

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“RENDIMIENTO EN GRANO SECO DE LÍNEAS PROMISORIAS
EN ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN EL VALLE DEL MANTARO”**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

DIEGO FRANCO AROSI CORDERO

LIMA – PERÚ

2020

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

“RENDIMIENTO EN GRANO SECO DE LÍNEAS PROMISORIAS EN
ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN EL VALLE DEL MANTARO”

DIEGO FRANCO AROSI CORDERO

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ph. D. Jorge Ramón Castillo Valiente
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Amelia Wite Huaranga Joaquín
ASESORA

Dr. Félix Camarena Mayta
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Jorge Tobaru Hamada
MIEMBRO

LIMA – PERU

2020

DEDICATORIA

A mi padre Gregorio Arosi, por su apoyo incondicional, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros se lo debo a el entre los que incluye este.

A mi madre Sofía, quien me guía y me ilumina desde el cielo.

A mi esposa y amor de mi vida, Maria Eugenia y a mi mayor alegría, mi hijo Santiago Alejandro.

A mis hermanos Raquel, Diana, Rony, Henry y Alonso, por motivarme a ser mejor di a día e inspirarlos con el buen ejemplo.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria la Molina, por brindarme la oportunidad de crecer como persona y profesionalmente.

A mi asesora de Tesis Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín, por la confianza depositada en mí, apoyo, consejos y enseñanza durante todo este tiempo.

A la Ing. Doris Marmolejo y a la Sra. Teófila por su apoyo en la Estación Experimental Agropecuaria “El Mantaro” en la Región Junín.

A mis amigos y compañeros especialmente a Vlady, Juan y Pierre; todos, parte importante del desarrollo del experimento, gracias por el compromiso, apoyo y buenos momentos.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. CULTIVO DE ARVEJA	3
2.1.1. Producción de arveja grano fresco en el mundo	3
2.1.2. Producción de arveja grano fresco en el Perú	5
2.1.3. Origen	6
2.1.4. Taxonomía	7
2.1.5. Morfología	7
2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos	9
2.1.7. Manejo agronómico de la arveja	10
2.2. HIBRIDACIÓN DE ARVEJA	13
2.2.1. Definición de hibridación.....	13
2.2.2. Historia de la hibridación en arveja.....	13
2.2.3. Técnica de hibridación.....	15
2.3. ANTECEDENTES.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. ÁREA EXPERIMENTAL	19
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	19
3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	20
3.4. MATERIALES Y EQUIPOS	21
3.5. MATERIAL DE ESTUDIO	21
3.6. MANEJO AGRONÓMICO DEL EXPERIMENTO	22
3.7. TRATAMIENTOS	24
3.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	24
3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL	25
3.10. VARIABLES EVALUADAS	25
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. DATOS MORFOAGRONÓMICOS	32
4.1.1. Días a la floración y cosecha	32
4.1.2. Altura de planta	33
4.1.3. Características de la hoja	34
4.1.4. Características del fruto	35
4.1.5. Características de los granos	36
4.2. RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.....	38
4.2.1. Rendimiento de grano	38
4.2.2. Número de ramas	40
4.2.3. Peso de 100 semillas	41
4.2.4. Número de vainas por planta	43
4.2.5. Número de lóculos por vaina	44
4.2.6. Número de granos por vaina	46
4.2.7. Peso, largo y ancho de vaina seca	47
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	50
VII. BIBLIOGRAFÍA	51
VIII. ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Producción mundial de arveja grano fresco	4
Tabla 02: Países productores de arveja grano fresco en el mundo	4
Tabla 03: Producción nacional de arveja grano fresco en los últimos 10 años	5
Tabla 04: Producción de arveja grano fresco por departamentos campaña agrícola 2017 – 2018.....	6
Tabla 05: Ubicación política de la Estación Experimental agropecuaria “El Mantaro”	19
Tabla 06: Análisis de caracterización de suelo	20
Tabla 07: Condiciones meteorológicas de temperatura y precipitación en el período octubre 2017 – marzo 2018, Jauja	21
Tabla 08: Características de la variedad INIA 103 Remate y Utrillo	22
Tabla 09: líneas promisorias de arveja de la cruce de Utrillo x Remate	24
Tabla 10: ANVA del diseño experimental DBCA de diez tratamientos	30
Tabla 11: Cuadrados medios del análisis de varianza de días a la floración y madurez de cosecha en seco de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruce de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	31
Tabla 12: Prueba de Duncan para días a la floración y madurez de cosecha en seco de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruce Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	32
Tabla 13: Cuadrados medios del análisis de varianza de altura de planta (m) de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruce de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	33
Tabla 14: Prueba de Duncan para altura de planta (m) de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruce Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	34
Tabla 15: Características evaluadas de la hoja en líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) en el Valle del Mantaro	35
Tabla 16: Características evaluadas de vaina en líneas promisorias de arveja (<i>Pisum</i> <i>sativum</i> L.) en el Valle del Mantaro	35
Tabla 17: Características evaluadas de los granos en líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) en el Valle del Mantaro	37

Tabla 18: Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento en grano seco de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	38
Tabla 19: Prueba de Duncan para rendimiento en grano seco de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	39
Tabla 20: Cuadrados medios del análisis de varianza del número de ramas de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	40
Tabla 21: Prueba de Duncan para número de ramas de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	41
Tabla 22: Cuadrados medios del análisis de varianza del peso de 100 semillas (g) de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	42
Tabla 23: Prueba de Duncan para peso de 100 semillas (g) de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	42
Tabla 24: Cuadrados medios del análisis de varianza de vainas por planta de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	43
Tabla 25: Prueba de Duncan para número de vainas por planta de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	44
Tabla 26: Cuadrados medios del análisis de varianza de lóculos por vaina de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	45
Tabla 27: Prueba de Duncan para número de lóculos por vaina de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	45
Tabla 28: Cuadrados medios del análisis de varianza de semillas por vaina de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	46

Tabla 29: Cuadrados medios del análisis de varianza de peso, largo y ancho de vaina de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	47
Tabla 30: Prueba de Duncan para peso, largo y ancho de vaina de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Producción y área cosechada mundial de arveja grano seco.....	3
Figura 02: Flores en estado apropiado para ser emasculadas (d, e y f), flor para donar polen (b y c), flor inmadura para la emasculación (g), flor posiblemente autopolinizada (a, b y c)	16
Figura 03: Tutorado del cultivo de arveja en la EEA Mantaro	23
Figura 04: Selección y análisis de muestras	27
Figura 05: Evaluación de granos	27
Figura 06: Evaluación de precocidad de floración	28
Figura 07: Evaluación de longitud de vainas	28
Figura 08: Evaluación de peso de vainas	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Análisis de varianza de días a la floración	59
Anexo 02: Análisis de varianza de días a la cosecha	59
Anexo 03: Análisis de varianza de altura de planta	59
Anexo 04: Análisis de varianza de rendimiento de grano seco	60
Anexo 05: Análisis de varianza de número de ramas	60
Anexo 06: Análisis de varianza de peso de 100 granos	60
Anexo 07: Análisis de varianza de número de vainas por planta	60
Anexo 08: Análisis de varianza de número de lóculos por vaina	61
Anexo 09: Análisis de varianza de número de granos secos por vaina	61
Anexo 10: Análisis de varianza de peso de vaina seca	61
Anexo 11: Análisis de varianza de largo de vaina seca	61
Anexo 12: Análisis de varianza de ancho de vaina seca	62
Anexo 13: Valores de los cuadrados medios del rendimiento y sus componentes de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro.....	63
Anexo 14: Valores medios del rendimiento y sus componentes de las líneas promisorias de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.) de la cruza Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro	64
Anexo 15: Costos de Producción de una hectárea de arveja	65

RESUMEN

El empleo de semillas híbridas por sus altos rendimientos implica la elevación de los costos de producción de los pequeños agricultores, sin embargo, la hibridación en cultivos de autopolinización representa una gran ventaja porque se pueden recombinar caracteres y seleccionar líneas adecuadas para diferentes condiciones medioambientales. El objetivo principal de la investigación es evaluar el comportamiento de líneas promisorias de la cruz Utrillo x Remate en la Estación experimental “El Mantaro” de la Universidad Nacional del Centro del Perú situada a una altitud de 3319 m.s.n.m. (11 ° 5´ S, 75 ° 23´ W) entre los meses de octubre del 2017 hasta marzo del 2018 en el valle del Mantaro, Junín. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar con diez tratamientos y tres repeticiones, se evaluaron los días a la floración y a madurez de cosecha, altura de planta, color de hoja, color de vaina, curvatura de vaina, textura de vaina, color de hilium, color de grano, forma de grano, textura de grano, rendimiento de grano, número de ramas, peso de 100 semillas, vainas por planta, lóculos por vaina, granos por vaina, peso, largo, ancho de vaina. Los datos de las variables cuantitativas fueron sometidos al análisis de variancia y la prueba de comparación de medias se hizo según Duncan ($\alpha \leq 0.05$). Las líneas mostraron un fenotipo verde claro similar al parental Remate con grano de textura rugosa. Solo UPUF8-9 presentó un grano crema como el progenitor Remate. Las líneas fueron más precoces a la floración y madurez de cosecha que el parental Remate, pero más tardías que Utrillo; todas las líneas presentaron plantas más altas que Utrillo, pero solo UPUF8-10 fue superior a Remate. El número de ramas por planta, peso de 100 granos secos, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de vainas secas no mostraron diferencia estadística entre sí, siendo las líneas de similar comportamiento que los progenitores. Por otro lado, se encontró diferencia respecto al número de lóculos por vaina y rendimiento, los mejores rendimientos de grano seco fueron obtenidos por las variedades Remate, Utrillo y la línea UPUF8-10.

Palabras clave: *Pisum sativum*, líneas promisorias, rendimiento, grano seco.

SUMMARY

The use of hybrid seeds because of its high performance implies high costs of production to the small farmers; however, the hybridization in self-pollinating crops represents a great advantage due to the possibility of recombining characters and choosing the adequate lines for different environmental conditions. The main objective from this research is to evaluate the behavior of the promising lines in cruza *Utrillo x Remate* in the Experimental Station called “El Mantaro” that is located in the Center of Perú University at 3,319 meters above sea level (11 ° 5´ S, 75 ° 23´ W) in the Mantaro Valley in Junin, it was done during the months of October 2017 until March 2018. Full blocks design was used randomly with 10 treatments and 3 repetitions in order to evaluate the flowering days, the harvest maturity, highness plant, color leaf, color sheath, curvature sheath, texture sheath, color hilium, color grain, shape grain, texture grain, performance of the grain, number of branches, 100 seeds weight, sheath by each plant, locules per sheath, grains per sheath, weight, length and width sheath. The results of the quantitative data were under variance analysis and the means comparison test was made according to Duncan ($\alpha \leq 0.05$). The lines showed a phenotype clear green color similar to the parental *Remate* with a grain of rough texture. Only UPUF8-9 showed a grain of ivory color as the parent, *Remate*. The lines were premature to the flowering and maturity harvest than the parental *Remate*, but later than *Utrillo*; all the lines presented higher plants than *Utrillo* but only UPUF8-10 were superior than a *Remate*. The numbers of branches by plant, 100 dry grains weight, numbers of sheath by plant, numbers of grains by sheath and weight of dried sheath didn't show statistical differences among them, therefore the lines were similar to the parents ones. On the other side, a difference was found respect to the locules by sheath number and performance; the best results of dry grain were obtained by the diversity *Remate*, *Utrillo* and the line UPUF8-10.

Keywords: Pisum Sativum, promising lines, performance, dry grains

I. INTRODUCCIÓN

La arveja (*Pisum sativum* L.) es una leguminosa de grano que se utiliza en fresco y seco en el Perú, contiene entre 22 y 26 % de proteínas, además contiene altos niveles de carbohidratos, vitaminas y minerales, sin embargo, aminoácidos azufrados se presentan en una baja concentración, es por ello que, para obtener un buen balance proteico y mejorar la dieta alimenticia de población de escasos recursos, las leguminosas deben combinarse con los cereales (Camarena *et al.*, 2014b).

El cultivo de arveja grano seco (*Pisum sativum* L.) se produce principalmente en Canadá, Rusia y China (FAO, 2018). El Perú posee rendimientos de 1.2 t.ha⁻¹ y se comercializa como arveja partida, cremas, harinas, semillas. El departamento de Junín fue el principal productor nacional de arveja grano seco (29 402 toneladas) en la campaña agrícola 2017 – 2018 (MINAGRI, 2019).

Los precios de las semillas híbridas no están al alcance de los productores de nuestra región andina, por ello, una alternativa para obtener variedades con buen rendimiento y adaptados a los diversos ambientes de nuestra región, es la hibridación, en la cual se emascula y poliniza las flores de variedades progenitoras, con el fin de generar la segregación de las características deseadas, luego de varias generaciones, se seleccionan líneas homocigotas con los caracteres recombinados buscados por el programa de fitomejoramiento. El Programa de Investigación y Proyección Social en Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina con el Programa de Mejoramiento Genético de Arveja ha planificado la evaluación en ensayos de rendimiento en distintas localidades de las líneas F8 promisorias. Por estas consideraciones en esta investigación se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Evaluar el comportamiento de diez líneas promisorias de la cruza Utrillo x Remate en condiciones del Valle de Mantaro.

Objetivos específicos:

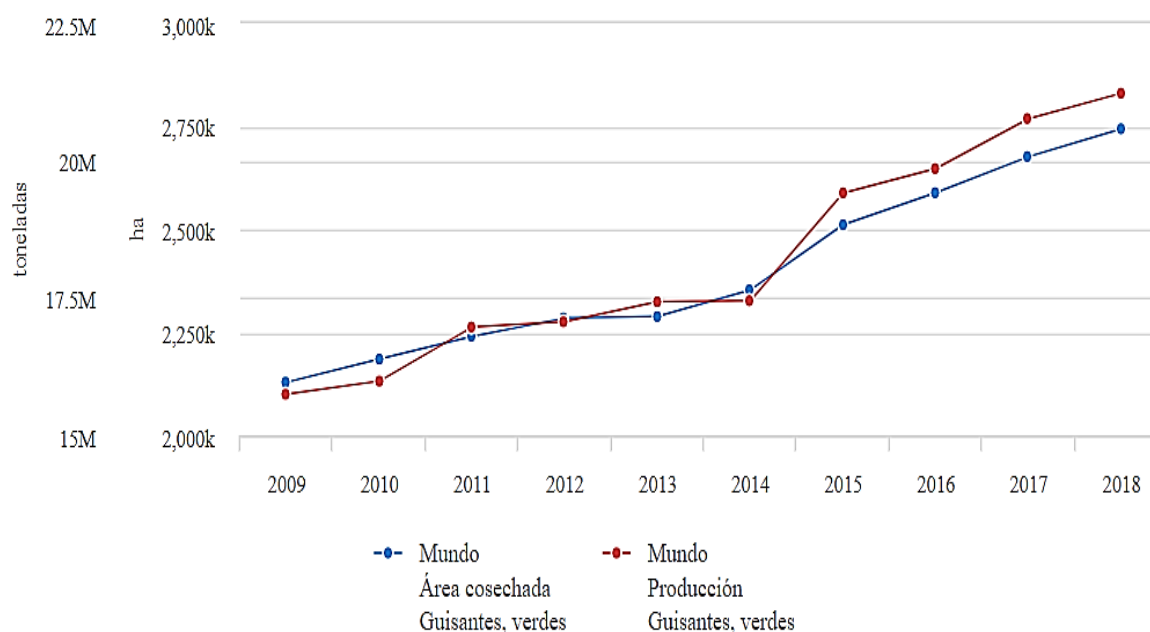
- Comparar los caracteres morfoagronómicos de diez líneas promisorias de la cruza Utrillo x Remate en condiciones del Valle de Mantaro.
- Evaluar el rendimiento y sus componentes de diez líneas promisorias de la cruza Utrillo x Remate en condiciones del Valle de Mantaro.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE ARVEJA

2.1.1. Producción de arveja grano fresco en el mundo

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019) en los últimos 10 años la productividad de arveja grano fresco en el mundo, ha incrementado en 5 480 179 toneladas (un aumento de 34.80 %) (*Figura 01*), el área cosechada aumento 615 232 ha en el mismo periodo de tiempo, el rendimiento aumento 0.34 t.ha⁻¹ e incrementó 4.58 por ciento (Tabla 01).



Fuente: FAO (2019)

Figura 01: Producción y área cosechada mundial de arveja grano fresco

Tabla 01: Producción mundial de arveja grano fresco

Año	Producción (t)	Área (ha)	Rendimiento (t.ha⁻¹)
2009	15 745 400	2 128 635	7.40
2010	15 985 461	2 184 662	7.32
2011	16 969 486	2 240 275	7.57
2012	17 064 749	2 284 342	7.47
2013	17 428 443	2 288 086	7.62
2014	17 450 024	2 352 950	7.42
2015	19 411 817	2 510 882	7.73
2016	19 854 943	2 588 696	7.67
2017	20 764 578	2 676 320	7.76
2018	21 225 579	2 743 867	7.74

Fuente: FAO (2019)

Entre los principales países productores de arveja grano fresco en el mundo se encuentran: China, India y EE.UU., quienes producen en promedio 11 110 033.3, 4 132 003.0 y 319 006.2 t.año⁻¹, respectivamente (Tabla 02) (FAO, 2019).

Tabla 02: Principales países productores de arveja grano fresco en el mundo

País	Producción (t)
China	11 110 033.3
India	4 132 003.0
EE.UU.	319 006.2
Francia	236 730.3
U.K.	221 442.5
Egipto	209 261.9
Argelia	141 135.7
Pakistán	122 924.1
Perú	120 948.9
Marruecos	120 803.8

Fuente: FAO (2019)

2.1.2. Producción de arveja grano fresco en el Perú

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2019) la producción de arveja grano fresco incrementó de 105 217 toneladas en el año 2009 a 135 912 toneladas para el 2018. El área cosechada y el rendimiento promedio aumentaron aproximadamente 13.23 y 14.07 por ciento en los últimos 10 años. Por otro lado, el precio en chacra aumento S/ 0.62 en este mismo intervalo de tiempo pasando de S/ 1.04 a S/ 1.72 (Tabla 03).

Tabla 03: Producción nacional de arveja grano fresco en los últimos diez años

Año	Área cosechada (ha)	Rendimiento (kg.ha⁻¹)	Producción (t)	Precio en chacra (S/ kg⁻¹)
2009	30 403	3 461	105 217	1.04
2010	30 255	3 381	102 279	1.21
2011	27 285	3 697	100 876	1.30
2012	32 001	3 668	117 377	1.34
2013	34 096	3 815	130 065	1.48
2014	34 943	3 825	133 658	1.55
2015	34 295	3 946	135 335	1.56
2016	33 951	3 538	120 125	1.61
2017	33 372	3 915	130 645	1.64
2018	34 425	3 948	135 912	1.72

Fuente: MINAGRI (2019)

Las regiones con mayores producciones son Junín con 29 402 toneladas, Huánuco con 21 567 toneladas y Huancavelica con 20 254 toneladas, juntas producen el 52.40 por ciento de la producción nacional. Cajamarca, Huancavelica y Junín presentan las mayores áreas cosechadas de arveja grano fresco a nivel nacional. Por otro lado, la región Arequipa presenta el mayor rendimiento (9 815 kg.ha⁻¹) (MINAGRI, 2019) (Tabla 04).

Tabla 04: Producción de arveja grano fresco por departamentos campaña agrícola 2017 – 2018

Departamento	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg.ha⁻¹)	Precio en chacra (S/ kg⁻¹)
Amazonas	795	1 947	2 450	2.94
Áncash	730	2 561	3 508	1.51
Apurímac	1 121	4 284	3 824	1.46
Arequipa	1 351	13 260	9 815	1.78
Ayacucho	1 567	5 045	3 220	2.08
Cajamarca	11 143	19 727	1 770	1.63
Cusco	600	3 212	5 353	1.83
Huancavelica	5 621	20 254	3 604	1.85
Huánuco	2 812	21 567	7 670	1.40
Ica	91	396	4 352	2.11
Junín	4 418	29 402	6 655	1.75
La Libertad	1 708	5 803	3 397	1.84
Lambayeque	813	2 155	2 651	1.59
Lima	605	2 939	4 860	1.57
Loreto	25	151	6 048	1.00
Pasco	35	150	4 280	2.35
Piura	563	2 092	3 717	1.83
Puno	396	791	1 997	2.54
Tumbes	33	176	5 333	3.83
Ucayali	-	-	-	-

Fuente: MINAGRI (2019)

2.1.3. Origen

Pisum sativum L. es uno de las plantas cultivadas más antiguas de la historia. Las referencias de la arveja datan de 10 000 años A. C. Se señala que el centro de origen fue en Etiopía junto con los países de Asia Central y Mediterráneo. Siendo introducida en Europa desde Asia por los romanos y griegos como cultivo, hacia los años 500 A. C. Fue introducida a América por los europeos, principalmente por los españoles, durante la colonización (Smýkal *et al.*, 2011; Maroto, 1992).

2.1.4. Taxonomía

La arveja fue descrita por primera vez por Carlos Linneo y publicado en *Species Plantarum*. De acuerdo al sistema de clasificación APG IV, la clasificación taxonómica de la arveja es como sigue (Angiosperm Phylogeny Group, 2016):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Fabeae

Género: *Pisum*

Especie: *Pisum sativum* L.

Los nombres más comunes de *Pisum sativum* L. son: arveja, alverja, alverjita y chicharo guisante. En otros idiomas es conocido como pea (inglés), pois (francés), markebsen (alemán), pisello (italiano) y ervilha (portugués) (Ugás *et al.*, 2000; Camarena *et al.*, 2014b).

2.1.5. Morfología

Pisum sativum L. pertenece a la familia Fabaceae, los cuales son fácilmente reconocibles por su fruto tipo legumbre y sus hojas compuestas, es considerada planta herbácea, de periodo anual, con hábito de crecimiento trepador.

- **Raíz:** El sistema radicular es pivotante, con abundantes raíces secundarias. Puede alcanzar hasta un metro de profundidad. Las raíces presentan nodulaciones producto de la simbiosis con bacterias (*Rhizobium* sp) predominante entre los 10 y 30 primeros cm de profundidad, donde las condiciones de aireación son más favorables (Campos, 1992; Maroto, 1990; Camarena *et al.*, 2014b).
- **Tallo:** Presenta un tallo primario o eje central y tiene de cero a muchos tallos secundarios, que nacen de los nudos superiores. Generalmente su color es verde, ahuecados, desde la base son delgados y se vuelven más gruesos en la parte más

alta. Crecen erectamente hasta el inicio de la floración. Presenta un peciolo débil, las variedades que presentan un peciolo largo necesitan un tutor para mantenerse erguidas; según la precocidad, se pueden emitir distintas cantidades de nudos entre 6 y 20 por planta. Siendo los cultivares precoces los que presentan de 6 a 8, los semiprecoces de 9 a 11, los semitardíos de 12 a 14 y los tardíos de 15 a más nudos vegetativos (Moreno, 1994; Camarena *et al.*, 2014b).

- **Hoja:** Son alternas, y compuestas, presentan entre 2 y 6 foliolos ovalados u oblongos. Cada hoja se compone de un raquis, de 1 a 3 pares de foliolos y de uno a cinco zarcillo. En los tres primeros entrenudos después de la germinación, se presentan hojas rudimentarias a manera de escamas, y en los siguientes llevan hojas con un solo par de foliolos (Maroto, 1990; Camarena *et al.*, 2014b).
- **Flor:** Son pentámeras, gamosépalas, campanuladas, glabras, su es color verde pálido y presenta dos bractéolas pequeñas en su base. La corola tiene cinco pétalos de color blanco o violáceo y según la disposición se denominan dialipétala o papilionada. Presenta un pétalo de mayor tamaño denominado estandarte, el cual encierra a dos pétalos laterales, denominados “alas”, que se extienden hacia afuera y se adhieren a la quilla, en la cual se encuentran los órganos femeninos y masculinos. pueden aparecer solas, en pares o racimos axilares (Maroto, 2000; Camarena *et al.*, 2014b).
- **Fruto:** Es una vaina dehiscente y puede contener entre dos y diez semillas. Puede variar de pequeñas (3 a 4.5 cm) a grandes (entre 6 a 10 cm), ser lisa o rugosa, de distintos colores (verde blanquizco, verde claro, verde oscuro, etc), puede presentar una longitud de 15 cm y un ancho de 2.5 cm (Faiguenbaum, 1993; Camarena *et al.*, 2014b).
- **Semilla:** Las semillas son dicotiledóneas, de formas globosas, globosas angulares, redondas; de textura lisa o rugosa, con un diámetro entre tres a cinco milímetros (mm). 1000 semillas pueden pesar entre 150 y 300 gr. Además, semillas de superficie lisa presentan mayor contenido de glucosa y dextrina en los cotiledones, además sus tegumentos no se encuentran adheridos a los cotiledones en su totalidad, los granos de superficie rugosa presentan mayor dulzor y son empleados como grano verde (Maroto, 1990; Camarena *et al.*, 2014b).

2.1.6. Requerimientos edafoclimáticos

- **Altitud:** Se adapta mejor al ambiente de la sierra, principalmente en los valles interandinos; para su desarrollo requiere climas fríos (predominantes en la sierra), sin embargo, son mejores los climas frescos. La arveja es poco resistente al déficit de agua y es muy sensible al calor. Es sembrado hasta los 3 300 m.s.n.m. Debajo de los 1300 msnm en ambientes cálidos y secos se interfiere su desarrollo (Parson *et al.*, 1999; Camarena *et al.*, 2014b).
- **Suelo:** Se desarrolla en suelo ligeros o medios (textura), con poca caliza, el pH no debe ser excesivamente ácido, su desarrollo es óptimo si el pH se encuentra entre 6.0 y 6.5, además, necesita un suelo con buen drenaje, es muy sensible a pudriciones radiculares. Su sensibilidad a la salinidad es muy alta (Maroto, 1990; De Villena, 2001; Ugás *et al.*, 2000).
- **Temperatura:** La arveja es cultivada a bajas temperaturas como las de la Sierra, en la Costa es cultivada en invierno y en los valles interandinos es sembrada en primavera. Presenta una alta resistencia al frío; sin embargo, las heladas frecuentes y/o prolongadas pueden causar daños a las flores y frutos tiernos, esto puede afectar el crecimiento y se producen granos pequeños (las granizadas también afectan al cultivo). La temperatura mínima para su desarrollo es 7 °C y la máxima es 24 °C, pues mayores temperaturas hacen que los rendimientos disminuyan, la madurez se acelera y la calidad disminuye (Camarena *et al.*, 2014b; Peralta *et al.*, 2010; Ugás *et al.*, 2000; Maroto, 1990). Krarup (1993), indica que el periodo reproductivo es muy sensible al cambio de temperatura y su rango óptimo es entre 15 y 18 °C. La fecundación se dificulta si las temperaturas son más bajas, se ralentiza el crecimiento de los tubos polínicos, esto se traduce en una cuaja de frutos muy por debajo del promedio. Temperaturas mayores a 30 °C conllevan a abortos de los frutos cuajados.
- **Humedad:** Se necesita una precipitación uniforme que oscile entre 800 y 1000 mm. Las necesidades de agua se encuentran entre 350 a 500 mm en las etapas fenológicas vegetativas. Se debe regar frecuente y ligeramente, especialmente durante la floración y llenado de vainas, sin embargo, se debe evitar el exceso de humedad, porque es muy susceptible a pudriciones radiculares (Kay, 1979; Ugás *et al.*, 2000; Camarena *et al.*, 2014b).

- **Fertilización:** El fósforo es un importante nutriente que afecta significativamente al crecimiento y metabolismo de las plantas. Es junto al nitrógeno, uno de los limitantes en los campos en muchas regiones del mundo. Este elemento es importante por que tiene una importante función en el proceso de fijación de nitrógeno, por la enorme cantidad de energía (ATP) que se necesita en los nódulos de la raíz (Tesfaye *et al.*, 2007; Tsvetkova & Georgiev, 2007; Srivastava *et al.*, 1998).

Fertilizaciones de 30 a 60 kg.ha⁻¹ de N, 60 kg.ha⁻¹ de P y 40 kg.ha⁻¹ de K, son recomendadas en suelos de valles interandinos. En el país se recomienda la siguiente dosis de fertilización: 100 kg N. ha⁻¹, 50 kg P₂O₅. ha⁻¹ y 50 kg K₂O. ha⁻¹ (Camarena *et al.*, 2014b; Ugás *et al.*, 2000).

Khan & Iqbal (2006), evaluaron cinco niveles de fertilización nitrogenada en los cultivares: Arkel, Climax. Green feast y Olympia. Encontrando los mejores resultados respecto al peso de granos frescos por planta (143.54 g.planta⁻¹), número de vainas frescas (20.65 planta⁻¹), longitud de vaina (9.06 cm), peso de 1 000 granos frescos (240.13 g) con una fertilización de 100 – 60 – 40 de N P K respectivamente.

2.1.7. Manejo agronómico de la arveja

- **Preparación del terreno:** INIA (2004) recomienda que, para la siembra de la arveja, es necesario una buena elección del terreno, poseer buen drenaje, un alto contenido de materia orgánica y una moderada pendiente para que el exceso de agua pueda escurrir, sin provocar erosión o encharcamiento, asimismo de no favorecer el desarrollo de enfermedades radiculares.
- **Siembra:** debe realizarse en surcos y por golpes, en terrenos con pendiente, los surcos son trasversales y se depositan las semillas en el fondo del surco, por otro lado, en terrenos planos, las semillas se colocan en la costilla o lomo del surco. Las semillas deben ser colocadas a profundidades adecuadas. La siembra es directa, se colocan de tres a cuatro semillas distanciados de 10 a 15 cm en surcos separados 40 a 60 cm (Maroto, 2000; Camarena *et al.*, 2014b).
- **Control de malezas:** Las malezas, malas hierbas o plantas arvenses compiten con los cultivos, quitándoles nutrientes del suelo, agua, espacio y algunas veces restringen la luz solar. están muy relacionados con aspectos relacionados al

equilibrio de enfermedades y plagas al ser hospedero de plagas e insectos vectores (Ugás *et al.*, 2000).

El campo debe estar libre de malezas durante 60 días después de la siembra, para esto es necesario realizar labores oportunas para evitar inconvenientes en el cultivo. Las malezas pueden ser controladas de manera manual empleando lampas o azadones, en la agricultura moderna, algunas labores mecánicas cumplen la función de desmalezado, por ejemplo, la rastra. Esta labor puede realizarse entre los primeros 15 o 20 días y el segundo 20 después de la primera; generalmente se realiza esta labor en dos o tres oportunidades durante el desarrollo del cultivo. Además, el control químico empleando herbicidas, es muy efectivo, sin embargo, se debe tener cuidado en su aplicación (Camarena *et al.*, 2014b).

- **Tutoraje:** Las arvejas son plantas cuyo crecimiento pueden ser de enrame o semi enrame, por estas características de crecimiento indeterminado se emplean tutores los cuales sirven como soporte de los tallos, este sistema es adecuado para el hábito de crecimiento de las arvejas, el uso de esta técnica permite obtener un mayor número de vainas y buena calidad de los granos. Además, se aprovecha de mejor manera el espacio disponible aumentando la densidad de plantas por hectárea. Se puede emplear carrizos, ramas de árboles o palos de eucalipto de 1.50 a 1.70 m de altura para la construcción de tutores, así mismo, se utiliza rafia o pitas de yute para sujetar la planta al tutor. Su instalación se realiza entre los 30 o 40 días después de la siembra cuando emergan los zarcillos de la planta y estos se sujeten a las rafias; pero, es necesario que sean guiadas según crecen las plantas (Tacas, 2015).
- **Plagas:** Ugás *et al.* (2000) mencionan que las plagas principales encontradas en el cultivo de arveja son las siguientes: gusanos de tierra (*Agrotis* spp, *Feltia* spp); gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*); mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*); mosquilla de los brotes o caracha (*Prodiplosis longifilia*); nematodos (*Meloidogine incognita*); perforadores de brotes y vainas (*Cydia fabivora*, *Heliothis virescens*, *Spodoptera eridanea*, *Spodoptera ochrea*, *Pseudoplusia includens*) y pulgones.
- **Enfermedades:** Ugás *et al.* (2000) mencionan que las enfermedades principales encontradas en el cultivo de arveja son las siguientes: chupadera (*Fusarium* spp, *Pythium* spp); pudrición gris (*Botrytis cinérea*); antracnosis (*Colletotrichum pisi*);

Mancha chocolate (*Botrytis fabae*); Oidiosis (*Erysiphe polygoni*) y Roya (*Uromyces pisi*).

- **Riego:** Unos de los procesos más críticos en la producción de alimentos es el manejo del riego. Mediante el riego se repone el agua absorbida y controla la acumulación de sales, un exceso de agua en el suelo limita los niveles de oxígeno llegando a afectar la respiración radicular, por ende, su crecimiento. El riego tiene efectos variables sobre la producción, el crecimiento, las plagas, enfermedades y la absorción de nutrientes (Doorembos & Kassam, 1986).

La arveja necesita pocos riegos si la humedad ambiental es la adecuada. Los riegos deben ser moderados sin saturar demasiado el suelo. Si el cultivo es sembrado entre otoño e invierno, es probable que se necesiten pocos riegos, si la siembra es entre invierno y primavera se necesitaran tres o cuatro momentos de riego. Los momentos críticos en los cuales no debe faltar riego son la floración y llenado de frutos (vainas) (Rondinel, 2014).

Noa (2001), determinó que el requerimiento de agua para el cultivo de arveja en Ayacucho es de 647.81 mm, la cual se distribuye como 83.43, 160.94, 279.00 y 124.44 mm para las fases de desarrollo las cuales son: inicial, desarrollo, mediados y final respectivamente.

Villanueva (2019), evaluó el volumen de agua requerida por el cultivo de arveja con un lisímetro de drenaje en Huaraz, la cantidad estimada fue de 377 mm en todo su periodo vegetativo.

- **Fertilización:** Ugáz *et al.* (2000), recomiendan una dosis de fertilización de 100 - 50 - 50, recomienda uso de abonos orgánicos al momento de la preparación de terreno, así como una segunda fertilización nitrogenada al inicio de la floración o en un cambio de surco.

Simbióticamente se pueden captar entre 17 y 100 kg. ha⁻¹ de nitrógeno, esto dependerá de la física del suelo, el cultivar, la cepa *Rhizobium*, del total de nitrógeno fijado, la planta aprovechará entre 22 al 95 % para su crecimiento.

Maroto (2000), menciona que la arveja en la fijación simbiótica del nitrógeno puede captar entre 17 a 100 kg.ha⁻¹, según circunstancias del medio físico, cultivar, cepa de *Rhizobium*, y de este valor, entre 22 al 95 % se destina al crecimiento de la planta.

- **Cosecha:** La cosecha de granos secos de arveja se realiza entre los 100 y 120 dds, según el clima y el cultivar empleado. Se realiza manualmente cortando en el cuello de planta (Kay, 1979)

La variedad INI 103 Remate se cosecha en verde y seco a los 110 y 150 días después de la siembra, respectivamente (INIA, 2004).

2.2. HIBRIDACIÓN DE ARVEJA

2.2.1. Definición de hibridación

La hibridación se define como el cruce o el apareamiento de dos o más líneas con diferentes antecedentes genéticos. Su objetivo principal es crear nueva variabilidad genética de tal manera que los rasgos deseados de los progenitores se unan en una sola variedad (Jarso *et al.*, 2009; Vallejo & Estrada, 2002).

2.2.2. Historia de la hibridación en arveja

La arveja fue un objeto de trabajo experimental antes de los descubrimientos genéticos de Mendel. Esto se puede atribuir probablemente a la apariencia y disponibilidad de gran número de variedades con rasgos distintos como granos, vainas, flores, formas de semillas, altura de plantas, etc. Había incluso familias con mayores características con variación, como las Brassicaceas, pero estas son plantas bianuales además que mostraban incompatibilidad en las polinizaciones (Smýkal, 2014).

Los experimentos sobre hibridación se pueden remontar a 1694, cuando Rudolph Jacob Camerer, comenzó con el cruzamiento sistemático de plantas que eran consideradas como especies y variedades diferentes (Camerer, 1694). El trabajo de Camerer fue seguido por Joseph Gottlieb Kölreuter y Carl Friedrich Von Gärtner. Sin embargo, el primer reporte de transmisión de rasgos entre generaciones es de Thomas Andrew Knight. Aunque el interés de Knight se encontraba en la mejora de los árboles frutales, se dio cuenta que la mejora de plantas anuales sería necesario para abordar sus preguntas, y él sabiamente escogió la arveja

(Knight, 1799; Hellens *et al.*, 2010). Knight determinó que, al cruzar arvejas de grano gris con arvejas de granos blancos, el híbrido resultante tenía las semillas grises uniformemente, además de mantener las flores purpuras del progenitor masculino. Además, descubrió que al cruzar plantas cultivadas de estas semillas grises (híbrido) con polen de su progenitor de semillas blanca, aparecieron plantas de dos tipos, una con semillas grises y la otra de semillas blancas (Roberts, 1929).

En 1820, John Goss polinizó flores de la variedad Blue Prussian con polen de arveja enana conocida como Dwarf Spanish. Logro obtener 3 vainas con semillas híbridas. Su sorpresa fue que, al abrir estas vainas, observó que el color de las semillas en lugar de ser como las de la madre, eran de un amarillo claro como las de su padre. De igual manera que como Knight, en la siguiente generación observó segregación al observar los dos colores de semillas en una misma vaina (Goss, 1822). En 1822 Alexander Anderson – Seton polinizo flores de Dwarf Imperial, que era de granos verdes, con polen de una variedad de crecimiento indeterminado de granos blancos, observo que el color verde domina sobre el color blanco en los granos, además el crecimiento de estos híbridos fue de un tamaño intermedio de los progenitores.

En 1849 Gärtner describió el resultado de la variedad Pariser Washserbse de semilla amarilla, a la cual él la denominaba *Pisum sativum luteum*, polinizándola con polen de *P. sativum macrospermum* el cual tenía semillas amarillas verdosas. También las polinizó con *P. sativum viride* que eran semillas completamente verdes. En el primer caso las semillas resultantes fueron de color amarillo. Por otro lado, en su segundo experimento las semillas resultantes fueron de un color amarillo verdoso. En 1872 Thomas Laxton publicó los resultados de sus experimentos de hibridación, el cual tenía muchos puntos de interés, el primero describía la dominancia en el color y la forma de las semillas (Laxton, 1872). En general, en el siglo XIX los investigadores trataron con las preguntas sobre la variación o la fijación de las formas naturales y el proceso por el cual se transfirió esa variedad u homogeneidad de una generación a la siguiente (Wynn, 2007).

2.2.3. Técnica de hibridación

Para un cruzamiento exitoso, además de habilidades para desarrollarlo, se requiere conocimiento sobre el material parental y la morfología floral, así como los diferentes materiales que se emplean.

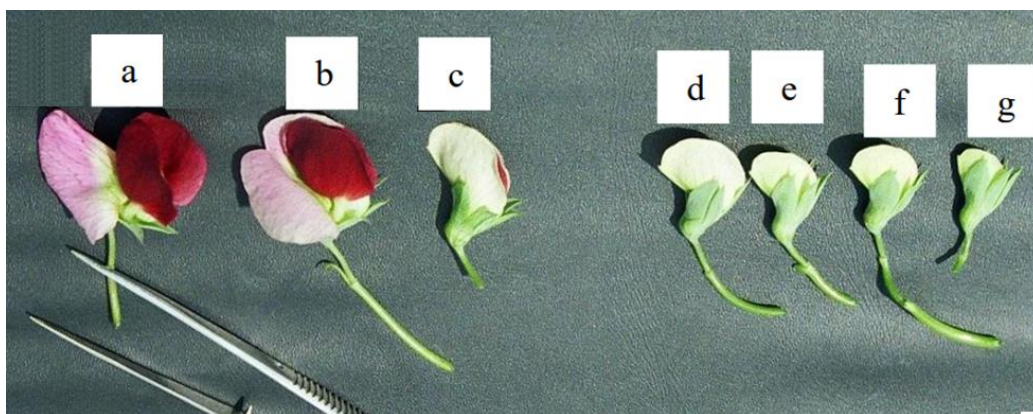
“Para realizar la hibridación artificial, se requiere sembrar los progenitores de modo tal que coincidan a la floración; se requiere de un par de pinzas, una tijerita, placa Petri para colocar los botones florales y flores del progenitor masculino, alcohol para matar cualquier grano de polen que podría adherirse a la pinza, tarjetas para identificar las cruza, lápiz y un registro donde se anotara las hibridaciones realizadas” (Huaranga, 2017).

- **Siembra de progenitores**

Se inicia con la siembra de los padres, en campo o invernadero. No es necesario un manejo especial, pero sí que se mantengan saludables. Se debe tener en cuenta el tiempo o días en los cuales llegan a la floración para programar la siembra de los progenitores (Jarso *et al.*, 2009; Camarena *et al.*, 2014a).

- **Emasculación**

La remoción de las anteras previo al cruzamiento artificial se conoce como emasculación, este proceso previene la autofertilización en plantas autógamias obteniendo una flor femenina para el cruzamiento con otro progenitor. En el caso de la arveja la emasculación debe realizarse antes que la flor se abra, en este caso el polen no está maduro, para el cruzamiento artificial se utiliza polen de flores con poco tiempo de estar abiertas. El tiempo que demora en estar maduro el polen está determinado por la variedad y el ambiente (Jarso *et al.*, 2009; Camarena *et al.*, 2014a).



Fuente: Jarso *et al.*, 2009

Figura 02: Flores en estado apropiado para ser emasculadas (d, e y f), flor para donar polen (b y c), flor inmadura para la emasculación (g), flor posiblemente autopolinizada (a, b y c)

- **Polinización**

Se recolecta polen de flores con poco tiempo de estar abiertas y se colocan en flores previamente emasculadas para tener la certeza de que el resultado no es por autofecundación. Se utiliza alcohol para eliminar cualquier polen que se pudo quedar en la pinza. Es necesario la identificación mediante tarjetas. El resultado de esta labor, son las F₁ (Jarso *et al.*, 2009; Camarena *et al.*, 2014a).

2.3. ANTECEDENTES

Pacheco *et al.* (2011) lograron la clasificar de 42 líneas *Pisum sativum* L. según su carácter morfológico y comportamiento agronómico en Bogotá (Colombia) durante dos ciclos del cultivo. Evaluaron caracteres como: precocidad, componentes del rendimiento, cantidad de ramas, altura y habito de crecimiento, tipo de hoja, tipo de vaina, tamaño de hoja, tamaño de pedúnculo, color de flor, número de vainas por racimo, características morfológicas del grano. Se realizó un análisis factorial de datos AFDM, agrupando las líneas en cuatro grupos. Las líneas que sobresalieron agronómicamente fueron: M – 049, M – 078, M – 080 y M – 082.

Al evaluar 14 líneas mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) en Oruro (Bolivia). En un DBCA con 14 líneas mejoradas y la variedad local, Maiza *et al.* (2015) encontraron que todas las líneas superan a la variedad local (3.69 t.ha⁻¹) en el rendimiento en grano verde, estos oscilan entre 6.13 y 16.58 t.ha⁻¹. Las líneas mejoradas más sobresalientes en

rendimiento, número de granos por vaina, longitud de vaina y precocidad son Pea5_102-1, Pea5_102-6, Pea5_102-5, Pea5_102-2, Pea5_102-3 y Pea5_102-14.

Rodríguez (2015) estudió doce cultivares *Pisum sativum* L. para cosecha verde en Tarma (Junín) para su grado de ingeniero agrónomo. Utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La variedad más alta (58.47 cm) fue Early Perfection. Indica que el número de vainas está relacionado al rendimiento, las variedades Quantum, Kapiss y Early perfection obtuvieron 12.72, 12.67 y 12.27 vainas por planta, respectivamente. Respecto al número de granos por vaina las variedades Recruit y Sabre (8.23 y 8.20, respectivamente) resaltaron sobre los demás. Sabre presentó la mayor longitud de vaina (9.73 cm). La variedad Quantum sobresalió en rendimiento en grano verde (11 403 kg.ha⁻¹). El autor indicó que Quantum es la mejor variedad para esta zona.

Evaluando cinco líneas de *Pisum sativum* L. modificadas con el gen mutante *afila* en el departamento de Nariño (Colombia). Burbano *et al.* (2018) solo encontró diferencias estadísticas significativas en el número de granos por vaina. Las variedades Andina, UNIFI4 y UNIFI2 mostraron mejores resultados en la variable rendimiento de grano verde, sin embargo, no se encontró diferencia estadística (13.72, 12.18 y 11.74 t.ha⁻¹ respectivamente).

Arévalo (2013), evaluó cinco variedades bajo condiciones ambientales de invernadero en Pichincha (Ecuador). Evaluó las variedades: Legacy, Kelma, Alexandra, Temprana y PLS183. La variedad Legacy obtuvo el mejor número de vainas por planta (35.67). PLS 183 obtuvo 7.25 granos por vaina. La variedad Temprana obtuvo 1.24 kg de grano seco (1 653.33 kg.ha⁻¹).

En el campo experimental en Guadalupe de la sede descentralizada del valle de Jetequetepe (La Libertad), Cancino (2015), evaluó la producción de arveja cv. Criolla en dos niveles diferentes de fertilización. Los tratamientos son los siguientes: testigo, 45 – 70 – 100, 70 – 100 – 160 de NKP. Empleó un diseño de DBCA con tres tratamientos y dos repeticiones. En las siguientes evaluaciones no encontró diferencia significativa: Rendimiento, número de vainas por planta, peso de cien granos.

En Chucllaccasa (Huancavelica), Soto (2015) evaluó el rendimiento en verde del cultivo de arveja var. Usui aplicando biofertilizantes, empleando el DBCA como diseño experimental, los tratamientos fueron T1-Ecovida, T2-Fortiprotec, T3-Aminovigor, T4-Agrobiol y TO-Testigo. Su experimento contempló 15 unidades experimentales y tres bloques. Sus

variables evaluadas fueron: contenido de materia seca, número de nódulos, porcentaje de germinación, número de flores, número de plantas afectadas de plagas y enfermedades, altura de planta, rendimiento. En todas las variables encontró diferencias significativas.

Cantaro (2019), empleó reguladores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) comparándolo con un potencial regulador de crecimiento, el triacontanol. El cultivo que evaluó fue arveja cv. Rondo en La Molina. El tratamiento que mezclaba triacontanol y las tres hormonas obtuvo los mayores rendimientos en grano verde ($12\ 150\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), además, se obtuvo 3.5 ramas por planta, 8.74 granos por vaina y 14.67 vainas por planta; la aplicación de triacontanol más auxinas y citoquininas ($10\ 534\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Anchivilca (2019), estudio el efecto de cuatro fuentes orgánicas en el cultivar Rondo (Huarochirí). Las fuentes fueron estiércol de vacuno, de ovino, de cuy y guano de isla; además de un tratamiento de fertilización 80 – 100 – 100 y un Control. Sus resultados fueron analizados según su diseño DCA, su experimento contemplo cuatro repeticiones, los promedios fueron sometidos al ANOVA y las comparaciones fueron según Tukey. En sus resultados más resaltantes, no se encontró diferencias en la altura de planta; el Control fue precoz. T2 y T5 mostraron vainas de mayor longitud y anchura, sus rendimientos fueron 14.72 y $15.80\ \text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente, siendo diferentes a los demás tratamientos.

Guerra (2016), estudio el empleo microorganismos en la variedad INIA 103 Remate, sus tratamientos fueron 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 $\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$ de H_2O y un testigo. Se realizaron tres repeticiones. El rendimiento de T4 fue $10.034\ \text{kg}\cdot\text{parcela}^{-1}$ y fue superior al resto. La emergencia (%) del testigo fue inferior a los demás tratamientos. En promedio, T4 se comporta como precoz, por iniciar su floración a los 75.0 días. Los tratamientos T4, T3, T2 obtuvieron 36.40, 36.28 y 30.53 de vainas por planta, respectivamente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA EXPERIMENTAL

La investigación se realizó en el Lote 5A en la EEA “El Mantaro”, de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), ubicada en la margen izquierda de la carretera central entre Jauja y Huancayo en el valle del Mantaro (Tabla 05).

Tabla 05: Ubicación política y geográfica de la EEA “El Mantaro”

Ubicación política	
Región	Junín
Departamento	Junín
Provincia	Jauja
Distrito	El Mantaro
Ubicación Geográfica	
Latitud	11° 50' 02" S
Longitud	75° 23' 38" W
Altitud	3319 m.s.n.m.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Para la caracterización básica del suelo, se realizó un muestreo compuesto al azar en el campo tomándose cinco submuestras de 30 cm de profundidad, el total de submuestras se mezclaron y de esta mezcla se cogió un kilogramo para ser analizado en la Universidad Nacional del Centro del Perú (Tabla 06).

Tabla 06: Análisis de caracterización de suelo

Características	Resultado	Método de análisis
pH	7.06	Potenciómetro 1:1
C.E. (dS/m)	0.30	Extracto de saturación 1:1
M.O. (%)	1.53	Walkey y Black
CaCO₃ (%)	0.05	Gas volumétrico
Arcilla	44.80	Hidrómetro de Bouyoucos
Limo	31.60	Hidrómetro de Bouyoucos
Arena	23.60	Hidrómetro de Bouyoucos
Textura	Arcilloso	Triangulo estructural
Fósforo (ppm)	33.80	Olsen modificado
Potasio (ppm)	393.71	Acetato de amonio 1N/pH 7

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelos UNCP

El suelo presenta una clase textural arcillosa, el pH es neutro (6.6 - 7.3), el pH óptimo para el cultivo de arveja varía entre 5.5 y 6.7, es moderadamente tolerante a la acidez (Maroto, 1990); Rodríguez *et al.* (2001), quienes señalan que el pH crítico para la arveja es 5.8. El suelo es no salino (C.E. = 0.3 dS/m), es cultivable porque Cubero & Moreno (1983) mencionaron que este cultivo es muy sensible a la salinidad. El porcentaje de materia orgánica es bajo (1.53 %), y según Giaconi (2001) la utilización de fertilizantes nitrogenados, no es esencial por que el cultivo tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico (N₂) mediante la simbiosis.

El contenido de fósforo disponible es alto (33.80 ppm), y Yuste (1998), menciona que la extracción por hectárea de este elemento es de alrededor de los 20 kg de P. ha⁻¹ por lo que no existe deficiencia de este elemento. El contenido de potasio disponible para un suelo de secano y regadío es alto (393.71 ppm) y adecuado para el cultivo de arveja. El porcentaje de carbonato de calcio es bajo (0.05 %) y no limita el desarrollo del cultivo.

3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La información meteorológica durante el periodo que se desarrolló el ensayo fue obtenida de la Estación Meteorológica de Jauja y en la Tabla 07 se presenta los datos meteorológicos mensuales, y se observa que la temperatura promedio varía entre 13.1 y 14.2 °C, Sinha (1978) señala que *Pisum sativum* L. crece muy bien entre 10 y 30 °C, la temperatura máxima

y mínima durante el experimento se presentaron en el mes de octubre del 2017. Rubatzky & Yamaguchi (1999), señalan que la temperatura de inicio de crecimiento es de 4 °C y la temperatura máxima es de 29 °C. Las precipitaciones mensuales variaron entre 43.6 hasta 156.8 mm, en total en todo el experimento precipito 662.4 mm y está en un rango favorable.

Tabla 07: Condiciones meteorológicas de temperatura y precipitación en el período octubre 2017 – marzo 2018, Jauja

Año	Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
		Máxima	Mínima	Media	
2017	Octubre	25.4	1.2	13.3	43.6
	Noviembre	23.2	3.4	13.3	123.4
	Diciembre	24.2	4.2	14.2	84.1
2018	Enero	23.4	3.2	13.3	129.8
	Febrero	22.2	5.2	13.7	124.7
	Marzo	22.1	4.0	13.1	156.8
Promedio/acumulado		23.4	3.5	13.5	662.4

Fuente: Estación Meteorológica Jauja (Junín)

3.4. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales y equipos empleados en el experimento son los siguientes: Líneas promisorias de arveja, lápiz, bolsas de papel, pesticidas, fertilizantes, vernier, agua destilada, balanza digital, refrigeradora, cuaderno de apuntes, lapiceros, cámara fotográfica, fertilizantes, probetas, laptop, estufa, mochila pulverizadora de palanca.

3.5. MATERIAL DE ESTUDIO

La variedad Utrillo es comercializada por la empresa Farmex e indica que sus principales características son: es una planta de vigor medio, de ciclo precoz si es cosechado en verde a los 90 días y se realizan entre dos o tres cosechas, en promedio alcanza una altura de 45 cm, las vainas poseen entre ocho a diez granos, además de presentar resistencia a mildiu.

Por otro lado, la variedad INIA 103 Remate presenta un crecimiento semi determinado, un periodo vegetativo semi precoz, su cosecha en verde puede iniciar a los 110 días después de la siembra, puede alcanzar un metro y medio de altura, posee entre ocho a nueve granos por vaina, la cosecha de sus granos secos se realiza aproximadamente a los 150 dds.

Tabla 08: Características de las variedades INIA 103 Remate y Utrillo

Características	Variedad	
	Remate	Utrillo
Días de floración	73	67
Días a la madurez fisiológica	120	101
Inicio de cosecha en vaina verde (dds)	110	90
Cosecha en grano seco (dds)	150	120
Nº de vainas por planta	21	10
Nº de granos por vaina	8 a 9	8 a 10
Rendimiento en grano seco (kg.ha ⁻¹)	1600	1900

Fuente: INIA (2004); Huaranga (2018)

3.6. MANEJO AGRONÓMICO DEL EXPERIMENTO

- **Preparación del terreno**

Se realizó mediante el sistema de labranza convencional (mecanizada), consistió primero con un arado, seguido de un gradeo, rastra y surcado con una distancia entre surcos de 80 centímetros.

- **Siembra**

Se utilizaron semillas seleccionadas que presentaban una uniformidad de color y buena calidad, apartando a las pequeñas o dañadas y fueron tratadas con fungicida (Homai) e insecticida (Controller) previo a la siembra. Y se colocaron tres semillas por golpe, la distancia entre golpe fue 40 cm.

- **Abonamiento**

Se empleó los fertilizantes: urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio, a las dosis de 85 – 115 – 90 de N, P y K, y esta labor se realizó a los 30 días después de la siembra.

- **Desmalezado**

Se realizaron dos deshierbas de forma manual en el experimento, con el uso de lampa y la primera labor de desmalezado se realizó a los 30 días después de la siembra, y la segunda fue a los 50 dds.

- **Riego**

El ensayo se desarrolló en temporada de lluvias en el valle del Mantaro, sin embargo, el campo experimental contaba con riego proveniente del canal de la junta de regantes de Jauja.

- **Control fitosanitario**

El cultivo presentó daños de gusanos de tierra y para su control se aplicó clorpirifos (40 ml.mochila⁻¹) a los 14 dds. Sin embargo, se realizaron 2 aplicaciones más para el control de plagas, en la segunda se aplicó cipermetrina (30 ml.mochila⁻¹) a los 25 dds y la última a los 45 dds (metamidofos 60 ml.mochila⁻¹ + beta – cyfluthrin 25 ml.mochila⁻¹). Las lluvias y temperatura favorecían el crecimiento de patógenos, por lo que era necesario algunos controles preventivos contra mildiu, oidiosis, fusariosis y botritis.

- **Cosecha**

La cosecha para grano seco se efectuó cuando las vainas iniciaron su cambio de color de vainas y hojas a oscuro. Para esto se siega o corta en el cuello de planta, se amontona para que complete su secado, para luego ser trillado que consiste en pisotear las vainas secas con el fin de separar los granos de las vainas.



Figura 03: Tutorado del cultivo de arveja en la EEA Mantaro

3.7. TRATAMIENTOS

Los tratamientos de la investigación consisten en ocho líneas promisorias y sus progenitores (Tabla 09). Los progenitores son las variedades Remate y Utrillo. INIA 103 Remate pertenece a uno de los principales grupos de tipos de arveja, por poseer granos de color crema claro, textura lisa y forma redonda, es una variedad liberada por el INIA en el año 2004 en la Estación Experimental de Huancayo “Santa Ana”. Por otro lado, la variedad Utrillo es una variedad muy difundida, su grano es esférica de textura rugosa, su principal característica es su precocidad, llegando a ser cosechada como grano verde a los 90 días (MINAGRI, 2016).

Tabla 09: Líneas promisorias de arveja de la cruce de Utrillo x Remate

Código	Línea Promisoria	Color de grano	Textura del grano
T1	UPUF8-3	Verde claro	Rugosa
T2	UPUF8-9	Crema	Rugosa
T3	UPUF8-10	Verde claro	Rugosa
T4	UPUF8-13	Verde claro	Rugosa
T5	UPUF8-14	Verde claro	Rugosa
T6	UPUF8-15	Verde claro	Rugosa
T7	UPUF8-16	Verde oscuro	Rugosa
T8	UPUF8-2	Verde claro	Rugosa
T9	Utrillo	Verde oscuro	Rugosa
T10	Remate	Crema	Lisa

3.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

En el campo experimental se instaló los diez tratamientos en tres repeticiones de cada uno, totalizando 30 unidades experimentales, cada unidad experimental tenía un área de 7.2 m² y estaba constituido por tres surcos, la distancia entre surcos fue de 0.8 m, la distancia entre golpe fue de 0.4 m, en el cual se colocaron tres semillas por golpe.

• Número de surcos por parcela	:	3
• Longitud de surco (m)	:	3
• Distancia entre surcos (m)	:	0.8
• Distancia entre golpe (m)	:	0.4
• Número de semillas por golpe	:	3
• Número de golpes por surco	:	10
• Número de semillas por parcela	:	30
• Número de parcelas	:	30
• Área de la parcela (m ²)	:	7.2
• Área del experimento (m ²)	:	216

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue bloques completos al azar con diez tratamientos y tres repeticiones (bloques) por tratamiento. Las pruebas estadísticas realizadas fueron: ANOVA y la prueba de comparación de medias Duncan al 5 %.

El modelo aditivo lineal de un diseño de bloques completamente al azar es el siguiente:

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

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en el j-ésimo bloque ante el i-ésimo tratamiento en estudio.

μ = Media general de las líneas promisorias de arveja grano seco en estudio.

T_i = Efecto de la i-ésima línea promisorias.

B_j = Efecto del j-ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental en la unidad sujeta al i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

3.10. VARIABLES EVALUADAS

Datos morfoagronómicos

Para la evaluación de las variables que describen la morfología de *Pisum sativum* L. se utilizó los descriptores de vaina y semilla del IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources).

- **Días a la floración:** Se evaluó basándose en los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas presentaron su primera flor.
- **Altura de planta:** Se tomó al azar 10 plantas por unidad experimental, y se midió desde el cuello de la planta hasta el último nudo en el tallo principal, los datos obtenidos se expresaron en centímetros (cm).
- **Color de hoja:** Las plantas de arveja pueden presentar hojas de colores como verde oscuro o verde claro, amarillo. Esta característica se evaluó de hojas de la parte central de la planta.
- **Color de vaina:** Los colores de vaina que puede presentar la arveja, se encuentran entre verde oscuro y verde claro. El color de las vainas se evaluó aproximadamente a los 100 dds.
- **Curvatura de la vaina:** Las vainas de arveja pueden o no presentar curvatura. Esta variable se observó aproximadamente a los 100 dds.
- **Textura de la vaina:** La textura de las vainas en términos generales puede ser lisas o rugosas. Esta variable se evaluó aproximadamente a los 100 dds.
- **Color del grano:** Entre los varios colores que puede presentar los granos de arveja, resaltan la crema, verde amarillo, verde, verde claro, verde oscuro, marrón. Esta característica se evaluó aproximadamente a los 100 días después de la siembra.
- **Forma del grano:** Las formas de los granos de arveja pueden ser: redonda, redonda angular, angular, oval alargado, irregular. La evaluación de este parámetro se realizó a los 100 dds.
- **Textura de grano:** La textura de los granos de *P. sativum* se puede clasificar entre cuatro: lisa, lisa con agujeros, ligeramente rugosa y rugosa. La forma de los granos se observó aproximadamente a los 100 dds.



Figura 04: Selección y análisis de muestras



Figura 05: Evaluación de granos



Figura 06: Evaluación de precocidad de floración



Figura 07: Evaluación de longitud de vainas



Figura 08: Evaluación de peso de vainas

Rendimiento y sus componentes

- **Rendimiento de grano seco:** Se evaluó el peso total de grano seco obtenido por unidad experimental, se expresó en gramos y luego se transformó a toneladas por hectárea.
- **Número de ramas:** Se contabilizó el número de ramas del tallo principal de cinco plantas tomadas al azar por parcela.
- **Número de vainas por planta:** Se contabilizó el número de vainas secas por planta de 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.
- **Longitud de vaina:** Se determinó la longitud de 10 vainas secas tomadas al azar de cada parcela experimental, y se expresó en centímetros.
- **Ancho de vaina:** Se determinó el ancho de 10 vainas secas tomadas al azar de cada parcela, y se expresó en centímetros.
- **Peso de vaina:** Se registró el peso de 10 vainas secas tomadas al azar de cada parcela, se expresó en gramos.
- **Número de granos por vaina:** Se contabilizó el número de granos secos de 10 vainas secas de cada unidad experimental.

- **Peso de 100 granos:** Se registró el peso de 100 granos secos de buena calidad de cada unidad experimental, esta expresado en gramos.
- **Número de lóculos por vaina:** Se contabilizó el número de lóculos de 10 vainas secas tomadas al azar de cada unidad experimental

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En cada variable evaluada en estudio se realizó el correspondiente análisis de varianza (ANVA) para un diseño de bloques completos al azar (DBCA). Una vez ejecutado el análisis de varianza, se procedió a la comparación de medias utilizando la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de significancia de 95 por ciento. Pero solo en los casos en donde el ANVA era significativo a nivel de tratamientos, es decir se rechazaba la hipótesis nula ($H_0 =$ medias iguales). Para el análisis se utilizó el paquete estadístico “Agricolae” del software libre “R”.

Tabla 10: ANVA del diseño experimental DBCA de diez tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento	9	**	**	**	**
Bloque	2	**	**	**	**
Error	18	**	**		
Total	29	**			

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DATOS MORFOAGRONÓMICOS

4.1.1. Días a la floración y cosecha

Según el análisis de varianza (Tabla 11) para esta variable, no existe diferencia significativa a nivel de bloques, pero si a nivel de líneas promisorias (tratamientos) en los días a la floración y los días a la madurez de cosecha en seco en el experimento.

Tabla 11: Cuadrados medios del análisis de varianza de días a la floración y madurez de cosecha en seco de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Fuente	G.L.	Días a la floración	Días a la cosecha
		C.M. (0.05)	C.M. (0.05)
Bloque	2	0.700	9.687
Tratamiento	9	304.889 *	90. 827 *
Error	18	1.922	1.711
Total	29		
Promedio		84.33	138.43
C.V. %		7.89	5.29

*Significativo

Las pruebas de comparación de medias de Duncan de las líneas promisorias, se presentan diferencias estadísticas para los días a la floración. Siendo el progenitor Remate y las líneas UPUF8-13 y UPUF8-9 (92.00, 89.33 y 88.33 días, respectivamente) los de floración más tardía. Por otro lado, el progenitor Utrillo fue el más precoz logrando un porcentaje de floración mayor de 50 por ciento a los 70.67 días después de la siembra (Tabla 12). En relación a los días a la madurez de cosecha en seco, en promedio fueron 138.43 días después de la siembra, se encontraron diferencias estadísticas entre las líneas según la prueba de Duncan. El progenitor Remate fue la última variedad que se comenzó a cosechar (144.73 dds). La variedad Utrillo se cosechó a los 127.40 dds, siendo la más precoz en el experimento (Tabla 12).

Tabla 12: Prueba de Duncan para días a la floración y madurez de cosecha en seco de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la crucea Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Líneas	Días a la floración	Días a la cosecha
Remate	92.00 a	144.73 a
UPUF8-13	89.33 ab	142.56 ab
UPUF8-9	88.33 abc	141.89 bc
UPUF8-2	88.00 abc	140.96 bc
UPUF8-10	86.67 bcd	139.73 bc
UPUF8-3	85.00 cd	139.83 c
UPUF8-14	84.67 cd	140.4 c
UPUF8-16	83.67 d	136.4 d
UPUF8-15	75.00 e	130.43 e
Utrillo	70.67 f	127.4 f
Promedio	84.33	138.43

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Duncan al 5 %.

Se coincide con la literatura revisada, siendo Utrillo una variedad precoz (67 dds para floración y 120 dds para cosecha en grano seco) y Remate una variedad tardía (73 dds para floración y 150 dds para cosecha en grano seco (INIA, 2004; Huaranga, 2018). Sin embargo, el inicio de floración de Remate se vio retardado, probablemente por las precipitaciones presentes durante el experimento, el exceso de riego tuvo como efecto un enviciamiento en el crecimiento de Remate, retrasando su inicio de floración, de igual modo la extensión de siete días para el inicio de la madurez de cosecha en grano seco de Utrillo, probablemente se debió a las precipitaciones.

Las diferencias encontradas entre las progenies, se deberán principalmente a la cantidad de genes que posean de cada progenitor, por lo tanto, es probable que UPUF8-13, UPUF8-9 y UPUF8-2 posean una mayor cantidad de genes del progenitor Remate, de igual modo UPUF8-15 y UPUF8-16 posean una mayor cantidad de genes provenientes de Utrillo, los cuales influyan en esta variable.

4.1.2. Altura de planta

La Tabla 13 muestra el análisis de varianza indica que no se encontró diferencia estadística entre los bloques, pero si entre los tratamientos (líneas promisorias). La altura promedio de las plantas fue de 1.03 m y en las líneas promisorias esta variable oscilo entre 0.75 a 1.23 m de longitud.

Tabla 13: Cuadrados medios del análisis de varianza de altura de planta (m) de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Fuente	G.L.	Altura de planta C.M. (0.05)
Bloque	2	0.035
Tratamiento	9	0.077*
Error	18	0.013
Total	29	
Promedio		1.03
C.V. %		18.11

*Significativo

Según la prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de confianza de 95 %. La línea promisoría que logró la mayor altura fue UPUF8-10, alcanzando 1.23 metros de altura superando estadísticamente a los demás tratamientos; seguido de un progenitor, Remate con 1.16 metros. Por otro lado, la variedad parental Utrillo fue el que mostró la menor altura en el experimento (0.75 metros) (Tabla 14).

Esta diferencia de altura posiblemente se deba a la precocidad presentada por la variedad Utrillo, respecto a Remate y las demás líneas promisorias resultados del entrecruzamiento entre Remate y Utrillo. Las diferencias encontradas entre progenies, principalmente se deba a la cantidad de genes que posean de cada progenitor, por lo tanto, es probable que UPUF8-10 y UPUF8-13 y posean una mayor cantidad de genes del progenitor Remate, de igual modo UPUF8-15 y UPUF8-16 poseen una mayor cantidad de genes provenientes de Utrillo, los cuales influyan en esta variable. Este resultado tiene una relación con la variable anterior, las plantas más precoces presentaron una altura de planta menor, porque priorizaron el inicio de la floración al crecimiento de la planta, de igual modo, las plantas tardías, priorizaron por un tiempo más prolongado el crecimiento vegetativo, antes de iniciar su etapa reproductiva.

Tabla 14: Prueba de Duncan para Altura de planta (m) de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruce Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Líneas	Altura de planta (m)
UPUF8-10	1.23 a
Remate	1.16 ab
UPUF8-13	1.15 abc
UPUF8-2	1.13 abc
UPUF8-9	1.12 abc
UPUF8-14	0.99 bcd
UPUF8-3	0.98 bcd
UPUF8-16	0.94cde
UPUF8-15	0.81 de
Utrillo	0.75 e
Promedio	1.03

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Duncan al 5 %.

4.1.3. Características de la hoja

En la Tabla 15 se muestra el color de las hojas de las líneas de arvejas evaluadas, sin encontrarse segregación genética entre los descendientes seleccionados entre Utrillo y Remate. Las líneas y el progenitor masculino presentaron color de hoja verde claro, el progenitor femenino fue de color verde oscuro.

La clorofila está estrechamente relacionada con el contenido de nitrógeno, y por lo tanto refleja el estado nutricional de este elemento (Salisbury & Ross, 1992). Cantidades adecuadas de N en la planta producen hojas de color verde oscuro debido a que estas tienen una alta concentración de clorofila en ellas (Rincon & Ligarreto, 2010). Probablemente el color verde oscuro de las hojas de la variedad Utrillo se deba a una mayor concentración de clorofila foliar, es una característica genética de esta variedad, además, sus hojas son más grandes y gruesas.

Probablemente los genes que controlan la cantidad de clorofila en las hojas sean homocigotos dominantes en el progenitor Remate, Utrillo seguramente presenta genes recesivos.

Tabla 15: Color de hoja en líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) en el Valle del Mantaro

Línea	Color
UPUF8-3	Verde claro
UPUF8-9	Verde claro
UPUF8-10	Verde claro
UPUF8-13	Verde claro
UPUF8-14	Verde claro
UPUF8-15	Verde claro
UPUF8-16	Verde claro
UPUF8-2	Verde claro
Utrillo	Verde oscuro
Remate	Verde claro

4.1.4. Características del fruto

En la Tabla 16 se observa que todas las líneas promisorias evaluadas presentaron un fruto de color verde claro. Así mismo todas presentaban curvatura, la textura del fruto fue rugosa en todas las líneas promisorias excepto en el progenitor Remate para las condiciones del Valle del Mantaro.

Tabla 16: Características de las vainas de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) en el Valle del Mantaro

Línea	Color de vaina	Curvatura de vaina	Textura de vaina
UPUF8-3	Verde claro	Curvada	Rugosa
UPUF8-9	Verde claro	Curvada	Rugosa
UPUF8-10	Verde claro	Curvada	Rugosa
UPUF8-13	Verde claro	Curvada	Rugosa
UPUF8-14	Verde claro	Curvada	Rugosa
UPUF8-15	Verde claro	Curvada	Rugosa
UPUF8-16	Verde claro	Curvada	Rugosa
UPUF8-2	Verde claro	Curvada	Rugosa
Utrillo	Verde claro	Curvada	Rugosa
Remate	Verde claro	Curvada	Lisa

Durante la década de 1980 hubo detallados estudios sobre la acción del gen Gp descubierto por White (1917), el cual controla el color verde/amarillo de las vainas. Se estudiaron las

bases estructurales y físicas de esta diferencia, la vaina amarilla (gen *gp*) es una mutación en la cual el mesocarpio contiene plastidios sin grana. A diferencia de los plastidios de las vainas verdes (gen *Gp*), la vaina mutante carece de grana y contiene solo el cinco por ciento de la clorofila encontrada en vainas verdes (Reid & Ross, 2011; Smýkal, 2014).

En 1866, Mendel hace referencia a la textura lisa y rugosa de las vainas de arveja. Estos fenotipos hacen referencia a la presencia o ausencia de una capa de células lignificadas (esclerénquima) adyacentes a la epidermis de las vainas de arveja (Ellis *et al.*, 2011). Este tipo de vaina carente de esta capa de células, generalmente son de arvejas donde las vainas se comen, por ejemplo, *Pisum sativum* var *Saccharatum* “sugar pea” o “holantao”. La ausencia de esta capa conduce a una vaina que se contrae alrededor de las semillas en la madurez. Este rasgo ha recibido menos atención que cualquiera de las otras características descritas por Mendel (Reid & Ross, 2011; Smýkal, 2014).

Probablemente los progenitores Utrillo y Remate sean homocigotos dominantes respecto al color de las vainas, de igual modo sean homocigotos recesivos con vainas rugosas, porque las líneas promisorias no presentan segregación de caracteres (vainas amarillas o vainas infladas).

4.1.5. Características de los granos

En la Tabla 17 se observa que el color del hilio del grano es blanco en las líneas promisorias del ensayo, sin mostrar diferencia fenotípica entre los descendientes seleccionados entre Remate y Utrillo.

Respecto al color del grano, la línea promisoriosa UPUF8-9 fue el único descendiente que presentó un color crema, el progenitor Remate también presentó granos de color crema. Las líneas UPUF8-3; UPUF8-10, UPUF8-13, UPUF8-14, UPUF8-15 y UPUF8-2 presentaron un color de semilla verde claro. Solo la línea promisoriosa UPUF8-16 mostro un color verde oscuro igual que el progenitor Utrillo. El color de las semillas amarillas o verdes se debe a una mutación en la cual la clorofila de las semillas se reduce a medida que estas maduran. En la actualidad se ha determinado que el gen *SGR* (stay green) es uno de los causantes de la degradación de los pigmentos de clorofila (Armstead *et al.*, 2007; Sato *et al.*, 2007).

Tabla 17: Características de granos en líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) en el Valle del Mantaro

Línea	Color		Forma de grano	Textura de grano
	Hilium	Grano		
UPUF8-3	Blanco	Verde claro	Cuadrado achatado	Rugosa
UPUF8-9	Blanco	Crema	Rectangular achatado	Rugosa
UPUF8-10	Blanco	Verde claro	Cuadrado achatado	Rugosa
UPUF8-13	Blanco	Verde claro	Rectangular achatado	Rugosa
UPUF8-14	Blanco	Verde claro	Rectangular achatado	Rugosa
UPUF8-15	Blanco	Verde claro	Rectangular achatado	Rugosa
UPUF8-16	Blanco	Verde oscuro	Rectangular achatado	Rugosa
UPUF8-2	Blanco	Verde claro	Rectangular achatado	Rugosa
Utrillo	Blanco	Verde oscuro	Cuadrado achatado	Rugosa
Remate	Blanco	Crema	Redondo	Lisa

Las semillas secas arrugadas presentan una elevada concentración de sacarosa, fructosa y niveles de glucosa a expensas del almidón, a comparación de las semillas lisas y redondas que tienen una gran concentración de almidón en sus cotiledones. La condición de semillas arrugadas se da por la falta enzimática para la conversión de los azúcares a almidón (Ellis *et al.*, 2011).

En relación a la forma de grano, las líneas UPUF8-3 y UPUF8-10 mostraron una forma cuadrada achatada igual que uno de los progenitores (Utrillo). UPUF8-9, UPUF8-13, UPUF8-14, UPUF8-15, UPUF8-16 y UPUF8-2 mostraron una forma rectangular achatado. El progenitor Remate presentó una forma de grano redondo.

Todas las líneas promisorias descendientes (UPUF8-3, UPUF8-9, UPUF8-10, UPUF8-13, UPUF8-14, UPUF8-15, UPUF8-16 y UPUF8-2) presentaron una textura de grano rugosa igual que su progenitor Utrillo. Remate presentó una textura de grano lisa.

Los granos de los progenitores Utrillo y Remate son de forma redonda y textura lisa cuando se cosechan como grano verde, sin embargo, solo Utrillo se vuelve rugoso cuando se cosecha como grano seco (MINAGRI, 2016). Es difícil atribuir a un solo gen las características de la forma y textura de los granos, estas características están determinadas por varias secuencias de genes (Smýkal, 2014).

4.2. RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

4.2.1. Rendimiento de grano seco

Según la Tabla 18, el análisis de varianza indica que se encontró diferencia estadística entre los tratamientos en el rendimiento de grano seco por hectárea. El rendimiento de grano seco total promedio del experimento fue de 1.11 t.ha⁻¹ de grano seco, además varió entre 0.71 a 1.71 t.ha⁻¹.

Tabla 18: Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento en grano seco de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruce de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Fuente	G.L.	Rendimiento C.M. (0.05)
Bloque	2	0.010
Tratamiento	9	0.323 *
Error	18	0.010
Total	29	
Promedio		1.11
C.V. %		29.46

*Significativo

Según la prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de confianza de 95 %. La variedad progenitora Remate obtuvo el mayor rendimiento de grano seco (1.71 t.ha⁻¹) diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos, seguido del progenitor Utrillo (1.49 t.ha⁻¹) bajo las condiciones del Valle del Mantaro, el cual no obtuvo diferencia estadística con la línea promisorio UPUF8-10 (1.47 t.ha⁻¹). Por otro lado, la línea promisorio UPUF8-13 fue la que mostró la menor producción de grano seco (0.71 t.ha⁻¹) (Tabla 19).

Ninguna de las líneas promisorias superó los rendimientos de los progenitores, bajo las condiciones del valle del Mantaro. Por otro lado, la única línea que logró superar el rendimiento nacional (1.062 t.ha⁻¹) (MINAGRI, 2019), fue UPUF8-10 con 1.47 t.ha⁻¹, sin embargo, ninguna línea promisorio utilizada en el experimento superó la media regional de Junín de arveja grano seco (1.91 t.ha⁻¹) (MINAGRI, 2019).

Tabla 19: Prueba de Duncan para rendimiento en grano seco de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Líneas	Rendimiento (t.ha⁻¹)
Remate	1.71 a
Utrillo	1.49 b
UPUF8-10	1.47 b
UPUF8-2	1.06 c
UPUF8-15	1.03 cd
UPUF8-9	0.98 cd
UPUF8-16	0.97 cd
UPUF8-3	0.86 de
UPUF8-14	0.85 de
UPUF8-13	0.71 e
Promedio	1.11

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Duncan al 5 %.

Este comportamiento del bajo rendimiento puede deberse a la alta precipitación que ocurrió durante la época que se condujo el experimento. La elevada precipitación, elevó la incidencia de enfermedades radiculares disminuyendo la capacidad de absorción de nutrientes y agua por parte de la raíz hacia la parte aérea. El oídium se presenta en condiciones de altas precipitaciones y actúa disminuyendo la funcionalidad fotosintética de la planta porque es un patógeno que afecta a las hojas. Otra posible causa del bajo rendimiento puede ser una helada o granizo antes de la etapa fenológica de llenado de grano, estos eventos climáticos, dañan la parte foliar o aérea, y es crítica en esta etapa, porque limitan la traslocación de fotosintatos desde las hojas hacia los granos y además limita la absorción de agua por que daña algunos tejidos conductores e inhabilita la absorción de agua al romper la tensión generada en el xilema.

No existe una relación directa entre el rendimiento con los días a la floración, días a la cosecha ni con la altura de planta. En el caso de Remate, se obtuvo el mejor rendimiento, presentó una altura de 1.16 m sin embargo fue la variedad más tardía en alcanzar la floración, madurez de cosecha, posiblemente por su prolongada etapa vegetativa, genero una mayor cantidad de hojas las cuales translocarían una mayor cantidad de fotosintatos hacia los frutos. Por otro lado, Utrillo fue el segundo en rendimiento, pero fue el tratamiento de menor altura, así como el más precoz en días a floración y cosecha, sin embargo, como se verá más

adelante, genera granos de mayor peso respecto a Remate, como se sabe el crecimiento de los granos, es dado principalmente por la cantidad de fotosintatos almacenados en los cotiledones, esto quiere decir, que quizás Utrillo presente un mejor comportamiento frente a condiciones adversas como exceso de precipitación, heladas o granizos, respecto a Remate.

4.2.2. Número de ramas

El análisis de varianza indica que no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos (líneas promisorias). El número de ramas promedio del experimento fue de 4.54, además varió entre 3.47 a 5.60 (Tabla 20).

Tabla 20: Cuadrados medios del análisis de varianza del número de ramas de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruce de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Fuente	G.L.	Número de ramas C.M. (0.05)
Bloque	2	1.387
Tratamiento	9	1.101
Error	18	0.882
Total	29	
Promedio		4.54
C.V. %		21.86

La línea promisorio UPUF8-16 no se diferenció estadísticamente de los demás tratamientos según la prueba de Duncan, alcanzando un número promedio de ramas de 5.60. por otro lado, la variedad progenitora Utrillo en promedio solo formó un número de ramas de 3.47. No se encontró diferencia estadística entre las líneas UPUF8-10, UPUF8-2, UPUF8-13, UPUF8-15, Remate, UPUF8-9, UPUF8-3 y UPUF8-14 (Tabla 21).

Tabla 21: Prueba de Duncan para número de ramas de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruza Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Líneas	Número de ramas
UPUF8-16	5.60 a
UPUF8-10	5.07 a
UPUF8-2	4.93 a
UPUF8-13	4.73 a
UPUF8-15	4.67 a
Remate	4.47 a
UPUF8-9	4.40 a
UPUF8-3	4.07 a
UPUF8-14	4.00 a
Utrillo	3.47 a
Promedio	4.54

La formación de las ramas está influenciada por los niveles hormonales, es decir, mientras el meristemo del tallo principal este activo y no se diferencie, suprimirá el crecimiento y desarrollo de los tallos secundarios, por otro lado, el efecto del meristemo de tallo principal sobre los tallos secundarios disminuye a medida que se aleja de ellos (cuando la planta crece en altura). Utrillo, UPUF8-16 y UPUF8-15, presentaron los menores valores de altura de planta, así como precocidad en el inicio de floración, en el caso de esta variable (número de ramas), probablemente el meristemo en UPUF8-16 y UPUF8-15 se diferenció y las ramas se desarrollaron, y en el caso de Utrillo este meristemo no se diferenció y limito el desarrollo de las ramas secundarias.

4.2.3. Peso de 100 semillas

El análisis de varianza indica que no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos (líneas promisorias). El peso promedio de 100 granos (g) en el experimento fue de 19.63. el peso promedio de 100 granos de las líneas de la investigación vario entre 17.74 y 22.49. El porcentaje de coeficiente de variabilidad fue de 16.22 por ciento, siendo este un resultado de confianza y aceptable para las condiciones de campo, por representar una baja variabilidad (Tabla 22).

Tabla 22: Cuadrados medios del análisis de varianza del peso de 100 semillas (g) de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Fuente	G.L.	Peso de 100 semillas C.M. (0.05)
Bloque	2	6.182
Tratamiento	9	7.756
Error	18	11.771
Total	29	
Promedio		19.63
C.V. %		16.22

Según la prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de confianza de 95 %. No se observó diferencia estadística significativa entre las líneas promisorias del experimento bajo las condiciones del Valle del Mantaro. La línea que logró un mayor peso de 100 granos fue UPUF8-10 con 22.49 g, seguido de UPUF8-2 (21.58 g). Por otro lado, los tratamientos con menor peso de 100 granos fueron la variedad Remate y la línea promisoría UPUF8-9 con 17.79 y 17.74 g de peso de 100 granos respectivamente (Tabla 23).

Tabla 23: Prueba de Duncan para peso de 100 semillas (g) de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Líneas	Peso de 100 semillas (g)
UPUF8-10	22.49 a
UPUF8-2	21.58 a
UPUF8-16	20.75 a
Utrillo	19.96 a
UPUF8-3	19.65 a
UPUF8-14	19.48 a
UPUF8-13	18.63 a
UPUF8-15	18.24 a
Remate	17.79 a
UPUF8-9	17.74 a
Promedio	19.63

La variedad parental Remate y la línea UPUF8-9 además de ser las que presentar un menor peso de semillas (17.79 y 17.74 g, respectivamente), presentan granos de color crema. Solo la variedad Remate es redonda y lisa.

Las semillas arrugadas presentan una elevada concentración de sacarosa, fructosa y niveles de glucosa a expensas del almidón, a comparación de las semillas lisas y redondas que tienen una gran concentración de almidón en sus cotiledones (Ellis *et al.*, 2011).

No existe relación entre el peso de 100 semillas con el rendimiento de grano seco ($t\cdot ha^{-1}$) ni con los días a la floración o cosecha, de esto último, se puede decir que no porque sea más largo el periodo vegetativo de la línea promisorias, o el tiempo de maduración del grano, signifique que las semillas sean de mayor concentración de nutrientes (peso).

4.2.4. Número de vainas por planta

Según la Tabla 24, el análisis de varianza indica que no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos. El número promedio de vainas por planta del experimento fue de 17.12, además varió entre 14.23 y 21.82 vainas por planta.

Tabla 24: Cuadrados medios del análisis de varianza de vainas por planta de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruce de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Fuente	G.L.	Vainas por planta C.M. (0.05)
Bloque	2	1.199
Tratamiento	9	1.601
Error	18	0.469
Total	29	
Promedio		17.12
C.V. %		22.17

Según la prueba de comparación de medias de Duncan, la variedad progenitora Remate obtuvo 21.82 vainas por planta y no se diferenció estadísticamente del resto de líneas promisorias. El segundo tratamiento con mayor número de vainas fue el progenitor Utrillo (18.43 vainas planta⁻¹) bajo las condiciones del Valle del Mantaro. Por otro lado, la línea promisorias UPUF8-9 fue la que mostró la menor producción de vainas por planta (14.23) (Tabla 25).

Tabla 25: Prueba de Duncan para número de vainas por planta de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Líneas	Vainas por planta
Remate	21.82 a
Utrillo	18.43 a
UPUF8-13	18.09 a
UPUF8-15	17.59 a
UPUF8-2	17.44 a
UPUF8-10	17.00 a
UPUF8-16	16.21 a
UPUF8-14	16.08 a
UPUF8-3	14.35 a
UPUF8-9	14.23 a
Promedio	17.12

En esta característica los tratamientos no difieren, pero existe una relación directa con el rendimiento de grano seco, porque las líneas promisorias que presentaron mayores rendimientos también tuvieron ligeramente un mayor número de vainas respecto a los demás tratamientos (Remate y Utrillo con 1.71 y 1.49 t.ha⁻¹, respectivamente).

El número de vainas por planta en el Valle del Mantaro, está parcialmente determinada por los fenómenos climáticos (lluvias y granizadas) que son muy comunes en el tiempo que duro el experimento (octubre 2017 – marzo 2018). De igual modo, las precipitaciones (lluvias), aumenta la presencia de patógenos, de los cuales pueden tener como efecto el aborto o caída de flores y frutos.

4.2.5. Número de lóculos por vaina

El análisis de varianza indica que se encontró diferencia estadística entre los tratamientos (líneas promisorias). El número promedio de lóculos por vaina del experimento fue de 6.01, además varió entre 4.45 a 6.95 (Tabla 26).

Tabla 26: Cuadrados medios del análisis de varianza de lóculos por vaina de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Fuente	G.L.	Lóculos por vaina C.M. (0.05)
Bloque	2	0.572
Tratamiento	9	0.904*
Error	18	0.934
Total	29	
Promedio		6.01
C.V. %		15.52

*Significativo

La línea promisorio UPUF8-15 se diferenci6 estadística mente del resto según la prueba de Duncan (95 % de confianza), obteniendo el mayor número de l6culos por vaina (6.95), el segundo mayor número de l6culos por vaina lo alcanzo la línea promisorio UPUF8-13 con un promedio de 6.70, este último no se diferencia estadística mente de las líneas UPUF8-2, UPUF8-9, UPUF8-3, UPUF8-10 ni de la variedad parental Remate. UPUF8-16 mostr6 el menor número de l6culos por vaina (4.45) bajo las condiciones del Valle del Mantaro (Tabla 27).

Tabla 27: Prueba de Duncan para número de l6culos por vaina de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Líneas	Número de l6culos por vaina
UPUF8-15	6.95 a
UPUF8-13	6.70 ab
UPUF8-2	6.67 ab
UPUF8-9	6.23 ab
UPUF8-3	6.15 ab
Remate	5.98 ab
UPUF8-10	5.97 ab
Utrillo	5.54 bc
UPUF8-14	5.47 bc
UPUF8-16	4.45 c
Promedio	6.01

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadística mente según la prueba de Duncan al 5 %.

Esta característica probablemente no esté influenciada por el ambiente en el cual se desarrolló el experimento. Tiene una relación directamente proporcional con el número de semillas por vaina, siendo las líneas promisorias UPUF8-15, UPUF8-13 y UPUF8-2 las que también obtuvieron un mayor promedio de semillas por vaina. De igual modo las líneas UPUF8-14 y UPUF8-16 mostraron los menores promedios de semillas por vaina.

4.2.6. Número de granos por vaina

El análisis de varianza indica que no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (líneas promisorias). El número promedio de semillas por vaina del experimento fue de 5.29, además varió el número promedio de semillas por vaina varió entre 4.10 a 5.98 (Tabla 28).

Tabla 28: Cuadrados medios del análisis de varianza de granos por vaina de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Fuente	G.L.	Granos por vaina C.M. (0.05)
Bloque	2	2.984
Tratamiento	9	3.814
Error	18	3.760
Total	29	
Promedio		5.29
C.V. %		17.92

Según la prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de confianza de 95 %, la línea promisoría UPUF8-15 en promedio formó ligeramente un mayor número de granos por fruto ($5.98 \text{ granos.vaina}^{-1}$) sin embargo no se diferenció estadísticamente del resto de líneas promisorias. El segundo tratamiento con mayor número de vainas fue el progenitor UPUF8-2 ($5.80 \text{ granos.vaina}^{-1}$) bajo las condiciones del Valle del Mantaro. Por otro lado, la línea promisoría UPUF8-16 fue el que mostró la menor producción de granos por vaina (4.10). Al igual que la variable anterior, es probable que no esté influenciada por aspectos ambientales ni por los polinizadores, porque la arveja es una autógena, es decir, se autopoliniza, por lo tanto, la diferencia numérica entre las líneas estudiadas, está más influenciada por su genética.

4.2.7. Peso, largo y ancho de vaina secas

El análisis de varianza (ANVA) (Tabla 29), resulto significativo estadísticamente para las variables largo y ancho de vaina, pero no para la variable peso de vaina. El valor promedio de peso de vaina del experimento fue de 6.8 gramos. De igual manera el valor promedio de largo y ancho de vaina fue de 8.75 y 1.31 cm respectivamente.

Tabla 29: Cuadrados medios del análisis de varianza de peso, largo y ancho de vaina de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruza de Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Fuente	G.L.	Peso C.M. (0.05)	Largo C.M. (0.05)	Ancho C.M. (0.05)
Bloque	2	2.984	0.198	0.005
Tratamiento	9	3.814	6.690 *	0.094 *
Error	18	3.760	0.229	0.010
Total	29			
Promedio		6.80	8.75	1.31
C.V. %		32.56	17.08	14.44

*Significativo

Respecto al peso de vainas, según la prueba de comparación de medias de Duncan, no se encontró diferencia estadística entre las líneas promisorias del experimento. La línea UPUF8-15 obtuvo el mayor peso promedio de vainas (8.74 g), por otro lado, el menor valor lo obtuvo la línea promisorio UPUF8-16 (5.03 g) (Tabla 31).

En relación al largo de vaina, se encontró diferencia estadística según la prueba de Duncan. La línea promisorio UPUF8-15 obtuvo la mayor longitud (11.43 cm), siendo superior y diferenciándose estadísticamente del resto de líneas del experimento. La menor longitud registrada en el ensayo la obtuvo la variedad progenitoro Utrillo (6.39 cm) (Tabla 30).

Tabla 30: Prueba de Duncan para peso, largo y ancho de vaina de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Líneas	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)
UPUF8-15	8.74 a	11.43 a	1.43 ab
Remate	8.36 a	8.83 bc	1.27 b
Utrillo	6.55 a	6.39 d	1.04 c
UPUF8-14	7.20 a	8.71 bc	1.34 ab
UPUF8-9	8.42 a	9.37 b	1.38 ab
UPUF8-2	6.81 a	9.31 b	1.37 ab
UPUF8-10	6.84 a	9.38 b	1.47 a
UPUF8-3	6.58 a	9.39 b	1.36 ab
UPUF8-16	5.03 a	6.40 d	0.96 c
UPUF8-13	6.46 a	8.24 c	1.48 a
Promedio	6.80	8.75	1.31

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Duncan al 5 %.

Respecto al ancho de vaina, se encontró diferencias según la prueba de Duncan. La línea promisorias UPUF8-13 se diferenció del resto con un ancho promedio de 1.48 cm, sin embargo, no se diferencia estadísticamente de la línea UPUF8-10 (1.47 cm). Las líneas promisorias UPUF8-15, UPUF8-14, UPUF8-9, UPUF8-2 y UPUF8-3 no son estadísticamente diferentes. UPUF8- 16 reporto el menor promedio de ancho de vaina (0.96 cm) en el experimento bajo condiciones del Valle del Mantaro (Tabla 30).

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las que se efectuó el presente trabajo experimental, de los resultados se puede llegar a la siguiente conclusión:

La línea promisorio de hibridación Utrillo x Remate, que respondió mejor a las condiciones ambientales en las que fue evaluada, fue UPUF8-10, la cual mostró el mejor rendimiento de grano seco (1.47 t.ha^{-1}). Esta línea presentó características cualitativas y cuantitativas aceptables para su empleo en grano seco en el valle del Mantaro, respecto a los días a floración y madurez de cosecha, fue intermedia; presentó las plantas de mayor altura del experimento; los colores de sus hojas fueron iguales a los del progenitor Remate; las características de sus vainas se asemejaron a Utrillo; sus granos fueron rugosos y de color verde claro. Esta línea resaltó por el peso de sus granos, 100 granos pesaron 22.49 g, además presentó uno de los mayores valores de ramas por planta en el experimento. En relación al número de vainas por planta, lóculos por vaina, granos por vaina, peso, largo y ancho de vaina, no se encontró valores resaltantes respecto a los otras líneas y sus progenitores.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar las líneas promisorias estudiadas en diferentes localidades productoras de arveja, además de las épocas de siembra, con el fin de observar sus comportamientos.
- Realizar ensayos con diferentes densidades de siembra, para establecer densidades adecuadas para cada línea promisorias, porque tienen un tiempo de floración y cosecha diferente, por lo tanto, su manejo no puede ser idéntico.
- Evaluar el efecto de la inoculación de *Rhizobium* de las líneas promisorias estudiadas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Anchivilca, G. (2018). Abonamiento orgánico y fertilización NPK en arveja verde (*Pisum sativum* L.) cv. Rondo, bajo riego por goteo en tupicocha, huarochirí. Tesis para optar el grado de magíster. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 84 pp. Recuperada de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3559/anchivilca-rojas-guiller-henry.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
2. Angiosperm Phylogeny Group (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. En: Botanical Journal of the Linnean Society, 181(1): 1-20
3. Arévalo, H. (2013). Evaluación de cinco variedades de arveja (*Pisum sativum*) bajo condiciones de invernadero en Tumbaco-Pichincha. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad de San Francisco de Quito. Quito – Ecuador. 49 pp. Recuperada de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2419/1/106773.pdf>
4. Armstead I.; Donnison I.; Aubry S.; Harper J. & Hörtensteiner, S. (2007). Cross-species identification of Mendel's I locus. Science. 315 (1). <https://doi.org/10.1126/science.1132912>
5. Burbano, E.; Dominguez, J. & Checa, O. (2018). Efecto de cinco densidades de siembra en líneas de arveja *Pisum sativum* L. con el gen mutante afila. Investigación Agraria, 20 (1) : 22 – 29 pp. Disponible en <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/482/387>
6. Camarena, F.; Chura, J. & Blas, R. (2014a). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Métodos de mejoramiento en autógamias y alógamas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. Recuperado de https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf

7. Camarena, F.; Huaranga, A. & Osorio, U. (2014b). Innovación fitotecnia del haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), y lenteja (*Lens culinaris* Medik.). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 189 pp.
8. Camerer, R. (1694): De sexu plantarum. Encyclopaedia Britannica. Encyclopaedia Britannica Online Academic Edition. Disponible en <https://www.britannica.com/biography/Rudolph-Jacob-Camerarius>
9. Campos, T. (1992). Aspectos Botánicos y Agronómicos de la arveja y haba. Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. Ancash - Perú. 100 pp.
10. Cancino, P. (2015). Producción de arveja (*Pisum sativum* L.) cv. Criolla con diferentes niveles de fertilización química en Guadalupe – La Libertad. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad – Perú. 46 pp. Recuperada de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7640/CANCINO%20SALDA%c3%91A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Cantaro, H. (2019). Reguladores de crecimiento en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) cv. Rondo en La Molina. Tesis para optar el grado de magíster. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 108 pp. Recuperada de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3893/cantaro-segura-hector-baroni.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. Castagnino, A. (2008). Manual de Cultivos Hortícolas innovadores. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires - Argentina. 356 pp.
13. Cubero, J. & Moreno, M. (1983). Leguminosas de grano. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. España. 359 pp.
14. De Villena, S. (2001). Evaluación de cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) para grano verde en la costa central del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 96pp.
15. Doorembos, J. & Kassam, A. (1986). En Steduto, P.; Hsiao, T.; Fereres, E. & Raes, D. (2012). Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO - Riego y Drenaje N° 66. 530 pp. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i2800s.pdf>

16. Ellis, T.; Hofer, J.; Timmerman, G.; Coyne, C. & Hellens, R. (2011): Mendel, 150 years on. Trends in Plant Science. 16 (11) : 590 – 596 pp. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.06.006>
17. Faiguenbaum, H. (1993). Cultivo de arveja. Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago - Chile. 23 pp.
18. FAO. Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). Revisado el 24 de junio del 2019 de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
19. Giaconi, V. (2001). Cultivos de Hortalizas. Santiago, Chile. Universitaria. 336 pp.
20. Goss, J. (1822). On the variation in the colour of peas, occasioned by cross-impregnation. Transactions of the Horticultural Society of London. 5 (1) : 234 – 237 pp. Recuperado de <http://bulbrose.x10.mx/Hereditiy/Goss.html>
21. Guerra, E. (2016). Microorganismos eficaces en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Inia 103 Remate en condiciones de la E.E.A El Mantaro. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional del Centro del Perú. Junín – Perú. 59 pp. Recuperada de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4718/Guerra%20Caso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. Hellens, R.; Moreau, C.; Lin, K.; Schwinn, K.; & Ellis, T. (2010): Identification of Mendel's white flower character. PLOS ONE, 5 (10) : e13230. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013230>
23. Huaranga, J. (2017, 15 septiembre). Proceso de hibridación de autógamias. Comunicación personal. Lima – Perú.
24. Huaranga, J. (2018, 15 de abril). Características de arveja variedad Utrillo. Comunicación personal. Lima – Perú.
25. INIA. Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2004). Manejo integrado de la pudrición radicular en el cultivo de arveja. Folleto N° 2 - 04. Lima – Perú. 17 pp. Recuperado de http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/760/1/Pinillos-Manejo_integrado_cultivo_Arveja.pdf

26. Jarso, M.; Keneni, G. & Gorfú, D. (2009). Field pea improvement through hybridization. Technical manual N° 22. 50 pp. Recuperado de <http://publication.eiar.gov.et:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/129/Field%20Pea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
27. Kay, D. (1979). “Legumbres alimenticias”. Primera edición. Editorial Acribia. S.D. Zaragoza - España. 12 pp.
28. Khan, A. & Iqbal, M. (2006). Effect of various levels of nitrogen fertilizer on the yield and yield attributes of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. Pakistan Journal of Botany. 38 (2) : 331 – 340 pp. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/8afa/107b5767b63379479ecfa69d623ab8598402.pdf>
29. Khan, T.; Amzan, A.; Jillani, G. & Mehmood, T. (2013). Morphological performance of peas (*Pisum sativum*) genotypes under rainfed conditions of Potowar region. Journal of Agricultural Research. 51 (1) : 51 – 60 pp.
30. Knight, T. (1799): An account of some experiments of the fecundation of vegetables. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 89 (1) : 195 – 204 pp.
31. Krarup, A. (1973). Arveja, cultivo hortícola de gran potencial para el sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia - Chile. 46 pp.
32. Laxton, T. (1872): Notes on some changes and variations in the offspring of cross-fertilized peas. Journal of the Royal Horticultural Society 3 (1) : 10 – 14 pp.
33. León, S. (1998). Prueba de rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.), en cuatro fórmulas de abonamiento y tres densidades de siembra. Andahuaylas a 2900 msnm. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú. 86 pp.
34. Maiza, B.; Siles, M.; Ríos R. & Gabriel, J. (2015). Comportamiento de catorce líneas mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) en la zona de Challapata, Oruro. Journal of the Selva Andina Research Society. 6 (1) : 10 – 22 pp. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2015.060100010>
35. Maroto, J. (1990). Elementos de Horticultura General. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid - España. 54 pp.

36. Maroto, J. (1992). Horticultura Herbácea Especial. Tercera Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid - España. 56 pp.
37. Maroto, J. (2000). Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid - España. 58 pp.
38. MINAGRI (2016). leguminosas de grano "semillas nutritivas para un futuro sostenible". Lima – Perú. Recuperada de <http://minagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
39. MINAGRI. Ministerio Nacional de Agricultura y Riego del Perú. (2019). Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA). Revisado el 16 de junio del 2019 de http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
40. MINAGRI. Ministerio Nacional de Agricultura y Riego del Perú. (2019). Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias. Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2017 - 2018. Disponible en <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuario-de-produccion-agricola>
41. Moreno, P. (1994). Evaluación de siete nuevos cultivares de arveja (*Pisum sativum* L) para consumo en verde. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad de Chile. Santiago - Chile. 45 pp.
42. Noa, I. (2011). Requerimiento hídrico y programación de riego, de los cultivos de *Pisum sativum* L., *Brassica oleracea* L. y *Allium cepa* L., en la estación experimental Canaan (INIA) a 2 760 m.s.n.m. - Ayacucho. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga. Ayacucho - Perú. 165 pp. Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3190>
43. Pacheco, C.; Vergara, M. & Ligarreto, G. (2011). Clasificación de 42 líneas mejoradas de arveja (*Pisum sativum* L.) por caracteres morfológicos y comportamiento agronómico. Revista Facultad Agronomía. 63 (2) : 5543 – 5553 pp. Recuperada de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/25043/37034>
44. Parsons, D.; Mondoñedo, J.; Krichner, F. & Atilano, M. (1999). Frijol y chícharo. Editorial Trillas. Ciudad de México - México. 58 pp.

45. Peralta, E.; Murillo, A.; Mazon, N.; Pinzón, J. & Villacrés, E. (2010). Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea No. 135. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Quito - Ecuador. 40 pp. Recuperada de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2705/1/iniapscpm135%283%29.pdf>
46. Reid, J. & Ross, J. (2011). Mendel's genes: Toward a full molecular characterization. *Genetics*. 189 (1) : 3 – 10 pp. <https://doi.org/10.1534/genetics.111.132118>
47. Rincón, Á. & Ligarreto, G. (2010). Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el piedemonte llanero colombiano. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 11 (2) : 122 – 128 pp. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624727>
48. Roberts, H. (1929). *Plant hybridization before Mendel*. Princeton, Princeton University Press.
49. Rodríguez, G. (2015). Evaluación de doce cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) de tipo industrial para cosecha en verde en condiciones de Tarma. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional del Centro del Perú. Junín - Perú. 70 pp. Recuperada de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/977/RODR%c3%8dGUEZ20QUISPE%20GUSTAVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
50. Rodríguez, J.; Pinochet, D. & Matus, F. (2001). *Fertilización de los cultivos*. Santiago - Chile. 117 pp.
51. Rondinel, R. (2014). Rendimiento en vaina verde de tres variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en tres modalidades de siembra bajo el sistema de agricultura de conservación. Canaán a 2750 msnm - Ayacucho. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú. 92 pp. Recuperada de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1009/Tesis%20MV126_Sul.pdf?sequence=1&isAllowed=y
52. Rubatzky, V. & Yamaguchi, M. (1999). *World Vegetables: principles, production, and nutritive values*. Maryland, United States of America. Aspen Publishers. 843 pp.
53. Saldaña, Z. (2012). Efecto de la aplicación de microorganismos eficaces en el rendimiento de vaina verde en arveja (*Pisum sativum* L.) cultivar Rondo, en

- condiciones de Pachacamac. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 69 pp.
54. Salisbury, F. & Ross, C. (1992). Fisiología vegetal. Editorial Iberoamerica. Ciudad de México - México. 319 – 338 pp.
 55. Sato, Y.; Morita, R.; Nishimura, M.; Yamaguchi, H. & Kusaba, M. (2007): Mendel's green cotyledon gene encodes a positive regulator of the chlorophyll-degrading pathway. *Proceedings of National Academy of Sciences USA*, 104 (35) : 14169 – 14174 pp. <https://doi.org/10.1073/pnas.0705521104>
 56. Sinha, S. (1978). Las leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. FAO: Producción y Protección Vegetal N° 03. 120 pp.
 57. Smýkal, P.; Kenicer, G.; Flavell, A.; Kosterin, O.; Redden, R. & Ford, R. (2011). Phylogeny, phylogeography and genetic diversity of the *Pisum* genus. *Plant Genetic Resources*. 9 (1) : 4 – 18 pp. <https://doi.org/10.1017/S147926211000033X>
 58. Smýkal, P. (2014). Pea (*Pisum sativum* L.) in biology prior and after Mendel's discovery. *Czech. J. Genet. Plant Breed.* 50 (2) : 52 – 64 pp. Recuperado de <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/124111.pdf>
 59. Soto, J. (2015). Efecto de la aplicación de fertilizantes biológicos en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Usui en condiciones de Chucllaccasa Yauli – Huancavelica. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica – Perú. 95 pp. Recuperada de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/206/TP%20-%20UNH%20AGRON.%200084.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 60. Srivastava, T.; Ahlawat, I. & Panwar, J. (1998). Effect of phosphorus, molybdenum and bio-fertilizers on productivity of pea (*Pisum sativum* L.). *Indie Journal of Plant Physiology*. 3 (3) : 237 - 245 pp.
 61. Tacas, E. (2015). Efecto residual del abonamiento orgánico-mineral, en rendimiento de arveja (*Pisum sativum* L.) variedad Remate; Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional San

- Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú. 220 pp. Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1197>
62. Tesfaye, M.; Liu, J.; Allan, D. & Vance, C. (2007). Genomic and genetic control of phosphate stress in legumes. *Plant Physiology*. 144 (2) : 594 – 603 pp. <https://doi.org/10.1104/pp.107.097386>
63. Tsvetkova, G. & Georgiev, G. (2007). Changes in phosphate fractions extracted from different organs of phosphorus starved nitrogen fixing pea plants. *Journal of Plant Nutrition*. 30 (1) : 2129 – 2140 pp. <https://doi.org/10.1080/01904160701700616>
64. Ugás, R.; Siura, S.; Delgado, F.; Casas, A. & Toledo, J. (2000). Datos básicos de hortalizas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 202 pp. Disponible en <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Datosbasicos.html>
65. Vallejo, F. & Estrada, E. (2002). Mejoramiento genético de plantas. Palmira. Universidad Nacional de Colombia. 404 pp.
66. Villanueva, A. (2019). Determinación del uso consuntivo del agua con lisímetro de drenaje en cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en CIE - Cañasbamba- UNASAM. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo. Ancash - Perú. 138 pp. Disponible en <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3406>
67. Villena, F. (2001). Evaluación de cultivares de arveja (*Pisum sativum* L.) para granos verde en condiciones de costa central. Tesis para optar el grado de ingeniero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 88 pp.
68. White, O. (1917): Studies of inheritance in Pisum. II. The present state of knowledge of heredity and variation in peas. *Proceedings of American Philosophical Society*. 56 (1) : 487 – 588 pp. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/pdf/983886.pdf>
69. Wynn, J. (2007): Alone in the Garden: How Gregor Mendel’s inattention to audience may have affected the reception of his theory of inheritance in *Experiments in Plant Hybridization*. *Written Communication*. 24 (2) : 3 – 27 pp. <https://doi.org/10.1177/0741088306296024>
70. Yuste, P. (1998). Biblioteca de la agricultura. Barcelona - España. 768 pp.

VIII. ANEXOS

Anexo 01: Análisis de varianza de días a la floración

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	34.800	3.867	2.950	0.024
Bloque	2	1.067	0.533	0.410	0.672
Error	18	23.600	1.311		
Total	29	59.467			

Anexo 02: Análisis de varianza de días a la cosecha

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	817.440	90.827	53.080	0
Bloque	2	19.370	9.687	5.660	0.012
Error	18	30.800	1.711		
Total	29	867.62			

Anexo 03: Análisis de varianza de altura de planta

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	0.699	0.078	6.040	0.001
Bloque	2	0.071	0.035	2.750	0.091
Error	18	0.232	0.013		
Total	29	1.002			

Anexo 04: Análisis de varianza de rendimiento de grano seco

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	2.912	0.324	32.390	0.000
Bloque	2	0.019	0.010	0.960	0.400
Error	18	0.180	0.010		
Total	29	3.111			

Anexo 05: Análisis de varianza de número de ramas

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	9.905	1.101	1.25	0.328
Bloque	2	2.774	1.387	1.57	0.235
Error	18	15.873	0.881		
Total	29	28.552			

Anexo 06: Análisis de varianza de peso de 100 granos

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	69.800	7.756	0.660	0.734
Bloque	2	12.360	6.182	0.530	0.600
Error	18	211.870	11.771		
Total	29	294.040			

Anexo 07: Análisis de varianza de número de vainas por planta

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	14.416	1.602	3.420	0.013
Bloque	2	2.399	1.199	2.560	0.105
Error	18	8.437	0.469		
Total	29	25.252			

Anexo 08: Análisis de varianza de número de lóculos por vaina

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	8.139	0.904	0.970	0.049
Bloque	2	1.143	0.572	0.610	0.553
Error	18	16.810	0.934		
Total	29	26.092			

Anexo 09: Análisis de varianza de número de granos secos por vaina

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	34.330	3.814	1.010	0.465
Bloque	2	5.967	2.984	0.790	0.467
Error	18	67.688	3.760		
Total	29	107.984			

Anexo 10: Análisis de varianza de peso de vaina seca

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	34.330	3.814	1.010	0.465
Bloque	2	5.967	2.984	0.790	0.467
Error	18	67.688	3.760		
Total	29	107.984			

Anexo 11: Análisis de varianza de largo de vaina seca

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	60.210	6.690	29.230	0.000
Bloque	2	0.395	0.198	0.860	0.438
Error	18	4.120	0.229		
Total	29	64.725			

Anexo 12: Análisis de varianza de ancho de vaina seca

Fuente	GL	S.C.	C.M.	Valor F	Valor P
Tratamiento	9	0.847	0.094	9.470	0.000
Bloque	2	0.010	0.005	0.520	0.602
Error	18	0.179	0.010		
Total	29	1.036			

Anexo 13: Valores de los cuadrados medios del rendimiento y sus componentes de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

F. de V.	G.L.	Rend. (t.ha ⁻¹)	Días a la floración	Días a la cosecha	Altura de planta (cm)	Número de ramas	Peso de 100 semillas (g)	Número de vainas por planta	Número de lóculos por vaina	Número de granos por vaina	Vaina		
											Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)
Bloques	2	0.010	0.70	9.687	0.035	1.387	6.182	1.199	0.572	2.984	2.984	0.198	0.005
Trat.	9	0.323 *	304.89 *	90.827 *	0.077	1.101	7.756	1.601	0.904	3.814	3.814	6.690 *	0.094 *
Prom.		1.11	84.33	138.43	1.03	4.54	19.63	17.12	6.01	5.29	6.80	8.75	1.31
C.V. %		29.46	7.89	5.29	18.11	21.86	16.22	22.17	15.52	17.92	32.56	17.08	14.44

* Significativo al 5 por ciento de probabilidad

Anexo 14: Valores medios del rendimiento y sus componentes de las líneas promisorias de arveja (*Pisum sativum* L.) de la cruz Utrillo x Remate en el Valle del Mantaro

Líneas	Rend. (t.ha ⁻¹)	Días a la floración	Días a la cosecha	Altura de planta (cm)	Número de ramas	Peso de 100 semillas (g)	Número de vainas por planta	Número de lóculos por vaina	Número de granos por vaina	Vaina		
										Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)
Remate	1.71a	92.00 a	144.73 a	1.16 ab	4.47 a	17.79 a	21.82 a	5.98 ab	5.38 a	8.36 a	8.83 bc	1.27 b
Utrillo	1.49 b	70.67 f	127.40 f	0.75 e	3.47 a	19.96 a	18.43 a	5.54 bc	5.32 a	6.55 a	6.39 d	1.04 c
UPUF8-10	1.47 b	86.67 bcd	139.73 bc	1.23 a	5.07 a	22.49 a	17.00 a	5.97 ab	5.57 a	6.84 a	9.38 b	1.47 a
UPUF8-2	1.06 c	88.00 abc	140.96 bc	1.13 abc	4.93 a	21.58 a	17.44 a	6.67 ab	5.80 a	6.81 a	9.31 b	1.37 ab
UPUF8-15	1.03 cd	75.00 e	130.43 e	0.81 de	4.67 a	18.24 a	17.59 a	6.95 a	5.98 a	8.74 a	11.43 a	1.43 ab
UPUF8-9	0.98 cd	88.33 abc	141.89 bc	1.12 abc	4.40 a	17.74 a	14.23 a	6.23 ab	5.40 a	8.42 a	9.37 b	1.38 ab
UPUF8-16	0.97 cd	83.67 d	136.40 d	0.94 cde	5.60 a	20.75 a	16.21 a	4.45 c	4.10 a	5.03 a	6.40 d	0.96 c
UPUF8-3	0.86 de	85.00 cd	139.83 c	0.98 bcd	4.07 a	19.65 a	14.35 a	6.15 ab	5.20 a	6.58 a	9.39 b	1.36 ab
UPUF8-14	0.85 de	84.67 cd	140.40 c	0.99 bcd	4.00 a	19.48 a	16.08 a	5.47 bc	4.68 a	7.20 a	8.71 bc	1.34 ab
UPUF8-13	0.71 e	89.33 ab	142.56 ab	1.15 abc	4.73 a	18.63 a	18.09 a	6.70 ab	5.58 a	6.46 a	8.24 c	1.48 a

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Duncan al 5 por ciento de probabilidad

Anexo 15: Costos de Producción de una hectárea de arveja

Rubro	Unidad de medida	Cantidad (ha)	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
I. Costos directos				
1 Mecanización				
Aradura	Hora maquina	4	80	320
Gradeo	Hora maquina	2	80	160
Nivelación	Hora maquina	1	80	80
Subtotal				720
2 Mano de obra				
Riego de machaco	Jornal	1	40	40
Siembra	Jornal	6	40	240
Fertilización	Jornal	4	40	160
Desmalezados	Jornal	4	40	160
Aporque	Jornal	4	40	160
Control fitosanitario	Jornal	4	40	160
Cosecha	Jornal	20	40	800
Subtotal				1720
3 Insumos				
Semillas	kg	50	10	500
Fertilizantes				
Urea	kg	200	1.5	300
Fosfato diamónico	kg	150	1.6	240
Cloruro de potasio	kg	200	1.3	260
Pesticidas				
Clorpirifos	L	2	35	70
Cipermetrina	L	2	80	160
Metamidofos	L	4	30	120
Beta – cyfluthrin	L	1	200	200
Adherente	L	2	30	60
Subtotal				1910
Sub total costos directos				4350
II. Costos indirectos				
Costos financieros	%	6		261
Administración	%	4		174
Sub total costos indirectos				435
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				4785