, seguido de la densidad 0,40 m con la variedad alderman con 8,52 $\text{kg}/10,80 \text{ m}^2$.

La combinación variedad Alderman con una densidad de 0,30 m con 8,92 $\text{kg}/10,80 \text{ m}^2$, seguido de la densidad de 0,40 m con la variedad alderman con 8,52 $\text{kg}/10,80 \text{ m}^2$ quedando en último lugar la densidad de 0,40 m con la variedad remate que obtiene 5,92 $\text{kg}/10 \text{ m}^2$.

Velasco (2004) determinó los rendimientos en verde con el uso de espaldas de las variedades siguientes: Remate, 5,29 $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$; Usui, 7,10 $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$; Blanca local, 6,58 $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ y en Usui de 7,04 $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$, las cuales en comparación con nuestros resultados observamos que nuestras variedades resultaron de mayores rendimientos en la localidad de Pampa del Arco. Este resultado se debe básicamente a la temperatura y a la buena distribución de la precipitación durante los meses de enero, febrero, marzo.

Mallaupoma y Santana (2005) obtuvieron rendimientos de 10,35; 9,97 y 8,13 $\text{tn}\cdot\text{ha}^{-1}$ 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) como son agua, luz, temperatura, soporte mecánico, aire y suelo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera. Se evaluó el comparativo de variedades y densidad de poblacional en el rendimiento de arveja, iniciando en la instalación hasta la cosecha, donde el rendimiento mayor fue (V₃ D₂) variedad Almendra y con densidad 0,30 m obteniendo 8497,00 kg de vaina verde/ha, y del rendimiento menor es (V₅ D₃) variedad blanco común y con densidad 0,40 m obtuvo 5633,00 kg de vaina verde/ha.

Segunda. En cuanto a altura de planta la variedades Blanco criollo es el mejor en tamaño de vaina, peso de vaina y número de granos la variedad Alderman es el mejor y en cuanto a densidad de siembra la de 0,40 m (D₃) son los mejores en altura de planta y la densidad de 0,30 m (D₂) en número de vainas, tamaño de vaina y peso de vaina con 6,09 unidades; 6,04 cm y 142,27 g.

Tercera. En el rendimiento la mejor densidad 0,30 m y la variedad Alderman con 8,92 kg/10,80 m² y el de menor rendimiento es la densidad de 0,40 m

con la variedad Remate que obtiene 5,92 kg/10 m².

Cuarta. En costos de producción el mejor tratamiento es la interacción de variedad Alderman con una densidad de siembra de 0,30 m de con un costo de S/ 0,77 /kg y una rentabilidad de que por un sol invertido se gana 1,62 soles.

5.2. Recomendaciones

Primera. Para la localidad de Pampa del arco a 2750 msnm, recomiendo la variedad Alderman utilizando la densidad de siembra de 0,30 m.

Segunda. Realizar labores culturales desde la siembra, deshierbos y cosecha oportuna en la fase de vaina verde para obtener buenos rendimientos de los cultivos.

Tercera. La mejor respuesta en la comercialización del cultivar Alderman en la producción de vaina verde de arveja.

Cuarta. Cultivar la variedad Alderman a una densidad de siembra de 0,40 m (D₃) ya que es apreciado por su mejor rendimiento y con una rentabilidad 1,6 %

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aruta, E. (2011). *Evaluación agronómica de la densidad de siembra en habas de crecimiento determinado (Vicia faba L. var. Major), en Valdivia, región de Los Ríos*. Universidad Austral de Chile.
- Berlijin, J. (1990), *Cultivos básicos* 2da Edición. Manual para la Educación Agropecuaria. Edit. Trillas. México.
- Camarena, A. (2003). *Manual del cultivo de arveja* Universidad Nacional Agraria La Molina, Cáritas Diocesana Huancavelica, Fondo Ítalo Peruano., Edit. Agraf S.R.L. Lima, Perú.
- Camasca, A. (1994). *Horticultura práctica*. 1ra. Edición. Facultad de Ciencias Agrarias. UNSCH. Ayacucho, Perú.
- Calzada, B. (1970). *Métodos estadísticos para la investigación*. 3ra Edición. Edit. Jurídica S.A. Lima, Perú.
- Cáritas del Perú. (2007). *Cultivo de arveja en la sierra*. Grafica Filadelfia E.I.R.L. Huancavelica, Perú.
- Casaniva, E. (2012). *Evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva (Pisum sativum L.)*.
- Casseres, E. (1980). *Producción de hortalizas*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias. 3ra Edición. San José de Costa Rica.
- Castilla, J. (1995). *Fertilización de los cultivos*. Estación Experimental, DONOSO INIA. Lima, Perú.

- Cubero, J. y Moreno, M. (1983). *Leguminosas de grano*. Edición. Mundi Prens. Madrid España.
- Evans, I. (1983). *Fisiología de los cultivos*. 1ra Edición. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- 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.
- Fainguenbaum, H. (1990). *Morfología, crecimiento y desarrollo de la arveja (Pisum sativum L.)*. Proyecto Docente. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Galarza, A. (2004). *El cultivo de la arveja*. Fondo Ítalo Peruano, Cáritas Perú, Cáritas Huancayo. 1ra Edición. Edit. Grapex Perú.
- 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, Perú*.
- Huamani, 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 msnm), Ayacucho, Perú*.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria. (2008). *Nueva variedad de arveja INIA – 103 Remate. Plegable N° 02: Proyecto Hortalizas*. Santa Ana, Huancayo, Perú.

- Rodríguez, G. (2015). *Evaluación de 12 cultivares de arveja (Pisum sativum L) de tipo industrial para cosecha en verde en condiciones de Tarma.*
- Sánchez, D. (2004). *Prueba de rendimiento de variedades de arveja (Pisum sativum L), con dos fórmulas de abonamiento y dos densidades de siembra, Ayacucho, Perú.*
- S@mconet (2000). *Información agropecuaria que tú necesitas.* Recuperado de <http://www.S@mconet.com/default.asp>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2018). *Datos meteorológicos de Ayacucho, Perú.*
- Toro, I. (1996). *Efecto de distintos espaciamientos entre hileras en tres cultivares de arveja (Pisum sativum L).* Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Valpinia, T. (1998), *Las legumbres.* Editorial Mundi Prensa, S.A. Barcelona, España.
- Vásquez, A. (1992). *El Riego.* UNA. La Molina. Tomo I. 2da Edición. Lima, Perú.
- Valdez, N. (2017). *Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (Pisum sativum L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación a 2750 msnm, Canaán, Ayacucho, Perú.*
- Velasco, J. M. (2004). *Rendimiento de cinco variedades de arveja (Pisum sativum), con distintas formas de manejo.* Canaán INIA, 2720 msnm. Ayacucho, Perú.

Venegas, A. (2011). *Evaluación de dos bioles a partir de dos fuentes orgánicas (bovino y cobayo) a cuatro dosis de aplicación en dos variedades del cultivo de arveja (Pisum sativum) en la comunidad de Planchaloma Toacaso. Latacunga.*