

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“RENDIMIENTO DE NUEVE LÍNEAS F₇ DEL CRUCE DE ARVEJA

(*Pisum sativum* L.) UTRILLO X USUI EN LA MOLINA”

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

VLADIMIR SOLLIER BUJAICO

LIMA – PERÚ

2019

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente tesis (Art. 24 -
Reglamento de Propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“RENDIMIENTO DE NUEVE LÍNEAS F₇ DEL CRUCE DE
ARVEJA (*Pisum sativum* L.) UTRILLO X USUI EN LA MOLINA”**

Presentada por:

VLADIMIR SOLLIER BUJAICO

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada por el siguiente jurado:

.....
Dr. Sady Javier García Bendezú

PRESIDENTE

.....
Mg. Sc. Amelia Wite Huaranga Joaquín

ASESORA

.....
Dr. Félix Camarena Mayta

MIEMBRO

.....
Mg. Sc. Rolando Egúsquiza Bayona

MIEMBRO

DEDICATORIA

A Jehová quien nos guía, ilumina y bendice mi vida y siempre está a mi lado día a día.

A mis padres Isidro y Consuelo, quienes me dieron los cimientos para forjarme, por animarme, por consolarme y su apoyo incondicional sin tener que pedírselos, gracias de corazón.

A mis hermanos Ruddimir, Cynthia, Rengerk, Lizbet, Dayana, Milagros, Naysha y Arely, por motivarme a ser mejor día a día y esperando a guiarlos e inspirarlos como hermano mayor que soy.

A mis tíos Romel, Silvia, Maribel, Aquiles, Vilma y Gladys por el gran cariño que me tienen y el apoyo brindado. Por ser parte de mi formación y educación.

AGRADECIMIENTO

A la Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín, patrocinadora de la presente tesis quien me brindó su apoyo constante en la ejecución y culminación.

A los miembros del jurado:

Ing. Agr. Ph.D. Sady J. Garcia Bendezú, Ing. Agr. Ph.D. Félix Camarena Mayta e Ing. Agr. Mg. Sc Rolando Egúsquiza Bayona, por las recomendaciones y sugerencias, mostrándose siempre disponibles y atentos en lo que necesitara para la culminación de la presente tesis.

Llegue también mi gratitud especialmente a Diego, Luis y Pierre, por apoyarme siempre y estar conmigo en las buenas y malas, y lo más importante por esa amistad incondicional y verdadera.

Así mismo a los amigos y compañeros de la UNALM, por sus ánimos para seguir adelante y su apoyo de forma directa o indirectamente contribuyeron para el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ARVEJA.....	3
2.1.1. Origen y distribución geográfica	3
2.1.2. Importancia y valor nutricional	3
2.1.3. Situación actual de la arveja	4
2.1.4. Taxonomía	6
2.1.5. Morfología	6
2.1.6. Estados fenológicos	8
2.1.7. Variedades	10
2.2. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO.....	11
2.2.1. Clima	11
2.2.2. Temperatura.....	11
2.2.3. Luz.....	11
2.2.4. Requerimiento hídrico	11
2.2.5. Suelo	11
2.3. ASPECTOS AGRONÓMICOS	12
2.3.1. Siembra.....	12
2.3.2. Fertilización	12
2.3.3. Riego.....	12
2.3.4. Control de malezas	13
2.3.5. Tutorado.....	13
2.4. MEJORAMIENTO GENÉTICO	13
2.4.1. Cultivar	13
2.4.2. Objetivos del mejoramiento genético	14
2.4.3. Principales métodos de mejoramiento genético en autogamas	14
2.4.4. Mejoramiento genético de la arveja	17
2.5. ANTECEDENTES	18
III. METODOLOGÍA	20
3.1. CAMPO EXPERIMENTAL	20
3.1.1. Lugar.....	20
3.1.2. Historial de campo.....	20
3.1.3. Análisis de suelo.....	20
3.1.4. Condiciones meteorológicas.....	21

3.2.	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	22
3.2.1.	Material vegetal	22
3.3.	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	22
3.4.	METODOLOGÍA	23
3.5.	INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	23
3.6.	PARÁMETROS EVALUADOS DURANTE EL EXPERIMENTO	27
3.6.1.	Variables de caracteres morfo agronómicos y calidad del fruto	27
3.6.2.	Variables de rendimiento y sus componetes primarios	28
3.7.	ANALISIS ESTADÍSTICO	29
3.7.1.	Diseño experimental	29
3.7.2.	Características del campo experimental	29
3.7.3.	Croquis del campo experimental	30
3.7.4.	Análisis de datos.....	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1.	CARACTERES MORFO AGRONÓMICOS Y CALIDAD DEL FRUTO EN ARVEJA EN GRANO VERDE.....	32
4.1.1.	Días a floración.....	32
4.1.2.	Días a la madurez fisiológica.....	33
4.1.3.	Altura de planta	34
4.1.4.	Longitud de vaina(cm).....	35
4.1.5.	Ancho de vaina(cm).....	37
4.1.6.	Número de lóculos.....	38
4.2.	RENDIMIENTO DE GRANO SECO Y SUS COMPONENTES PRIMARIOS. 40	
4.2.1.	Número de vainas por planta	40
4.2.2.	Número de granos por vaina.....	41
4.2.3.	Características del grano seco de las líneas de arveja	42
4.2.4.	Peso de 100 semillas en seco (g)	44
4.2.5.	Rendimiento de grano seco (t/ha).....	45
V.	CONCLUSIONES.....	47
VI.	RECOMENDACIONES.....	48
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	49
VIII.	ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Duración de los estadios fenológicos de la arveja (rango en variedades precoces y tardías)	8
Tabla 2: Características de las arvejas cultivadas en el país	10
Tabla 3: Épocas de siembra de la arveja en el país	12
Tabla 4: Modo de herencia de los caracteres en arveja	17
Tabla 5: Programa de mejoramiento genético en arveja desarrollado.....	17
Tabla 6: Datos meteorológicos para el distrito de La Molina, registrados durante el periodo de mayo a octubre del 2017.....	21
Tabla 7: Características de los progenitores de la cruz 3.....	22
Tabla 8: Descripción de los tratamientos en estudio	23
Tabla 9: Esquema de análisis de variancia para el diseño de bloques completamente al azar.....	29
Tabla 10: Resultados promedios y comparación según Duncan con un nivel de significación de 0.05 de las variables evaluadas en las líneas de arveja	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área y producción mundial de la arveja.	5
Figura 2: Producción y rendimiento de arveja en el Perú.....	6
Figura 3: Crecimiento y desarrollo de la planta de arveja.	9
Figura 4: Hibridación en especies autógamas.	15
Figura 5: Método de selección por pedigree.	16
Figura 6: Colocación de tutores en el ensayo experimental.	24
Figura 7: Riego de mantenimiento en llenado de grano.	25
Figura 8: Daño de plagas y enfermedades en la arveja.	26
Figura 9: Cosecha de arveja.....	27
Figura 10: Croquis del experimento.	31
Figura 11: Días a floración de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).	33
Figura 12: Días a la madurez fisiológica de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).	34
Figura 13: Altura de planta en metros de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).	35
Figura 14: Longitud de vaina en centímetros de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).	36
Figura 15: Ancho de vaina (cm) de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).	37
Figura 16: Número de lóculos por vaina de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).	38
Figura 17: Número de vainas por planta de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).	41
Figura 18: Número de granos por vaina de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).	42
Figura 19: Semillas de arveja seca de las líneas F ₇ y sus progenitores.	43
Figura 20: Peso de 100 semillas en gramos de las C ₃ L ₅ de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).	44
Figura 21: Rendimiento de arveja en grano seco (kg/ha) de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05)	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Composición nutricional de la arveja seca y tierna por 100 gramos.	54
Anexo 2: Producción de arveja grano seco.	54
Anexo 3: Producción de arveja grano verde.....	55
Anexo 4: Rendimiento de arveja grano seco.	55
Anexo 5: Rendimiento de arveja grano verde.	56
Anexo 6: Área cosechada, rendimiento y producción de arveja en América del Sur	56
Anexo 7: Análisis de la varianza de los días a floración (DF)	57
Anexo 8: Análisis de la varianza de la madurez fisiológica (MF)	57
Anexo 9: Análisis de la varianza de la altura de planta (AP)	58
Anexo 10: Análisis de la varianza de vainas por planta (VP)	58
Anexo 11: Análisis de la varianza de longitud de vaina (LV).....	59
Anexo 12: Análisis de la varianza de ancho de vaina (AV)	59
Anexo 13: Análisis de la varianza de lóculos por vaina (LocV)	60
Anexo 14: Análisis de la varianza de granos por vaina (GV)	60
Anexo 15: Análisis de la varianza del peso de 100 semillas (P100)	61
Anexo 16: Análisis de la varianza del rendimiento en seco (Rdto).....	61
Anexo 17: Análisis Físico - Químico del suelo.....	62

RESUMEN

La arveja (*Pisum sativum* L.) es la tercera leguminosa más cultivada en el Perú y su producción es limitada por el uso de semillas de baja calidad. En este estudio nueve líneas de arveja F₇ y sus progenitores Utrillo y Usui se sembraron en el campo Libres I de la Universidad Nacional Agraria La Molina en un suelo franco arcillo arenoso en época de otoño. El experimento se realizó bajo el diseño de bloques completamente al azar con 11 tratamientos y tres repeticiones, se evaluaron los caracteres morfoagronómicos, la calidad del fruto para grano verde y el rendimiento en grano seco con sus componentes primarios (rendimiento de grano seco (t/ha), peso de 100 semillas (g), número de vainas por planta y número de granos por vaina), se utilizó la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05. La línea C₃L₇ mostró el mejor rendimiento en grano seco con 3.5 t/ha y 23 vainas por planta y se encuentra en el grupo de los precoces donde registró 54 días a floración y 103 días a madurez fisiológica. Asimismo, las líneas C₃L₂ y C₃L₃, alcanzaron mayores rendimientos que sus progenitores, además, estas son de periodo medio en comparación con la línea C₃L₇.

Palabras clave: Arveja Utrillo, arveja Usui, línea promisoría, rendimiento, precocidad, días a floración y días a madurez fisiológica.

ABSTRACT

The pea (*Pisum sativum* L.) is the third most cultivated legume in Peru and its production is limited by the use of low quality seeds. In this study, nine F₇ pea lines and their progenitors Utrillo and Usui were planted in Campos Libres I of the National Agricultural University La Molina in a sandy clay loam soil in autumn season. The experiment was carried out in the randomized complete block design with 11 treatments and three repetitions, it was evaluated the morpho-agronomic characters, the quality of the fruit for green peas and the yield of dry grain with its primary components (dry grain yield (t / ha), weight of 100 seeds (g), number of pods per plant and number of grains per pod), it was used the Duncan means comparison test with a significance level of 0.05. The C₃L₇ line showed the best dry grain yield with 3.5 t/ ha and 23 pods per plant and is in the early group where it recorded 54 days at flowering and 103 days at physiological maturity. Likewise, the C₃L₂ and C₃L₃ lines reached higher yields than their parents and also they are medium period in comparison with the C₃L₇ line.

Keywords: Utrillo pea, Usui pea, promising line, yield, precocity, days to flowering and days to physiological maturity.

I. INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.) es la tercera leguminosa más consumida en el Perú y es de gran importancia en la sierra peruana, sus granos tienen alto contenido de proteína (6.3 % en verde y 24.1 % en seco), además de carbohidratos, vitaminas y minerales como calcio y hierro (FUNIBER, 2017; Camarena y Huaranga, 2003). En el 2017, la superficie cosechada fue de 80 675 ha, de ese total 47 303 ha, corresponde al área cosechada de grano seco y 33 372 ha para grano verde. El rendimiento promedio nacional es de 1062 kg/ha y 3915 kg/ha en grano seco y verde, respectivamente. La región Junín a nivel nacional tiene un rendimiento de grano seco 1918 kg/ha y la región Arequipa de grano verde con 9512 kg/ha (MINAGRI, 2017).

Uno de los principales problemas en la producción de arveja es el uso de semilla tradicional, la cual es de baja calidad, esto afecta el rendimiento y la calidad e incrementa el costo de producción. En la sierra la arveja es un cultivo de secano, el cual se produce en lugares y épocas vulnerables a fenómenos climáticos, como lluvias intensas, granizos, vientos y heladas. Por lo cual se necesita de nuevas variedades.

El mejoramiento genético nos permite la obtención de nuevas variedades, a través de la hibridación que es un método de recombinación genética para obtener plantas con características deseadas como rendimiento, madurez, resistencia a enfermedades, resistencia a insectos, calidad y composición de la semilla.

En esta investigación se evaluó las líneas de arveja F₇ promisorias provenientes de la cruce de Utrillo x Usui de la generación F₆, las líneas seleccionadas son plantas de enrame, precoces y buena calidad de fruto para cosecha en verde y un buen rendimiento en grano seco; la variedad Usui es una arveja adaptada para la sierra de crecimiento indeterminado, enrame, tardío, rustico y de tolerancia a condiciones desfavorables; mientras que la variedad

Utrillo es de mata baja, determinada y semiprecoz, posee buena calidad para su uso como legumbre además de poseer alta calidad de vaina y grano tipo americano.

Por lo antes mencionado esta investigación se llevó a cabo en el campo Libres I de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Objetivo general

Evaluar las características de planta y rendimiento en grano seco de las líneas avanzadas de la generación F₇ de arveja (*Pisum sativum* L.) proveniente de la cruce de Utrillo x Usui en condiciones de La Molina.

Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento y sus componentes morfoagronómicos de las líneas F₇ de la cruce Utrillo x Usui en estudio bajo las condiciones de La Molina.
- Seleccionar las líneas F₇ de la cruce Utrillo x Usui por sus atributos de planta como tipo de crecimiento, precocidad, tamaño de fruto y superficie de grano.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ARVEJA

2.1.1. Origen y distribución geográfica

La arveja (*Pisum sativum* L.) es un cultivo muy antiguo. Su domesticación ocurrió entre Irán, el sudeste de Turquía y el sur de las tierras altas del valle del Jordán, 7000 años a. de C. (Harlan mencionado por Vallejo y Estrada, 2002). También su centro de origen primario está en Asia Central, Mediterráneo y Etiopía; el Cercano Oriente como centro de origen secundario (De Ron, 2015).

La arveja fue introducida durante la conquista española a la región andina, en donde se cultivan como variedades nativas, siendo fuentes de variabilidad (Vallejo y Estrada, 2002). En el Perú, las áreas con mayor superficie cosechada de arveja, están localizadas principalmente Cajamarca, La Libertad, Huancavelica, Ayacucho y Piura (MINAGRI, 2017).

2.1.2. Importancia y valor nutricional

La arveja es una legumbre de gran importancia en el mundo, la mayor parte de su producción se destina a la elaboración de alimentos para animales y la otra parte es para el consumo humano. También puede usarse como forraje, abono verde o mejorador del suelo gracias a la simbiosis con el género *Rhizobium*, la capacidad de fijación de nitrógeno del *Rhizobium* en arveja están dentro de los 50 y 300 kg/ha-año, por lo cual es una fuente de nitrógeno económica (Urzua, 2005).

Las arvejas se pueden consumir frescas o secas, con alto contenido nutricional como proteínas, carbohidratos, fibra, calcio, hierro y vitaminas A, C y E; las arvejas frescas son más dulces, sabrosas y con mayor contenido de agua que las secas, las arvejas frescas

suministran tiamina (B1) y hierro esencial para la energía, la función nerviosa y el metabolismo de carbohidratos. La arveja contiene fitosteroles (mayoritariamente beta-sitosterol, seguido del campesterol y sigmasterol), los cuales dificultan en el ámbito intestinal la absorción de colesterol de la dieta e incrementan su eliminación. (FUNIBER, 2017; Haro, s.f.) (Anexo 1).

2.1.3. Situación actual de la arveja

A nivel mundial

La arveja es de gran importancia a nivel mundial, su producción oscila entre 10 a 11 millones de toneladas, existe más de un millar de variedades de arvejas que pueden ser verdes o amarillas tanto para su consumo en verde, seco o procesado; además actualmente crece la demanda de arvejas forrajeras en el mercado global (De Bernardi, 2017).

La arveja durante la campaña 2015-2016 en la cual los principales países exportadores son Canadá y Australia, siendo sus principales destinos India, China y Bangladesh (Poletti, 2016). En la figura 1 se puede ver que el área y la producción de arvejas se ha incrementado, el 2017 el área cosechada de arveja seca fue de 8 141 031 ha y la producción fue de 16 205 448 t; mientras que para la arveja en verde fue de 2 669 305 ha y la producción fue de 20 699 736 t. El continente donde se producen arvejas en verde es Asia mientras que la producción de arveja en seco es Europa; los principales productores de arvejas en seco son Canadá, Federación de Rusia, China Continental, Ucrania, India, Estados Unidos de América, Francia, Lituania, Australia y Etiopía; los principales productores de arveja en verde son China Continental, India, Estados Unidos de América, Francia, Egipto, Pakistán, Perú, Argelia, Reino Unido y Federación de Rusia (FAO, 2017).

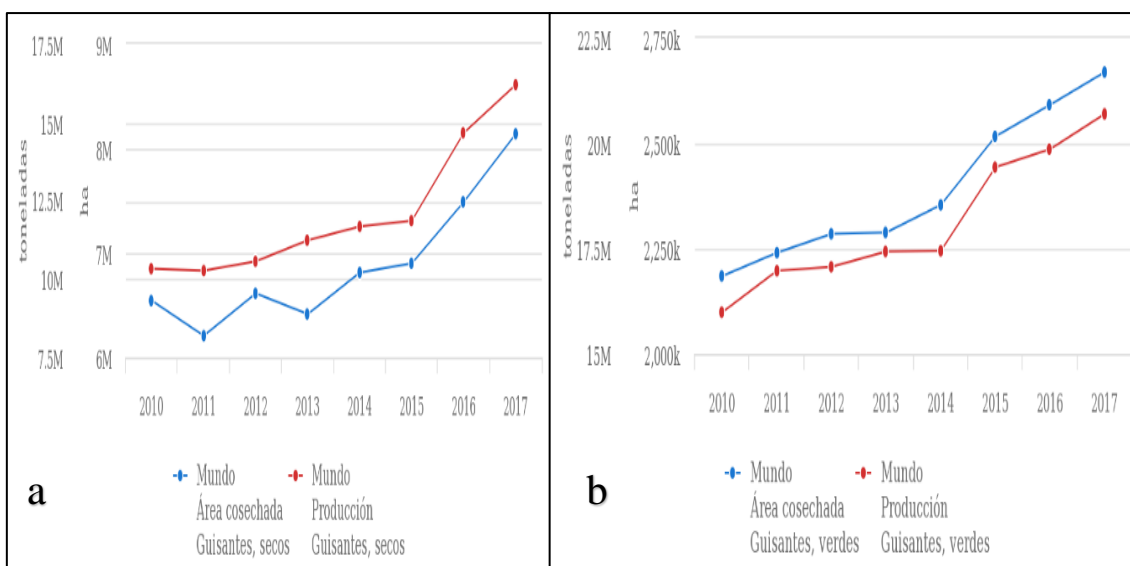


Figura 1: Área y producción mundial de la arveja.

a) Producción/Rendimiento de arveja verde en el Mundo durante el periodo del 2010 al 2017.

b) Producción/Rendimiento de arveja seca en el Mundo durante el periodo del 2010 al 2017.

Fuente: FAOSTAT (2019)

En el Perú

En el Perú la arveja es la tercera leguminosa que más se produce por debajo del frijol y el haba, durante el 2015 en la producción de arveja en grano seco creció en estos quince años a un ritmo de 2.5 % promedio anual, pasando de 38100 a 53800 t esto como incremento de áreas cosechadas en un 2.8 % (MINAGRI, 2015; GESTIÓN, 2016).

En América del Sur, Perú es el mayor productor de arveja en verde con 131 526 t, mientras que para grano seco es el tercer productor con 50 223 t. El rendimiento de Perú para arveja en grano seco es 1062 kg/ha y en verde con 3901 kg/ha; superado únicamente por Brasil 2474 kg/ha, mientras que para el rendimiento en verde es superado solamente por Chile 7732 kg/ha (FAO, 2017) (Anexo 6).

La producción de arveja en verde en el 2017 se ha incrementado en comparación con el 2016, mientras que la producción de arveja en grano seco ha disminuyendo. El rendimiento nacional de arveja en grano seco de 1062 kg/ha, Junín es la región con mayor rendimiento con 1918 kg/ha. El rendimiento nacional de arveja en grano verde fue de 3915 kg/ha, Arequipa es la de mayor rendimiento con 9512 kg/ha (figura 2) (SEPA-MINAGRI, 2017).

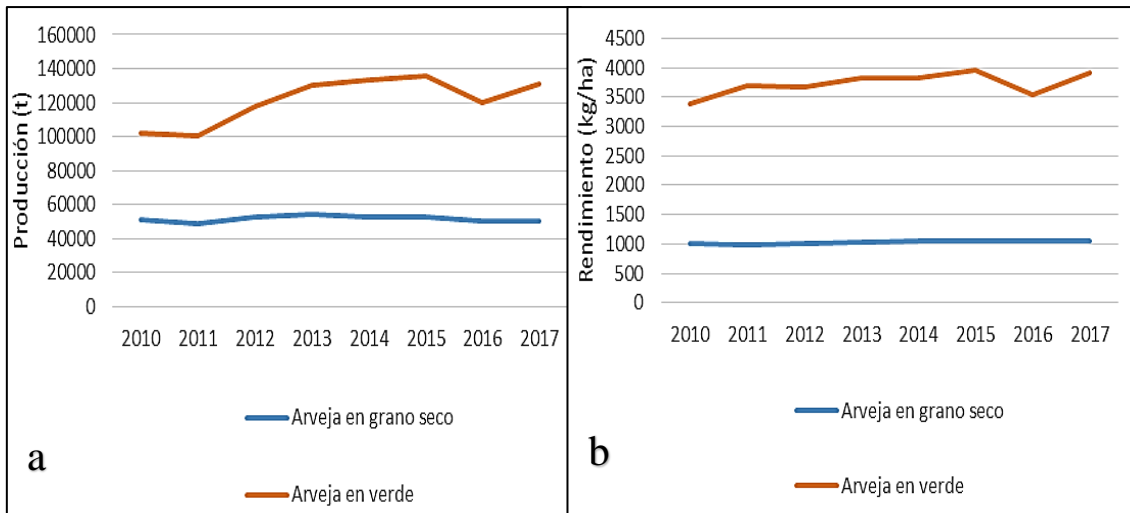


Figura 2: Producción y rendimiento de arveja en el Perú.

a) Producción de arveja en grano seco y verde promedio nacional durante el periodo del 2010 al 2017.

b) Rendimiento de arveja en grano seco y verde promedio nacional durante el periodo del 2010 al 2017.

Fuente: SEPA (2019)

2.1.4. Taxonomía

Vilcapoma (1991) señala la siguiente clasificación taxonómica para la arveja:

División: Angiosperma

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Tribu: Vicia

Género: *Pisum*

Especie: *Pisum sativum* L.

2.1.5. Morfología

Domínguez (1990) mencionado por Córdova (2017), menciona que la arveja es una leguminosa que posee tallos huecos, sus hojas son compuestas tienen folíolos y terminan en zarcillos, de flores papilionada, sencillas e insertadas en las axilas de las hojas. Su fruto es una vaina de forma y color variable, las semillas de la arveja son esféricas y numerosas.

Camarena *et al.* (2014), mencionan que la arveja es una planta anual y herbácea con la siguiente morfología:

- **Raíz**

Es de tipo pivotante; la raíz principal se desarrolla mucho y las laterales pueden ser densas. Pueden presentar nódulos de *Rhizobium*.

- **Tallo**

Son largos, delgados, cilíndricos, huecos y lisos de color verde claro o verde azulado, la ramificación y porte dependen del tipo de planta.

- **Ramas**

Las ramas se originan en los primeros nudos de la base, el número de estas depende de la variedad, fertilidad del suelo, abastecimiento hídrico y la densidad de plantas.

- **Hojas**

Son paripinnadas con dos o tres pares de folíolos ovales o lanceolados, opuestos o alternos. También con estípulas en la parte basal y en la parte terminal se ven de tres a cinco zarcillos, que usa la planta para asirse.

- **Flores**

Las flores son hermafroditas y completas, normalmente se autopoliniza, Pueden ser solitarias, en pares o racimos de color blanco, púrpura o violáceo.

- **Fruto**

Es una vaina bivalva, ligeramente curvada, con dehiscencia tardía. Presenta un ápice agudo o truncado y un pedicelo corto recto o curvo.

- **Semilla**

Es esférica, estos granos pueden ser lisos, rugosos o con hoyos y de color verde, gris, amarillo, etc.; estos difieren según la variedad.

2.1.6. Estados fenológicos

Camarena y Huaranga (2003), mencionan que la fenología del cultivo de arveja tiene dos fases; la fase vegetativa, en la cual se identifican los estadios 00, 10, 20, 30 y 40; y la fase reproductiva con los estadios 50, 60, 70, 80 y 90 (Tabla 1 y figura 3).

Tabla 1: Duración de los estadios fenológicos de la arveja (rango en variedades precoces y tardías)

Estadio	Descripción	Días (duración)	Acumulado
00	Germinación Semilla seca, comienzo de la imbibición de la semilla. La radícula sale de la semilla.	6	6
10	Emergencia La plántula brota o sale a través de la superficie del suelo.	4	10
20	Desarrollo de las hojas (un par de folíolos) El par de hojas escamas es visible. Primera hoja desplegada hasta nueve o más hojas desplegadas.	7	17
30	Crecimiento longitudinal (dos pares de folíolos) Comienzo del alargamiento del tallo. Primer entrenudo alargado visible hasta el 9° o más entrenudos alargados visibles.	6	23
40	Crecimiento longitudinal (tres pares de folíolos) Se inicia la ramificación y a lo largo del tallo se irán diferenciando los primeros entre nudos reproductivos.	10-26	33-49
50	Aparición del órgano floral Los botones florales son visibles fuera de las hojas.	17-31	50-80
60	Floración Las flores abiertas y comienzo de la floración cuando el 10 % de las flores están abiertas. Plena floración cuando el 50 % de las flores están abiertas	4-10	54-90*
70	Formación del fruto El 50 % de las vainas alcanzan la longitud de 2.5 cm y finaliza cuando las vainas alcanzan el tamaño típico.	8-4	62-94
80	Llenado de vainas; En el 50 % de las plantas muestran las primeras vainas con granos en desarrollo y alcanzan el tamaño óptimo.	13-11	75-105
90	Madurez Cuando el 70 % de las vainas entran en madurez fisiológica. El 100 % de las plantas con vainas secas con semillas duras, madurez completa.	35-85	110-190

Fuente: Camarena y Huaranga (2003).

*La floración varía de acuerdo al tipo de crecimiento de la planta de arveja, siendo 54 días en plantas de medio enrame y 90 días en plantas de enrame.

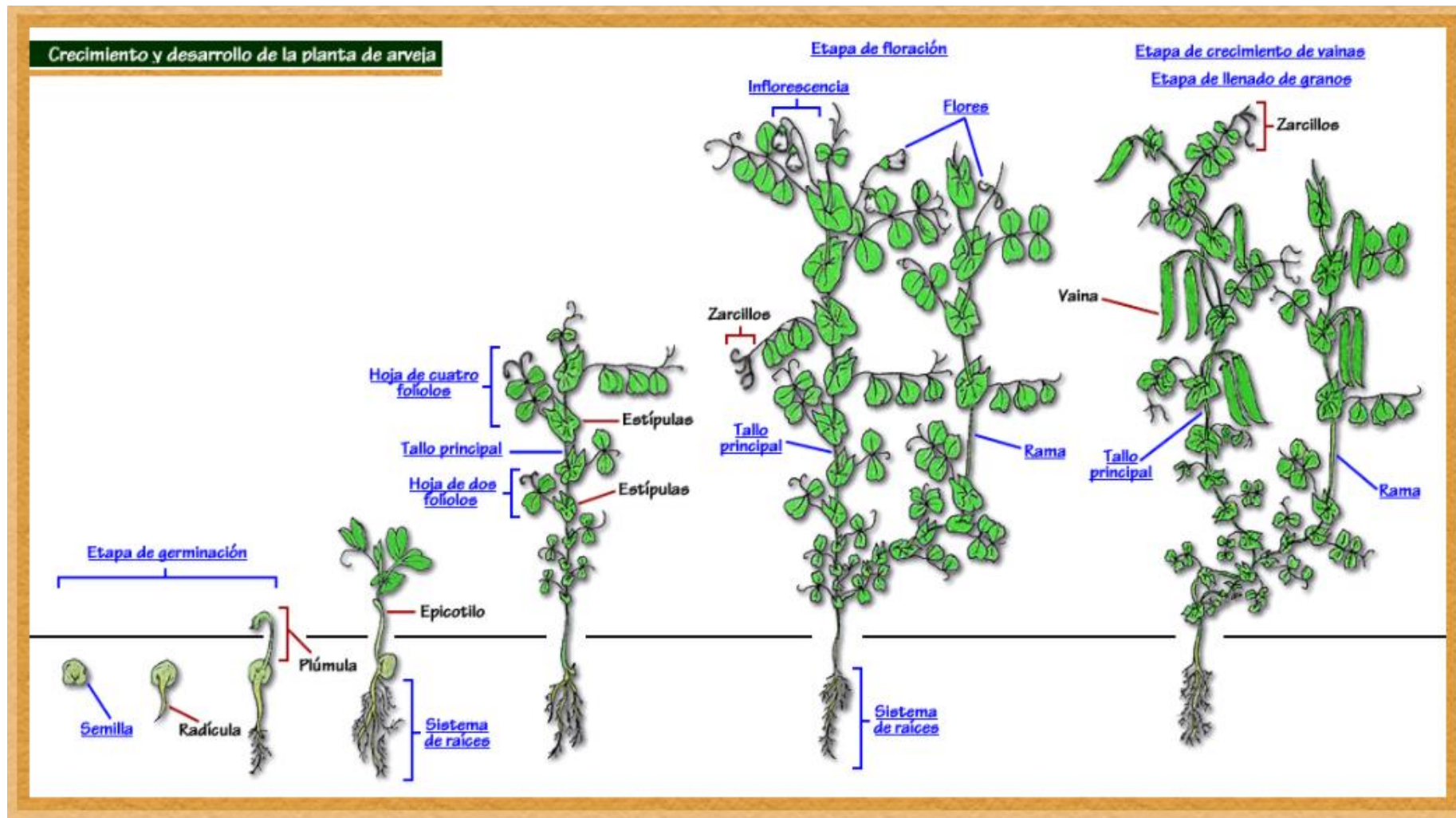


Figura 3: Crecimiento y desarrollo de la planta de arveja.

Fuente: PUC (1990).

2.1.7. Variedades

Faiguenbaum (1993) citado por Tacas (2015), menciona que la arveja tiene tres variedades botánicas:

- a. *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *macrocarpon* Ser.: se cultiva principalmente para el consumo de vainas como la arveja china.
- b. *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *sativum*: Se cultiva para grano en verde.
- c. *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir.: Se cultiva para granos secos, tanto para alimentación humana o animal.

MINAGRI (2016), describe los cultivares o variedades dentro de clase comercial. A esta se le puede definir como una agrupación de variedades que comparten características similares de forma, color, tamaño y brillo (Tabla 2).

Tabla 2: Características de las arvejas cultivadas en el país

Clase comercial	Características del grano	Variedades
BLANCA CRIOLLA Cuarentona, Blanca, arveja crema (Perú); Yellow peas (Inglés)	Color de grano: Crema claro, opaco. Forma: Esférica de textura lisa. Tamaño: Grande, 100 semillas pesan 30 a 35 g. Calibre: 285 a 333 semillas en 100 g.	INIA 103-Remate (DC:150) Blanca Criolla o Cuarentona(DC:150) Tarma(DC:130)
USUI Arveja ojo negro, musho negro (Cajamarca)	Color de grano: Crema, opaco. Forma: Esférica de textura lisa. Tamaño: Grande, 100 semillas pesan 30 a 35 g. Calibre: 285 a 333 semillas en 100 g.	INIA Usui (DC:115)
AZUL Arveja azul, Palomera (Cajamarca); Green peas (Inglés)	Color de grano: Verde azulado, opaco. Forma: Esférica de textura lisa. Tamaño: Grande, 100 semillas pesan 35 a 40 g. Calibre: 250 a 285 semillas en 100 g.	Azul (DC:160-190) Alderman (DC:170)
CREMA RUGOSA Arveja crema (Perú); Yellow peas (Inglés)	Color de grano: Verde cremoso, Crema claro, opaco. Forma: Esférica de textura rugosa. Tamaño: Mediano, 100 semillas pesan 25 a 30 g. Calibre: 333 a 400 semillas en 100 g.	Rondo (DC: 85-90) Utrillo (DC: 85-90)

Fuente: MINAGRI (2016).
DC: Días a cosecha.

2.2. REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

2.2.1. Clima

La arveja prefiere un clima templado y templado frío, siendo su periodo crítico cuando hay presencia de heladas y esto se da generalmente entre la floración y llenado de vaina, por eso se adapta mejor a las condiciones de sierra y valles interandinos; por lo cual el mayor volumen de producción de arveja se da entre 2500 y 3700 m.s.n.m. (Camarena y Huaranga, 2003).

2.2.2. Temperatura

La arveja puede germinar a temperaturas de 10°C; las plantas se congelan con temperaturas de 3 a 4°C bajo cero, estas detienen su crecimiento a temperaturas entre 5 a 7°C y a temperaturas comprendidas entre 15 a 18°C tienen un buen desarrollo; pueden soportar un amplio rango de temperatura 7 a 24°C y si las temperaturas superan los 24°C en la etapa vegetativa tienden a florecer sin un buen desarrollo para una buena producción (Maroto, 2006; Ugás et al., 2000).

2.2.3. Luz

La luz es importante para la floración teniendo en cuenta la longitud del día y la intensidad de la luz, por eso se recomienda más de nueve horas de luz. Las variedades de enrame prefieren más luz que las de medio enrame (Camarena et al., 2014)

2.2.4. Requerimiento hídrico

El cultivo de arveja necesita lluvias con valores entre los 800 y 1000 mm por campaña. En suelos profundos y con buena retención de humedad, cuya precipitación anual llegue a los 400 mm, el cultivo tiene una buena adaptabilidad. Este cultivo necesita más agua en el macollaje, pre floración, formación de vainas y llenado de grano (CARE, 2007; Camarena y Huaranga, 2008).

2.2.5. Suelo

El cultivo de arveja se adapta a una gran diversidad de suelos, pero prefiere suelos con buena estructura, profundos, buen drenaje, adecuada aireación y materia orgánica. Tolera suelos

ligeramente ácidos con pH 5.5 a 6.5. La arveja es sensible a la salinidad y la conductividad eléctrica no debe ser mayor a 2 dS/m (Ugás et al., 2000; Camarena y Huarínga, 2003).

2.3. ASPECTOS AGRONÓMICOS

2.3.1. Siembra

Camarena y Huarínga (2003), mencionan que la siembra se debe hacer en surcos y golpes; si son suelos con pendiente sembrar en el fondo del surco, en terrenos planos la semilla se pone en la costilla o lomo del surco.

En la siembra de arveja existen dos épocas de siembra; la campaña chica (junio-agosto) y la campaña grande (septiembre-diciembre); la elección de las épocas de siembra varían según los objetivos y las regiones (tabla 3) (Campos, 1969; Camarena y Huarínga, 2003).

Tabla 3: Épocas de siembra de la arveja en el país

Zona	Época de siembra	Cosecha
Sierra	Septiembre-noviembre	Seco y verde
Valles interandinos	Junio-Agosto	Verde

Fuente: Camarena y Huarínga (2003).

2.3.2. Fertilización

Camarena *et al.* (2014), recomiendan realizar un análisis de suelo y determinar el requerimiento de nutrientes; la fertilización tiene como objetivo incrementar la capacidad del suelo para así garantizar los nutrientes para un buen desarrollo de las plantas. La fertilización puede ser al momento de la siembra o iniciada la emergencia, esta no debe pasar los 15 días desde la siembra. En promedio la arveja responde 50-60-40 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O, esto equivale a aplicar 100 kg de urea, 133 kg de superfosfato triple y 66 kg de cloruro de potasio.

2.3.3. Riego

El riego depende de la necesidad del cultivo, la temperatura del ambiente, capacidad retentiva del suelo y el sistema de riego; en el caso de la arveja los riegos deben ser ligeros y frecuentes, teniendo cuidado con las etapas de floración y durante el llenado de vainas (Marmolejo y Suasnabar, 2000; Camarena *et al.*, 2014).

Nicho (2000) citado por Aliaga (2017), recomienda que durante el riego el agua no debe llegar al cuello de la planta, tener cuidado con los momentos de riego en especial con la floración, ya que un exceso o escasez durante esta etapa puede ocasionar caída de flores y frutos por consecuencia una disminución en el rendimiento.

2.3.4. Control de malezas

El desmalezado debe realizarse de manera oportuna especialmente durante los 45 días después de la siembra. La maleza compite por los nutrientes, luminosidad, agua y además de ser hospedera de plagas. Se requiere generalmente de dos a tres deshierbos; para el control se puede hacer de manera manual, mecánica o químico; en este último se recomienda aplicar preferentemente los herbicidas preemergentes (Marmolejo y Suasnabar, 2000; Camarena *et al.*, 2014).

2.3.5. Tutorado

CARE (2004), indica que los tutores sirven de soporte para los tallos trepadores de arvejas de enrame, mediante esta técnica se obtiene mayores rendimientos y mejor calidad de granos; para este tipo de manejo se recomienda usar carrizos, ramas de árboles, palos de eucalipto de 1.50 a 1.70 m de altura, además de rafia o pitas de yute. Este sistema se instala a los 30 o 40 días después de la emergencia, la colocación de los soportes pueden ser en espaldera o caballete.

Cosme (2015), menciona que en el cultivar de arveja INIA-Usui en La Estación Experimental Agraria Donoso, donde se ha registrado rendimientos superiores a 10 t/ha de grano verde y de 2.5 t/ha de grano seco, empleando tutores.

2.4. MEJORAMIENTO GENÉTICO

2.4.1. Cultivar

Hartmann y Kester (1995), definen al cultivar “un conjunto de plantas cultivadas que puede ser distinguido con claridad por cualquier carácter (morfológico, fisiológico, citológico, químico u otros), y que cuando se reproduce sexual o asexualmente, retiene estos caracteres distintivos”.

El cultivar se emplea como equivalente de “cultivated variety”, para ser llamado cultivar debe cumplir dos características el de identidad y reproducibilidad; los agrónomos y horticultores conocen muchas variedades agrícolas a la cual llaman cultivar o variedad, aunque ambos términos se pueden usar indistintamente hoy se prefiere el termino cultivar (Poehlman y Sleper, 2003).

2.4.2. Objetivos del mejoramiento genético

Mendoza (2014), menciona cuales son los objetivos del mejoramiento genético.

- a. Mayor producción de alimentos por unidad de superficie.
- b. Generación de nuevos sistemas de producción.
- c. Mayor calidad nutricional.
- d. Adaptación a la mecanización.
- e. Resistencia a plagas y enfermedades

2.4.3. Principales métodos de mejoramiento genético en autogamas

La planta de arveja tiene bajo porcentaje de polinización cruzada ya que es autógama y además diploide esto facilita su conservación como línea.

Hay diversas técnicas de mejoramiento genético los más usados en autógama son:

2.4.3.1. Selección

Es el procedimiento de mejoramiento más antiguo, puede ser natural o artificial, este procedimiento incluye la identificación y la propagación de genotipos individuales o grupales, estas selecciones pueden ser:

a. Selección masal

Camarena *et al.* (2012), mencionan que este método consiste en seleccionar individuos con caracteres fenotípicos superiores, para luego mezclarlos y así obtener la generación siguiente, este método es eficiente en poblaciones heterogéneas en autógama o individuos heterocigotos en alogamas. La selección masal es generalmente poco utilizada para características de baja heredabilidad. El objetivo de este método es formar poblaciones homocigotas y heterogéneas, además se usa en: Selección masal a partir de variedades locales, selección masal de purificación de variedades y selección masal después de

hibridación.

b. Selección de líneas puras

Poehlman y Sleper (2003), definen línea pura como “línea en la que todos los miembros han descendido, por autofecundación de un solo individuo homocigótico. Una línea es genéticamente pura (homocigótica)”. Un cultivar de línea pura es más uniforme, esta selección se practica en poblaciones segregantes después de la hibridación. En todo caso la prueba de progenie es importante en la selección de líneas puras y se usa para evaluar el comportamiento reproductivo de la planta seleccionada.

2.4.3.2. Hibridación

Vallejo y Estrada (2002), mencionan que es el proceso en el que los progenitores combinan sus características; es decir que transfieren sus genes deseables por lo que se escoge de la descendencia las mejores plantas. La hibridación tiene como objetivos: combinar en un solo genotipo, genes favorables de dos o más progenitores diferentes, aumentar la variabilidad genética y aprovechar la segregación transgresiva en herencia cuantitativa (figura 4).

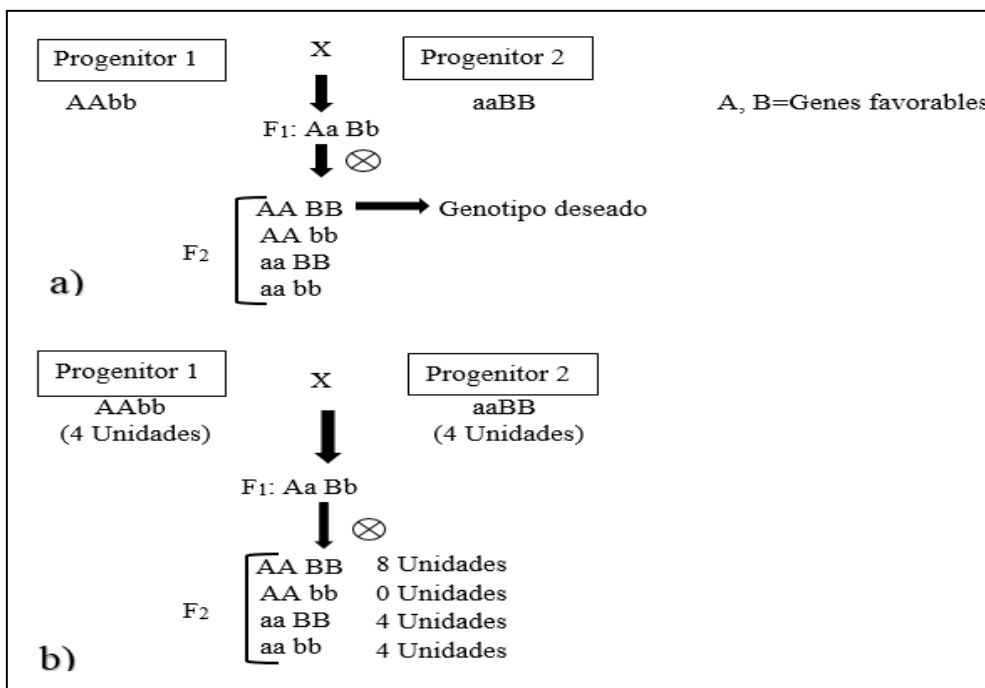


Figura 4: Hibridación en especies autógamas.

Fuente: Vallejo y Estrada (2002).

a) Cruzamiento entre dos progenitores diferentes.

b) Segregación transgresiva en herencia cuantitativa.

Poehlman y Sleper (2003), mencionan que los procedimientos de selección posteriores a la hibridación son: selección por pedigree, método de población masiva, método de descendencia uniseminal y método del haploide duplicado.

a. Selección por pedigree

Poehlman y Sleper (2003) definen la selección por pedigree como “método de selección en una población en segregación en el que los descendientes de plantas F₂ seleccionadas se vuelven a seleccionar en generaciones sucesivas hasta que se alcance la pureza genética”, también explican que en este método se seleccionan plantas superiores, estas a partir de la generación F₂ y esta selección sigue en las generaciones posteriores hasta encontrar pureza genética (figura 5).

Vallejo y Estrada (2002), señalan que el efecto del ambiente en el rendimiento es grande por lo que no es recomendable seleccionar en la F₂ pero si resistencia a enfermedades u otros caracteres de alta heredabilidad; en las líneas F₃ se puede hacer una selección para caracteres de heredabilidad moderada y en generaciones superiores a la F₄ se propone seleccionar para rendimiento, además de que el mejorador debe conocer los caracteres morfológicos y fisiológicos de buenas variedades.

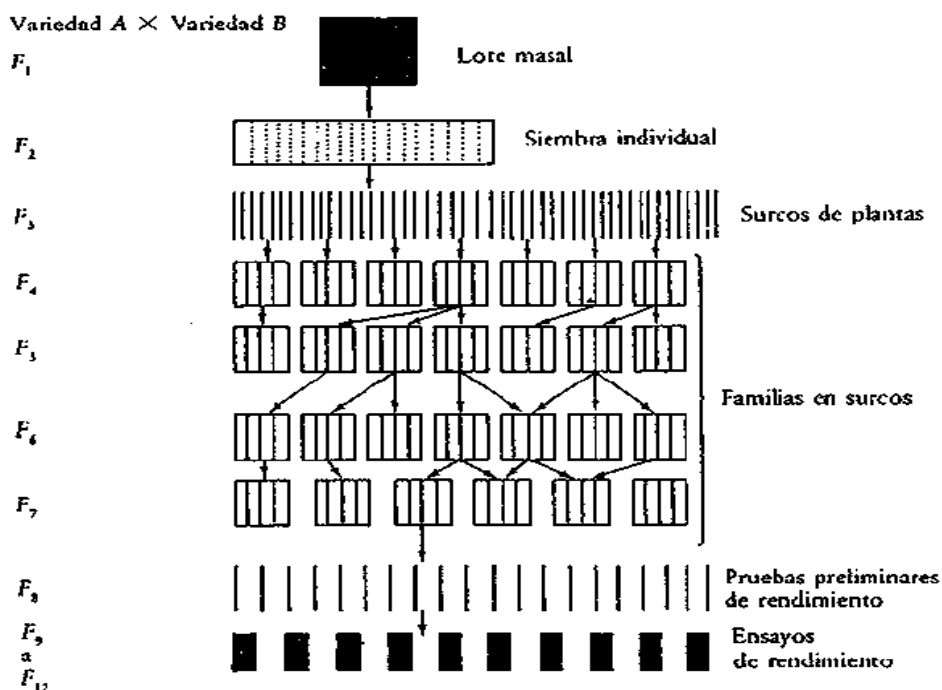


Figura 5: Método de selección por pedigree.

Fuente: Mendoza (2014).

Vallejo y Estrada (2002), mencionan las ventajas y desventajas en el método genealógico o pedigree; dentro de las ventajas esta descartar genotipos indeseables y concentrar sus esfuerzos en aquellos genotipos de importancia y Permite estudiar la herencia de los diferentes caracteres; y las desventajas es exigente en tiempo, esfuerzo y recursos en forma de datos de la genealogía, se acumula mucho material, el cual no puede ser evaluado y no proporciona una pista segura que se pueda volver a seguir para obtener la misma variedad.

2.4.4. Mejoramiento genético de la arveja

Huaringa (2014) señala que el mejoramiento se usa para la formación de cultivares de arveja ya sea como legumbre (grano verde) o menestra (grano seco), esto se consigue con la recombinación mediante la hibridación (tabla 4).

Tabla 4: Modo de herencia de los caracteres en arveja

Carácter	Dominante	Recesivo
Textura de semilla	Lisa	Rugoso
Color de semilla	Crema amarillo	Verde
Color de flor	Púrpura	Blanca
Tipo de vaina	Hinchada	Hendida
Color de vaina inmadura	Verde	Crema o amarilla
Floración	Axial	Terminal
Tallo	Largo	Corto
Tamaño de planta	Alta (1.8-2 m)	Enana (0.5-0.8 m)
Tipo de planta	Enrame	Mata baja

Fuente: Huaringa (2014).

Tal como se ve en la tabla 5 están las programaciones de las campañas para la cruz 3 de Utrillo X Usui, donde se describe la naturaleza del material genético por campaña, el método de mejoramiento genético usado y el resultado se obtuvo luego de cada campaña.

Tabla 5: Programa de mejoramiento genético en arveja desarrollado

Ciclo	Año	Estación	Naturaleza del material genético	Método de mejoramiento genético	Logro
1	2011	Otoño	Progenitores	Hibridación	Semillas F ₁
2	2011	Primavera	Siembra de la F ₁	Observación de plantas F ₁	Semillas F ₂
3	2012	Primavera	Siembra de la F ₂	Evaluación de plantas segregantes	Semillas F ₃
4	2013	Primavera	Siembra de la F ₃	Evaluación de plantas segregantes	Semillas F ₄

«continuación»

5	2015	Primavera	Siembra de la F ₄	Líneas promisorias	Semillas F ₅
6	2016	Otoño	Siembra de la F ₅	Líneas promisorias	Semillas F ₆
7	2017	Otoño	Siembra F ₆	Líneas promisorias	Semillas F ₇

Fuente: Huaranga (2017)

2.5. ANTECEDENTES

Quispe (2007), menciona que la variedad Rondo obtuvo un promedio general en grano seco para rendimiento fue de 2644 kg/ha, para número de vainas por planta fue de 15.66, número de granos por vaina fue de 6.3, el peso promedio de 100 granos fue de 30.46 g, altura de planta fue de 65.18 cm, el número de lóculos por vaina de 8.4, el largo de vaina de 9.6 cm, el ancho de vaina fue 1.4 cm.

Guevara (2005), menciona que Utrillo obtuvo entre 3 a 8 vainas, la longitud de vaina presenta una variación entre los 8.6 cm a 10.5 cm, número de granos presento una variación de 5 a 6 granos por vaina, altura de planta fue de 52.7 cm a 77.0 cm.

De Villena (2001), obtuvo lo siguiente para la variedad Utrillo:

- En invierno: Promedio de las variables evaluadas; altura de planta 58.2 cm, 58 días a floración, 6.2 granos por vaina, 18.3 vainas por planta, 10.6 cm en largo de vaina y con 1.8 cm en ancho de vaina.
- En primavera: Promedio de las variables evaluadas; altura de planta 53.1 cm, 46 días a floración, 6.7 granos por vaina, 13.1 vainas por planta, 10.2 cm en largo de vaina y con 1.9 cm en ancho de vaina.

Tirado (1995), menciona que la variedad Pasco 002 fue la de mayor rendimiento con 1345.3 kg/ha, para peso de 100 semillas el promedio fue de 23.18 g y para número de vainas promedio por plantas fue de 21.93.

Casanova, Solarte, y Checa (2012) mencionan en su artículo que el rendimiento de grano seco en líneas promisorias de arveja, los promedio se encuentra dentro de los rangos de 1.44

t/ha y 1.55 t/ha, las cuales se obtuvieron con las densidades D2, D3 y D4; teniendo en cuenta que con las densidades D2 y D4 también se obtuvieron los mayores pesos de 100 semillas con 23,5 y 23,35 g.

Muñoz (2013), comparo quince cultivares de arveja y obtuvo un promedio general para rendimiento en grano seco de 1.21 t/ha al 13% de humedad, siendo el T6 (PLS 150) el que obtuvo el mayor rendimiento con 1.65 t/ha.

Mayorga (2016), encontró en la evaluación de rasgos morfoagronómicos y del contenido nutricional del grano de arveja para el rendimiento de grano seco por hectárea fue de 1.33 t/ha en promedio para las cinco localidades de evaluación, también la localidad que obtuvo mayor rendimiento en promedio fue Marengo con 2.65 t/ha además en dicha localidad la línea UN7637 fue la que presentó un mayor rendimiento con 3.61 t/ha.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2006), en la Estación Experimental Santa Catalina (3050 msnm) se evaluaron seis líneas promisorias de arveja, de las cuales dos fueron producto de hibridación y las otras cuatro fueron seleccionadas del banco activo; el ensayo registro que el rendimiento medio en seco fue de 1350.20 kg/ha, teniendo en cuenta que las líneas Esmeralda x Finale s11, Lojanita x Blanquita s15, OBO 027 e IG 50347 son las que alcanzaron rendimientos superiores a los 1400 kg/ha.

INIAP (1997), menciona que la variedad INIAP-433 ROXANA proviene de la línea E-145 cuyo mejoramiento se realizó a través de la selección intravarietal simple, esta variedad presenta un rendimiento promedio en grano seco de 1973 kg/ha, seis granos por vaina y 12 vainas por planta; la variedad INIAP-434 ESMERALDA que proviene de la línea E-175 mediante la selección de poblaciones segregantes presenta un rendimiento promedio en grano seco de 1640 kg/ha, cuatro granos por vaina y 12 vainas por planta.

Toll y Vizgarra (2003), evaluaron los rendimientos en grano seco de las cuales el tratamiento de 0.35 m de densidad de planta y 50 kg SFT fue el que obtuvo el mayor rendimiento con 3113 kg/ha.

III. METODOLOGÍA

3.1. CAMPO EXPERIMENTAL

3.1.1. Lugar

La investigación se llevó a cabo entre los meses de mayo y octubre. Dicho ensayo se instaló en la parcela Libres I del Programa de Investigación y Proyección Social de Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PGLO), el cual está ubicado dentro de la Universidad Nacional Agraria La Molina, localizado en el valle de Ate que pertenece al distrito de La Molina, provincia y departamento de Lima, Perú cuya posición geográfica es:

Altitud : 243 m.s.n.m

Longitud : 76°57'05" O

Latitud : 12°05'06" S

3.1.2. Historial de campo

En la parcela Libres I donde se realizó el trabajo, los cultivos anteriores fueron papa y maíz por el cual se vio conveniente la instalación del cultivo de arveja.

3.1.3. Análisis de suelo

Para el análisis de suelo se sacó una muestra al azar del campo experimental y luego la muestra se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelos Plantas, Agua y Fertilizantes de la UNALM. Dicho análisis se ve en el Anexo 17, el cual indica que es un suelo de clase textural Franco arcillo arenoso, con una conductividad eléctrica de 1.59 dS/m el cual nos indica que es ligeramente salino. El pH fue 7.74 por lo tanto es un suelo ligeramente alcalino. El contenido de CaCO₃ (3.40 %) está en concentraciones bajas. El contenido de materia orgánica es bajo con 1.7 %. Con respecto al contenido de fósforo y potasio disponible con 11.5 y 193 ppm respectivamente, estos se encuentran dentro del rango medio.

La capacidad de intercambio catiónico es de 13.28 meq/100g, es decir una CIC media, esto se debe a que es un suelo pobre en cuanto al contenido de materia orgánica; también se observa en el caso de la relación Ca/Mg de 6.35 y esto nos indica que está dentro de una relación Ca/Mg normal, la relación K/Mg de 0.55 que hay una deficiencia de Mg. El porcentaje de saturación de bases es de 100 % el cual es de un suelo óptimo.

3.1.4. Condiciones meteorológicas

La instalación de esta investigación fue desde el mes de mayo hasta octubre del 2017. Para lo cual se solicitó información de las condiciones meteorológicas al observatorio “Alexander Von Humboldt” de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

En la Tabla 6 se observó una temperatura mínima de 13.16 °C en el mes de septiembre y la temperatura máxima de 23.94 °C, la cual se registró en el mes de mayo. Los promedios de temperatura oscilaron entre los 16.29 hasta los 20.74 °C. Con lo cual se puede decir que la temperatura se encuentra dentro del rango óptimo del crecimiento y desarrollo de la planta.

Tabla 6: Datos meteorológicos para el distrito de La Molina, registrados durante el periodo de mayo a octubre del 2017

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa Media (%)
	Máxima	Mínima	Media		
Mayo	23.94	17.54	20.74	0.07	78.13
Junio	20.61	15.59	18.10	0.08	80.66
Julio	20.28	14.80	17.54	0.04	78.47
Agosto	19.44	14.54	16.99	0.13	79.35
Setiembre	19.42	13.16	16.29	0.15	82.36
Octubre	22.50	13.77	18.14	0.01	78.20
Promedio	21.03	14.90	17.97	0.08	79.53

Fuente: Observatorio Meteorológico “Alexander Von Humboldt” – UNALM (2018).

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Material vegetal

El material experimental que se uso fue seleccionada de las líneas promisorias de la F₆ del cruce de Utrillo x Usui en la campaña del 2016, realizada por el Programa de Leguminosas de Grano de Universidad Nacional Agraria La Molina. Estas líneas promisorias elegidas se sembraron junto a sus progenitores y así iniciar el ensayo de las líneas F₇ del cruce de Utrillo x Usui en el lote Libres I de La Molina. En la tabla 7 se muestra las características de las variedades de arveja progenitoras de la cruz 3.

Tabla 7: Características de los progenitores de la cruz 3

Caracteres	Utrillo (Progenitor femenino)	Usui (Progenitor masculino)
Periodo vegetativo	Semiprecoz	Tardío
Habito de crecimiento	Mata baja o determinado	Enrame, crecimiento indeterminado.
Superficie de la testa	Rugosa	Lisa
Color del grano	Verde brillante	Crema
Color del hilio	Blanco	Negro
Color de las hojas	Verde oscuro	Verde claro
Vigor	Altamente vigoroso	Modernamente vigoroso
Altura de planta (m)	0.45 - 0.55	1.10 – 1.45
Longitud de vaina (cm)	8- 11	5-7
Número de granos por vaina	8-9	6-5
Número de vainas por planta	10	14
Forma de consumo	Verde	Verde y seco
Adaptación	Adaptada a la sierra pero el área cultivada es limitada por alto precio y requerimiento en el manejo agronómico	Muy difundida en la sierra por sus características de tolerancia a la sequía.

Fuente: Huaranga (2013).

3.3. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Se evaluaron las líneas promisorias de la F₇, la descripción de los tratamientos se observa en la Tabla 8.

Tabla 8: Descripción de los tratamientos en estudio

Material genético	Identificación de líneas la cruza de F ₆	característica de grano
C ₃ L ₁	Ensayo A T1 parcela 101	v, r y n
C ₃ L ₂	Ensayo A T4 parcela 104, planta 5	v, r y n
C ₃ L ₃	Ensayo A T5 Parcela 105 planta 2	v, r y n
C ₃ L ₄	Ensayo A T7 parcela 107	vc, r y n
C ₃ L ₅	Ensayo A T9 parcela 109	v, r y n
C ₃ L ₆	Ensayo A T10 parcela 209,303	v, r y n
C ₃ L ₇	Ensayo B T1 parcela 101	v, r y n
C ₃ L ₈	Ensayo B T2 parcela 102	v, r y b
C ₃ L ₉	Ensayo B T9 parcela 306	v, r y b
Utrillo	Ensayo A T12 parcela 112	vb, r y b
Usui	Ensayo A T13 parcela 113	c, l y n

Color de testa: Verde (v), verde claro (vc) y verde blanquecino (vb).

Superficie de grano: Rugoso (r) y liso (l).

Color de hilio: Negro (n) y blanco (b).

3.4. METODOLOGÍA

La siembra se realizó el 22 de mayo del 2017 en un terreno preparado según el requerimiento del cultivo y el riego que se uso fue el de gravedad, siguiendo las recomendaciones para la instalación dadas por parte del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas, en dicho terreno se marco las parcelas experimentales para los 11 tratamientos y 3 repeticiones como se muestra en el croquis.

3.5. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

- **Preparación de la semilla**

Se realizó una prueba de germinación para ver la viabilidad de la semilla de cada una de las líneas de la cruza Utrillo x Usui, cada línea será separada en una bolsa previamente etiquetada, en esta bolsa debe contener 21 semillas; además las semillas fueron tratadas con Vitavax a razón de 2.0 g/kg de semilla.

- **Preparación del terreno**

Se inició con la limpieza del terreno, seguido por un riego pesado para posteriormente arar y nivelar. En el surcado se debe tener en cuenta que el surcado es de 0.8 m de distancia y se procedió hacer la delimitación de los ensayos y bloques, los cuales fueron señalados utilizando wincha, estacas, cordel y cal.

- **Siembra**

La siembra se realizó el 22 de mayo en la parcela Libres I, en forma manual usando una lampa y la distancia entre golpe será de 0.4 m y se sembró en las costillas, en donde se depositaron tres semillas por golpe, la distribución es de acuerdo al diseño.

- **Control de malezas**

Esta labor se realizó con la aplicación de un herbicida pre-emergente SUPREMO a una dosis de 50 mL/mochila (20 L) y luego se complementó con dos dehierbos de forma manual.

- **Colocación de tutores**

Esto se puso a las 43 días después de la siembra, se colocó los tutores en cada parcela, por cada surco se pusieron dos carrizos de 1.5 m de altura, los cuales tendrán cuatro niveles de rafia, el primer nivel de rafia se hizo a los 20 cm (Figura 6).



Figura 6: Colocación de tutores en el ensayo experimental.

- **Riego**

El riego fue por gravedad, se tuvo cinco riegos durante todo el desarrollo del experimento, el primero fue el de ensaño el 23 de mayo y los restantes fueron de mantenimiento. Teniendo prioridad en las etapa de floración y llenado de vainas (Figura 7).



Figura 7: Riego de mantenimiento en llenado de grano.

- **Fertilización**

A los 29 días después de la siembra se incorporó al fondo de surco los fertilizantes químicos con la siguiente dosis 60 N, 40 P₂O₅ y 40 K₂O; después a los 46 días después de la siembra se hizo una fertilización foliar con Engrose 12-10-55 y microelementos, esto en dos ocasiones el 13 de junio y 27 de junio del 2017 a una dosis de 100 g por mochila.

- **Control fitosanitario**

Se efectuó de acuerdo a las condiciones climáticas e incidencia de plagas y enfermedades, con lo cual se estableció medidas preventivas y curativas de ser el caso (Figura 8).

Se tuvo problemas principalmente con:

- Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) se utilizó Abamex (Abamectina) a

una dosis de 20 mL/mochila.

- Oidium (*Erysiphe pisi*) se utilizó Kumulus (Azufre micronizado) a una dosis de 100 g/mochila.



Figura 8: Daño de plagas y enfermedades en la arveja.

- a) Daño de mosca minadora en las hojas.
- b) Presencia de Oídium en hojas y fruto de arveja.

- **Cosecha**

La cosecha se realizó de forma manual desde mediados de septiembre hasta mediados de octubre, esto según la madurez que alcanzaba cada línea, ya que estas difieren en precocidad. Teniendo en cuenta que la primera cosecha se realizó en madurez fisiológica, las muestras fueron sometidas al secado para su posterior trilla y selección (Figura 9).



Figura 9: Cosecha de arveja.

- a) Vainas en madurez fisiológica listas para iniciar cosecha.
b) Secado de plantas para su posterior trillado y selección.

3.6. PARÁMETROS EVALUADOS DURANTE EL EXPERIMENTO

3.6.1. Variables de caracteres morfo agronómicos y calidad del fruto

- **Días a floración:** Se evaluó basándose en los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas tengan su primera flor. La evaluación se realizó en forma visual en cada parcela.
- **Días a madurez fisiológica:** Se evaluó basándose en los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas presenten vainas en madurez fisiológica. La evaluación se realizó en forma visual en cada parcela.
- **Altura de planta (cm):** Se tomó al azar 10 plantas de toda el área de experimento, las cuales se midieron desde el cuello de la planta hasta el extremo final del tallo principal, esta evaluación se evaluó a la cosecha.
- **Número de lóculos por vaina:** Se tomó al azar 10 vainas y se contabilizó el número de lóculos encontrados.

- **Color del hilio:** Se evaluó el color del hilio (negro, blanco).
- **Superficie de grano:** Se evaluó la superficie (lisa, rugosa, hoyos y ligeramente con hoyos).
- **Color del grano:** Se evaluó el color del grano (verde, crema).
- **Longitud de las vainas (cm):** Se evaluó la longitud de 10 vainas extraídas al azar de cada planta. Las medidas se tomaron desde el final del pedicelo hasta el ápice y finalmente se hallará el promedio de las 10 vainas.
- **Ancho de vainas (cm):** Se evaluó la longitud de 10 vainas extraídas al azar de cada planta. Se midió el tamaño de la parte central de la vaina de extremo a extremo.

3.6.2. Variables de rendimiento y sus componetes primarios

- **Número de vainas por planta:** Se tomó al azar 10 plantas de toda el área de experimento y se registrará el número de vainas por planta.
- **Número de granos por vaina:** Se tomó al azar 10 vainas y se contabilizó el número de granos por vaina y finalmente se sacó el promedio.
- **Peso de 100 semillas:** Se tomó el peso de 100 granos de arveja seco al azar en toda el área experimental y se expresó en granos.
- **Rendimiento de grano seco:** Se tomó el peso de grano seco de (10) plantas tomadas al azar en toda el área experimental, se registró y luego se expresó en kilogramos por hectárea. Los cuales se evaluaron después de la cosecha.

3.7. ANALISIS ESTADÍSTICO

3.7.1. Diseño experimental

El experimento se realizó bajo el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 11 tratamientos y tres repeticiones haciendo un total de 33 unidades experimentales.

La técnica estadísticas es el análisis de variancia (ANVA) a un nivel de significancia de 0.05 y para la comparación de los promedios, se utilizó la Prueba de Duncan, a el nivel de significación del 5 %.

Tabla 9: *Esquema de análisis de variancia para el diseño de bloques completamente al azar*

Fuente de Variación (FV)	Grados de Libertad (GL)
Bloques (r - 1)	2
Tratamientos (t - 1)	10
Error experimental (r - 1) (t - 1)	20
Total (rt-1)	32

Siendo el modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación o variable de respuesta.

μ = Media general.

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

B_j = Efecto del i-esimo bloque.

E_{ij} = Error experimental.

3.7.2. Características del campo experimental

El campo experimental consta de 193.6 m²

- Parcela:
 - N° de parcelas : 33
 - N° de surcos : 2

- Ancho de parcela : 1.6 m
- Largo de parcela : 3 m
- Área de parcela : 4.8 m²
- Distancia entre golpes : 0.4 m
- Distancia entre surcos : 0.8 m
- N° de golpes por surco : 7
- N° de semillas por golpe : 3
- Área total de parcelas : 1.54 m²

- Bloques:
 - N° de bloques : 3
 - N° de parcelas por bloque : 11
 - Ancho de bloque : 3 m
 - Largo de bloque : 17.6 m
 - Área de un bloque : 52.8 m²
 - Área total de bloques : 158.4 m²

- Parcela:
 - Ancho de calle : 1 m
 - Largo de calle : 17.6 m
 - N° de calles : 2
 - Área : 17.6 m²
 - Área total de calles : 35.2 m²

3.7.3. Croquis del campo experimental

En la Figura 10 se ve la distribución del ensayo con los tres bloques y los 11 tratamientos los cuales se dispusieron al azar.

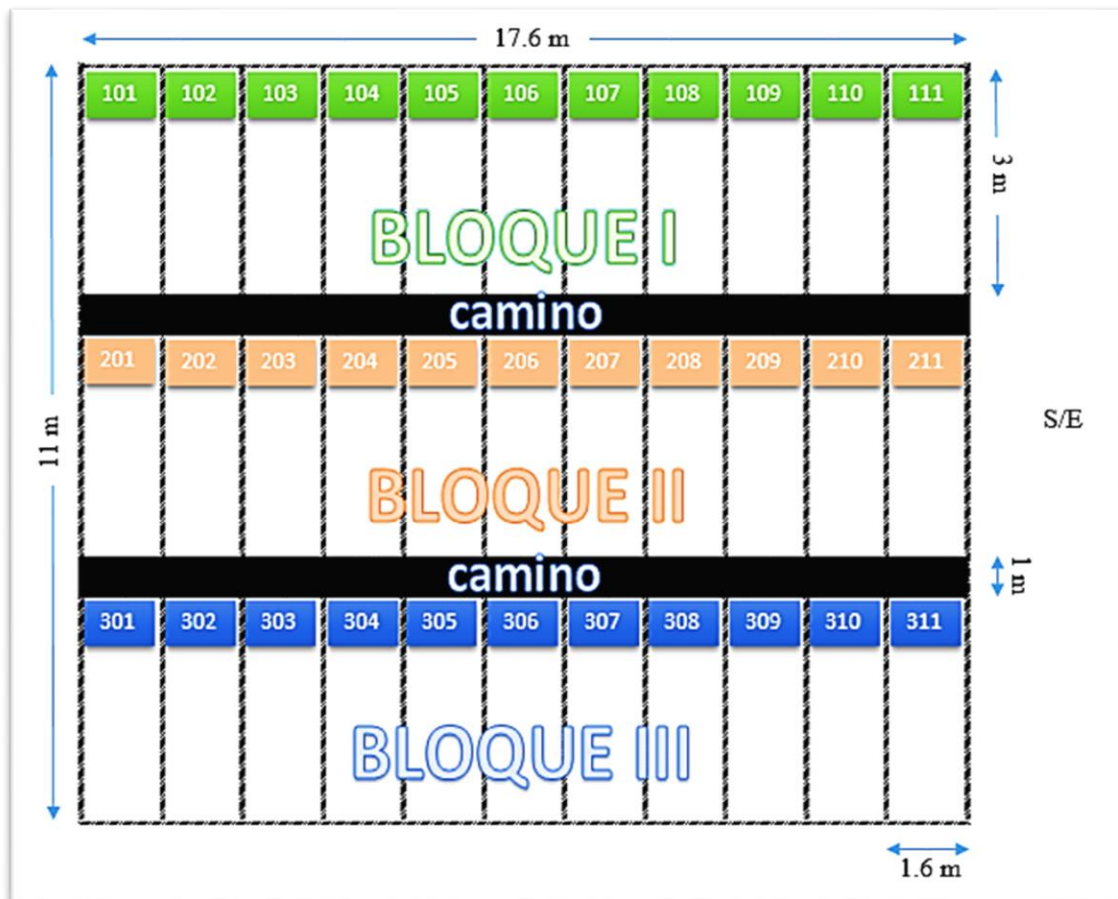


Figura 10: Croquis del experimento.

3.7.4. Análisis de datos

Se usó el software estadístico InfoStat versión 2008, con dicho programa se realizó el análisis de varianza, las pruebas de comparación de media Duncan con un nivel de significación de 0.05 y así mismo las características cualitativas fueron analizadas en forma descriptiva y las recomendaciones de mi asesora la ingeniera Huaranga y al Programa de mejoramiento genético de la arveja (*Pisum sativum* L). en el PLGO de la Universidad Nacional Agraria La Molina

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERES MORFO AGRONÓMICOS Y CALIDAD DEL FRUTO EN ARVEJA EN GRANO VERDE

4.1.1. Días a floración

En la tabla 10 y figura 11, se observa que la floración en las líneas de arveja F₇ están dentro del rango de 52 a 61 días y el promedio es de 55 días, donde el progenitor Utrillo registro 55 días a floración y en el caso de Usui fue a los 61 días a floración.

En el análisis de varianza (anexo 7), se observó que no hay diferencia significativa entre los bloques, pero si existe una alta diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 3.12 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (figura 11); se observa que, las dos primeras líneas que presentaron los mayores días a floración fueron Usui con 61 días y C₃L₃ con 58 días; estas fueron las más tardías, además estas líneas no muestran significación estadística, por tener respuestas similares; sin embargo, las líneas que obtuvieron los menores días son C₃L₁ con 55 días, C₃L₇ con 54 días, C₃L₆ con 53 días y C₃L₅, C₃L₄, C₃L₉ y C₃L₈ con 52 días, además estas líneas no muestran significación estadística, por tener respuestas similares estadísticamente.

Cabe mencionar que siete de las nueve líneas tienen menor de 55 días a floración y por lo cual se les consideraría como precoces según el Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) mencionado por Guevara (2003) quien dice que la floración en arveja para cultivares precoces se inicia alrededor de los 55 días mientras que la floración en arvejas que son tardías se da dentro de los 65 días.

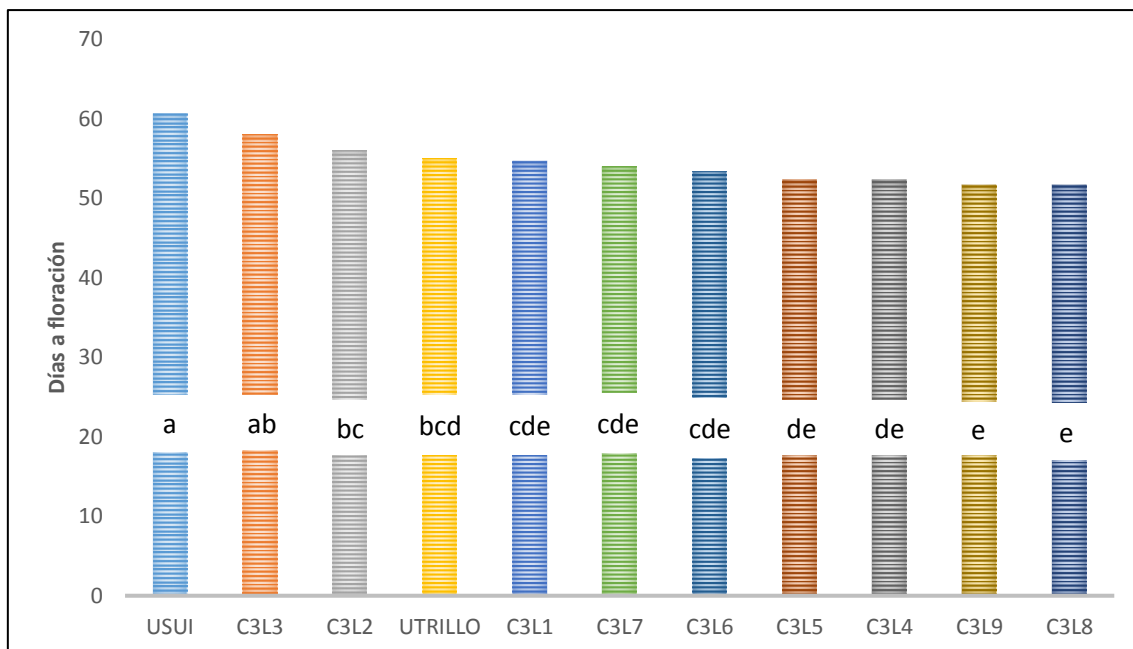


Figura 11: Días a floración de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).

4.1.2. Días a la madurez fisiológica

En la tabla 10 y figura 12, se observa que la madurez fisiológica en las líneas de arveja F₇ están dentro del rango de 102 a 116 días y el promedio es de 106 días, donde el progenitor Utrillo registro 102 días y en el caso de Usui fue a los 116 días a la madurez fisiológica.

En el análisis de varianza (anexo 8), se observó que no hay diferencia significativa entre los bloques, pero si existe una alta diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 2.00 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (figura 12); se observa que, las dos primeras líneas que presentaron los mayores días a madurez fisiológica fueron Usui con 116 días y C₃L₃ con 113 días; estas fueron las más tardías, además estas líneas no muestran significación estadística, por tener respuestas similares; sin embargo, las líneas que obtuvieron los días más bajos son C₃L₄, C₃L₈, C₃L₉, Utrillo con 102 días; C₃L₅, C₃L₆ con 103 días y C₃L₇ con 104 días, estas líneas no muestran significación estadística entre ellas.

Huaranga (2013) menciona que la variedad Utrillo es semiprecoz y la variedad Usui es tardío y esto también se puede ver en la evaluación a días a madurez fisiológica donde Usui es más tardío que Utrillo. Siendo las líneas con precocidad los de mayor interés para esta investigación y estas son C₃L₄, C₃L₈, C₃L₉, C₃L₅, C₃L₆ y C₃L₇.

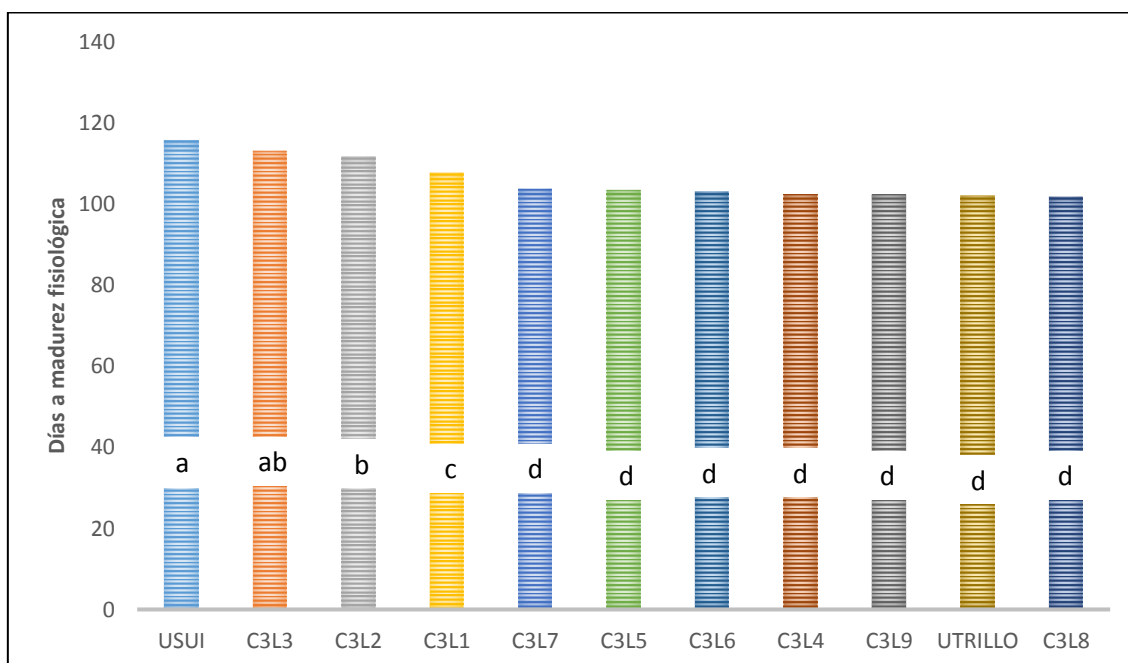


Figura 12: Días a la madurez fisiológica de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).

4.1.3. Altura de planta

En la tabla 10 y figura 13, se observa que la altura de planta en las líneas de arveja F₇ están dentro del rango de 0.73 a 1.63 m y el promedio es de 1.37 m, donde el progenitor Utrillo registró 0.73 m y en el caso de Usui fue a los 1.57 m de altura de planta.

En el análisis de varianza (anexo 9), se observó que no hay diferencia significativa entre los bloques, pero si existe una alta diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 6.73 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (figura 13); se observa que, las cinco primeras líneas que presentaron la mayor altura de planta fueron C₃L₅

con 1.63 m, Usui con 1.57 m, C₃L₄ con 1.54 m, C₃L₈ con 1.48 m y C₃L₂ con 1.46 m; además estas líneas no muestran significación estadística, por tener respuestas similares; sin embargo, la que obtuvo la menor altura es Utrillo con 0.73 m, siendo lo más baja respecto a las demás líneas, esto a que Utrillo es una variedad de mata baja con una altura entre 0.45 m - 0.55 m (Huaringa, 2013).

Tirado (1995) menciona que el carácter alto generalmente está asociado al hábito de crecimiento indeterminado y mientras que la planta de porte pequeño es de crecimiento determinado, además la altura puede ser afectada por el ambiente. En esta investigación se buscó plantas de crecimiento indeterminado por lo cual se ven plantas altas.

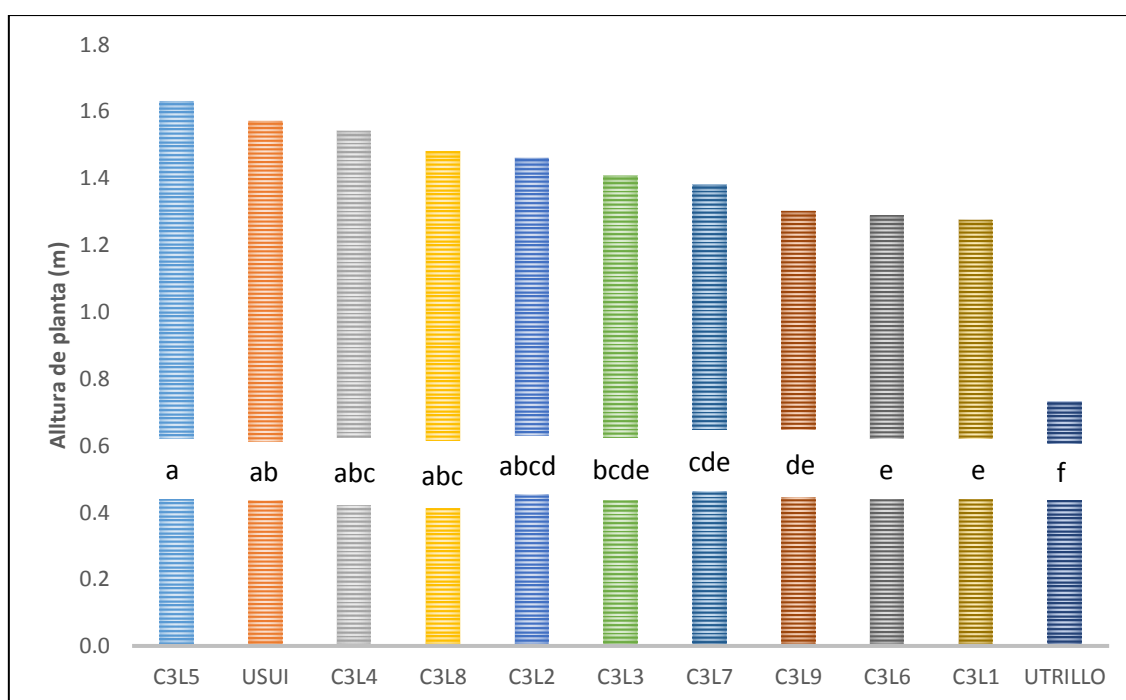


Figura 13: Altura de planta en metros de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).

4.1.4. Longitud de vaina(cm)

En la Tabla 10 y Figura 14, se observa que la longitud de vaina en las líneas de arveja F₇ están dentro del rango de 8.7 cm a 11.3 cm y el promedio es de 9.9 cm, donde el progenitor Utrillo registro 10.6 cm y en el caso de Usui fue de 9.6 cm de longitud de vaina.

En el análisis de varianza (anexo 11), se observó que no hay diferencia significativa entre los bloques, pero si existe una alta diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 5.40 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (figura 14); se observa que la línea C₃L₂ obtuvo una longitud de 11.3 cm y Utrillo 9.6 cm siendo los de mayor longitud de vaina en comparación a los demás; además estas líneas no muestran significación estadística, por tener respuestas similares; sin embargo, las que obtuvieron menor longitud de vaina fueron C₃L₅ con 9.7 cm, C₃L₉ con 9.6 cm, C₃L₈ con 9.2 cm y C₃L₃ con 8.7 cm, estas líneas no muestran significación estadística entre ellas.

Huaringa (2013) quien describe para Utrillo con una longitud de vaina de 8 cm a 11 cm y para Usui de 5 cm a 7 cm.; enfocándonos en Utrillo quien obtuvo 10.6 cm de largo de vaina en la presente investigación, esta medida se encuentra dentro de los rangos obtenidos por otras investigaciones como la De Villena (2001) quien menciona que Utrillo obtuvo una longitud de vaina de 10.6 cm en invierno y 10.2 cm en primavera; y mientras que Guevara (2005) presenta una variación entre 8.6 cm a 10.5 cm para la variable de longitud de vaina.

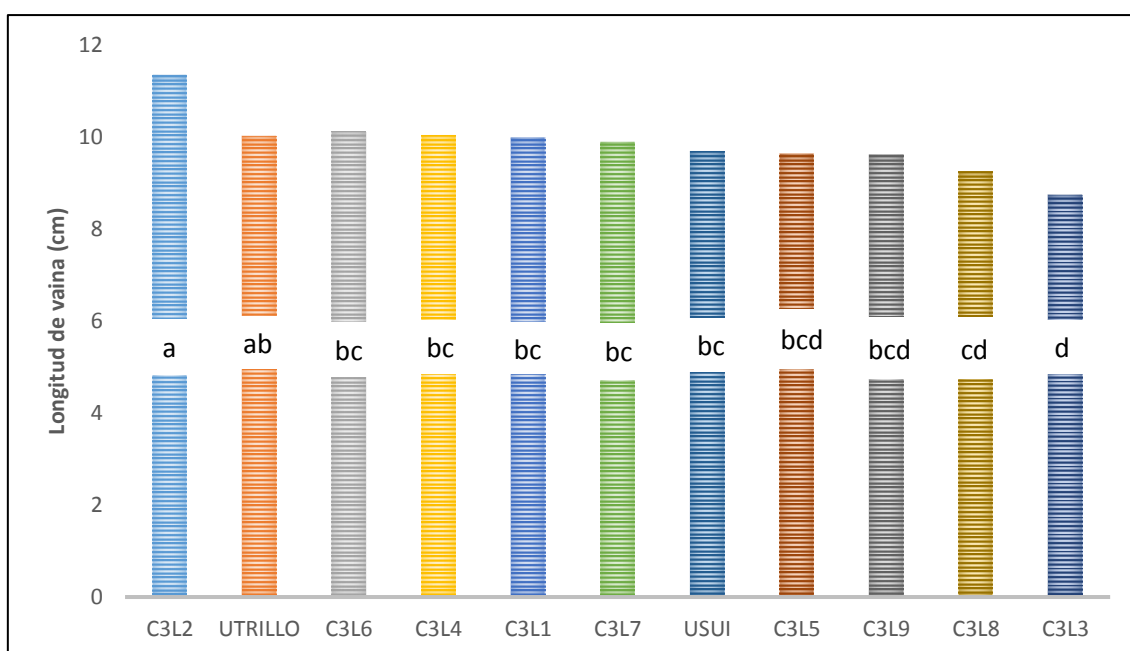


Figura 14: Longitud de vaina en centímetros de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).

4.1.5. Ancho de vaina(cm)

En la Tabla 10 y Figura 15, se observa que el ancho de vainas en las líneas de arveja F₇ están dentro del rango de 1.5 cm a 1.9 cm y el promedio es de 1.7 cm, donde el progenitor Utrillo registro 1.7 cm y en el caso de Usui fue de 1.8 cm de ancho de vaina. En el análisis de varianza (anexo 12), se observó que hay alta diferencia significativa entre los bloques y diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 5.06 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (Figura 15); se observa que, las nueve primeras líneas que presentaron la mayor longitud de vaina fueron C₃L₅ con 1.9 cm, C₃L₉ con 1.8 cm, Usui con 1.8 cm, C₃L₁ con 1.8 cm, C₃L₇ con 1.7 cm, C₃L₈ con 1.7 cm, Utrillo con 1.7 cm, C₃L₄ con 1.7 cm y C₃L₆ con 1.7 cm; además estas líneas no muestran significación estadística, por tener respuestas similares; sin embargo, las que obtuvieron menor tamaño en el ancho de vaina fueron C₃L₂ con 1.7 cm y C₃L₃ con 1.5 cm, estas líneas no muestran significación estadística entre ellas.

También De Villena (2001) menciona que Utrillo obtuvo un ancho de vaina de 1.8 cm en invierno y 1.9 cm en primavera en comparación a lo que se obtuvo para Utrillo esta investigación la cual fue de 1.7 cm de ancho de vaina.

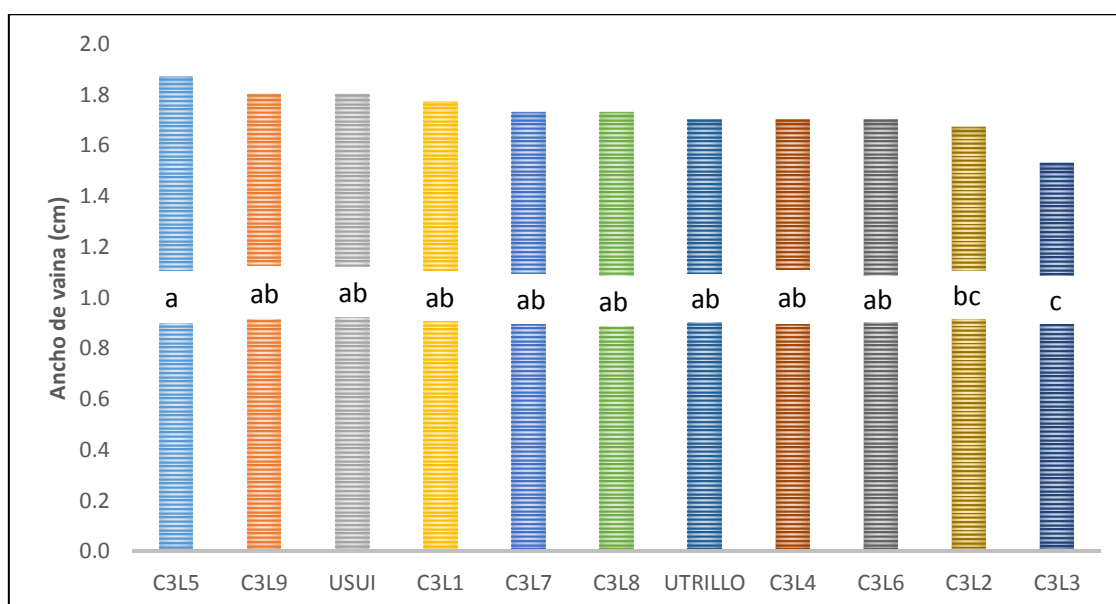


Figura 15: Ancho de vaina (cm) de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).

4.1.6. Número de lóculos

En la tabla 10 y figura 16, se observa que número de lóculos en las líneas de arveja F₇ están dentro del rango de 7 a 9 lóculos y el promedio es de 8 lóculos, donde el progenitor Utrillo y Usui registraron ocho lóculos por vaina.

En el análisis de varianza (anexo13), se observó que no hay diferencia significativa entre los bloques y hay diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 10.09 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (figura 16); se observa que, las siete primeras líneas que presentaron la mayor cantidad de número de lóculos por vaina fueron C₃L₆ con 9, C₃L₂ con 9, C₃L₄ con 8, C₃L₇ con 8, C₃L₉ con 8, Utrillo con 8 y Usui con 8; además estas líneas no muestran significación estadística, por tener respuestas similares; sin embargo, las que obtuvieron menor número de lóculos por vaina son C₃L₇ con 8, C₃L₉ con 8, Utrillo con 8 y Usui con 8, C₃L₈ con 7, C₃L₁ con 7, C₃L₃ con 7 y C₃L₅ con 7, ya que estas no muestran significación estadística.

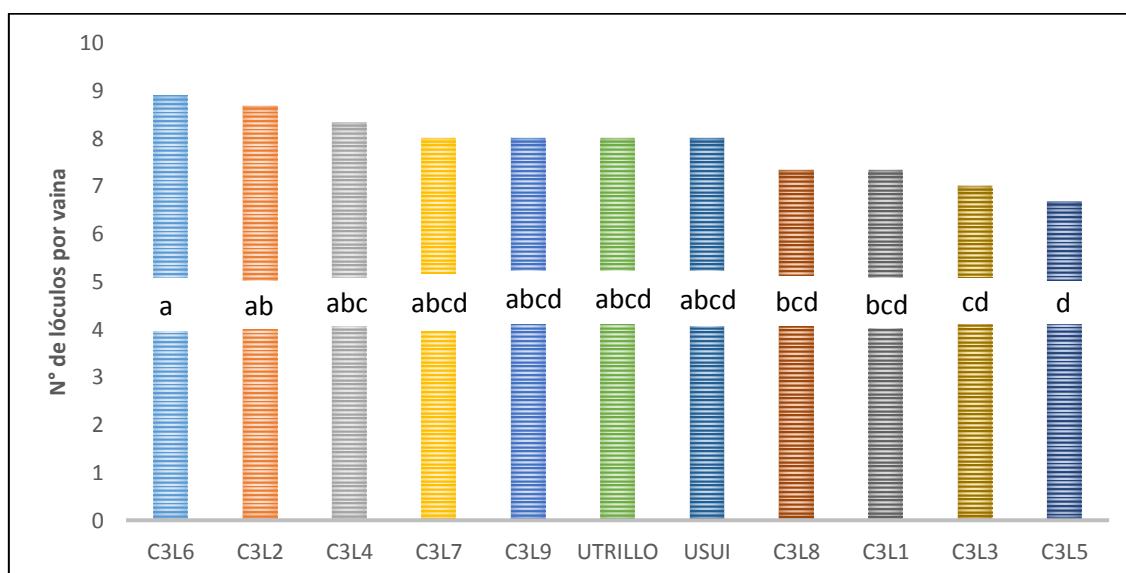


Figura 16: Número de lóculos por vaina de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).

Tabla 10: Resultados promedios y comparación según Duncan con un nivel de significación de 0.05 de las variables evaluadas en las líneas de arveja

Material genético	Rendimiento en grano seco (t/ha)	Peso de 100 semillas en seco (g)	Vainas/planta	Lóculos/vaina	Granos/vaina	Longitud de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Altura de planta (m)	Días a floración	Días a madurez fisiológica
C ₃ L ₇	3.54a	27.0a	23a	8abcd	6abcd	9.9bc	1.7ab	1.38cde	54cde	104d
C ₃ L ₂	3.03b	29.6a	16c	9ab	7a	11.3 ^a	1.7bc	1.46abcd	56bc	112b
C ₃ L ₃	3.00b	27.8a	20b	7cd	6bcd	8.7d	1.5c	1.41bcde	58ab	113ab
Usui	2.96bc	29.1a	18b	8abcd	6abcd	9.6bc	1.8ab	1.57ab	61a	116a
C ₃ L ₄	2.60cd	29.3a	16c	8abc	6abcd	10.0bc	1.7ab	1.54abc	52de	102d
C ₃ L ₉	2.30de	29.1a	14cde	8abcd	6abc	9.6bcd	1.8ab	1.30de	52e	102d
Utrillo	2.12e	28.2a	12f	8abcd	7ab	10.6ab	1.7ab	0.73f	55bcd	102d
C ₃ L ₅	2.09e	28.9a	16c	7d	5d	9.7bcd	1.9a	1.63a	52de	103d
C ₃ L ₆	2.05e	26.4a	14cd	9a	6bcd	10.1bc	1.7ab	1.29e	53cde	103d
C ₃ L ₈	1.96e	29.7a	13def	7bcd	5cd	9.2cd	1.7ab	1.48abc	52e	102d
C ₃ L ₁	1.93e	26.3a	12ef	7bcd	6abc	10.0bc	1.8ab	1.27e	55cde	108c
Bloque	**	*	NS	NS	NS	*	**	NS	NS	NS
Tratamiento	**	NS	**	*	**	**	*	**	**	**
Promedio	2.51	28.3	16	8	6	9.9	1.7	1.37	55	106
CV %	8.51	7.65	6.78	10.09	8.99	5.40	5.06	6.73	3.12	2.00

NS: No significativo

Significación estadística: * (0.01 < p < 0.05), ** (p < 0.01)

4.2. RENDIMIENTO DE GRANO SECO Y SUS COMPONENTES PRIMARIOS

4.2.1. Número de vainas por planta

En la Tabla 10 y Figura 17, se observa que número de vainas por planta en las líneas de arveja F₇ están dentro del rango de 12 a 23 vainas y el promedio es de 16 vainas, donde el progenitor Utrillo registró 12 vainas y en el caso de Usui fue de 18 vainas.

En el análisis de varianza (anexo 10), se observó que no hay diferencia significativa entre los bloques y hay alta diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 6.78 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (figura 17); se observa que la línea que presento el mayor número de vainas es C₃L₇ con 23 vainas y supera estadística al resto de los tratamientos; sin embargo, las que obtuvieron menor número de vainas son C₃L₈ con 13, C₃L₁ con 12 y Utrillo con 12, además estas no muestran significación estadística, por tener respuestas similares.

También De Villena (2001) menciona que Utrillo obtuvo 18 vainas por planta en invierno y 13 vainas por planta en primavera en comparación a lo que se obtuvo para Utrillo esta investigación la cual fue de 12 vainas siendo menor a lo obtenido por De Villena pero superior a lo que obtuvo Guevara (2005) quien menciona que Utrillo presento entre 3 a 8 vainas por planta, esto se debería al manejo ya que en esta investigación se empleó tutores. Huaranga (2014) menciona que las variedades de Utrillo y Usui tienen 10 y 14 vainas por planta respectivamente, haciendo notar que Usui tiene una mayor producción de vainas y eso se contrasta con la investigación ya que Utrillo registró 12 vainas en comparación a Usui quien obtuvo 18 vainas.

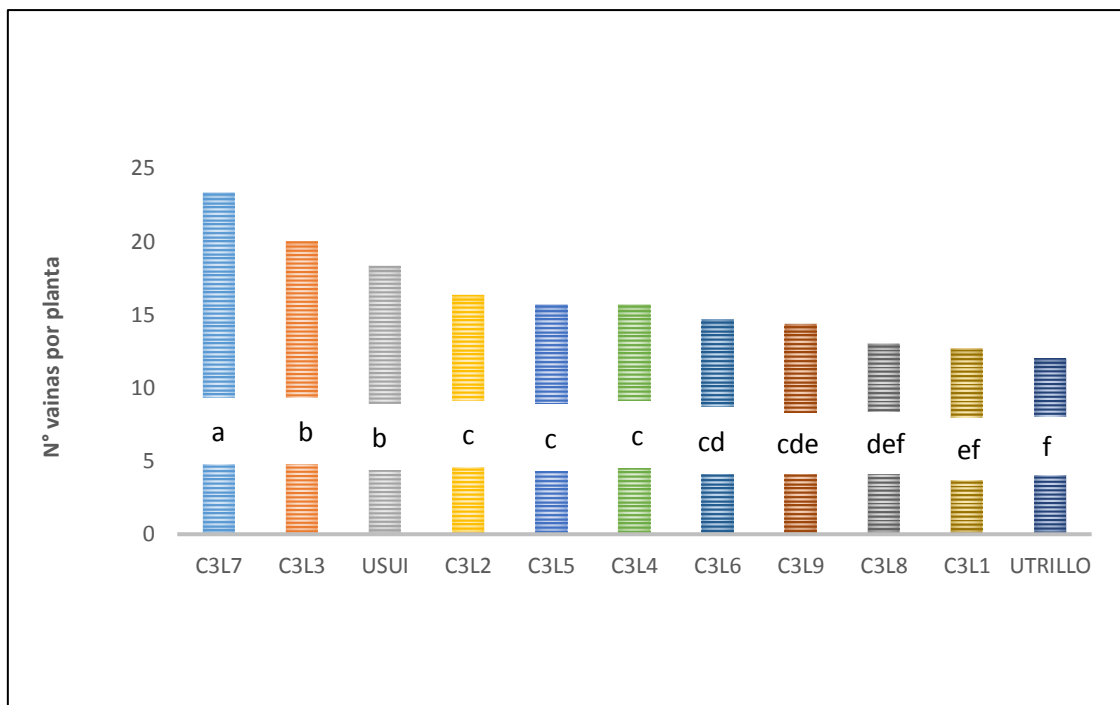


Figura 17: Número de vainas por planta de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).

4.2.2. Número de granos por vaina

En la Tabla 10 y Figura 18, se observa que el número de granos por vaina en las líneas de arveja F₇ están dentro del rango de 5 a 7 y el promedio es de 6, donde el progenitor Utrillo registro 7 y en el caso de Usui fue de 6 granos por vaina.

En el análisis de varianza (Anexo 14), se observó que no hay diferencia significativa entre los bloques y si hay alta diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 8.99 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (Figura 18); se observa que, las siete primeras líneas que presentaron el mayor número de granos son C₃L₂ con 7, Utrillo con 7, C₃L₁ con 7, C₃L₉ con 6, C₃L₇ con 6, C₃L₄ con 6 y Usui con 6; además estas líneas no muestran significación estadística, por tener respuestas similares; sin embargo, las que obtuvieron menor número de granos por vaina son C₃L₇ con 6, C₃L₄ con 6, Usui con 6, C₃L₃ con 6, C₃L₆ con 6, C₃L₈ con 5 y C₃L₅ con 5 granos.

Huaranga (2014) menciona que las variedades de Utrillo y Usui tienen ocho y seis granos por vaina respectivamente, mientras que en esta investigación Utrillo registró 7 granos en

comparación a Usui quien obtuvo 6 granos, viendo que en Usui tiene lo mismo que menciona Huaranga pero en el caso de Utrillo vemos que es menor a lo que ella menciona, pero superior lo que se obtuvo en comparación a Guevara (2005) quien obtuvo de 5 a 6 granos por vaina y De Villena (2001) que registro 6 granos por vaina en invierno y 7 granos por vaina en verano.

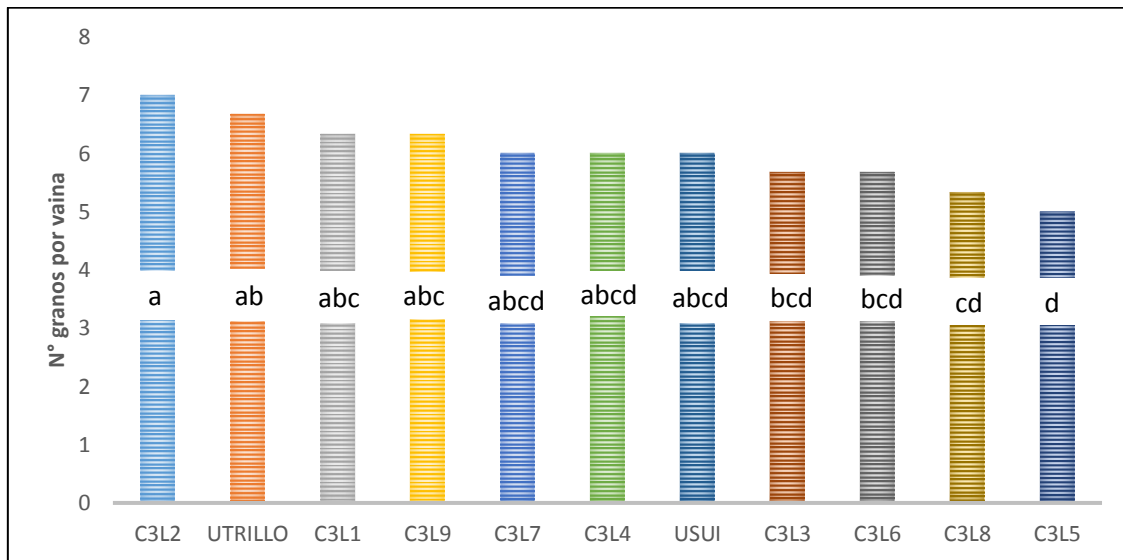


Figura 18: Número de granos por vaina de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).

4.2.3. Características del grano seco de las líneas de arveja

Se observa en la figura 19 que los progenitores Utrillo y Usui mantienen sus colores verde y crema respectivamente, esto a que son variedades con características ya estables; mientras que en las líneas en evaluación se vio que el color predominante fue el de verde, siendo este color el preferido en el mercado para su consumo en verde por lo cual es el color deseado en esta investigación.

Con respecto al color de hilio se apreció que las líneas C₃L₈ y C₃L₉ son blancos, la línea C₃L₅ presento hilio negro y blanco y el resto de las líneas tienen el hilio de color negro, teniendo en cuenta que en hilio blanco es el que se desea más en el mercado para su consumo de la arveja en fresco. La superficie de grano en las líneas F₇ es rugosa cuando están secas, las arvejas rugosas se usan para su consumo en fresco, enlatado y congelado (figura 19).

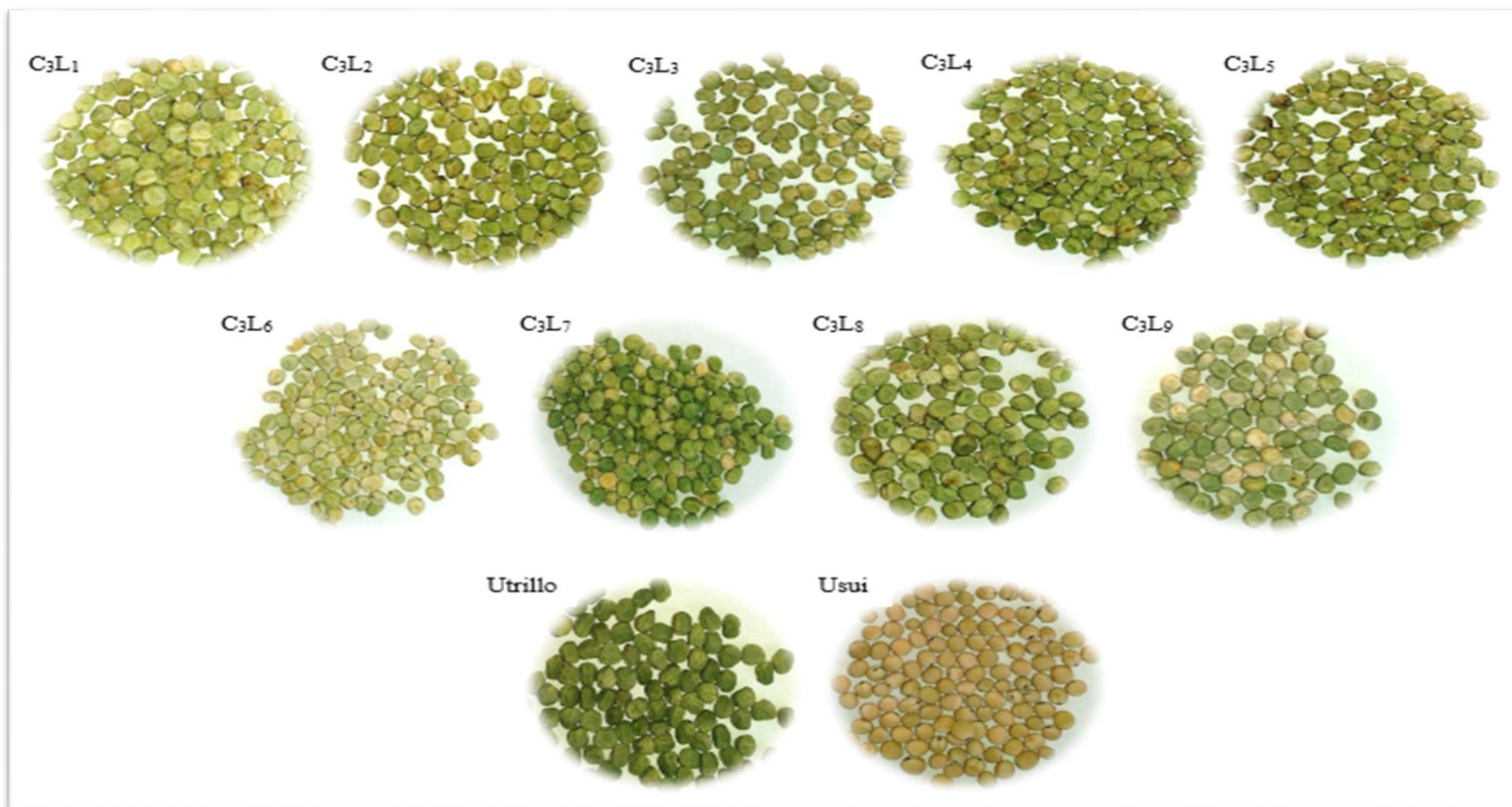


Figura 19: Semillas de arveja seca de las líneas F₇ y sus progenitores.

4.2.4. Peso de 100 semillas en seco (g)

En la tabla 10 y figura 20, se aprecia que el peso de 100 semillas en las líneas de arveja F7 están dentro del rango de 26.3 g a 29.7 g y el promedio es 28.3 g, donde el progenitor Utrillo registro 28.2 g y en el caso de Usui fue de 29.1 g. En el análisis de varianza (Anexo 15), se observó que hay diferencia significativa entre los bloques y no hay diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 7.65 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (figura 20); se observa que, los 11 tratamientos no muestran significación estadística, por tener respuestas similares para la variable de peso de 100 semillas.

Quispe (2007) obtuvo un peso de 30.46 g para 100 granos en la variedad rondo, además Tirado (1995) menciona que consiguió 23.28 g en promedio para el peso de 100 semillas; esto si lo comparamos con 28.3 g que es el peso promedio de 100 granos, siendo superior a lo que obtuvo Tirado y menor a lo de Quispe. Esta diferencia podría ser por lo mencionado por Tirado (1995) quien dice que el peso de los granos es un carácter cuantitativo influenciado por el medio ambiente (fertilidad del suelo, disponibilidad del agua, momento de cosecha, contenido de humedad, etc.) y a la composición genética del material que se ha evaluado.

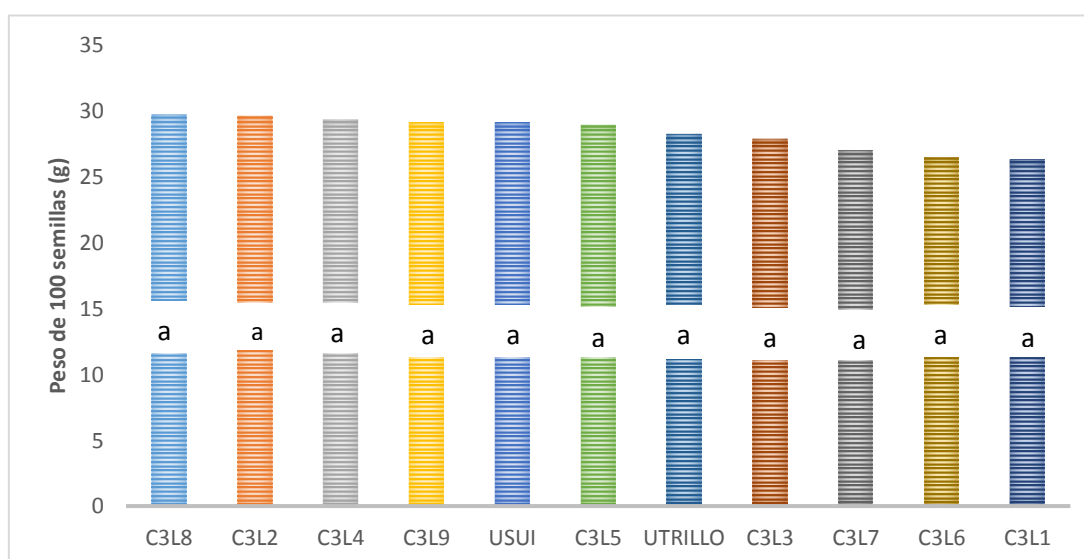


Figura 20: Peso de 100 semillas en gramos de las C₃L₅ de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05).

4.2.5. Rendimiento de grano seco (t/ha)

En la tabla 10 y figura 21, se observa que el rendimiento en grano seco en las líneas de arveja F₇ están dentro del rango de 1.93 t/ha a 3.54 t/ha y el promedio es de 2.51 t/ha, donde Utrillo registró 2.12 t/ha y en el caso de Usui fue de 2.96 t/ha

En el análisis de varianza (anexo 16), se observó que hay alta diferencia significativa entre los bloques y también hay alta diferencia significativa entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 8.51 %, lo cual es aceptable para experimentos de campo (Calzada, 1982).

Según el análisis de medias de Duncan con un nivel de significación de 0.05 (figura 21); se observa que la línea C₃L₇ ha obtenido 3.54 t/ha presentado el mayor rendimiento en comparación a los demás; es decir esta línea muestra significación estadística, sin embargo, las que obtuvieron menor rendimiento son C₃L₉ con 2.30 t/ha, Utrillo con 2.12 t/ha, C₃L₅ con 2.09 t/ha, C₃L₆ con 2.05 t/ha, C₃L₈ con 1.96 t/ha y C₃L₁ con 1.93 t/ha.

El ambiente en el que se llevó acabo el experimento tuvo una temperatura promedio que osciló entre los 16.29 °C hasta los 20.74 °C, esta temperatura se encuentra dentro del rango óptimo del crecimiento y desarrollo de la planta (Ugás et al., (2000); Maroto, 2006). El suelo es de una textura Franco arcillo arenoso, ligeramente salino, ligeramente alcalino y con un bajo contenido de materia orgánica, con lo cual hubo baja actividad microbiana. Frente a ello se obtuvo líneas superiores en rendimiento como C₃L₇ con 3.54 t/ha, C₃L₂ con 3.03 t/ha y C₃L₃ con 3.00 t/ha, las cuales muestran un aporte genético superior de los genes recombinados en esta cruza; estos resultados son superiores a los obtenidos por Mayorga (2016), quien en Colombia registro un rendimiento promedio de 2.65 t/ha y la línea UN7637 presento el mayor rendimiento con 3.61 t/ha, esta línea supero a la C₃L₇. Comparando con investigaciones de líneas para rendimiento en seco se vio que el INIAP (1997, 2006), vieron que las líneas Esmeralda x Finale s11, Lojanita x Blanquita s15, OBO 027 e IG 50347 son las que alcanzaron rendimientos superiores a los 1.4 t/ha y la variedad INIAP-433 ROXANA presento un rendimiento promedio en grano seco de 1973 kg/ha.

Quispe (2007) con Rondo obtuvo un rendimiento de grano seco de 2.64 t/ha, y Tirado (1995) obtuvo 1.35 t/ha; mientras que en esta investigación se obtuvo un rendimiento promedio de 2.51 t/ha, pero se tienen líneas que superan ese rendimiento obtenido por Quispe los cuales son C₃L₇ con 3.54 t/ha, C₃L₂ con 3.03 t/ha, C₃L₃ con 3.00 t/ha y Usui con 2.96 t/ha, estas líneas tienen buen potencial; viendo el caso de Usui también se menciona que Cosme (2015) dice que el cultivar Usui con el empleo de tutores ha registrado rendimientos superiores a 10 t/ha de grano verde y de 2.5 t/ha en grano seco.

Tirado (1995) encontró correlación y altamente significativa entre rendimiento y número de vainas por planta, número de granos por vaina, número de plantas por parcela, número de ramas por planta y días de madurez a cosecha; y esto también se puede ver para el caso de nuestra investigación ya que las líneas con altos rendimientos también son las que obtuvieron mayores números de vainas, lóculos por vaina, granos por vaina y peso de 100 semillas.

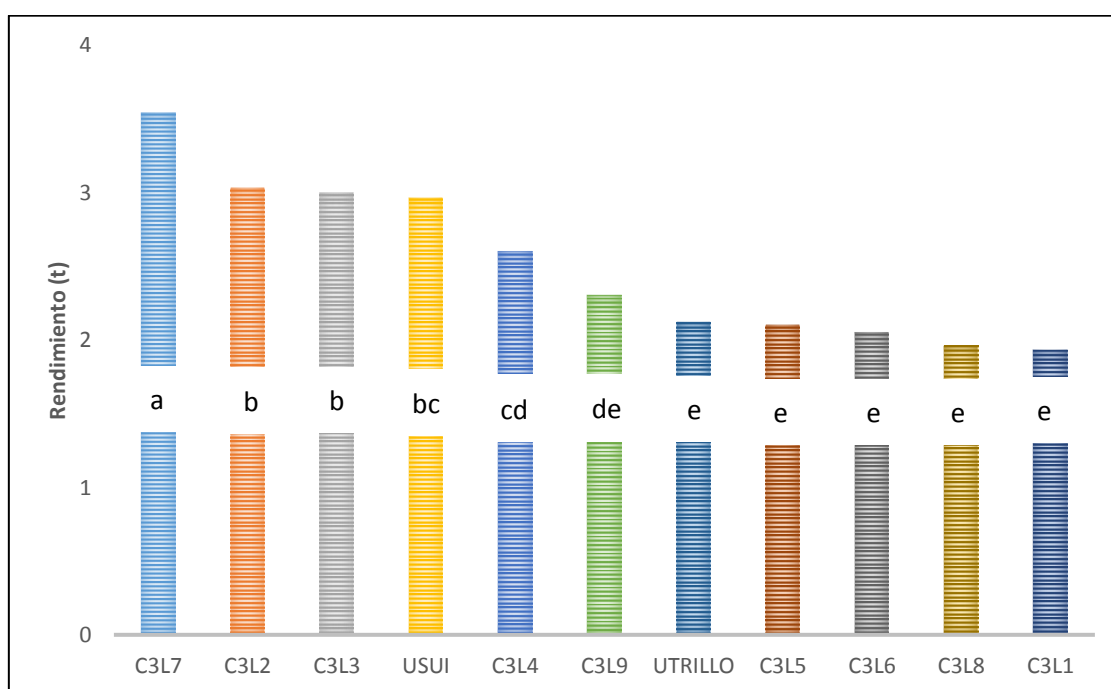


Figura 21: Rendimiento de arveja en grano seco (kg/ha) de las líneas de arveja evaluadas con sus significaciones según la prueba Duncan (0.05)

V. CONCLUSIONES

Según los resultados y bajo las condiciones mencionadas en este presente trabajo se lograron las siguientes conclusiones:

1. La línea C₃L₇ es la que tuvo la mejor respuesta en rendimiento en grano seco y número de vainas por planta seguido de C₃L₂ y tercero C₃L₃, estas líneas superaron a sus progenitores Utrillo y Usui.
2. La línea C₃L₇ alcanzó el mayor rendimiento y registró precocidad; esto no ocurre con la línea C₃L₂ y C₃L₃ quienes son la segunda y tercera línea con mayor rendimiento pero ambas son tardías en comparación con la línea C₃L₇. Por otro lado las líneas C₃L₉ y C₃L₄ son consideradas como fuente de precocidad.
3. Las líneas F₇ evaluadas son de textura rugosa, crecimiento indeterminado o enrame y caracteres recombinados en un nuevo cultivar que permitirá su cultivo en condiciones de la sierra.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere continuar evaluando las líneas C₃L₇, C₃L₂ y C₃L₃ identificadas hasta que las características deseadas sean estables y con lo cual pasen a ser una nueva variedad.
2. Estudiar ensayos en otras épocas del año y otros lugares como la sierra, en especial en las regiones de mayor producción de arveja (Junín, Huánuco, Huancavelica y Cajamarca) para determinar las condiciones edáficas, hídricas y climáticas óptimas en las que estos genotipos se desenvuelven a su máxima capacidad.
3. Considerar el rendimiento en verde y días a la cosecha como variables a evaluar teniendo en cuenta la obtención de la nueva variedad de arveja será para su consumo en verde.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, S. (2017). Evaluación de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) var. Pecho de Paloma, Alderman F1, Piel Blanca, en el sector Molino – provincia de Barranca. (Tesis Ing.). UNASAM. Huaraz, Perú. 87 pp.
- Calzada, J. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. Lima: Editorial Jurídica. 644 pp.
- Camarena, F. y Huaranga, A. (2003). Cultivo de arveja y haba fundamento técnico para el monitoreo, reacondicionamiento y valorización de cultivos y crianzas UNALM. Lima, Perú. 52 pp.
- Camarena, F. y Huaranga, A. (2008). *Manual del cultivo de arveja*. Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas. Lima, Perú. UNALM. pp.11-13
- Camarena, F.; Chura, J. y Blas, R. (2012). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Primera Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 37
- Camarena, F.; Huaranga, A. y Osorio, U. (2014). Innovación fitotecnia del haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum* L) y lenteja (*Lens culinaris* Medik). (1a ed.). Universidad Nacional Agraria La Molina. pp.101-157
- Campos, F. (1969). Resumen de trabajos de investigación y experimentación. Servicio de investigación y Promoción Agraria. Zona Agraria. Huancayo, Perú.
- CARE (Cooperative American Relief Everywhere). (2007). Cadenas productivas de arveja y haba. Una experiencia en Acobamba – Huancavelica. Lima, Perú. Recuperado de <http://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/Cadena-productiva-de-arveja-haba-una-experiencia-en-Acobamba-Huancavelica.pdf>

- Casanova, L.; Solarte, J. y Checa, C. (2012). Evaluación De Cuatro Densidades De Siembra En Siete Líneas Promisorias De Arveja Arbustiva (*Pisum sativum* L.) *Revista De Ciencias Agrícolas*. 29(2): 129 - 140. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104145>
- Cordova, S. (2017). Manejo fitosanitario del cultivo de arveja holantao en Huarmey. (Tesis Ing.). Lima, Perú: UNALM. 76 pp.
- Cosme, R. (2015). Manejo agronómico en arveja en la E.E. Donoso (diapositivas). Estación Experimental Donoso – Huaral; Lima - Perú. Recuperado de <https://es.slideshare.net/reymundcosmocerno/cultivo-de-arveja-50807977>
- De Bernardi, L. (2017). Perfil de las arvejas (*Pisum sativum* L.). Argentina. Recuperado de https://agroindustria.gob.ar/new/0-0/programas/dma/granos/informe_arvejas_2016_mayo.pdf
- De Ron, A. (2015). Grain Legumes (en línea). Springer. New York, Estados Unidos. pp. 39-41. Recuperado de <https://www.springer.com/us/book/9781493927968>
- De Villena, F. (2001). Evaluación de cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) para grano verde en la costa central. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima-Perú. 88 p.
- Diario Gestión. (2016). Legumbres: ¿Cuánto se produce en Perú y en qué regiones? Recuperado de <https://gestion.pe/economia/legumbres-produce-peru-regiones-146863>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2017). La base de datos estadísticos de alimentación y agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- FAOSTAT. (2019). Statistics division of the food and agriculture organization of the united nations. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat>

- FUNIBER (Fundación Universitaria Iberoamericana). (2017). Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos. Recuperado de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/ARVEJA-TIERNA-5>
- Guevara, E. (2005). Efecto de la fertilización nitrogenada y la inoculación de la cepa 3063 de *Rhizobium leguminosarium* biovar *viceae*, bajo diferentes densidades de siembra en el rendimiento de vaina verde de arveja (*Pisum sativum* L.) en condiciones de la costa central. (Tesis Ing.). Lima, Perú: UNALM. 128 pp.
- Haro, A. (s.f.). Guisantes. Recuperado de <https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/g/guisantes>
- Hartmann, T. y Kester, E. (1995). Propagación de plantas: principios y prácticas. Cuarta edición. México. CONTINENTAL, S.A. pp. 23-24
- Huaringa, A. (2013). Informe Anual del Programa de Investigación y Proyección Social de Leguminosas de Grano y Oleaginosas. 25 pp.
- Huaringa, A. (Abril 2014). Mejoramiento genético de leguminosas de grano (diapositivas de PowerPoint). Curso de leguminosa de grano. Lima, Perú.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (1997). Variedades mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) de tipo decumbente para la sierra ecuatoriana. Quito-Ecuador. 8 p. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2581/1/iniapscpd162.pdf>
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). (2006). Mejoramiento genético de la arveja. Quito-Ecuador. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EC2007000186>
- Marmolejo, D. y Suasnabar, C. (2000). Leguminosas de grano. Primera Edición. Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo- Perú. 57 pp.
- Maroto, J. (1990). *Elementos de horticultura general*. Madrid: Mundi Prensa. 54 pp.

- Mayorga, F.G. (2016). Evaluación de rasgos morfoagronómicos y del contenido nutricional del grano de arveja (*Pisum sativum* L.), en ambientes de clima frío del departamento de Cundinamarca. Tesis Mg. Ciencias Agrarias. UNC. Bogotá-Colombia. 111 p. Recuperado de Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/54723/1/79221633.2016.pdf>
- Mendoza, V. (2014). Investigación en mejoramiento genético. Recuperado de <http://studylib.es/doc/5599226/investigación-en-mejoramiento-genético>
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (2017). Boletín estadístico de producción agrícola y ganadera, I trimestre 2017. Recuperado de http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/produccion-agricola-ganadera-itrimestre2017_19617.pdf
- Muñoz, S.R. (2013). Evaluación agronómica de quince cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.), mediante el apoyo de investigación participativa con enfoque de género en la estación experimental del Austro Bullcay. (Tesis Ing.). Riobamba, Ecuador: ESPC. 134 pp. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2871/1/13T0773%20.pdf>
- Poehlman, J. y Sleper, D. (2003). *Mejoramiento genético de las cosechas*. (2a ed.). México: LIMUSA, S.A. 511 pp.
- Poletti, A. (2016). Situación del mercado de cultivos especiales: arvejas, garbanzos y lentejas. Recuperado de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/situacion-mercado-cultivos-especiales-t33044.htm>
- PUC (Pontificia Universidad Católica De Chile). (1990). Cultivo de leguminosas, proyecto docente. Santiago, Chile. Recuperado de http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/arveja.htm
- Quispe, J. (2007). Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en el rendimiento de grano seco de arveja *Pisum sativum* L. variedad Rondo en condiciones de La Molina. (Tesis Ing.). Lima, Perú. UNALM. 88 pp.

- SEPA (Serie de Estadísticas de Producción Agrícola, MINAGRI). (2018). Base de datos DGESEP (Cultivos). Recuperado de http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
- Tacas, E. (2015). Efecto residual del abonamiento orgánico-mineral, en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L) variedad Remate; Pampa Del Arco 2772 msnm, Ayacucho. (Tesis Ing.). UNSCH. Ayacucho, Perú. 118 pp. Recuperado de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/906/Tesis%20Ag1144_Tac.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tirado, A. (1995). Ensayo comparativo de 15 variedades de arveja (*Pisum sativum* L.), para grano seco en condiciones de la costa central. (Tesis Ing.). Lima, Perú. UNALM. 66 pp.
- Toll, J. y Vizgarra, O. (2003). Producción de semilla de arveja (*Pisum sativum* L.): Efecto de la densidad de plantas y fertilización fosfatada. AVANCES DE LA PRODUCCIÓN VEGETAL Y ANIMAL EN EL NOA. 2003 - 2005 (ISBN 987 - 43 - 9145 - 6). Recuperado de <http://www.faz.unt.edu.ar/images/stories/pdfs/pva/05020.pdf>
- Ugás, R.; Siura, S.; Delgado De La Flor, F.; Casas, A. y Toledo, J. (2000). Hortalizas datos básicos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 202 pp.
- Urzúa, H. (2005). Beneficios de la Fijación Simbiótica de Nitrógeno en Chile. Ciencia e Investigación Agraria 32: 18 pp. Recuperado de <http://www.rcia.uc.cl/index.php/rcia/article/view/313/239+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>
- Vallejo, F. y Estrada, E. (2002). Mejoramiento genético de plantas. Cali, Colombia. FERIVA S.A. 404 p. Recuperado de <http://www.uneditorial.net/uflip/Mejoramiento-genetico-de-plantas/pubData/source/Mejoramiento-genetico-de-plantas.PDF>
- Vilcapoma, G. (1991). Manual de botánica sistemática. Departamento Académico de Biología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 22 pp.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Composición nutricional de la arveja seca y tierna por 100 gramos.

Nutrientes	Arveja seca	Arveja tierna
Energía	334	116
Proteína	23.30	10.90
Grasa total (g)	1	0.40
Carbohidratos	60.10	21.40
Fibra (g)	5.70	3
Calcio (mg)	70	29
Hierro (mg)	5.60	2.30
Vitamina A (mg)	8.67	41.85
Vitamina C (mg)	0	28
Vitamina E (mg)	0.10	0.10
Folato (µg)	0	0

Fuente: FUNIBER (2017)

Anexo 2: Producción de arveja grano seco.

Región	Producción (t)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Cajamarca	14274	15592	15741	15179	15892	15188	14347	13772
La Libertad	10420	8765	9266	9957	10049	10296	10209	9999
Huancavelica	4475	4384	5409	5943	4795	4220	4767	5661
Ayacucho	3610	2089	3475	4399	4427	4522	3973	4940
Cusco	3169	3565	4148	4185	4354	4309	3934	3809
Piura	3980	4127	5043	4681	3508	4233	4113	3687
Apurímac	1193	1616	1619	1489	1603	2215	2254	2367
Junín	2837	2626	2475	2506	2102	2088	1854	1925
Huánuco	1471	1456	1470	1660	1532	1545	1099	1250
Puno	727	831	1023	1017	913	1115	1150	1046
Ancash	3058	2430	2315	2121	2334	2273	1449	802
Otros	2041	1107	1064	1211	932	1154	1005	965
Nacional	51254	48590	53048	54384	52442	53157	50154	50223

Fuente: SEPA (2018)

Anexo 3: Producción de arveja grano verde.

Región	Producción (t)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Junín	28935	29320	31254	31024	29840	29235	27288	29100
Huánuco	9568	10573	16286	28549	25327	26730	11745	25183
Huancavelica	9851	13831	18577	16554	17069	20016	22216	19329
Cajamarca	23540	15245	18440	19154	22698	19629	18649	16465
Arequipa	6213	6743	7252	6269	8349	10172	11156	12860
La Libertad	2838	3181	2826	3385	3929	4773	4098	4091
Ayacucho	3021	2744	4217	4834	5394	4068	3527	3804
Apurímac	2637	2398	2611	2703	2741	3456	3748	3592
Lambayeque	2263	2339	1510	2388	2850	1691	4121	3578
Cusco	2369	2718	2868	3246	2535	3071	2075	2124
Otros	11044	11784	11537	11960	12925	12494	11513	10518
Nacional	102279	100876	117377	130065	133658	135335	120125	130644

Fuente: SEPA (2018)

Anexo 4: Rendimiento de arveja grano seco.

Región	Rendimiento (kg/ha)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nacional	1013	993	1002	1020	1062	1052	1042	1062
Junín	1926	1834	1994	2956	2108	2134	1960	1918
Apurímac	1118	1165	1275	1299	1427	1596	1660	1907
Huancavelica	1364	1428	1483	1518	1492	1474	1530	1663
Arequipa	2188	3596	3359	2926	3165	3725	4074	1657
Cuzco	982	1053	1194	1236	1328	1347	1356	1370
Lima Metropolitana	0	0	0	0	1170	1278	1325	1370
Ayacucho	910	699	932	960	1025	1021	957	1162
La Libertad	1240	1144	1159	1165	1117	1166	1128	1131
Huánuco	1045	1061	1087	1148	1132	1183	1028	1046
Pasco	1137	1185	1338	884	935	901	925	1042

Fuente: SEPA (2018)

Anexo 5: Rendimiento de arveja grano verde.

Región	Rendimiento (kg/ha)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nacional	3381	3,697	3,668	3815	3825	3946	3538	3915
Arequipa	6659	6,937	7,281	7214	8450	7771	9718	9512
Huánuco	5180	5,372	6,502	8521	7805	8224	5232	8183
Junín	6443	3905	4226	4697	5328	4385	4048	6553
Lima								
Metropolitana	-	6952	6381	6829	7003	7043	6403	6052
Cuzco	6074	6,306	5,939	5848	5965	5762	5686	5245
Tacna	4059	5029	5105	5167	5098	4704	5000	5118
Ica	4163	3905	4226	4697	5328	4385	4048	4597
Moquegua	5582	6002	5851	5806	5268	4970	4535	4370
Lima	4494	4367	4535	4541	4654	4820	4247	4195
Pasco	4114	4537	3074	2989	3702	3725	4037	4064
Nacional	3381	3,697	3,668	3815	3825	3946	3538	3915

Fuente: SEPA (2018)

Anexo 6: Área cosechada, rendimiento y producción de arveja en América del Sur

País	Arveja grano seco			Arveja en verde		
	Área cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)
Argentina	52445	1115	58497	14128	2001	28271
Bolivia	3959	1425	5643	16840	1275	21478
Brasil	...	2474	2763
Chile	1346	1081	1456	1950	7732	15079
Colombia	32220	1857	59836	30055	1944	58438
Ecuador	1731	406	702	4508	1290	5817
Paraguay	6385	885	5650			
Perú	47302	1062	50223	33714	3901	131526
Uruguay	1273	2141	2725
Venezuela	101	1681	170

Fuente: FAO (2017)

Anexo 7: Análisis de la varianza de los días a floración (DF)

DF

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DF	33	0.81	0.70	3.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	252.36	12	21.03	7.27	0.0001
BLOQUE	12.79	2	6.39	2.21	0.1358
TRATAMIENTO	239.58	10	23.96	8.28	<0.0001
Error	57.88	20	2.89		
Total	310.24	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.8939 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
11	60.67	3	0.98	A			
3	58.00	3	0.98	A	B		
2	56.00	3	0.98		B	C	
10	55.00	3	0.98		B	C	D
1	54.67	3	0.98			C	D
7	54.00	3	0.98			C	D
6	53.33	3	0.98			C	D
5	52.33	3	0.98				D
4	52.33	3	0.98				D
9	51.67	3	0.98				E
8	51.67	3	0.98				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 8: Análisis de la varianza de la madurez fisiológica (MF)

MF

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MF	33	0.90	0.84	2.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	799.33	12	66.61	14.86	<0.0001
BLOQUE	17.70	2	8.85	1.97	0.1650
TRATAMIENTO	781.64	10	78.16	17.44	<0.0001
Error	89.64	20	4.48		
Total	888.97	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 4.4818 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
11	115.67	3	1.22	A			
3	113.00	3	1.22	A	B		
2	111.67	3	1.22		B		
1	107.67	3	1.22			C	
7	103.67	3	1.22				D
5	103.33	3	1.22				D
6	103.00	3	1.22				D
4	102.33	3	1.22				D
9	102.33	3	1.22				D
10	102.00	3	1.22				D
8	101.67	3	1.22				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 9: Análisis de la varianza de la altura de planta (AP)

AP

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AP	33	0.91	0.86	6.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.77	12	0.15	17.41	<0.0001
BLOQUE	0.01	2	0.01	0.67	0.5232
TRATAMIENTO	1.76	10	0.18	20.75	<0.0001
Error	0.17	20	0.01		
Total	1.94	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0085 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.					
5	1.63	3	0.05	A				
11	1.57	3	0.05	A	B			
4	1.54	3	0.05	A	B	C		
8	1.48	3	0.05	A	B	C		
2	1.46	3	0.05	A	B	C	D	
3	1.41	3	0.05		B	C	D	E
7	1.38	3	0.05			C	D	E
9	1.30	3	0.05				D	E
6	1.29	3	0.05					E
1	1.27	3	0.05					E
10	0.73	3	0.05					F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 10: Análisis de la varianza de vainas por planta (VP)

VP

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VP	33	0.94	0.90	6.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	352.48	12	29.37	24.98	<0.0001
BLOQUE	3.82	2	1.91	1.62	0.2221
TRATAMIENTO	348.67	10	34.87	29.65	<0.0001
Error	23.52	20	1.18		
Total	376.00	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.1758 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.					
7	23.33	3	0.63	A				
3	20.00	3	0.63		B			
11	18.33	3	0.63		B			
2	16.33	3	0.63			C		
5	15.67	3	0.63			C		
4	15.67	3	0.63			C		
6	14.67	3	0.63			C	D	
9	14.33	3	0.63			C	D	E
8	13.00	3	0.63				D	E
1	12.67	3	0.63					E
10	12.00	3	0.63					F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 11: Análisis de la varianza de longitud de vaina (LV)

LV

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LV	33	0.73	0.56	5.40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15.10	12	1.26	4.42	0.0017
BLOQUE	2.02	2	1.01	3.54	0.0483
TRATAMIENTO	13.08	10	1.31	4.59	0.0018
Error	5.70	20	0.28		
Total	20.80	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2848 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
2	11.33	3	0.31	A		
10	10.43	3	0.31	A	B	
6	10.10	3	0.31		B	C
4	10.03	3	0.31		B	C
1	9.97	3	0.31		B	C
7	9.87	3	0.31		B	C
11	9.80	3	0.31		B	C
5	9.67	3	0.31		B	C D
9	9.60	3	0.31		B	C D
8	9.23	3	0.31			C D
3	8.73	3	0.31			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 12: Análisis de la varianza de ancho de vaina (AV)

AV

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AV	33	0.73	0.57	5.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.41	12	0.03	4.50	0.0015
BLOQUE	0.19	2	0.09	12.26	0.0003
TRATAMIENTO	0.23	10	0.02	2.95	0.0189
Error	0.15	20	0.01		
Total	0.57	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0076 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
5	1.87	3	0.05	A		
9	1.80	3	0.05	A	B	
11	1.80	3	0.05	A	B	
1	1.77	3	0.05	A	B	
7	1.73	3	0.05	A	B	
8	1.73	3	0.05	A	B	
10	1.70	3	0.05	A	B	
4	1.70	3	0.05	A	B	
6	1.70	3	0.05	A	B	
2	1.67	3	0.05		B	C
3	1.53	3	0.05			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 13: Análisis de la varianza de lóculos por vaina (LocV)

LocV

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LocV	33	0.56	0.29	10.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15.70	12	1.31	2.09	0.0705
BLOQUE	0.79	2	0.39	0.63	0.5438
TRATAMIENTO	14.91	10	1.49	2.38	0.0477
Error	12.55	20	0.63		
Total	28.24	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.6273 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
6	9.00	3	0.46	A			
2	8.67	3	0.46	A	B		
4	8.33	3	0.46	A	B	C	
7	8.00	3	0.46	A	B	C	D
9	8.00	3	0.46	A	B	C	D
10	8.00	3	0.46	A	B	C	D
11	8.00	3	0.46	A	B	C	D
8	7.33	3	0.46		B	C	D
1	7.33	3	0.46		B	C	D
3	7.00	3	0.46			C	D
5	6.67	3	0.46				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 14: Análisis de la varianza de granos por vaina (GV)

GV

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GV	33	0.64	0.42	8.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.18	12	0.85	2.92	0.0167
BLOQUE	0.18	2	0.09	0.31	0.7351
TRATAMIENTO	10.00	10	1.00	3.44	0.0090
Error	5.82	20	0.29		
Total	16.00	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2909 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
2	7.00	3	0.31	A			
10	6.67	3	0.31	A	B		
1	6.33	3	0.31	A	B	C	
9	6.33	3	0.31	A	B	C	
7	6.00	3	0.31	A	B	C	D
4	6.00	3	0.31	A	B	C	D
11	6.00	3	0.31	A	B	C	D
3	5.67	3	0.31		B	C	D
6	5.67	3	0.31		B	C	D
8	5.33	3	0.31			C	D
5	5.00	3	0.31				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 15: Análisis de la varianza del peso de 100 semillas (P100)

P100

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P100	33	0.48	0.18	7.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	88.06	12	7.34	1.57	0.1811
BLOQUE	41.38	2	20.69	4.42	0.0258
TRATAMIENTO	46.68	10	4.67	1.00	0.4782
Error	93.71	20	4.69		
Total	181.78	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 4.6855 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
8	29.70	3	1.25 A
2	29.57	3	1.25 A
4	29.30	3	1.25 A
9	29.10	3	1.25 A
11	29.10	3	1.25 A
5	28.87	3	1.25 A
10	28.23	3	1.25 A
3	27.83	3	1.25 A
7	27.00	3	1.25 A
6	26.43	3	1.25 A
1	26.30	3	1.25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 16: Análisis de la varianza del rendimiento en seco (Rdto)

RDTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDTO	33	0.91	0.86	8.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.57	12	0.80	17.49	<0.0001
BLOQUE	0.59	2	0.30	6.48	0.0068
TRATAMIENTO	8.98	10	0.90	19.70	<0.0001
Error	0.91	20	0.05		
Total	10.48	32			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0456 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
7	3.54	3	0.12 A
2	3.03	3	0.12 B
3	3.00	3	0.12 B
11	2.96	3	0.12 B C
4	2.60	3	0.12 C D
9	2.30	3	0.12 D E
10	2.12	3	0.12 E
5	2.10	3	0.12 E
6	2.05	3	0.12 E
8	1.96	3	0.12 E
1	1.93	3	0.12 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 17: Análisis Físico - Químico del suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : PROGRAMA DE LEGUMINOSAS

Departamento : LIMA
 Distrito : LA MOLINA
 Referencia : H.R. 55077-112C-16

Fact.: Pendiente

Provincia : LIMA
 Predio : LIBRES
 Fecha : 05/08/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables				Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺				Al ⁺³ + H ⁺
9148	Prof. Amelia Huaranga	7.74	1.59	3.40	1.70	11.5	193	54	23	23	Fr. Ar. A.	13.28	10.48	1.65	0.90	0.25	0.00	13.28	13.28	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Sady García Bendezú
 Jefe del Laboratorio