

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“RENDIMIENTO DE LAS FAMILIAS PROMISORIAS F7 DE LA
CRUZA DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) RONDO x REMATE EN
LA MOLINA”**

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

PIERRE IVAN MARTÍNEZ PACHECO

Lima-Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**“RENDIMIENTO DE LAS FAMILIAS PROMISORIAS F7 DE LA
CRUZA DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) RONDO X REMATE EN LA
MOLINA”**

Presentada por:

PIERRE IVAN MARTINEZ PACHECO

Tesis para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

**Dr. Félix Camarena Mayta
PRESIDENTE**

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

**Mg. Sc. Jorge Tobaru Hamada
MIEMBRO**

**Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO**

**Lima - Perú
2019**

DEDICATORIA

A Dios por guiarme y ayudarme a realizar mis metas en los caminos de la vida.

A mis abuelos Nelly y Juan por su cariño, cuidado y dedicación en mi formación como persona y profesional.

A mi hija Antonella Mercedes.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín, patrocinadora de la presente tesis por su valiosa orientación en el trabajo monográfico y su apoyo constante en la culminación.

A los miembros del jurado: Ing. Agr. Ph.D. Félix Camarena Mayta, Ing Agr. Saray Siura Céspedes y el Ing. Mg. Sc. Jorge Tobaru Hamada, por sus enseñanzas, recomendaciones y sugerencias a lo largo de mi carrera universitaria como en el desarrollo de la presente tesis.

A mis padres, hermanos y familiares por su apoyo incondicional.

A mis valiosos amigos y compañeros de la UNALM.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
	2.1. EL CULTIVO DE ARVEJA.....	3
	2.1.1. Origen.....	3
	2.1.2. Taxonomía.....	3
	2.1.3. Morfología.....	3
	2.1.4. Estados fenológicos.....	5
	2.1.5. Cultivares	6
	2.2. FITOMEJORAMIENTO DE PLANTAS.	6
	2.2.2. Hibridación.....	8
	2.2.5. Cultivar.....	9
	2.2.6. Mejoramiento en arvejas lisas y rugosas	10
	2.3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO	10
	2.3.1. Temperatura	10
	2.3.2. Humedad.	11
	2.3.3. Luz.....	11
	2.3.4. Suelo.....	11
	2.3.5. Agua	11
	2.3.6. Altitud	12
	2.4. ASPECTOS AGRONÓMICOS	12
	2.4.1. Siembra	12
	2.4.2. Control de malezas	12
	2.4.3. Fertilización.....	13
	2.4.4. Tutorado	13
	2.4.5. Plagas	13
	2.4.6. Enfermedades	14
	2.4.7. Cosecha	14
	2.5. ANTECEDENTES.....	15
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
	3.1. CAMPO EXPERIMENTAL	17
	3.1.1. Lugar	17

3.1.2. Historial de campo	17
3.1.3. Análisis del suelo	17
3.1.4. Condiciones meteorológicas	18
3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	19
3.3. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	21
3.4. VARIABLES EVALUADAS	24
3.4.1. Días a la floración	24
3.4.3. Altura de planta (cm).....	24
3.4.4. Segregación	24
3.4.5. Número de lóculos por vaina	24
3.4.6. Color del hilio.....	24
3.4.7. Superficie de la testa	24
3.4.8. Color del grano.....	24
3.4.9. Número de vainas por planta.....	24
3.4.10. Número de granos por vaina	24
3.4.11. Peso de 100 semillas	25
3.4.12. Rendimiento/planta de grano seco	25
3.4.13. Longitud de las vainas (cm)	25
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	25
3.5.1 Diseño experimental.....	25
3.5.2. Unidad experimental	26
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. VARIABLES CUANTITATIVAS	27
4.1.1. Rendimiento de grano seco (kg/ha).....	27
4.1.2. Peso de 100 semillas	34
4.1.3. Número de vainas por planta.....	35
4.1.4. Altura de planta (m)	38
4.1.5. Longitud de vaina.....	39
4.1.6. Número de granos por vaina	41
4.1.7. Número de lóculos por vaina	43
4.1.8. Días a floración	45
4.1.9. Días a madurez fisiológica	47
4.2. VARIABLES CUALITATIVAS	49
4.2.1. Color de grano.....	49

2. Color de hilo.....	51
4.2.3. Superficie de testa	52
V. CONCLUSIONES	54
VI. RECOMENDACIONES.....	55
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
VIII.ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambio de surco.....	22
Figura 2. Instalación de tutores.....	22
Figura 3. Secado de vainas	23
Figura 4. Granos de la familia 22, color verde similar al progenitor remate.....	50
Figura 5. Granos de la familia 6, color verde-cremoso	51
Figura 6. Progenitor Rondo de textura rugosa.....	52
Figura 7. Progenitor Remate de textura lisa	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de caracterización de suelos tomado el antes de realizar el experimento en el terreno Campos Libres.	18
Tabla 2. Datos meteorológicos para el distrito de la Molina, registrados durante el período de Mayo a Setiembre del 2017 en “Campos Libres” en el ensayo de arveja	19
Tabla 3. Descripción y codificación de las familias sembradas	20
Tabla 4. Prueba de Duncan para el rendimiento en grano seco kg/ha.	28
Tabla 5. Análisis de varianza de las variables en estudio.....	30
Tabla 6. Resultados promedios de las variables en estudio.....	31
Tabla 7. Variables cuantitativas y cualitativas en base al rendimiento de grano seco por hectárea.....	32
Tabla 8. Prueba de Duncan para el peso de 100 semillas.....	34
Tabla 9. Prueba de Duncan para número de vainas por planta.....	36
Tabla 10. Prueba de Duncan para altura de planta (m)	38
Tabla 11. Prueba de Duncan para la longitud de vaina	40
Tabla 12. Análisis de varianza para el número de semillas por vaina.....	42
Tabla 13. Análisis de variación para el número de lóculos por vaina.....	44
Tabla 14. Análisis de varianza para días a floración	46
Tabla 15. Análisis de varianza para días a madurez fisiológica.....	48
Tabla 16. Color de grano.	50
Tabla 17. Color de hilio.....	51
Tabla 18. Textura de testa.....	52

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Rendimiento de grano seco en kilogramos por hectárea	299
Grafico 2. Peso de 100 semillas.....	355
Grafico 3. Número de vainas por planta.....	377
Grafico 4. Promedio de altura de planta	399
Grafico 5. Longitud de vaina	41
Grafico 6. Número de granos por vaina	433
Grafico 7. Promedio de números de lóculos por vaina.....	455
Grafico 8. Días a floración	477
Grafico 9. Días a madurez fisiológica	499

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Producción Nacional de Arveja grano seco en toneladas.	60
Anexo 2. Rendimiento de arveja seca grano seco en kilogramos por hectárea.	61

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) durante los meses de mayo a octubre del 2017. Los objetivos a evaluar fueron el rendimiento de grano seco de la generación F7 de la progenie obtenida por la cruce de arveja “Rondo” x “Remate” y seleccionar las familias promisorias por sus características de planta, fruto y grano seco. El ensayo se instaló bajo el diseño de bloques completamente al azar con 26 tratamientos y tres repeticiones. Se evaluó rendimiento de grano seco, peso de 100 semillas, número de vainas por planta, altura de planta, longitud de vaina, número de granos por vaina, número de lóculos por vaina, días a floración, días a madurez fisiológica, color del grano, color del hilio y superficie de la testa. Los resultados indican que las familias que obtuvieron los mayores rendimientos son 22, 18, 3, 6, 1, 4, 7, 10, 19, 20, 9, 24, 21 y 17 con 2972, 2948, 2922, 2912, 2885, 2866, 2672, 2476, 2464, 2409, 2400, 2379, 2327 y 2210 kg/ha respectivamente. Las familias seleccionadas como promisorias, por rendimiento, precocidad y tener características cualitativas aceptables de calidad de grano son las familias 22, 18, 3, 6, 1, 4, 7, 10, 19, 20, 9, 24, 21 y 17.

Palabras Clave: Arveja, familias, rendimiento, promisorias, precocidad.

ABSTRACT

The present research was carried out in the Grain and Oilseed Legumes Program (PLGO) of the National Agricultural University La Molina (UNALM) during the months of May to October 2017. The purposes of this research were: to evaluate the dry grain yield of the F7 generation of the progeny obtained by the pea cross "Rondo" x "Remate" and select the promising families for their plant, fruit and dry grain characteristics. The trial was installed under the completely randomized block design with 26 treatments and three repetitions. There were evaluated the dry grain yield, the weight of 100 seeds, the number of pods per plant, the plant height, the pod length, the number of grains per pod, the number of locules per pod, the days to flowering, the days to physiological maturity, the seed color, the color of the hilum and the surface of the seed coat. The results indicate that the families that obtained the highest yields are 22, 18, 3, 6, 1, 4, 7, 10, 19, 20, 9, 24, 21 and 17 with 2972, 2948, 2922, 2912, 2885, 2866, 2672, 2476, 2464, 2409, 2400, 2379, 2327 and 2210 kg / ha respectively. The families selected as promising, for performance, precocity and having acceptable qualitative characteristics of grain quality are families 22, 18, 3, 6, 1, 4, 7, 10, 19, 20, 9, 24, 21 and 17.

Keywords: Peas, families, yield, promising, precocity

I. INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.), se constituye en la tercera leguminosa de importancia en el Perú y el consumo es tanto en grano verde como en grano seco, con una producción nacional para arveja en grano seco de 50223 toneladas, destacando la región Cajamarca con 13772 toneladas seguido por La Libertad con 9999 toneladas. El rendimiento promedio de arveja grano seco es 1062kg/ha MINAGRI (2018). Es, además, de gran importancia nutricional. El contenido de proteína es de 22 a 25% además de carbohidratos, vitaminas y minerales (Ca, P y K) y es la principal fuente de proteínas para las clases más populares en Sur América, Centro América y el Caribe. (Acosta, 2017)

Entre los factores limitantes para la producción de arveja se encuentran los escasos de semilla certificada, sin calidad comercial y con una escasa oferta de variedades comerciales que prosperen bajo condiciones de la sierra, la fertilización inadecuada, un mal control fitosanitario, la falta de tecnificación agrícola influyen en el bajo rendimiento de arveja en las zonas altoandinas.

Un método para desarrollar variedades mejoradas es la hibridación, cuyo objetivo es recombinar los caracteres de los parentales y la posterior selección de la variedad de arveja con los caracteres favorables para el incremento del rendimiento de grano, para los ambientes donde se producirá el cultivo. Por lo antes expuesto el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO) de la Universidad Nacional Agraria La Molina inició el programa de mejoramiento genético de arveja en el 2011 y una de las cruza tiene como progenitores las variedades Rondo x Remate en busca de variedades comerciales que puedan ser de gran ayuda para los agricultores.

Las variedades de los progenitores son Rondo de origen americano, crecimiento determinado y usada para consumo en fresco con la variedad Remate de crecimiento indeterminado y usada generalmente para consumo en grano seco, pero está bien adaptada a las condiciones de la sierra donde se siembra con doble propósito. Es así como el PLGO de la Universidad Nacional Agraria La Molina viene evaluando las familias promisorias de esta cruza en condiciones de costa y sierra, siendo los objetivos de esta investigación los siguientes:

Objetivo general

- Evaluar el comportamiento de las familias promisoras de la cruce de arveja “Rondo” x “Remate” en condiciones de la Molina

Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento de grano seco de la generación F7 de la progenie obtenida por la cruce de arveja “Rondo” x “Remate” para condiciones de La Molina.
- Seleccionar las familias promisorias por sus características de planta, fruto y grano seco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL CULTIVO DE ARVEJA

2.1.1. Origen

El lugar de origen de la arveja (*Pisum sativum* L.) no está bien definido, pero se le asigna a diferentes lugares como: Etiopía, Asia Central, el Sureste de Asia y la cuenca del Mediterráneo Meneses *et al.* (1996). También indican a Etiopía como el centro probable de los tipos de arveja usados como hortalizas (Casseres, 1996).

La antigüedad aproximada de esta leguminosa es de 8000 años y esto lo demuestran los restos encontrados en excavaciones realizadas en Turquía, que datan 5000 años A.C. (Aykrob y Dugthy, 1997).

2.1.2. Taxonomía

Los nombres comunes de la arveja son: arveja, alverjita, chícharo, guisante (español).

Según Vilcapoma (1991) señala que la arveja tiene la siguiente taxonomía:

Division: Angiospermae

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Tribu: Vicia

Género: *Pisum*

Especie: *Pisum sativum* L.

2.1.3. Morfología

a) Raíz

La arveja presenta germinación hipogea, tiene un sistema radicular poco desarrollado, aunque posee una raíz pivotante que puede ser bastante profunda (Maroto, 1990). Presenta raíces laterales débiles formando un área circular de 50 a 75 cm de diámetro alrededor de la planta (kay, 1979).

b) Tallo

Los tallos son angulosos de sección, delgados, huecos, trepadores y de porte variable. En este último aspecto, cabe decir que existen tres grupos varietales de arveja; variedades enanas, cuyo tallo alcanza entre 25 y 90 cm de longitud; variedades de medio enrame, cuyos tallos miden entre 90 y 150 cm, y variedades de enrame con tallos de longitud comprendida entre 150 y 300 cm (Maroto, 1986).

La arveja presenta un tallo débil, por lo que las variedades altas necesitan un tutorado para guiar. El tallo principal es hueco y muy delgado en la base, va engrosándose progresivamente hacia la parte alta; dependiendo de la precocidad del cultivar, emitiendo de 6 hasta 20 nudos vegetativos por planta (Camarena y Huaranga, 2003).

c) Hoja

Las hojas son simples que pueden confundirse con las hojas cotiledóneas del frijol, pero la arveja al presentar germinación hipogea sus cotiledones permanecen bajo tierra, a partir del tercer nudo, que corresponde al primer nudo real de la parte aérea, se desarrollan sucesivamente las hojas verdaderas. Cada hoja se compone de peciolo, raquis, de uno a tres foliolos y uno a cinco zarcillos que le servirán para guiar (Camarena y Huaranga, 2003).

d) Flor

Aparecen solitarias, en pares o en racimos axilares, generalmente con colores purpura y blanca (Camarena et al., 2014)

e) Fruto

Las vainas pueden tener entre cuatro a diez semillas, de formas y colores variables, según la variedad. La vaina puede ser rugosa o lisa y los colores varían de verde oscuro, verde claro, verde blanquizco, verde azulado o grisáceo. Su longitud puede variar entre cuatro y doce cm y su ancho entre uno y dos cm. (Camarena y Huaranga, 2003).

f) Semilla

La semilla es de forma esférica o angulosa, de diámetro variable, lo que determina distintos tamaños de semilla según los cultivares: grano chico menor a ocho mm, grano mediano de ocho a diez mm y el grano grande mayor a diez mm (Maroto, 1990).

2.1.4. Estados fenológicos.

La arveja presenta diez estados fenológicos. Dichos estados deben ser registrados cuando el 50 % de las plantas exhiben dicha característica de desarrollo (Camarena y Huaríngá, 2003).

- Estadio 00: Germinación
La semilla seca empieza a absorber agua (imbibición). La radícula comienza a salir a los dos o tres días posteriores a la absorción de agua y termina con la aparición de la plúmula.
- Estadio 10: Emergencia
La plántula brota o sale a través de la superficie del suelo protegiendo el ápice de brote contra un posible daño.
- Estadio 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 y en esta etapa se comienzan a formar los nódulos *Rhizobium* (Cubero y Moreno, 1983)
- Estadio 30: Crecimiento longitudinal (dos pares de folíolos)
Comienzo del alargamiento del tallo. Primer entrenudo alargado visible hasta el noveno o más entrenudos alargados visibles.
- Estadio 40: Crecimiento longitudinal (tres pares de folíolos).
Se inicia la ramificación y a lo largo del tallo se irán diferenciando los primeros entrenudos reproductivos.
- Estadio 50: Prefloración
Los botones florales son visibles fuera de las hojas, pero cerrados todavía.
- Estadio 60 : Floración
Las flores abiertas, comienzo de la floración cuando el 10% de las flores ya están abiertas, plena floración cuando el 50% de las flores están abiertas.
- Estadio 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.
- Estadio 80: llenado de vainas
En el 50% de las plantas muestran las primeras vainas con granos en desarrollo y alcanzan el tamaño óptimo.

- Estadio 90: Madurez fisiológica

Cuando el 70% de las vainas entran en madurez fisiológica. El 100% de las plantas con vainas secas con semillas duras

2.1.5. Cultivares

Los cultivares usados en el experimento fueron Rondo y Remate, dentro de los cultivares de arveja comercial se encuentra: Azul, Alderman, Early Perfection 326, Remate, Ultrillo, UACEN 1 y UACEN 2, Usui y Rondo.

Alderman. Variedad americana, tiene un periodo de 120 a 150 días para una cosecha de grano verde y seco respectivamente, con una producción de 5500 kg/ha en grano verde y 1400 kg/ha en grano seco (USAID-PERU, 2007).

Usui. Conocida también como arveja ojo negro, es una variedad que se distingue por el hilio negro, tiene crecimiento indeterminado, el grano es de forma esférica y lisa, 100 semillas pesan de 30 a 35 granos. Cultivada en Cajamarca, Junín, Lambayeque, Ancash y Lima. (MINAGRI, 2016).

Criolla celeste. Es una variedad de alto potencial de rendimiento, el tamaño es de crecimiento indeterminado, con un tallo que llega a medir de 1.3 a 1.4 m y de 1.5 a 1.6 cm de ancho de vaina (Huamán, 2001).

Blanca criolla. Es el principal tipo de arveja de grano crema claro, de textura lisa, tamaño grande, 100 semillas pesan 30 a 35 gramos, cultivada en la Sierra por debajo de los 2600msmn y en la costa desde Lambayeque hasta Arequipa. (MINAGRI, 2016).

En el Perú también se siembran variedades criollas como la Blanca de Churcampá, Blanca de Andahuaylas, Blanca y Verde de Ancash que son de largo periodo vegetativo, de vainas pequeñas a medianas las cuales contienen granos pequeños al momento de la cosecha (Saldaña, 2012).

2.2. FITOMEJORAMIENTO DE PLANTAS.

El fitomejoramiento se desarrolló como ciencia conforme se han ido aumentando los conocimientos de genética con otras disciplinas, el establecimiento de esta ciencia se basó en comprender que el gen es la unidad de la herencia, en los procesos para manipular genes y en las reglas de comportamiento. Los genes tienen su expresión visible en las características que le confiere a la planta como, tamaño, color de flor. Fue mediante la polinización cruzada

sistemática que se ha podido reunir en una planta diferentes características deseadas por el progenitor, así la hibridación se convirtió en el principal método de fitomejoramiento (Poehlman y Sleper 2003).

Las características deseables tienen una base que pueden ser controladas por uno o varios genes, el mejorador tiene como función reunir en un solo genotipo el máximo posible de genes favorables (Camarena et al, 2014).

La labor principal para el fitomejoramiento es identificar los caracteres que se deseen conservar, los cuales contribuyan al mejoramiento del cultivo reuniéndolos y generando así nuevas y mejores variedades. La variabilidad genética nos permite seleccionar cultivares para diversos fines como mayor rendimiento, tolerancia a factores bióticos o abióticos (Brunner, citado por Geraldino, 2018).

“La heterocigosidad disminuye en un 50% con cada autofecundación sucesiva, después de varias generaciones autógamias, la proporción de loci heterocigotos que permanecen en la población es muy pequeña. Aunque la homocigosidad total es teóricamente inalcanzable”, las plantas seleccionadas de una población mixta después de cinco a ocho generaciones habrán alcanzado un estado de homocigosidad de forma que la progenie va a tener una apariencia y comportamiento similar (Poehlman y Sleper 2003).

Según (Martínez y Ron 2002), Las líneas de arveja son el resultado de un continuo proceso de sucesivas selecciones, la evaluación en el proceso de mejora se ha concentrado en el estudio de caracteres agronómicos y de calidad de vaina teniendo como objetivo los siguientes puntos:

- Adaptación al medio en función a las zonas de cultivo, las variedades deben estar adaptadas a la climatología.
- Mejora de las características agronómicas. El porte erecto para evitar problemas de hongos y pudrición de vainas que están en contacto con el suelo.
- La buena calidad sensorial. Esta es uno de los factores principales que inciden sobre el precio y la buena aceptación del producto por parte del consumidor.
- El incremento de azúcares influye de manera positiva en el sabor de la vaina, y también se busca mejorar el largo y ancho de la vaina cuanto más grandes, aumentan los rendimientos y la aceptación comercial.

2.2.1. Mejoramiento de plantas autóгамas.

Mecanismos que favorecen la autogamia

- Cleistogamia. La fecundación se produce cuando la flor se encuentra cerrada lo cual impide la fecundación cruzada favoreciendo la autogamia.
- La sincronización de la viabilidad del polen con la receptividad del estigma.
- La disposición espacial de anteras y estigma, que imposibilita la entrada o salida de polen externo.

2.2.2. Hibridación.

Es un método de mejoramiento genético que utiliza la polinización cruzada entre progenitores genéticamente distintos con el propósito de obtener recombinación genética. El propósito de este método es la identificación y selección de familias que combinen genes que el mejorador requiera. En el programa de mejoramiento genético podrán seleccionarse y utilizarse los segregados transgresivos, que son genes con comportamientos superiores a cualquiera de sus progenitores (Poehlman y Sleper 2003).

2.2.3. Hibridación en arveja

Según Avila (2013) la autopolinización se debe a la cleistogamia natural de la arveja, en que la liberación del polen ocurre 24 horas antes de que se abra la flor, también presenta aproximadamente un diez por ciento de polinización cruzada por acción de los insectos. En el presente trabajo el progenitor femenino fue “Rondo” y el progenitor masculino fue “Remate”

- Se selecciona el botón que no esté muy abierto y con un color verde claro, luego separamos el sépalo que está frente a la quilla para simplificar el trabajo.
- Se realiza una presión en la flor y abrimos las alas con mucho cuidado, y retiramos los estambres con mucho cuidado.
- Una vez libre de estambres tomamos la flor de la planta padre y realizamos una presión para que el polen quede en el estigma, haciendo las alas hacia atrás dejando expuesto al estigma que está impregnado de polen
- Se procede a realizar el proceso de polinización colocando el estigma del padre con el polen en el estigma de la madre, una vez realizado este proceso dejamos la flor como estaba anteriormente cerrada para evitar que se contamine.
- Se elimina los botones con los que no se ha trabajado, para evitar algún tipo de competencia, se coloca la etiqueta para identificar la planta hibridada.

2.2.4. Procedimientos de selección posteriores a la hibridación

El proceso que se utilizó para identificar los genotipos deseables posteriores a la hibridación en autógamos fue la selección por pedigree, el cual empieza en la F₂ y continúa en las generaciones sucesivas hasta tratar de alcanzar la pureza genética.

Método genealógico o de “pedigree”

Según Mujica (2018). Método que supone llevar un registro permanente de la relación de descendencia, se tiene una presión de selección más uniforme.

- Elección de parentales para lograr la complementación de caracteres favorables (por ej. rendimiento de grano, calidad de la harina, comportamiento fitosanitario (tolerancia a plaga/enfermedad),
- Siembra masal de F₁, aunque no demasiado densa para identificar y eliminar los genotipos provenientes de autofecundación por errores en la castración.
- F₂: Siembra espaciada, selección individual según los caracteres de interés e inicio del registro genealógico.
- F₃ a F₅: siembra espaciada, selección combinada entre y dentro de familias
- F₆ a F₇: siembra espaciada entre familias y densa dentro de familias, selección de las mejores familias.
- F₈ a F₁₀: Ensayos comparativos de rendimiento, estos ensayos se realizan en distintos ambientes. Se evalúa principalmente el comportamiento en rendimiento, calidad (análisis de muestras en laboratorios de calidad), comportamiento fitosanitario, caracteres fenológicos.

2.2.5. Cultivar

El cultivar o variedad se define como un grupo de plantas con características distintas, uniformes y estables, que deben presentar su propia identidad que la distingue de las demás.

AGROBANCO (2014), Los descriptores que le confieren la identidad son: ciclo vegetativo, características de grano, caracteres morfológicos, reacción a enfermedades y plagas, producción de granos, patrones enzimáticos o de ácidos nucleicos. La estabilidad es importante para la identificación de generación en generación. El término cultivar se utiliza como sinónimo de variedad, ocasionado por la concentración de dos palabras inglesas, cultivated variety (variedad cultivada).

La composición genética de un cultivar se clasifica en: Familias puras, multifamilias, híbridos, sintéticos, clones, variedades de polinización abierta (poblaciones) y compuestos (mezclas).

2.2.6. Mejoramiento en arvejas lisas y rugosas

El fitomejoramiento se realiza en base a los caracteres favorables propios de cada cultivo y que el mejorador desea transmitir a la progenie, en arvejas de grano liso generalmente se desea obtener un alto rendimiento, estabilidad, ciclo corto, ciclo intenso y persistente que tenga una buena capacidad de hidratación para enlatado, mientras que para arvejas de grano rugoso se desea obtener alto rendimiento, estabilidad, calibre grande, alto contenido de azúcares y buen comportamiento ante el congelado (INTA-FCA UNR, 2018)

2.3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO

2.3.1. Temperatura

La arveja es una hortaliza de climas templados, frescos y relativamente húmedos, por lo que se considera como cultivo de primavera. Su cero vegetativo suele situarse a 4-5° C; aunque gran parte de las variedades son sensibles a heladas.

La arveja es un cultivo de clima templado con temperaturas óptimas entre los 13 a 18° C. es sensible a heladas durante el desarrollo de las vainas y a temperaturas altas durante la floración (Ugás et al. 2000). La arveja es una de las pocas plantas a las que se le aplica el concepto de unidades de calor acumuladas, se puede decir que las variedades precoces cubren su ciclo de desarrollo desde la siembra hasta la recolección en 650-700 grados-día, mientras que las variedades tardías lo cubren en 900-1050 grados-día (Maroto, 1986).

Krarup (1993), menciona que la arveja es uno de los pocos cultivos en el que puede aplicarse con certeza las unidades térmicas acumuladas “integral térmica”(sumatoria de la diferencia entre la temperatura media diaria y el cero vegetativo de la planta en estudio, para todos y cada uno de los días en que se desarrolla su ciclo) en grados por día, teniendo como base a 5 °C, es así que el promedio para completar su ciclo vegetativo se requieren según el tipo de arvejas así : para los tipos de crecimiento **mata baja** se requiere de 650 a 700 grados/día; las de tipo de crecimiento de **medio enrame** de 700 a 900 grados /día y por último los de tipo de crecimiento de **enrame** de 900 a 1050 grados/día.

2.3.2. Humedad.

La arveja requiere de una precipitación pluvial de 800 a 1000 mm por campaña. Con suelos profundos y de buena retención de humedad, el cultivo con valores que superen los 400 mm con una precipitación anual tiene una buena adaptación. En terrenos con bajas precipitaciones pluviales el cultivo se puede manejar bajo riego, si la humedad llega a ser un factor limitante antes y después de la etapa reproductiva la arquitectura puede ser modificada, afectando la formación de vainas y la producción (Camarena y Huaranga, 2008)

2.3.3. Luz

Para obtener una buena floración se recomienda tener más de nueve horas de luz y de buena intensidad. Siendo las variedades de enrame más exigentes en luz que las variedades de medio enrame (Camarena y Huaranga, 2008).

2.3.4. Suelo

El cultivo de arveja se desarrolla en suelos de textura franco arenosa, bien drenados, ricos en materia orgánica y que no tengan un contenido excesivo de caliza Camarena y Huaranga (2003). El pH óptimo varía entre 5.5 y 6.7. La arveja es moderadamente tolerante a la acidez y muy sensible a la salinidad; el exceso de sales en el suelo provoca un desequilibrio iónico produciendo acumulación de sodio (Maroto, 1990; Ugás et al, 2000).

Vigliola (1986) mencionado por Meneses (1996) señala que la arveja prospera en suelos bien provistos de materia orgánica, preferiblemente de incorporación en la cosecha anterior, también necesita suelos bien provistos de ácido fosfórico y potasa.

2.3.5. Agua

La arveja es una planta mesófila por lo mismo requiere de una disponibilidad de agua sobre el 50% de la humedad aprovechable. Asimismo, agua de riego de buena calidad (bajo tenor salino libre de elementos tóxicos, etc.) para lograr el máximo potencial de rendimiento físico y cualitativo, lo que también se ve favorecido por una humedad relativa media a alta (krarup, 1993)

En zonas con escasas precipitaciones el agua debe ser provista mediante riego, porque requiere de una provisión adecuada de agua durante la floración y el desarrollo de vainas. Los riegos deben ser ligeros y frecuentes para el éxito del cultivo. El riego excesivo durante la etapa de germinación puede ocasionar pudriciones en la raíz, mientras la sequía acelera la maduración

del cultivo sin un llenado adecuado del grano obteniéndose bajos rendimientos (Camarena y Huaranga, 2003; Ugás et al, 2000).

2.3.6. Altitud

Según DANE (2015) las variedades de arveja Piquinegra, Sindamanoy, Guatecana, Santa Isabel, Obonuco andina, Obonuco San Isidro y ICA-Tomine se adaptan entre un rango de altura de 2000 a 2800 msnm.

La arveja se adapta mejor a las condiciones de climas fríos y frescos (Sierra y a los valles interandinos) y se siembra hasta los 3,300 msnm (Camarena y Huaranga, 2008).

2.4. ASPECTOS AGRONÓMICOS

2.4.1. Siembra

La arveja se puede sembrar al voleo en golpes o chorro continuo, la siembra al voleo es la más rápida, pero a su vez exige mayor práctica de quien la efectúa, ya que la distribución no es uniforme y se requiere remover la tierra para la penetración de la semilla y finalmente comprimiendo la tierra con ayuda de algún instrumento. Cuando el sistema es bajo regadío, se siembra a un costado del surco por donde pasará el agua, estos surcos son de una sola hilera y están espaciado a 0.75 m uno de otro. Otro sistema es el de hilera dobles sobre camellones a 0.90 m de espacio entre cada centro de camellón y dejando de 10 a 12 cm entre las dos hileras. La densidad más recomendable para arveja, es de 80 kg/ha (Casseres, 1996).

El distanciamiento recomendado entre surcos es de 0.8m y el distanciamiento entre golpes es de 25-30 cm. La colocación de la semilla será de tal forma que se evite en lo posible el exceso de humedad al lomo o a la costilla del surco, la cantidad de semillas a utilizar para la variedad Rondo es de 40 a 60 kg/ha según el número de semillas por golpe (Camarena y Huaranga, 2008).

2.4.2. Control de malezas

La arveja es una planta poco competitiva, por lo que se requiere un estricto control de malezas, por medios manuales, mecánicos químicos o de forma combinada. Las principales causas de un manejo inadecuado son la reducción en el rendimiento, pérdida en la calidad del producto, mayor incidencia de plagas y enfermedades y aumento en costo de producción (DANE, 2015)

En pre-siembra es útil el uso del herbicida trifluralina en dosis de 0.4-0.6 kg/ha. En pre-emergencia se usa Prometrina y Metribuzin a las dosis de 0.7 Kg/ha, que poseen una permanencia superior a los dos meses; y de post-emergencia Dinoseb-Acetato (Maroto, 1990).

2.4.3. Fertilización

La fertilización se debe realizar en base al análisis de suelo, en suelos con mayor contenido de materia orgánica se tiene un buen desarrollo de planta. Los fertilizantes orgánicos necesitan ser aplicados con anticipación a los requerimientos nutricionales de la planta, la disponibilidad dependerá de la actividad microbiana, humedad y temperatura (Anchivilca, 2018).

En la primera fase del desarrollo de la planta, el nitrógeno debe estar disponible en forma de materia orgánica para tener una buena acción de las bacterias nitrificantes, el cultivo también exige fósforo y potasio para asegurar altos rendimientos y dulzura en el grano tierno (INIAP, 2004).

2.4.4. Tutorado

El enramado y tutorado tienen por objeto mantener erguidas a las plantas, facilitando de ésta manera su exposición a la luz solar. Según DANE (2015) este sistema de siembra es el más recomendado, ya que facilita las labores del cultivo, mejor control de malezas y una menor incidencia de enfermedades. Por su distribución homogénea y uniforme, permite obtener mayor rendimiento y vaina de mejor calidad.

Krarop (1993) agrega que el sistema de cultivo por espalderas, la conducción se puede realizar de muchas formas, lo importante es que se dispongan tutores enterrados cada cuatro o cinco metros, sobre hilera y que entre ellos se enlacen familias de cordel o cinta doble a cada 20 cm de altura para sostener el crecimiento de las plantas.

2.4.5. Plagas

Las plagas más importantes en este cultivo son las siguientes: “gusanos cortadores” (*Agrotis* spp, *Spodoptera* spp., *Feltia* spp.) se alimentan de plantas tiernas y se pueden controlar con una buena preparación de terreno; “mosca minadora” (*Liriomyza huidobrensis*) forman galerías blanquecinas retorcidas en las hojas, el control se realiza mediante la aplicación de diazinon o dimetoato; “arañita roja” (*Tetranychus* sp.) succionan savia de las hojas produciendo un manchado rojizo al inicio y posteriormente una tonalidad amarillenta, se controla con la aplicación de azufre, diazinón y disulfoton (TECNOAGRO, 2012).

Según DANE (2015) las principales plagas de la arveja son “trozadores” (*Spodoptera frugiperda*, *Agrotis ipsilon*); “afidos” (*Aphis* sp, *Myzus* sp) atacan brotes y pueden ser transmisores de virus, puede ser controlados por depredadores como *Coccinellidos*, *Chrysopidos* y *Syrfidos*, parasitoides del genero *Braconidos* y *Aphelinidos*, el control químico

puede ser con malathion, pirimicarb, imidacloprid entre otros; “minador de la arveja” (*Liriomyza* sp); “muques” (*Copitarsia* sp) se alimentan de tallos tiernos y de follaje pudiendo llegarlas a consumir la totalidad de las hojas, el control químico se realiza con Carbofuran o Clorpirifos.

2.4.6. Enfermedades

Son causadas principalmente por hongos, bacterias y virus que son capaces de menguar el rendimiento y la calidad del grano ocasionando cuantiosas pérdidas a los agricultores. Entre las enfermedades fungosas más comunes tenemos a *fusarium* spp su ataque se manifiesta con una clorosis en forma ascendente que luego se generaliza ocasionando marchitez, que puede ocasionar la muerte de las plantas; *Rhizoctonia* spp se manifiesta con mayor frecuencia en plantas recién emergidas ocasionando que estas se quiebren en el punto de infección, cuando la infección no es muy severa las plantas logran recuperarse; “oidium” (*Erysiphe pisi*) los síntomas inician con la aparición de manchas amarillentas en el haz de las hojas, de no realizar un control oportuno el hongo se propaga a la totalidad del tejido vegetal pudiendo ocasionar la muerte de la planta; “mildiu” (*Peronospora pisi*) sus primeros síntomas son apariciones de pequeñas manchas en el envés de las hojas pudiendo traspasar la hoja y aparecer en el haz, el desarrollo de este hongo se ve favorecido cuando se tiene una alta humedad relativa (Calderón et al 2000).

Según INTA (2015), Las enfermedades de la arveja son: manchas foliares son causadas por hongos que actúan solos o en conjunto dependiendo de la variedad, del manejo agronómico y la localidad donde se siembre, los hongos más comunes son (*Alternaria* sp), “Antracnosis” (*Ascochyta pisi*), “oídium” aparecen manchas blancas pulverulentas en hojas, tallos y vainas. Las manchas blancas están constituidas por el signo del hongo, conformadas por micelio y sus esporas. “mildiu” (*Peronospora viciae*), que producen manchas amarillas pálidas grandes.

2.4.7. Cosecha

Las variedades usadas en el presente experimento fueron, Rondo que es una variedad para consumo en fresco, con la variedad Remate usada para cosecha en grano verde y grano en seco.

La cosecha y trilla para grano en verde se realiza manualmente cuando las vainas estén completamente verdes, desarrolladas y/o llenas, antes que empiecen a endurecer y perder azúcares, y la cosecha en grano seco está determinada por el secamiento de las vainas y planta, es decir cuando las plantas han completado su ciclo (INIAP, 2014).

2.5. ANTECEDENTES

Anchivilca (2018), en su tesis de Abonamiento orgánico y fertilización NPK en arveja verde (*Pisum sativum* L). cv. Rondo, bajo riego por goteo en Tupicocha, Huarochirí. En su trabajo de abonamiento orgánico y fertilización de NPK bajo riego por goteo encontró que no hubo relación estadística entre el número de vainas por planta con el rendimiento en fresco, pero si hay una relación directa porque encontró que los tratamientos con mayores rendimientos también tuvieron un mayor número de vainas respecto a sus demás tratamientos y su testigo, encontrando promedios de altura de planta de 0.63, con 65 días a floración, también reporto una temperatura media de 8.8 °C en su fase experimental, comparado con la temperatura promedio de 17°C obtenida en la presente investigación demuestra que hay notable influencia de la temperatura en el ciclo vegetativo de las plantas.

Huamán (2001), en su trabajo experimental del efecto de la fertilización nitrogenada y sistemas de cultivo en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L), var Remate, en condiciones de la costa central, a una altitud de 243msnm, observa que hay una mejor respuesta en el cultivo que está en espalderas frente al cultivo tradicional, con todos estos factores suelo, clima y la calidad de la semilla sumado al manejo agronómico, explican el rendimiento de 2332.62 kg/ha para rendimiento en seco, que es superior al promedio nacional. Además reporta un promedio de altura de planta de 1.73 m y menciona que en tratamientos con fertilización nitrogenada se nota que hay una ligera tendencia de incremento en el número de vainas por planta al incrementar la fertilización, pero destacando que hay una diferencia significativa en el número de vainas por planta entre los tratamientos en los que utilizo espaldera versus los tratamientos tradicionales, encontrando 10.30 vainas/planta y 7.3 vainas por planta en tratamientos con espalderas y sin espalderas respectivamente.

Quispe (2007), en su tesis de efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en el rendimiento de grano seco de arveja (*Phisum satim* L), variedad Rondo, en condiciones de La Molina, nos indica que su mayor rendimiento fue de 3111.2 kg/ha con la aplicación de microorganismos eficaces al 2% en aparición del órgano floral, seguido de la aplicación de microorganismos eficaces al 1% en aparición del órgano floral con 2909.6 kg/ha y el menor fue de 2370 kg/ha que fue su tratamiento testigo, demuestra que hay un efecto significativo en las dosis y momentos de aplicación de los microorganismos. También obtuvo 9.70 cm de longitud de vaina y 17.27 vainas por planta.

Saldaña (2012), llevo a cabo su experimento efecto de aplicación de microorganismos eficaces en el rendimiento de vaina verde, entre los meses de Julio a Octubre del 2008 a 78msnm en el Valle de Lurín, provincia de Lima. Los parámetros evaluados fueron rendimiento de grano en verde, número de vainas por planta, numero de granos por vaina, longitud de vaina, ancho de vaina, altura de planta, peso fresco del follaje y peso fresco de la raíz. Obteniendo los resultados más altos en el tratamiento con fertilización inorgánica (80-80-60), registrando el mayor rendimiento en grano verde con 4.431 kg/ha, seguido por los tratamientos con aplicación de microorganismos eficaces a la prefloración y a la semilla que rindieron 3521 y 3424 kg/ha respectivamente. También se pudo notar que la aplicación de microorganismos eficaces aplicados a la prefloración y a la semilla, favorecieron en el desarrollo del componente vainas por planta frente al tratamiento con fertilización inorgánica.

INIA (2004), su variedad “INIA 103 REMATE” tiene una buena adaptación a diversas condiciones agroecológicas de sierra central, con rendimientos superiores a las variedades locales, corto periodo vegetativo, uniformidad y buen tamaño de vaina y grano. El rendimiento en grano seco obtenido fue de 2000kg/ha con tutores.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CAMPO EXPERIMENTAL

3.1.1. Lugar

El presente trabajo de investigación se realizó en un lote del campo “Libres II” del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Nacional Agraria La Molina con el apoyo del Programa de Investigación y Proyección Social de Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PGLO). Siendo su ubicación geográfica la siguiente.

Latitud: 12°05'46" Sur

Longitud: 76°57'23" Norte

Altitud: 243 msnm

3.1.2. Historial de campo

En lote Campos Libres II se realiza rotación de cultivos entre tuberosas, leguminosas y gramíneas, los cultivos sembrados antes de instalado el cultivo fueron maíz y papa respectivamente.

3.1.3. Análisis del suelo

El análisis físico químico del suelo se realizó antes de la siembra, tomando un muestreo al azar del campo experimental y los resultados se muestran en la tabla 1.

El tipo de suelo es de textura franco arcillo arenoso con una conductividad de 1.59 dS/m en la que se puede notar que el suelo posee una conductividad ligeramente salina, el pH es de 7.74 es ligeramente alcalino, el nivel de materia orgánica en el suelo fue de 1.7 teniendo un suelo ligeramente bajo en el contenido de materia orgánica el contenido de fosforo fue de 11.5 ppm y de potasio fue de 103 ppm, lo que indicaría que se tendría una respuesta favorable al aplicar fertilización con fosforo y potasio.

Tabla 1. Análisis de caracterización de suelos tomado el antes de realizar el experimento en el terreno Campos Libres.

Características	Valor	Calificación
Arena	%	54
Limo	%	23
Arcilla	%	23
Clase textural		Franco arenoso
pH (H ₂ O)		7.74 Ligeramente alcalino
C.E.(1:1)	dS/m	1.59 Ligeramente salino
CaCO ₃	%	0.00 No calcáreo
MO	%	1.70 Ligeramente bajo
Fosforo extractable	Ppm	11.5 Ligeramente bajo
potasio extractable	Ppm	103 Bajo
CIC	meq/100g	13.28 Moderado
Ca ²⁺	meq/100g	10.48 Elevado
Mg ²⁺	meq/100g	1.65 Bajo
K ⁺	meq/100g	0.90 Bajo
Na ⁺	meq/100g	0.25 Bajo
H ⁺ +AF ₃ ⁺	meq/0100g	0.09 Bajo

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la UNALM

3.1.4. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas en las que el cultivo de arveja se desarrolló se muestran en el cuadro N°1. El experimento se realizó desde el mes de mayo hasta el mes de setiembre 2017. Según los datos obtenidos del observatorio meteorológico “Alexander Von Humboldt” se observó una temperatura mínima de 13.16 °C en el mes de Setiembre y la temperatura máxima se registró en el mes de Mayo con 23.94°C.

Según los promedios de temperatura los valores oscilaron entre 16.29°C a 20.74°C, siendo los valores recomendados para el cultivo entre 15°C a 21°C, el periodo en el cual se ha desarrollado el cultivo está dentro del rango recomendado, no hubo precipitaciones significativas y la humedad relativa estuvo en rangos adecuados para un buen desarrollo del cultivo.

Tabla 2. Datos meteorológicos para el distrito de la Molina, registrados durante el período de Mayo a Setiembre del 2017 en “Campos Libres” en el ensayo de arveja

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad
	Máxima	Mínima	Media		relativa 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
Septiembre	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 Humbolt”-UNALM 2017.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

El material vegetal está constituido por la semilla de las 24 familias o familias de la cruz y los progenitores Rondo y Remate.

Rondo. Es una variedad semi-tardía, tipo de crecimiento medio enrame, con unos 50 cm de tamaño, tiene de 8 granos por vaina con una longitud de vaina de 10 cm siendo el grano de color verde, de textura rugosa y de textura rugosa (Camarena y Huaranga 2008)

Este tipo de arveja es especialmente para cosecha en grano verde, por ser de grano grande y atractivo. Sembrado en Cajamarca, Arequipa, Junín, La Libertad (MINAGRI 2016)

Remate. Esta variedad fue adaptada por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), con un crecimiento de tipo indeterminado de uno 1.50 cm de altura de planta, una longitud de vaina de 7 cm, de grano color blanco cremoso con textura rugosa y unos 120 a 140 días a madurez de cosecha.

Semilla liberada por el INIA-Huancayo en el 2004 Sembrada en Cajamarca, La Libertad, Ancash, Junín, Piura, Huancavelica, Cusco, Arequipa, La Libertad, Lima y Lambayeque. Pero recomendada para Junín (Mantaro), Cajamarca, La Libertad, costa norte y centro (MINAGRI 2016).

Tabla 3. Descripción y codificación de las familias sembradas

Familias y progenitores	Familia	Color de grano	Textura de	
			grano	Color de hilio
Familia 1	C5f1	verde claro	rugoso	blanco
Familia 2	c5f2	verde	rugoso	blanco
Familia 3	C5f3	verde claro	rugoso	blanco
Familia 4	C5f4	verde cremoso	rugoso	blanco
Familia 5	C5f5	verde claro	liso	blanco
Familia 6	C5f6	verde	rugoso	blanco
Familia 7	C5f7	crema	rugoso	crema
Familia 8	C5f8	verde claro	rugoso	crema
Familia 9	C5f9	verde	rugoso	blanco
Familia 10	C5f10	verde	rugoso	blanco
Familia 11	C5f11	verde claro	rugoso	blanco
Familia 12	C5f12	verde	rugoso	blanco
Familia 13	C5f13	verde claro	liso	blanco
Familia 14	C5f14	verde claro	rugoso	blanco
Familia 15	C5f15	crema	rugoso	blanco
Familia 16	C5f16	verde claro	rugoso	blanco
Familia 17	C5f17	verde	rugoso	blanco
Familia 18	C5f18	verde	rugoso	blanco
Familia 19	C5f19	crema	rugoso	blanco
Familia 20	C5f20	verde	rugoso	blanco
Familia 21	C5f21	verde claro	rugoso	crema
Familia 22	C5f22	verde	rugoso	crema
Familia 23	C5f23	crema	rugoso	blanco
Familia 24	C5f24	verde	rugoso	blanco
Remate	progenitor ♂	crema	liso	blanco
Rondo	progenitor ♀	verde claro	rugoso	crema

Fuente: Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la UNALM, Amelia Huaranga.

Para los trabajos de campo y gabinete se utilizó los siguientes:

- Balanza digital
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de campo
- Wincha
- Carrizo y rafia
- Agroquímicos
- Mochila de aplicación
- Pala, escarda y trinche
- Lápiz y plumón indeleble
- Bolsas y costales

3.3. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en un terreno agrícola donde el riego fue por gravedad y el manejo agronómico se realizó con las recomendaciones del Programa de Investigación y Proyección Social en Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, que normalmente ejecutan en los experimentos

Preparación de la semilla

Se realizó una prueba de germinación para ver la viabilidad de la semilla de cada una de las familias de la cruz, Rondo por Remate cada familia será separada en una bolsa previamente etiquetada, cada bolsa con 24 semillas.

Preparación del terreno

Después de haber realizado el riego y llevado el terreno a capacidad de campo, se procede con el arado del terreno, para luego hacer la nivelación quedando lista para el surcado, una vez realizado el surcado de 0.8m de distancia se procederá hacer la delimitación de los ensayos y bloques que fueron señalados utilizando wincha, estacas, cordel y cal.

Siembra

La siembra se realizó el 22 mayo del 2017, manualmente con la ayuda de una pala con un distanciamiento entre planta y planta de 0.4m depositando tres semillas por golpe en la costilla del surco.

Control de malezas

Antes de la siembra se realizó la aplicación de herbicida pre emergente SUPREMO 480 SC, luego se realizó dos deshierbos de forma manual, el primero a las tres semanas de realizada la siembra y el segundo al inicio de la floración.

Cambio de surco

Esta labor se realizó a entre la quinta y sexta semana después de la siembra, se realizó el aporque una semana después de haber realizado el segundo riego con la ayuda de una pala



Figura 1. Cambio de surco

Colocación de tutores

Se realizó a los 43 días de instalado el experimento se plantaron tres postes de carrizo por parcela distanciados a un metro y se colocaron cuatro niveles de rafia distanciados en 20 empezando a los 30 cm del suelo.



Figura 2. Instalación de tutores

Riego

El riego se hizo por gravedad realizando un total de cinco riegos, siendo el riego de ensaño cuatro días después de la siembra, el segundo riego fue a los quince días de instalado el cultivo, el tercer riego se realizó a los treinta y nueve días cuando algunos de los tratamientos ya comenzaban a florear, el cuarto riego se realizó a los 53 días en plena floración, el quinto riego se realizó a los 81 días y el ultimo riego se realizó a los 95 días entre las etapas de llenado de vaina y madurez fisiológica.

Control fitosanitario

Durante la etapa de crecimiento vegetativo se tuvo la presencia de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis.*), larvas de lepidópteros, áfidos y trips. Los cuales se controlaron con ABAMEX (abamectina) para los insectos picadores chupadores y FASTAC (alfa cipermetrina) en comedores de follaje. En la etapa de cuajado y llenado de grano se tuvo la presencia de oídium el cual se controló con KUMULUS (azufre micromizado).

Cosecha

Se realizó en forma manual en la madurez de las plantas, se cosecho en cada parcela cuando se tuvo el 90% de las vainas en madurez fisiológica la cual empezó a los 105 días después de la siembra, las muestras fueron sometidas al secado para su posterior trilla y selección.



Figura 3. Secado de vainas

3.4. VARIABLES EVALUADAS

3.4.1. Días a la floración

Se evaluó basándose en los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas tuvieron su primera flor. La evaluación se realizará en forma visual en cada parcela.

3.4.2. Días a madurez fisiológica

Se evaluó basándose en los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las vainas en madurez fisiológica. La evaluación se realizará en forma visual en cada parcela.

3.4.3. Altura de planta (cm)

Se tomó al azar 10 plantas de toda el área de experimento, las cuales han sido medida desde el cuello de la planta hasta el último entrenudo de la rama más alta.

3.4.4. Segregación

En cada parcela se evaluó si las plantas de arveja son de diferente tipo de crecimiento y se denota presente o ausente

3.4.5. Número de lóculos por vaina

Se tomaron al azar 10 vainas y se contabilizaron el número de lóculos encontrados.

3.4.6. Color del hilio

Se evaluó el color del hilio (negro, blanco).

3.4.7. Superficie de la testa

Se evaluó la textura (lisa, rugosa, hoyos y ligeramente con hoyos).

3.4.8. Color del grano

Se evaluó el color del grano (verde, crema y blanco).

3.4.9. Número de vainas por planta

Se tomaron al azar 10 plantas de toda el área del experimento y se registraron el número de vainas por planta.

3.4.10. Número de granos por vaina

Se tomaron al azar 10 vainas y se contabilizaron el número de granos por vaina y finalmente se tomó el promedio.

3.4.11. Peso de 100 semillas

Se tomó el peso de 100 granos de arveja seca al azar de cada familia y de los progenitores en tres repeticiones y luego se tomó el promedio.

3.4.12. Rendimiento/planta de grano seco

Se obtuvo el peso total de todos los granos secos de las vainas cosechadas del surco central, se halló el promedio de las tres repeticiones para luego expresarlas en kg/ha.

3.4.13. Longitud de las vainas (cm)

Se evaluará la longitud de 10 vainas extraídas al azar de cada planta, y las medidas se tomarán desde el final del pedicelo hasta el ápice y finalmente se hallará el promedio de las 10 vainas.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1 Diseño experimental

El diseño estadístico empleado para el experimento fue el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 24 familias y los dos progenitores, totalizando 26 tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento. El modelo aditivo lineal es:

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

Dónde:

Y_{ij} : Valor observado al finalizar el experimento de la unidad experimental que recibió el i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque.

μ : Media general

t_i : Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j : Efecto del j -ésimo bloque

ϵ_{ij} : Efecto aleatorio del error

La técnica estadística es ANVA (análisis de varianza) con 0.05 y 0.01 de niveles de significancia y para la comparación de los promedios, se utilizó la prueba de comparación de Duncan.

3.5.2. Unidad experimental

Parcela:

Número de parcelas	78
Número de bloques	3
Número de parcelas por bloque	26
Distancia entre surcos	0.8m
Distancia entre golpes	0.4m
Longitud de cada surco	3m
Número de golpes por surco	7
Número de semillas por golpe	3
Número de semillas por parcela	21
Distancia entre calles	1m
Área de la parcela	2.4m ²
Ancho total del experimento	22m
Largo total del experimento	11m
Área total del experimento	242m ²

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES CUANTITATIVAS

4.1.1. Rendimiento de grano seco (kg/ha).

Los resultados del rendimiento de grano seco en kilogramos por hectárea se presentan en la tabla 6, con un rendimiento promedio de 2333 kg/ha. Se aprecia que la familia 22 muestra el mayor rendimiento con 2792 kg/ha, que supera al progenitor Remate con 2727 kg/ha y la familia 23 muestra el menor rendimiento con 1752 kg/ha.

En la tabla 5 muestra el análisis de varianza para el rendimiento de grano seco, se encuentra que no existe diferencia significativa para la fuente de variabilidad entre los bloques, pero sí hay diferencias estadísticas altamente significativas para la fuente de variabilidad de los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 18.69 por ciento, lo que indica que hubo un buen control del error experimental y es aceptable según lo señala Calzada (1992).

Al realizar la comparación de medias tabla 4, las familias 22, 18, 3, 6, 1, 4, 7, 10, 19, 20, 9, 21, 17 y 24 con los progenitores Rondo y Remate muestran los rendimientos más altos según la agrupación de Duncan, siendo estos estadísticamente similares con 2792 kg/ha de la familia 22 y 2151kg/ha para el progenitor Rondo que ocupa el último puesto en esta agrupación.

En el grafico 1 se puede observar en algunas familias como 22, 18, 3, 6, 1 y 4 tienen valores superiores al progenitor Remate que el parental con mayor rendimiento y las familias 16, 15, 13, 5, 14, 11, 2, 12, 8 y 23 muestran valores menores a Rondo que registra el menor rendimiento entre los progenitores. Tanto familias como parentales en este experimento tuvieron las mismas condiciones durante la fase experimental, los rendimientos que están fuera del rango obtenido por los progenitores pueden ser explicados por Poehlman y Sleper (2003) menciona los segregados transgresivos que son genes con comportamientos superiores a cualquiera de sus progenitores.

Según Maroto (1990) la arveja se desarrolla muy bien en climas húmedos, y analizando las observaciones meteorológicas en la fase experimental, se tuvieron humedades relativas que fluctúan en 78% a 82% lo que nos indica que el cultivo de arveja durante el periodo mayo-setiembre 2017 no tuvo problemas de estrés, también Huamán (2001) observa que hay una mejor respuesta en el cultivo que está en espalderas, frente al cultivo tradicional. Todos estos factores sumada la fertilización y el manejo agronómico explican el rendimiento de 2333 kg/ha

para arveja en grano seco, es superior al rendimiento promedio nacional en grano seco de 1062 Kg/ha (MINAGRI, 2018).

Tabla 4. Prueba de Duncan para el rendimiento en grano seco kg/ha.

Familias y progenitores	Rendimiento en grano seco (kg/ha)	Significación					
F22	2972	A					
F18	2948	A	B				
F3	2922	A	B				
F6	2912	A	B				
F1	2885	A	B	C			
F4	2866	A	B	C			
Remate	2727	A	B	C	D		
F7	2672	A	B	C	D	E	
F10	2476	A	B	C	D	E	F
F19	2464	A	B	C	D	E	F
F20	2409	A	B	C	D	E	F
F9	2400	A	B	C	D	E	F
F24	2379	A	B	C	D	E	F
F21	2327	A	B	C	D	E	F
F17	2210	A	B	C	D	E	F
Rondo	2151	A	B	C	D	E	F
F16	2104		B	C	D	E	F
F15	2043			C	D	E	F
F13	1985				D	E	F
F5	1950				D	E	F
F14	1946				D	E	F
F11	1851					E	F
F2	1831					E	F
F12	1784						F
F8	1754						F
F23	1751						F

En la tabla 7 se puede observar que los tratamientos 22, 18, 3, 6, 1 y 4 son los que reportan los mayores rendimientos, se puede notar que esta variable está más relacionada con la variable número de vainas por planta, ya que estos mismos tratamientos reportan los valores más altos para dicha variable, Quispe (2007) en su trabajo de aplicación de microorganismos eficaces para la variedad Rondo en La Molina al igual que este experimento encuentra que la variable que guarda mayor relación con el rendimiento en seco por hectárea es el número de vainas por planta, por sobre las variables peso de 100 semillas, longitud de vaina, número de semillas por vaina que son las variables que están más ligadas al rendimiento.

Las variables que influyen directamente en el rendimiento de grano seco por hectárea son, el número de vainas por planta, el peso de 100 semillas y el número de granos por vaina. Comparando todas estas variables con el rendimiento, se puede determinar que la variable que más influye en el rendimiento es el número de vainas por planta como se muestra en la tabla 9. Las familias 22, 18, 3, 6, 1, 4, 7, 10, 19, 20, 9, 24, 21 y 27 tienen el mayor valor según la agrupación de Duncan, siendo la misma agrupación para la variable de rendimiento en grano seco. Para las otras dos variables no existe la misma similitud en las comparaciones.

Las familias obtenidas en el presente experimento son consideradas precoces, por alcanzar la madurez fisiológica en un promedio de 97 días, el cual es notablemente inferior al obtenido para la variedad “INIA 103 Remate” en condiciones de Huancayo INIA (2004). Las familias 22, 18, 3, 6, 1, 4, 7, 10, 19, 20, 9, 24, 21 y 27 que registran el mayor rendimiento, las familias 18,19 y 24 son las que muestran mayor precocidad como se muestra en la tabla 15.

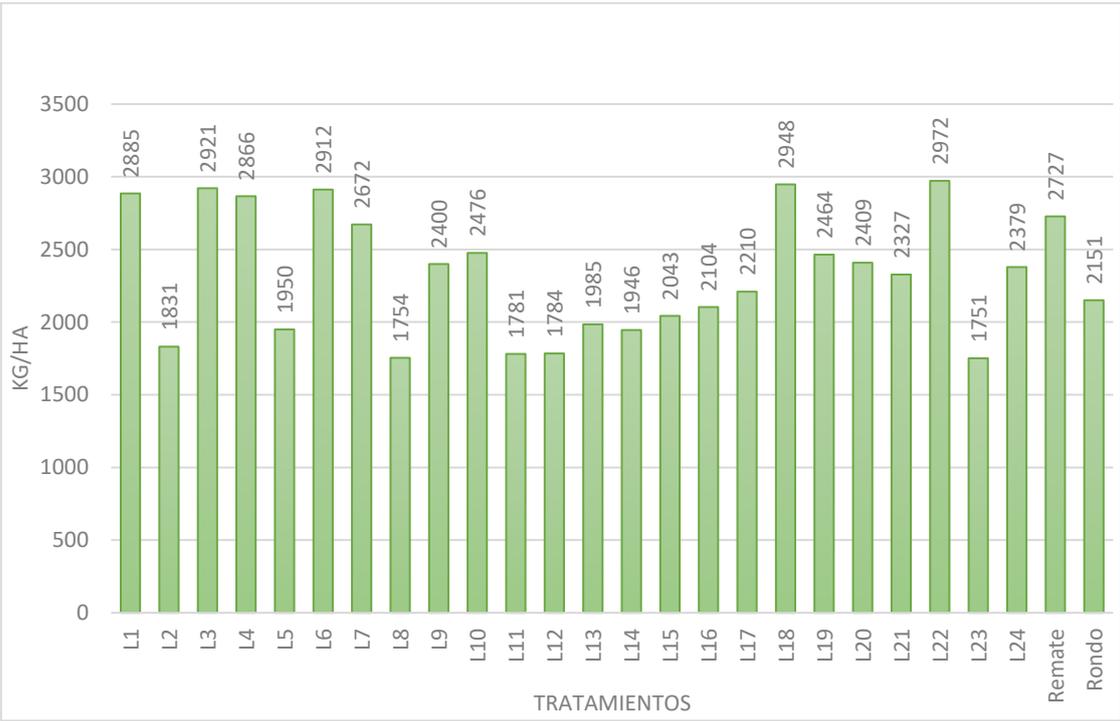


Grafico 1. Rendimiento de grano seco en kilogramos por hectárea

Tabla 5. Análisis de varianza de las variables en estudio

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Rendimiento en seco por hectárea	Peso de 100 semillas	Número de vainas por planta	Promedio de altura de planta	Longitud de vaina
Bloque	2	54368.30	19.60*	17.72	0.03	1.17
Tratamiento	25	532734.10**	38.98**	26.97**	0.09**	0.89*
Promedio		2335.31	31.99	13.59	1.37	8.64
CV (%)		18.70	6.95	19.49	11.06	7.63

Continuación....

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Número de granos por vaina	Número de lóculos por vaina	Días a floración	Días a madurez fisiológica
Bloque	2	0.34	7.21**	17.55*	31.27
Tratamiento	25	1.14**	1.27**	13.84**	72.42**
Promedio		5.89	7.92	52.06	96.54
CV (%)		11.66	7.87	4.33	4.59

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

Tabla 6. Resultados promedios de las variables en estudio

Familias y progenitores	Peso de 100 semillas (gr)	Número de vainas por planta	Altura de planta (m)	Longitud de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Número de lóculos por vaina	Rendimiento en grano seco por hectárea (kg/ha)	Días a floración	Días a madurez fisiológica
F1	31.07	17.32	1.35	9.15	5.73	8.47	2885	52	103
F2	36.23	9.54	1.37	7.95	5.67	8.27	1831	50	92
F3	34.23	14.67	1.51	9.03	6.20	8.33	2921	55	101
F4	34.93	15.86	1.46	9.00	5.63	8.47	2866	53	101
F5	33.47	10.55	1.11	8.94	5.93	8.00	1950	50	93
F6	36.70	17.28	1.34	7.98	4.93	8.07	2912	52	98
F7	28.33	17.31	1.63	7.77	5.87	7.73	2672	53	98
F8	30.87	10.90	1.46	9.73	5.77	8.20	1754	53	100
F9	31.20	14.65	1.67	9.02	5.73	7.27	2400	53	103
F10	27.50	17.28	1.17	8.40	5.53	7.60	2476	55	102
F11	26.10	10.74	1.39	8.74	6.83	9.07	1781	51	88
F12	32.53	9.96	1.26	8.34	5.97	6.73	1784	51	96
F13	39.27	11.18	1.34	8.22	4.93	6.87	1985	51	95
F14	35.70	10.18	0.98	8.53	5.70	7.53	1946	51	93
F15	33.83	9.74	1.36	8.12	6.57	7.77	2043	50	92
F16	35.73	9.71	1.35	8.09	6.67	7.00	2104	47	88
F17	27.93	15.69	1.38	8.74	5.40	8.60	2210	55	102
F18	29.86	15.61	1.71	9.19	6.77	8.40	2948	51	96
F19	30.13	12.21	1.32	9.11	7.13	9.00	2464	53	95
F20	28.07	16.90	1.34	8.79	5.47	7.87	2409	54	101
F21	27.87	16.16	1.31	8.96	5.60	8.20	2327	55	100
F22	30.58	17.43	1.39	8.64	5.90	8.20	2972	54	101
F23	32.40	10.21	1.37	7.82	5.63	7.53	1751	49	89
F24	32.40	15.90	1.46	8.25	4.93	7.20	2379	50	94
Remate	37.57	13.85	1.46	8.43	5.60	6.93	2727	50	89
Rondo	27.19	12.48	0.99	9.79	6.80	8.67	2151	54	101
Promedio	31.99	13.59	1.36	8.64	5.88	7.92	2333	52	97

Tabla 7. Variables cuantitativas y cualitativas en base al rendimiento de grano seco por hectárea

Familias y tratamientos	Rendimiento en grano seco (kg/ha)	Peso de 100 semillas (gr)	Número de vainas por planta	Altura de planta (m)	Longitud de vaina (cm)	Número de granos por vaina	Número de lóculos por vaina
F22	2972	30.58	17.43	1.39	8.64	5.90	8.20
F18	2948	29.86	15.61	1.71	9.19	6.77	8.40
F3	2922	34.23	14.67	1.51	9.03	6.20	8.33
F6	2912	36.70	17.28	1.33	7.98	4.93	8.07
F1	2885	31.07	17.32	1.35	9.15	5.73	8.47
F4	2866	34.93	15.86	1.46	9.00	5.63	8.47
Remate	2727	37.57	13.85	1.46	8.43	5.60	6.93
F7	2672	28.33	17.31	1.63	7.77	5.87	7.73
F10	2476	27.50	17.28	1.17	8.40	5.53	7.60
F19	2464	30.13	12.21	1.32	9.11	7.13	9.00
F20	2409	28.07	16.90	1.34	8.79	5.47	7.87
F9	2400	31.20	14.65	1.67	9.02	5.73	7.27
F24	2379	32.40	15.90	1.46	8.25	4.93	7.20
F21	2327	27.87	16.16	1.31	8.96	5.60	8.20
F17	2210	27.93	15.69	1.38	8.74	5.40	8.60
Rondo	2151	27.19	12.48	1.09	9.79	6.80	8.67
F16	2104	35.73	9.71	1.36	8.09	6.67	7.00
F15	2043	33.83	9.74	1.37	8.12	6.57	7.77
F13	1985	29.27	11.18	1.34	8.22	4.93	6.87
F5	1950	33.47	10.55	1.11	8.94	5.93	8.00
F14	1946	35.70	10.18	0.98	8.53	5.70	7.53
F11	1851	26.10	10.74	1.39	8.74	7.10	9.07
F2	1831	36.23	9.54	1.37	7.95	5.67	8.27
F12	1784	32.53	9.96	1.26	8.34	5.97	6.73
F8	1754	30.87	10.90	1.46	9.73	5.77	8.20
F23	1751	32.40	10.21	1.38	7.82	5.63	7.53

Continuación...

Familias y tratamientos	Rendimiento en grano seco (kg/ha)	Días a floración	Días a madurez fisiológica	Color de grano	Textura	Color de hilio
F22	2972	54	101	verde	rugoso	crema
F18	2948	51	96	verde claro	rugoso	blanco
F3	2922	55	101	verde	rugoso	blanco
F6	2912	52	98	verde	rugoso	blanco
F1	2885	52	103	verde	rugoso	blanco
F4	2866	53	101	verde cremoso	rugoso	blanco
Remate	2727	50	89	crema	liso	blanco
F7	2672	53	98	verde cremoso	rugoso	crema
F10	2476	53	102	verde	rugoso	blanco
F19	2464	53	95	crema	rugoso	blanco
F20	2409	54	101	verde	rugoso	blanco
F9	2400	53	103	verde	rugoso	blanco
F24	2379	50	94	verde claro	rugoso	blanco
F21	2327	55	100	verde	rugoso	crema
F17	2210	55	102	verde	rugoso	blanco
Rondo	2151	54	101	verde	rugoso	crema
F16	2104	47	88	crema	rugoso	blanco
F15	2043	50	92	verde	rugoso	blanco
F13	1985	50	95	verde claro	liso	blanco
F5	1950	50	93	verde cremoso	liso	blanco
F14	1946	51	93	verde claro	rugoso	blanco
F11	1851	51	88	verde claro	rugoso	blanco
F2	1831	50	92	verde claro	rugoso	blanco
F12	1784	51	96	verde	rugoso	blanco
F8	1754	53	100	verde claro	rugoso	crema
F23	1751	49	89	crema	rugoso	blanco

4.1.2. Peso de 100 semillas

Los resultados promedios del peso de 100 semillas para las familias en estudio se presentan en la tabla 6, se aprecia que peso promedio de 100 semillas es de 31.99 gramos, la familia 13 con 39.27gramos es el tratamiento que muestra el mayor valor y la familia 11 con 26.10 gramos fue la que presento el menor valor.

En la tabla 5 del análisis de varianza nos muestra que hay diferencias estadísticas significativas para la fuente de variabilidad entre bloques y diferencias estadísticas altamente significativas para la fuente de variabilidad entre tratamientos. Con un coeficiente de variación es de 6.95 por ciento, valor que se encuentra dentro del rango de aceptación para los trabajos de experimentación realizados en el campo Calzada (1992).

Tabla 8. Prueba de Duncan para el peso de 100 semillas.

Familias y progenitores	Peso de 100 semillas	Significación
F13	39.27	A
Remate	37.57	A B
F6	36.70	A B C
F2	36.23	A B C
F6	35.73	A B C
F14	35.70	A B C
F4	34.93	B C D
F3	34.23	B C D E
F15	33.83	B C D E F
F5	33.47	B C D E F
F12	32.53	C D E F G
F23	32.40	C D E F G
F24	32.40	C D E F G
F9	31.20	D E F G H
F1	31.07	D E F G H
F8	30.87	D E F G H
F22	30.58	E F G H
F19	30.13	E F G H I
F18	29.86	F G H I
F7	28.33	G H I
F20	28.07	H I
F17	27.93	H I
F21	27.87	H I
F10	27.50	H I
Rondo	27.19	H I
F11	26.10	I

Al realizar la prueba de medias tabla 8, se observa que las familias 13, 6, 2, 6 y 14 y el progenitor Remate son estadísticamente similares tienen los mayores valores y las familias 19, 18, 7, 20, 17, 21, 10 y 11 y el progenitor Rondo tienen los menores valores y son estadísticamente similares. Se puede notar que los valores mostrados por las familias para esta variable, están dentro del rango obtenido por los progenitores.

Según Quispe (2007), obtuvo un peso promedio de 30 gramos en la variedad Rondo. Entre la familia 13 y la familia 11 se obtuvo 13.17 gramos de diferencia, que es similar entre los progenitores, Remate para rendimiento en seco tuvo mayor peso de 100 semillas que Rondo variedad utilizada generalmente para rendimiento en fresco.

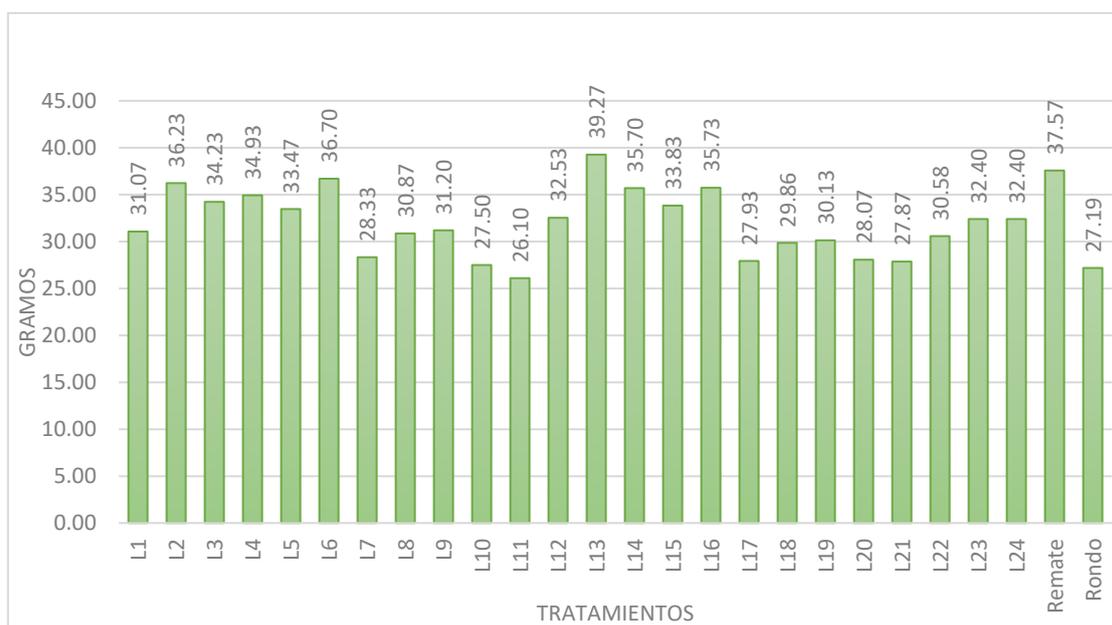


Grafico 2. Peso de 100 semillas.

4.1.3. Número de vainas por planta

En la tabla 6 se presentan los promedios del número de vainas por planta observándose que el tratamiento 22 tiene el mayor valor con 17.43 vainas por planta, y el tratamiento 2 tiene el menor valor con 9.54 vainas por planta. Siendo el promedio de número de vainas por planta de 13.59.

El análisis de varianza tabla 5 se encuentra diferencias estadísticas altamente significativas para la fuente de variabilidad de los tratamientos, y no muestra diferencias estadísticas significativas para la fuente de variabilidad de los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 19.49 por ciento demostrando que hubo buen control del error experimental y que se encuentra dentro de los rangos establecidos para los trabajos de campo.

Según la comparación de medias tabla 9 se tiene que las familias 22, 1, 7, 10, 6, 20, 21, 24, 4, 17, 18, 3, 9 y 19, con los progenitores Rondo y Remate son estadísticamente similares registrando los mayores valores, pero guardan relación con el rendimiento, ya que las familias y progenitores que registraron las mayores cantidades de vainas por planta también registraron los mayores rendimientos.

Tabla 9. Prueba de Duncan para número de vainas por planta.

Familias y progenitores	Número de vainas por planta	Significación				
F22	17.43	A				
F1	17.32	A				
F7	17.31	A				
F10	17.28	A				
F6	17.28	A				
F20	16.90	A				
F21	16.16	A	B			
F24	15.90	A	B	C		
F4	15.86	A	B	C		
F17	15.69	A	B	C	D	
F18	15.61	A	B	C	D	
F3	14.67	A	B	C	D	E
F9	14.65	A	B	C	D	E
Remate	13.85	A	B	C	D	E
Rondo	12.48	A	B	C	D	E
F19	12.21	A	B	C	D	E
F13	11.18		B	C	D	E
F8	10.90			C	D	E
F11	10.74			C	D	E
F5	10.55				D	E
F23	10.21					E
F14	10.18					E
F12	9.96					E
F15	9.74					E
F16	9.71					E
F2	9.54					E

Se tiene una diferencia significativa en el número de vainas por planta entre los tratamientos que los que utilizo espaldera versus los tratamientos tradicionales, encontrando 10.30 vainas por planta y 7.3 vainas por planta en tratamientos con espalderas y sin espalderas respectivamente en la variedad de arveja Remate para condiciones de las costa central. (Huamán 2001).

En el grafico 3 se puede observar que el mayor número de vainas obtenido en la familia número 22 es de 17.43 vainas por planta se muestra superior al progenitor de la variedad Remate siendo esta variedad la que mayor número de vainas por planta registra en relación los progenitores con 13.85 y Rondo con 12.48.

Según INIA (2004) el número de vaina por planta para la variedad Remate registra 21 vainas por planta. La variedad rondo en la presente investigación que se obtuvo 12.48 vainas por planta, según TQC (2017) la variedad de arveja Rondo tiene una producción de 15 vainas por planta, se puede apreciar que la variedad Remate tuvo un mayor número de vainas por planta comparado a la variedad Rondo tal como lo indican las fichas técnicas de INIA (2004) y TQC (2017). Pero la cantidad de vainas por plantas es menor para ambos progenitores comparando cada progenitor con su respectiva ficha técnica.

Anchivilca (2018) obtuvo un promedio de 17.29 vainas por planta, comparado con Saldaña (2012) que registro 9.63 vainas por planta en promedio se puede observar que las 12.48 vainas por planta obtenidas para la variedad rondo está dentro del rango encontrado en trabajos anteriores y que puede variar significativamente de acuerdo al manejo y las condiciones climáticas.

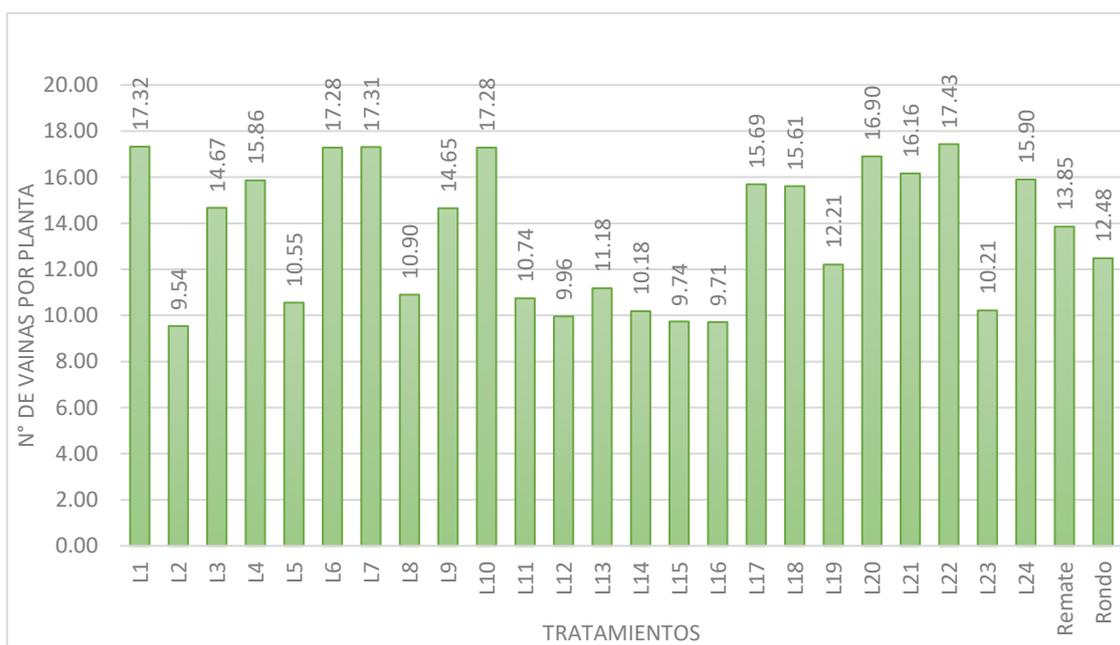


Grafico 3. Número de vainas por planta.

4.1.4. Altura de planta (m)

En la tabla 6 se presentan los promedios de altura de planta, observándose una variación entre 1.71 metros para el tratamiento 18 y 0.98 metros para el tratamiento 14 muy similar al progenitor de mata baja Rondo que tiene un promedio de altura de planta de 0.99 metros.

En el análisis de variancia tabla 5 se muestra que el coeficiente de variación es 11.05 por ciento y que se ubica en el rango establecido para los tratamientos de campo, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los bloques y si se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para la fuente de variabilidad de los tratamientos.

Tabla 10. Prueba de Duncan para altura de planta (m)

Familias y progenitores	Altura de planta	Significación
F18	1.71	A
F9	1.67	A B
F7	1.63	A B C
F3	1.51	A B C D
F8	1.46	A B C D E
F4	1.46	A B C D E
F24	1.46	A B C D E
Remate	1.46	A B C D E
F11	1.39	B C D E F
F22	1.39	B C D E F
F17	1.38	B C D E F
F23	1.38	C D E F
F2	1.37	C D E F
F15	1.37	C D E F
F16	1.36	C D E F
F1	1.35	C D E F
F13	1.34	C D E F
F20	1.34	C D E F
F6	1.33	C D E F
F19	1.32	D E F
F21	1.31	D E F
F12	1.26	D E F
F10	1.17	E F G
F5	1.11	F G
Rondo	1.09	F G
F14	0.98	G

Al realizar la prueba de medias tabla 10 se encuentra que las familias 18, 9, 7, 3, 8, 4 y 24 con el progenitor Remate tienen la misma significación estadística y son las que registran los mayores valores. Las familias 10, 5 y 14 con el progenitor Rondo muestran las menores longitudes.

Según Saldaña (2012), Quispe (2007) y Anchivilca (2018) obtuvieron 0.63, 0.67 y 0.73 metros de altura respectivamente para la variedad Rondo. En la presente investigación se reportó 0.99 metros para la variedad Rondo, superior a las medidas reportadas pero puede ser justificada por el uso de espalderas en la que se estimuló a una mayor elongación de la planta. Huaman (2001) reporta un promedio de altura de 1.73 metros para la variedad Remate en el presente trabajo este progenitor registra una altura de 1.46 m que es inferior a la crusa 18 que registra una altura de 1.71 metros.

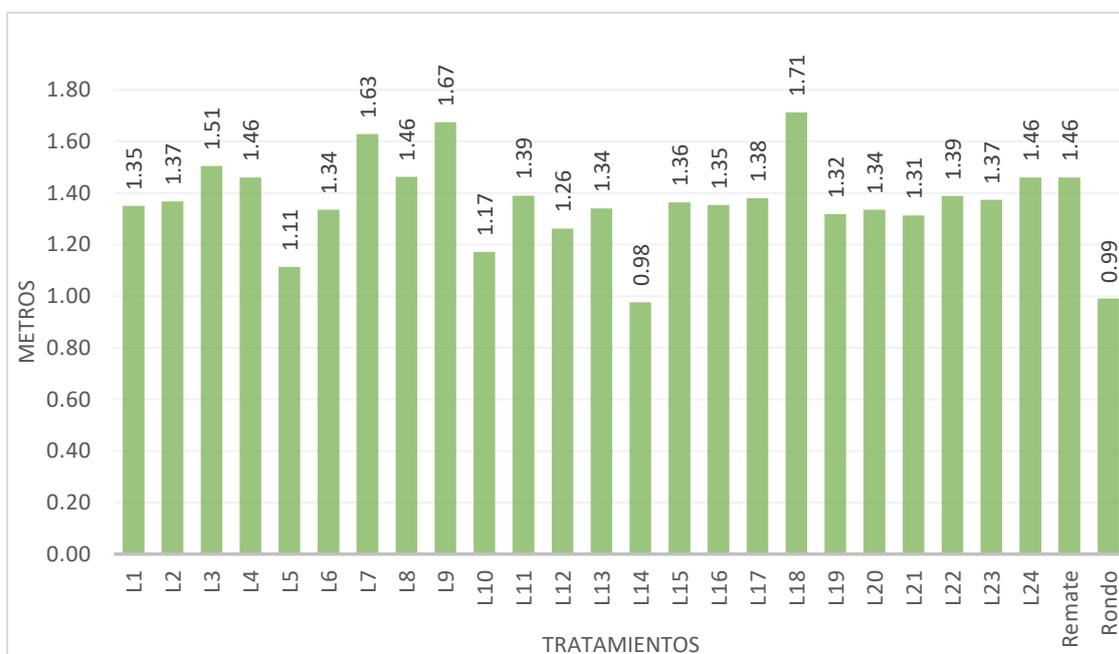


Grafico 4. Promedio de altura de planta

4.1.5. Longitud de vaina

El promedio registrado en la presente investigación es de 8.64 cm tabla 6, también se observa que la mayor longitud de vaina es la de la familia 26 que es el progenitor rondo con 9.79 cm, la menor longitud de vaina corresponde a la familia 7 con 7.77 cm de longitud y el progenitor remate tiene una longitud de vaina de 8.43.

Según el análisis de varianza tabla 5 no se encuentra diferencias estadísticas para los bloques, si se encuentran diferencias estadísticas significativas para la fuente de variabilidad entre los tratamientos y el coeficiente de variación fue de 7.63 por ciento, y se encuentra dentro del rango establecido para los valores de campo Calzada (1992).

Al realizar la prueba de Duncan tabla 11, se muestra que el progenitor Rondo y las familias 8, 18, 1, 19, 3, 9, 4, 21, 5, 20, 17, 11, 22 y 14 tienen la misma significación estadística a diferencia del progenitor Remate que muestra un menor valor.

Tabla 11. Prueba de Duncan para la longitud de vaina

Familias y progenitores	Longitud de vaina	Significación				
Rondo	9.79	A				
F8	9.73	A	B			
F18	9.19	A	B	C		
F1	9.15	A	B	C		
F19	9.11	A	B	C	D	
F3	9.03	A	B	C	D	E
F9	9.02	A	B	C	D	E
F4	9.00	A	B	C	D	E
F21	8.96	A	B	C	D	E
F5	8.94	A	B	C	D	E
F20	8.79	A	B	C	D	E
F17	8.74	A	B	C	D	E
F11	8.74	A	B	C	D	E
F22	8.64	A	B	C	D	E
F14	8.53	A	B	C	D	E
Remate	8.43		B	C	D	E
F10	8.40			C	D	E
F12	8.34			C	D	E
F24	8.25			C	D	E
F13	8.22			C	D	E
F15	8.12			C	D	E
F16	8.09			C	D	E
F6	7.98			C	D	E
F2	7.95			C	D	E
F23	7.82				D	E
F7	7.77					E

Comparando los promedios de longitud de vaina con otros trabajos de investigación se puede observar que los resultados obtenidos son ligeramente menores a los resultados mencionados por Huamán (2001) con un valor promedio de 9.7 con la variedad Remate, según Anchivilca (2018) sus resultados obtenidos tuvieron un promedio de 10.25 cm, comparando ambos experimentos se puede observar que Rondo tuvo mayor longitud que Remate al igual que la presente investigación.

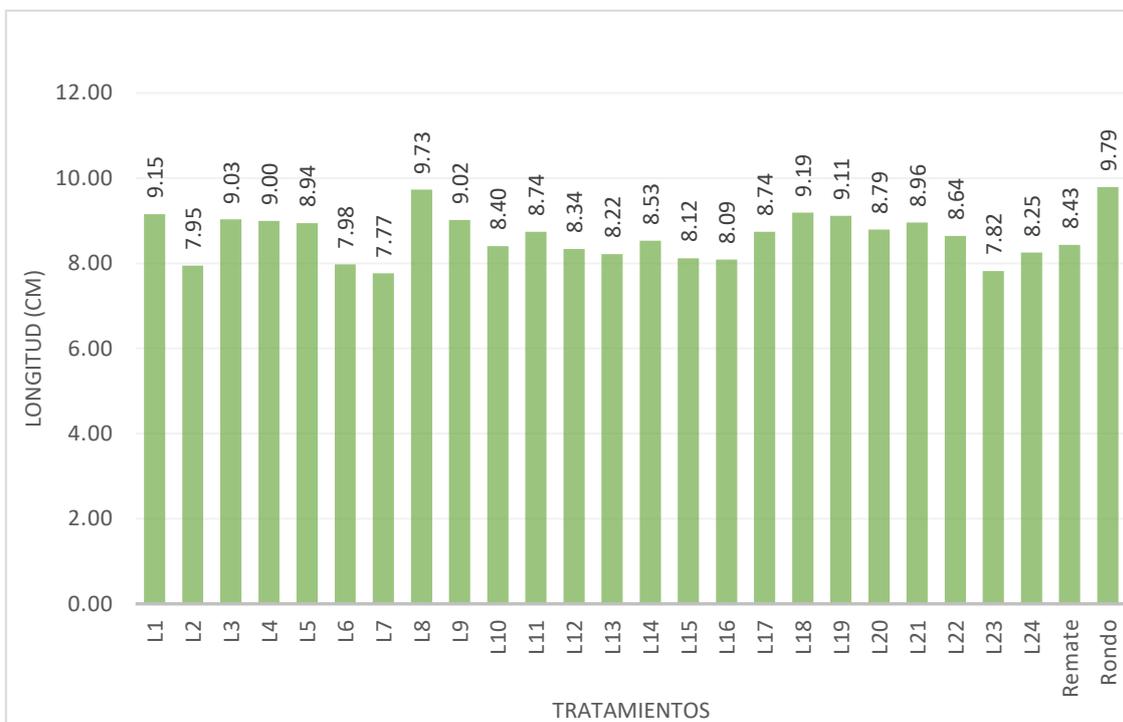


Grafico 5. Longitud de vaina

4.1.6. Número de granos por vaina

Los resultados promedio del número de semillas por vaina se presentan en la tabla 6, con un promedio de 5.88 granos por vaina donde la familia 13 con 7.13 registro el mayor valor muy similar al progenitor Rondo con 6.8 granos por vaina, el progenitor Remate tuvo 5.6 y la familia 24 con 4.93 tuvo el menor valor.

En la tabla 5 se muestra se muestra en análisis de varianza, se muestra una alta significación estadística para la fuente de variabilidad entre los tratamientos, no existe significación estadística para los bloques y se registró un coeficiente de variación de 11.65 por ciento lo que indica que se tuvo buen control del error experimental y es un valor aceptado para los trabajos de campo.

Al realizar el análisis de varianza tabla 5 se encontró diferencias estadísticas entre los progenitores, las familias 19, 11, 18, 16, 15, 3, 12, 5, 22 y 7 con el progenitor Rondo muestran mayor significación estadística comparando al progenitor Remate.

El número de semillas por vaina para los progenitores según Camarena y Huaranga (2003), Anchivilca (2018) y Villena (2001) son 8, 10.72 y 5.3 respectivamente para el progenitor Rondo en el experimento se registró 6.8 granos por vaina ligeramente menor comparado con los otros resultados, para el progenitor Remate en el presente trabajo se registró 5.6 granos por vaina menor a lo registrado por INIA (2004), para la variedad Remate con 8 a 9 granos por Vaina.

Tabla 12. Prueba de Duncan para el número de granos por vaina

Familias y progenitores	Número de granos por vaina	Significación
F19	7.13	A
F11	7.10	A
Rondo	6.80	A B
F18	6.77	A B C
F16	6.67	A B C
F15	6.57	A B C
F3	6.20	A B C D
F12	5.97	A B C D
F5	5.93	A B C D
F22	5.90	A B C D
F7	5.87	A B C D
F8	5.77	B C D
F1	5.73	B C D
F9	5.73	B C D
F14	5.70	B C D
F2	5.67	B C D
F23	5.63	B C D
F4	5.63	B C D
F21	5.60	B C D
Remate	5.60	B C D
F10	5.53	B C D
F20	5.47	B C D
F17	5.40	C D
F6	4.93	D
F13	4.93	D
F24	4.93	D

Según Anchivilca (2018) es importante evitar el estrés de la planta en etapa de floración y llenado de granos, durante la fase experimental se tuvo problemas con el riego en la etapa de floración lo que habría ocasionado un promedio menor en el número de semillas por vaina comparando con otras fuentes.

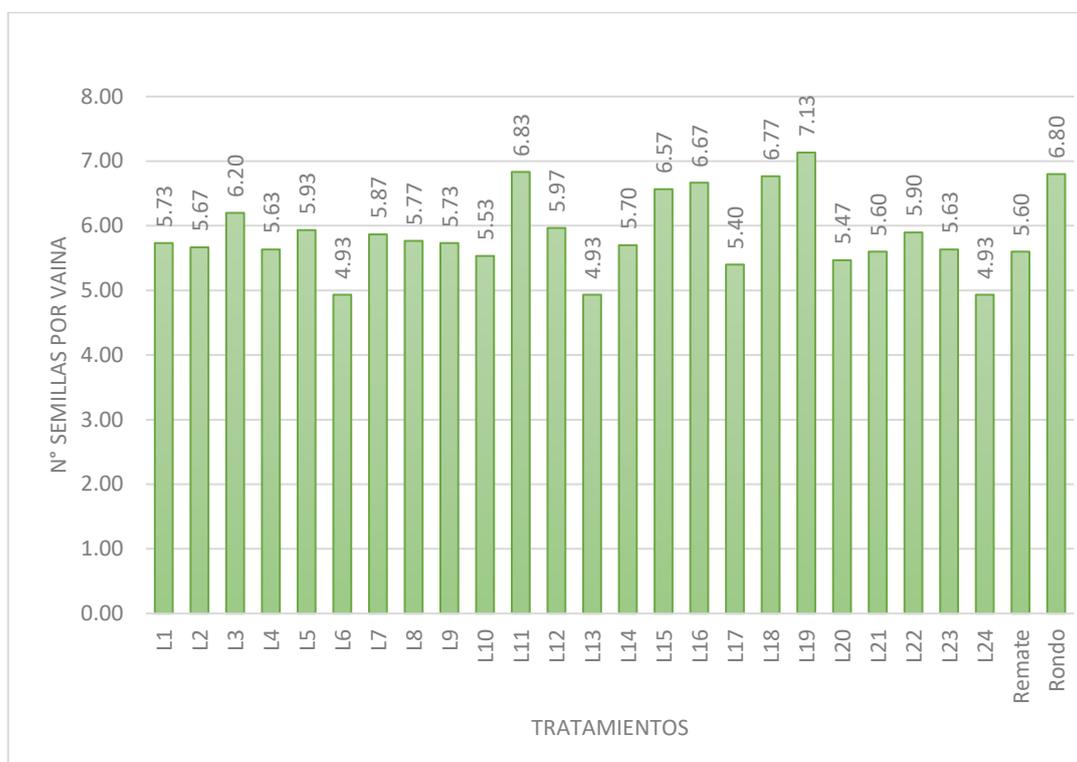


Grafico 6. Número de granos por vaina

4.1.7. Número de lóculos por vaina

Los resultados promedio se muestran en la tabla 6, se aprecia un promedio de 7.92 lóculos por vaina registrando el mayor valor la familia 11 con 9.07 similar al progenitor rondo con 8.67 y el menor valor lo registra la familia 12 con 6.73 lóculos por vaina.

En la tabla 13 se muestra el análisis de varianza para el número de lóculos por vaina, muestra diferencias estadísticas altamente significativas para para fuente de variación entre bloques y tratamientos y el coeficiente de variación es de 7.86 por ciento, que indica que hubo un buen control del error experimental y se encuentra dentro del rango aceptable para trabajos de campo según lo señala Calzada (1982).

En la prueba de medias se observa que el progenitor Rondo con las familias 11, 19, 17 4, 1, 18, 3, 2, 22, 21, 8, 6, 5 y 20 tienen la misma significación estadística mayor al progenitor Remate,

tendencia que se repite para las variables longitud de vaina y número de semillas por planta, demostrando que estas variables están relacionadas.

(Quispe 2007) Obtuvo diferencias significativas en el número de lóculos entre los tratamientos con aplicación de microorganismos eficientes al 1% y el testigo consiguiendo 9.37 lóculos/vaina y 8.17 lóculos/vaina respectivamente demostrado que un buen manejo agronómico nos ayuda a incrementar el número de lóculos por vaina.

Tabla 13. Prueba de Duncan para el número de lóculos por vaina

Familias y progenitores	Número de lóculos por vaina	Significación						
F11	9.07	A						
F19	9.00	A						
Rondo	8.67	A	B					
F17	8.60	A	B					
F4	8.47	A	B	C				
F1	8.47	A	B	C				
F18	8.40	A	B	C	D			
F3	8.33	A	B	C	D			
F2	8.27	A	B	C	D			
F22	8.20	A	B	C	D	E		
F21	8.20	A	B	C	D	E		
F8	8.20	A	B	C	D	E		
F6	8.07	A	B	C	D	E	F	
F5	8.00	A	B	C	D	E	F	
F20	7.87	A	B	C	D	E	F	G
F15	7.77		B	C	D	E	F	G
F7	7.73		B	C	D	E	F	G
F10	7.60		B	C	D	E	F	G
F23	7.53		B	C	D	E	F	G
F14	7.53		B	C	D	E	F	G
F9	7.27			C	D	E	F	G
F24	7.20				D	E	F	G
F16	7.00					E	F	G
Remate	6.93						F	G
F13	6.87						F	G
F12	6.73							G

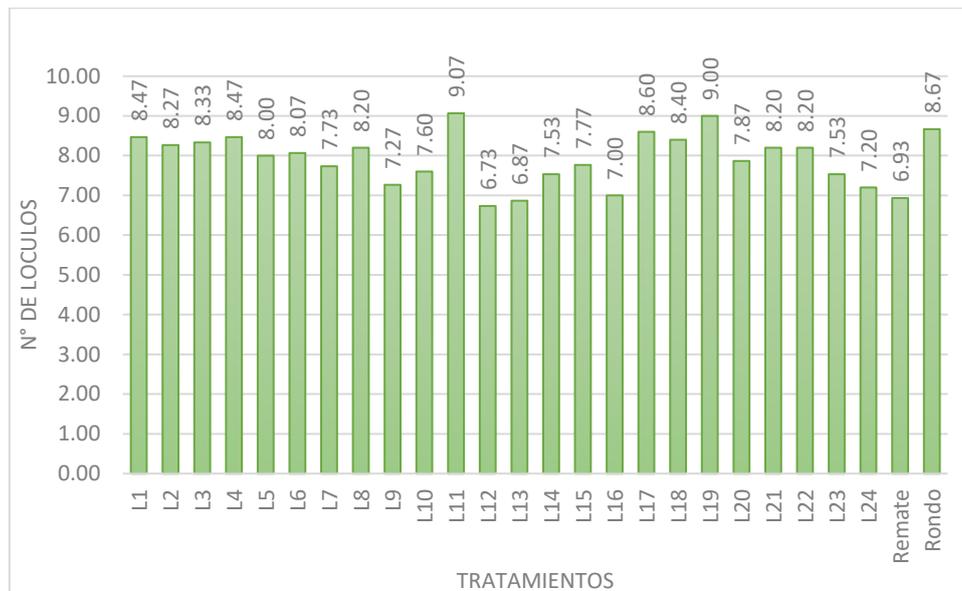


Grafico 7. Promedio de números de lóculos por vaina.

4.1.8. Días a floración

Los resultados promedio de días a floración se presentan en la tabla 6 con un valor de 52, se puede observar que el tratamiento 16 es el más precoz con 47 días a floración y el más tardío es el tratamiento 10 con 55 días, los días a floración para los progenitores son de 50 días para Remate y 54 días para Rondo.

En el análisis de varianza tabla 5 se observó que se tiene diferencias estadísticas significativas para los bloques, para los tratamientos se encontró diferencias altamente significativas para la fuente de variación. El coeficiente de variación fue de 4.23 por ciento lo que nos indica que hubo un buen control del error experimental y es aceptable según lo señala Calzada (1982).

Al realizar la prueba de medias tabla 14 se muestra que el progenitor Rondo con las familias 10, 3, 17, 21, 22, 20, 7, 9, 8 4, 19,1, 6 y 13 muestran la misma significación estadística siendo las más tardías, las familias con mayor precocidad son 13, 12, 11, 18, 14, 15, 24, 5, 2, 23 y 16 y el progenitor Remate que se encuentra dentro la misma agrupación.

Según Villena (2001) y Anchivilca (2018) tuvieron un inicio de floración de 51 y 65 días respectivamente para la variedad Rondo, en la tabla 6 se puede observar que los días a floración para el progenitor Rondo es 54 días muy similar a los obtenidos por Villena (2001). La temperatura óptima para el desarrollo de la arveja esta entre 13-18 °C Ugas et al (2000), Anchivilca (2018) reporto una temperatura media de 8.8 °C en su fase experimental, comparado

con la temperatura promedio de 17°C obtenida en la presente investigación demuestra que hay notable influencia de la temperatura en el ciclo vegetativo de las plantas.

Tabla 14. Prueba de Duncan para días a floración

Familias y progenitores	Días a floración	Significación
F10	53	A
F3	55	A B
F17	55	A B C
F21	55	A B C
F22	54	A B C D
F20	54	A B C D E
Rondo	54	A B C D E
F7	53	A B C D E F
F9	53	A B C D E F
F8	53	A B C D E F
F4	53	A B C D E F
F19	53	A B C D E F
F1	52	A B C D E F
F6	52	A B C D E F
F13	51	A B C D E F G
F12	51	B C D E F G
F11	51	B C D E F G
F18	51	B C D E F G
F14	51	B C D E F G
F15	50	C D E F G
F24	50	C D E F G
Remate	50	D E F G
F5	50	E F G
F2	50	E F G
F23	49	F G
F16	47	G

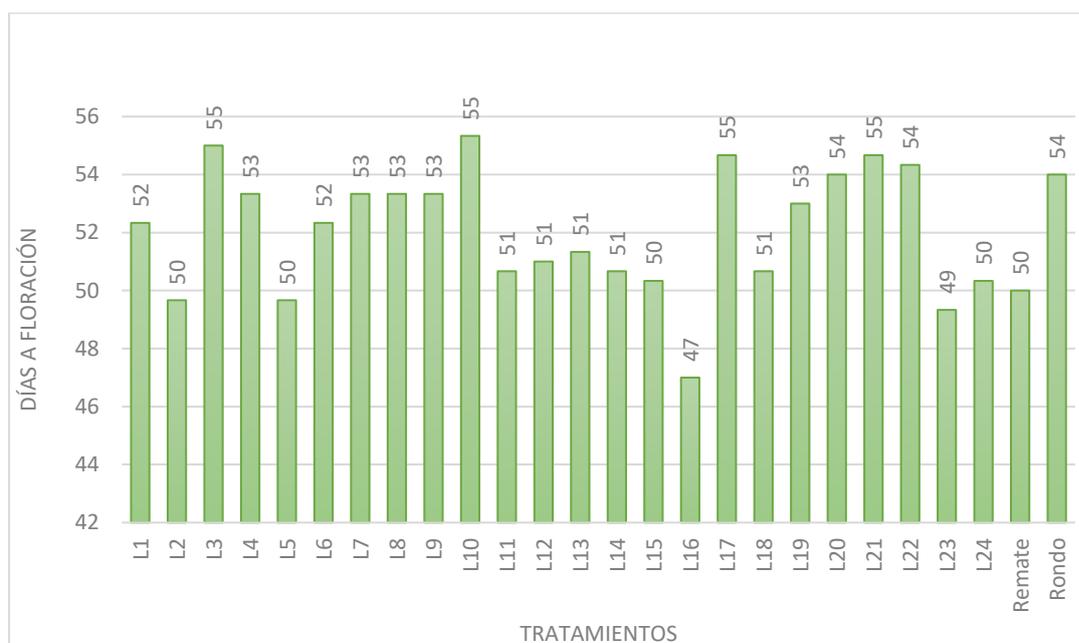


Grafico 8. Días a floración

4.1.9. Días a madurez fisiológica

Los resultados promedio de días a madurez fisiológica de los tratamientos en estudio se presentan en la tabla 6, con un valor de 97 días. La familia 1 muestra el mayor valor con 103 días y la familia 11 el menor valor con 87.67 días.

En la tabla 13 del análisis de varianza no se encontró significación estadística para los bloques, pero si se encontró diferencias altamente significativas para la fuente de variación de los tratamientos, el coeficiente de variación es de 4.58% lo que indica que hubo un buen control del error experimental y es aceptable según lo señala calzada (1982).

Al realizar la prueba de medias se encontró la misma significación para las familias 1, 9, 10, 17, 3, 4, 20, 22, 21, 8, 6, 7, 18, 12, 13, 19 y 24 y progenitor Rondo siendo las más tardías comparado con las familias 18, 12, 13, 19, 24, 5, 14, 2, 15, 23, 16 y 11 la variedad Remate tienen la misma significación estadística siendo las más precoces.

Tabla 15. Prueba de Duncan para días a madurez fisiológica

Familias y progenitores	Días a madurez fisiológica	Significación					
F1	103	A					
F9	103	A					
F10	102	A	B				
F17	102	A	B				
Rondo	101	A	B	C			
F3	101	A	B	C			
F4	101	A	B	C	D		
F20	101	A	B	C	D		
F22	101	A	B	C	D		
F21	100	A	B	C	D	E	
F8	100	A	B	C	D	E	
F6	98	A	B	C	D	E	
F7	98	A	B	C	D	E	
F18	96	A	B	C	D	E	F
F12	96	A	B	C	D	E	F
F13	95	A	B	C	D	E	F
F19	95	A	B	C	D	E	F
F24	94	A	B	C	D	E	F
F5	93		B	C	D	E	F
F14	93			C	D	E	F
F2	92				D	E	F
F15	92					E	F
F23	89						F
Remate	89						F
F16	88						F
F11	88						F

Respecto a la madurez fisiológica la variedad Rondo alcanza la madurez fisiológica a los 101 días y la variedad Remate alcanza la madurez fisiológica a los 89 días siendo este el progenitor más precoz.

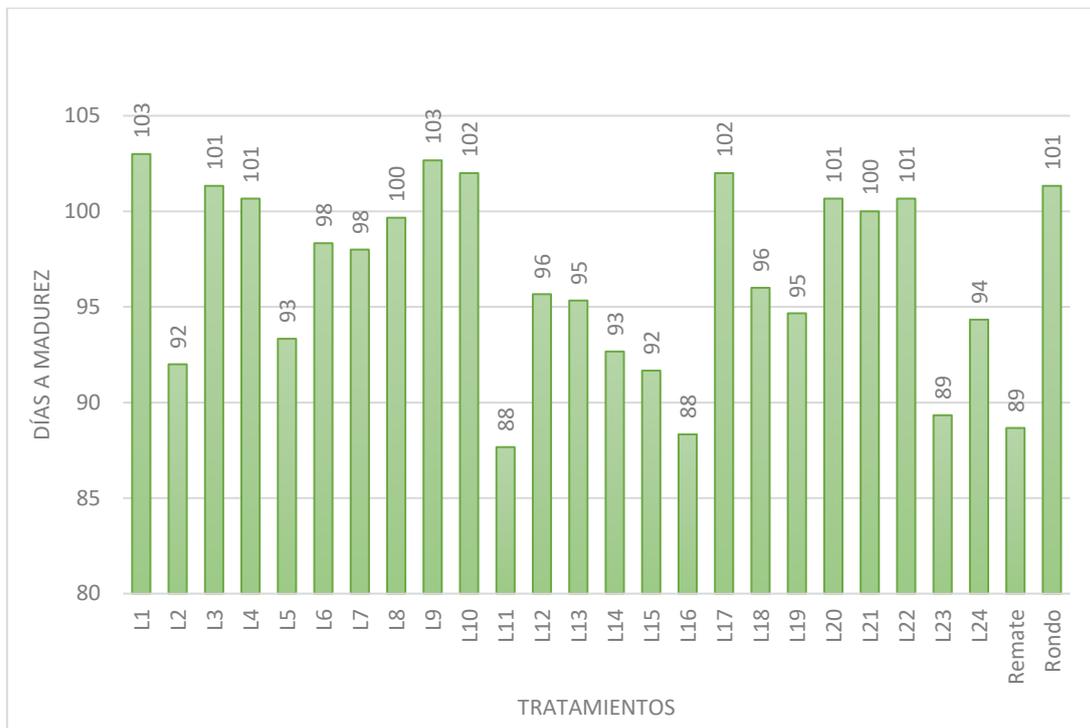


Grafico 9. Días a madurez fisiológica

4.2. VARIABLES CUALITATIVAS

4.2.1. Color de grano

El progenitor Remate tiene un color crema y el progenitor Rondo de color verde, según INIA (2015) para que una arveja dulce sea aceptada para consumo en fresco debe tener mayor contenido de azúcares, vaina grande y fácil de desgranar.

Las variedades para consumo en grano seco generalmente tienen granos más pequeños y lisos en su madurez, el color predominante en las cruzas es el color verde lo que indicaría que la mayoría de las cruzas son más atractivas para consumo en fresco, a excepción de los tratamientos 16, 19 y 23 que serían más atractivos por el color.

Las cruzas 2, 8, 11, 14, 18 y 24 pueden ser utilizadas como doble propósito por el color verde claro.

Tabla 16. Color de grano.

Tratamiento	Color de grano	Tratamiento	Color de grano
F1	Verde	F14	Verde claro
F2	Verde claro	F15	Verde
F3	Verde	F16	Crema
F4	Verde cremoso	F17	Verde
F5	Verde cremoso	F18	Verde claro
F6	Verde	F19	Crema
F7	Verde cremoso	F20	Verde
F8	Verde claro	F21	verde
F9	Verde	F22	Verde
F10	Verde	F23	Crema
F11	Verde claro	F24	Verde claro
F12	Verde	Remate	Crema
F13	Verde claro	Rondo	Verde



Figura 4. Granos de la familia 22, color verde similar al progenitor remate



Figura 5. Granos de la familia 6, color verde-cremoso

2. Color de hilio

El color de hilio de los progenitores es blanco y ligeramente crema, para Remate y Rondo respectivamente, en la tabla 18 se puede observar que los tratamientos 7, 8, 21 y 22 son de color crema similar al progenitor Remate (tratamiento 25) y los otros tratamientos son similares al progenitor Rondo (tratamiento 26).

Tabla 17. Color de hilio

Tratamiento	Color de hilio	Tratamiento	Color de hilio
F1	blanco	F14	blanco
F2	blanco	F15	blanco
F3	blanco	F16	blanco
F4	blanco	F17	blanco
F5	blanco	F18	blanco
F6	blanco	F19	blanco
F7	crema	F20	blanco
F8	crema	F21	crema
F9	blanco	F22	crema
F10	blanco	F23	blanco
F11	blanco	F24	blanco
F12	blanco	Remate	blanco
F13	blanco	Rondo	crema

4.2.3. Superficie de testa

La textura del parental Rondo (tratamiento 26) es rugosa, para el parental Remate (tratamiento 25), la textura es rugosa los tratamientos 5 y 13 conservan las características del progenitor Remate a diferencia de los tratamientos restantes que tienen la textura de la variedad Rondo.

Tabla 18. Superficie de testa

Tratamiento	superficie	Tratamiento	superficie
F1	Rugoso	F14	Rugoso
F2	Rugoso	F15	Rugoso
F3	Rugoso	F16	Rugoso
F4	Rugoso	F17	Rugoso
F5	Liso	F18	Rugoso
F6	Rugoso	F19	Rugoso
F7	Rugoso	F20	Rugoso
F8	Rugoso	F21	Rugoso
F9	Rugoso	F22	Rugoso
F10	Rugoso	F23	Rugoso
F11	Rugoso	F24	Rugoso
F12	Rugoso	Remate	Liso
F13	Liso	Rondo	Rugoso



Figura 6. Progenitor Rondo de textura rugosa



Figura 7. Progenitor Remate de textura lisa

V. CONCLUSIONES

1. Las familias F8 de arveja de la cruce Rondo x Remate registraron diferencias significativas en el rendimiento en grano seco, estas diferencias son explicadas por la variación en las variables involucradas como el peso de 100 semillas, número de vainas por planta y número de granos por vaina.
2. Las familias promisorias de esta investigación son F22, F18, F3, F6, F1, F4, F7, F10, F19, F20, F9, F24, F21 y F17 que registraron 2972, 2948, 2922, 2912, 2885, 2866, 2672, 2476, 2464, 2409, 2400, 2379, 2327 y 2210 kg/ha, respectivamente. Siendo las familias con los mayores rendimientos significativos y pueden ser seleccionadas como promisorias, por tener altos rendimientos, registrar precocidad y tener características cualitativas aceptables.

VI. RECOMENDACIONES

1. En trabajos posteriores tener más estudio con las familias 22, 18, 3, 6, 1, 4, 7, 10, 19, 20, 9, 24, 21 y 17 para evaluar más variables.
2. Probar las familias promisorias en diferentes localidades.
3. Seleccionar bien el material genético, para eliminar de forma mecánica los tratamientos segregantes.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta, E. 2017. Importancia de las legumbres en la seguridad alimentaria y la mitigación del cambio climático. Dictado en “Taller regional agroecología y legumbres” llevado a cabo en Lima, Perú.
2. AGROBANCO, 2014. Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Consultado el 10 de Nov. 2018. Disponible en https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf
3. Anchivilca, G. 2018 “Abonamiento orgánico y fertilización NPK en arveja verde (*Pisum sativum* L). cv. Rondo, bajo riego por goteo en tupicocha, Huarochiri” Tesis UNALM. Lima. Perú. 54 p.
4. Avila, T. 2013. Hibridación en arveja. Consultado el 15 de Nov. 2018. Disponible en <http://taniaavi.blogspot.com/p/hibridacion.html>
5. Aykrob, W y Dugthy, J. 1977. Las Leguminosas En La Nutrición Humana. FAO. Informe N° 19. Roma. Italia. 52 p.
6. Calderon, L; Dardon D; Marquez J; Del Cid, M. 2000. Manejo integrado del cultivo de arveja china. Guatemala, 40p.
7. Calzada, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica. Lima. 644p.
8. 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. 52p.
9. Camarena F, y Huaranga A. 2008 Manual del cultivo de arveja. Lima, Perú. 11-13p.
10. Camarena, F., Chura, J., Blas, R. 2014. Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Lima, Perú 25-151p disponible en https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf
11. Casseres, E 1966. Producción De Hortalizas. Editorial IICA. Primera edición. Lima Perú.

12. DANE, 2015. Cultivo de arveja en Colombia. Consultado el 15 de Nov. 2018. Disponible en https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf
13. De Villena, F. 2001 Evaluación de cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) para grano verde en la costa central del Perú. Tesis UNALM. Lima. Perú.
14. Geraldino C, 2018 Variación fenotípica en una población de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) variedad amarilla maranganí desarrollada mediante aplicación de rayos gamma. Tesis UNALM. Lima. Perú Pag 25
15. Huamán, A. 2001 efecto de la fertilización nitrogenada y sistemas de cultivo en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L) var remate en condiciones de la costa central.
16. Huaranga, A. 2011. Manual de cultivo de arveja. Lima, Perú. 6-9p.
17. INIA, 2004. Nueva variedad de arveja Inia 103 remate ubicado en http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS_PDF_2004/02%20ARVEJA%20INIA%20103%20-%20REMATE.pdf
18. INIA, 2015. Producción de arveja para consumo en fresco. Temuco, Chile 1p. ubicado en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40305.pdf>
19. INIAP, 2004. El cultivo de arveja en la sierra sur. Ecuador 6p. ubicado en https://books.google.com.pe/books?id=bX0zAQAAMAAJ&pg=PP5&dq=arveja+cultivo&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=arveja%20cultivo&f=false
20. INTA, 2015. Identificación y diagnóstico de arvejas (*Pisum sativum* L.) Argentina 2015 2p. Ubicado en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_identificacion_y_diagnostico_de_enfermedades_en_el_cultivo_de_arveja_.pdf
21. INTA, 2018. Mejoramiento de leguminosas de grano. 22-29 p. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-jornada-legumbres.mejoramiento-leguminosas-grano.andrea-esposito.pdf>
22. J. Poehlman y D. Sleper 2003 “Mejoramiento genético de las cosechas” Editorial Limusa Mexico Pag 171-176.
23. Kay, D. 1979 Legumbres alimenticias Edit. Acribia. S.D. Zaragoza-españa. 12p.
24. Kay, D. 1979. Legumbres alimenticias. Zaragoza, España, Edit. Acribia. S.D. 12 p.
25. Krarup, C. 1993. Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce.. Santiago, Chile. 24-53 p

26. Maroto, J. 1986. Horticultura herbácea Especial. Ediciones Muni-Prensa. Madrid. España.
27. Maroto, J. 1990. Elementos de horticultura general. Edic. mundi-prensa España. 54p.
28. Martinez y De Ron. 2002. Agronomía y mejora genética del guisante de vaina comestible. 5p ubicado en <http://digital.csic.es/bitstream/10261/45146/1/Ron%20-%20Agronom%c3%ada%20y%20mejora%20gen%c3%a9tica%20del%20guisante%20de%20vaina%20comestible%20.pdf>
29. Meneses, R. 1996. Las Leguminosas En La Agricultura Boliviana. Revisión de información. Cochabamba. Bolivia.
30. MINAGRI, 2016 “Leguminosas de grano” ubicado en <http://minagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf> Pag 15
31. MINAGRI, 2018 “SERIE DE ESTADISTICAS PARA LA PRODUCCION AGRICOLA” ubicado en http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
32. Mujica, 2018 Métodos básicos de mejoramiento genético de plantas mejoramiento de autógamos. Ubicado en http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/38791/mod_resource/content/1/clase%206%202018.pdf
33. 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 UNALM. Lima. Perú 88p.
34. Saldaña, J 2012 efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en el rendimiento de vaina verde en arveja (*Pisum sativum* L.) cultivar rondo, en condiciones de pachacámac”, tesis UNALM. Lima. Perú. Pag 32-37,44
35. TECNOAGRO 2012. Plagas y enfermedades del chícharo (*Pisum sativum* L). Consultado el 15 de Dic. 2018. Disponible en <https://tecnoagro.com.mx/revista/2012/no-76/plagas-y-enfermedades-del-chicharo-pisum-sativum/>
36. TQC.2017. Ficha técnica Superior y Rondo arvejas. Consultado el 20 de Dic. 2018. Disponible en <https://www.tqc.com.pe/imagenes/descargas/176-tqc.pdf>
37. Ugás, R., Siura S., Delgado de la flor., Casas A., y Toledo J., 2000 “hortalizas” Datos básicos. 18-20p.

38. USAID-PERU 2007 “Cadenas productivas de arveja y haba” ubicado en <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/Cadena-productiva-de-arveja-haba-una-experiencia-en-Acobamba-Huancavelica.pdf>
39. Vilcapoma, G. 1991. Manual de botánica sistemática. Lima, Perú. 22p.

VIII. ANEXOS

Anexo. Producción Nacional de Arveja grano seco en toneladas.

Región	2013 Producción	2014 Producción	2015 Producción	2016 Producción	2017 Producción
Cajamarca	15179	15892	15188	14347	13772
La Libertad	9957	10049	10296	10209	9999
Cusco	4185	4354	4309	3934	3809
Ayacucho	4399	4427	4522	3973	4940
Piura	4681	3508	4233	4113	3687
Huancavelica	5943	4795	4220	4767	5661
Ancash	2121	2334	2273	1449	802
Apurímac	1489	1603	2215	2254	2367
Junín	2506	2102	2088	1854	1925
Huánuco	1660	1532	1545	1099	1250
Puno	1017	913	1115	1150	1046
Lambayeque	587	516	707	594	627
Amazonas	339	240	257	196	220
Pasco	214	91	86	84	104
Arequipa	53	63	78	126	12
Lima	18	15	14	2	1
Lima Metropolitana	0	7	12	3	1
Tumbes	0	0	0	0	0
Callao	0	0	0	0	0
Ica	0	0	0	0	0
Moquegua	0	0	0	0	0
Tacna	0	0	0	0	0
San Martín	0	0	0	0	0
Loreto	0	0	0	0	0
Ucayali	0	0	0	0	0
Madre de Dios	0	0	0	0	0
Nacional	54384	52442	53157	50154	50223

Fuente: MINAGRI 2018.

Anexo 1. Rendimiento de arveja seca grano seco en kilogramos por hectárea.

Región	2013 Rendimiento (kg/ha)	2014 Rendimiento (kg/ha)	2015 Rendimiento (kg/ha)	2016 Rendimiento (kg/ha)	2017 Rendimiento (kg/ha)
Nacional	1020	1062	1052	1042	1062
Amazonas	768	740	736	717	740
Ancash	1006	1013	1004	992	1002
Apurímac	1299	1427	1596	1660	1907
Arequipa	2926	3165	3725	4074	1657
Ayacucho	960	1025	1021	957	1162
Cajamarca	848	927	883	856	840
Callao	-	-	-	-	0
Cuzco	1236	1328	1347	1356	1370
Huancavelica	1518	1492	1474	1530	1663
Huanuco	1148	1132	1183	1028	1046
Ica	-	-	-	-	0
Junín	2956	2108	2134	1960	1918
La Libertad	1165	1117	1166	1128	1131
Lambayeque	727	846	921	1074	769
Lima	1000	938	1000	1000	1000
Lima Metropolitana	-	1170	1278	1325	1370
Loreto	-	-	-	-	0
Madre de Dios	-	-	-	-	0
Moquegua	-	-	-	-	0
Pasco	884	935	901	925	1042
Piura	728	754	743	789	719
Puno	929	955	993	975	1010
San Martín	-	-	-	-	0
Tacna	-	-	-	-	0
Tumbes	-	-	-	-	0
Ucayali	-	-	-	-	0

Fuente: MINAGRI 2018.